·论著·

# 多模态临床–MRI影像组学模型对急性缺血性脑卒中患者静脉溶栓后发生早期神经功能恶化的预测价值

孙玉志[1],喻博[2],郑健[2],郭文力[1]
(中国医科大学附属盛京医院 1. 放射科; 2. 神经外科,沈阳 110136)

**摘要** **目的** 基于多模态临床–磁共振成像(MRI)影像组学联合模型预测急性缺血性脑卒中(AIS)患者静脉溶栓(IVT)后发生早期神经功能恶化(END)的风险。**方法** 选取2021年1月至2025年6月间我院收治的200例AIS患者,根据是否发生END分为END组($n$ = 58)和非END组($n$ = 142),将数据集按照7 ∶ 3分为训练集($n$ = 140)和验证集($n$ = 60)。基于磁敏感加权成像(SWI)、弥散加权成像(DWI)筛选的影像组学特征和有意义的临床–MRI特征,通过logistic回归分别构建SWI组学模型、DWI组学模型、SWI+DWI组学模型及联合模型。采用受试者操作特征(ROC)曲线、临床决策(DCA)曲线、校准曲线及DeLong检验评估各模型的预测效能。**结果** 在验证集中,联合模型曲线下面积(AUC)最高,为0.915。SWI+DWI组学模型AUC为0.897,均高于单序列SWI组学模型(AUC=0.814)和DWI组学模型(AUC=0.792),差异均有统计学意义($P$ < 0.05)。基于临床–MRI特征筛选后得到的4个有意义特征[突出血管征、DWI梗死体积、ADC、溶栓前美国国立卫生院卒中量表(NIHSS)评分]构建临床–MRI模型,其验证集AUC为0.723。DeLong检验结果显示,联合模型的AUC明显高于临床–MRI模型($P$ < 0.05),与SWI+DWI组学模型AUC比较,差异无统计学意义($P$ > 0.05)。校准曲线和DCA曲线结果显示,联合模型具有更高的预测精准度和临床净获益率。**结论** 多模态临床–MRI影像组学联合模型可有效预测AIS患者IVT后发生END的风险,为临床制定个体化预防治疗方案提供依据。

**关键词** 磁敏感加权成像; 弥散加权成像; 影像组学; 急性缺血性脑卒中; 早期神经功能恶化
**中图分类号** R743.3 **文献标志码** A **文章编号** 0258–4646(2026)07–0650–05
**网络出版地址** https://link.cnki.net/urlid/21.1227.R.20260709.1806.019
**DOI:** 10.12007/j.issn.0258-4646.2026.07.014

## Predictive value of multimodal clinical-MRI radiomics model for early neurological deterioration after intravenous thrombolysis in patients with acute ischemic stroke

SUN Yuzhi[1], YU Bo[2], ZHENG Jian[2], GUO Wenli[1]
(1. Department of Radiology, Shenging Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, China; 2. Department of Neurosurgery, Shenging Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, China)

**Abstract** **Objective** To investigate the risk of early neurological deterioration (END) after intravenous thrombolysis (IVT) in acute ischemic stroke (AIS) using multimodal clinical magnetic resonance imaging (MRI) radiomics combined models. **Methods** A total of 200 patients with AIS admitted to our hospital from January 2021 to June 2025 were selected. Based on the occurrence of END, patients were categorized into an END ($n$ = 58) or non-END ($n$ = 142) group. The dataset was randomly divided in a 7 ∶ 3 ratio into a training set ($n$ = 140) and a validation set ($n$ = 60). With the imageomics features screened by magnetic susceptibility weighted imaging (SWI), diffusion weighted imaging (DWI), and relevant clinical-MRI features, logistic regression was used to construct an SWI omics, DWI omics, SWI+DWI omics, and combined models. Model performance was evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curves, decision curve analysis (DCA), calibration curves, and the DeLong test. **Results** In the validation set, the combined model achieved the highest area under the curve (AUC) of 0.915. The AUC of the SWI+DWI omics model was 0.897, which was significantly higher than that of the single-sequence SWI omics (AUC=0.814) and DWI omics models (AUC=0.792, $P$ < 0.05). The clinical-MRI model constructed using four clinically significant features-namely, the asymmetric prominent vein sign, DWI infarct volume, ADC, and the pre-thrombolytic National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score-achieved a validation set AUC of 0.723. The DeLong test showed the AUC of the combined model was significantly higher than that of the clinical-MRI model ($P$ < 0.05), whereas no statistically significant difference was observed compared to the SWI+DWI omics model ($P$ > 0.05). Calibration and DCA curves showed that the combined model had superior predictive accuracy and greater clinical net benefit. **Conclusion** The multimodal clinical-MRI imaging histology-based combined model can effectively predict the risk of post-IVT END in patients with AIS, and provide a basis for the clinical development of individualized preventive

**基金项目**:辽宁省教育厅基础研究项目(JYTMS20230098)
**作者简介**:孙玉志(1991–),男,初级技师,本科.
**通信作者**:郭文力,E-mail:guo_wl68@163.com
**收稿日期**:2025–12–29
**网络出版时间**:2026–07–10 11:01:54

treatment plans.

**Keywords**　susceptibility weighted imaging; diffusion weighted imaging; radiomics; acute ischemic stroke; early neurological deterioration

急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke,AIS)是我国最常见的死亡原因,年新发病例>200万,发病率持续上升,且呈现年轻化趋势[1]。静脉溶栓(intravenous thrombolysis,IVT)是AIS早期治疗的关键手段,但10%~30%的患者在溶栓后仍会发生早期神经功能恶化(early neurological deterioration,END),严重影响临床结局。目前,END的预测主要依赖美国国立卫生院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale,NIHSS)评分和实验室指标,存在主观性强、特异性不足等局限性。传统弥散加权成像(diffusion weighted imaging,DWI)及磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging,SWI)虽已应用于预后评估,但预测准确性欠佳[2]。影像组学通过高通量提取深层次影像特征,为END预测提供新思路。DWI影像组学可量化缺血组织水肿程度,显示早期梗死灶,但对微出血及血流动力学变化灵敏度不足[3]。SWI影像组学能精准检测微出血、反映血流动力学状态,但对梗死边界界定能力较弱。因此,构建DWI与SWI的多模态影像组学联合模型,有望提高END预测准确性。本研究旨在挖掘与END高度相关的DWI和SWI影像组学特征,开发多模态临床-MRI影像组学联合模型,为临床早期识别高风险患者、优化治疗决策提供依据。

## 1　材料与方法

### 1.1　一般资料

选取2021年1月至2025年6月间我院收治的200例AIS患者为研究对象。其中,男115例,女85例,年龄34~90岁,平均年龄(68.87 ± 10.15)岁。根据IVT治疗后72 h内是否发生END分为END组($n$ = 58)和非END组($n$ = 142)。纳入标准:(1)行DWI和SWI检查;(2)符合AIS诊断标准[2];(3)接受IVT治疗。排除标准:(1)严重心、肝及肾功能不全者;(2)神经系统严重损伤者;(3)合并其他部位恶性肿瘤者。本研究已获得我院伦理学委员会批准。

### 1.2　MRI检查

采用Ingenia 3.0T CX磁共振扫描仪(美国飞利浦公司)进行检查。DWI扫描参数:重复时间(repetition time,TR)4 197 ms,回波时间(echo time,TE)80 ms,视野 240 cm × 240 cm,矩阵162 × 192,层厚 5.0 mm,层间距 2.0 mm,激励次数2次,带宽250 kHz。SWI扫描参数:TR 37 ms,TE 22.4 ms,FOV 240 × 240,矩阵384 × 320,层厚 1.5 mm,层间距0.5 mm,激励次数2次,反转角20°,带宽41.67 kHz。

### 1.3　临床资料

记录患者性别、年龄、心房颤动史、脑卒中史、高血压史、糖尿病史;入院前收缩压、舒张压、血糖、发病至溶栓时间(onset to treatment time,OTT)及NIHSS 评分;入院第1天清晨进行空腹抽血检测,检验指标包括白细胞计数(white blood cell,WBC)、淋巴细胞计数(lymphocyte count,LYC)、血小板计数(platelet,PLT)、血小板体积(platelet volume,PV)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol,LDL-C)、甘油三酯(triglyceride,TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol,HDL-C)、总胆固醇(total cholesterol,TC)。

### 1.4　MRI图像分析

SWI 图像分析:DWI 脑组织高信号区域较镜像侧正常区域出现增多、增粗的低信号静脉影定义为突出血管征(prominent vessel sign,PVS)[4]。DWI图像分析:根据DWI图像计算脑梗死体积[5];选择ADC图像脑梗死最大层面,于病灶中心放置感兴趣区(region of interest,ROI),大小为10 $mm^2$,测量该区域脑组织ADC值,随机测量3次,取平均值。

### 1.5　END诊断标准

由具有高级职称的神经内科医师采用NIHSS对患者进行评分,END定义为IVT后72 h内NIHSS评分较入院时增加≥2分[6]。

### 1.6　影像组学分析

#### 1.6.1　特征提取及筛选:

由2位放射诊断医师对病灶进行分割。采用手动方式在轴位沿着病灶最大层面逐层勾画,遵循以下勾画原则:(1)避免勾画非缺血脑组织;(2)沿病灶边缘,避开脑脊液、血管等。采用3D-slicer软件中的PyRadiomics模块对分割的病灶

组织进行影像组学特征提取，其中DWI和SWI分别提取了258个和309个影像组学特征。特征筛选：首先，采用组内相关系数（intra-group corre lation coefficient，ICC）进行评价，保留ICC≥0.80的影像组学特征；为防止模型过拟合及提高模型泛化能力，进一步采用基于L1正则化的最小绝对收缩与选择算子（least absolute shrinkage and selection operator，LASSO）的特征筛选方法，以确定最优影像组学特征，并建立影像组学评分（radiomics score，Rad-score）。

1.6.2　模型构建：通过筛选的最优影像组学特征，基于logistic回归分别构建SWI影像组学模型、DWI影像组学模型及SWI+DWI影像组学模型。将最佳影像组学模型Rad-score联合临床-MRI独立危险因素，构建联合模型，并绘制列线图。

1.7　统计学分析

采用SPSS 22.0软件和R软件对数据进行分析，服从正态分布的计量资料以$\bar{x} \pm s$表示，组间比较采用$t$检验，不服从正态分布的计量资料以$M(P_{25}\sim P_{75})$表示，采用Mann-Whitney $U$检验；计数资料以率（%）表示，组间比较采用$\chi^2$检验。应用受试者操作特征（receicer operating characteristic，ROC）曲线、校准曲线和决策曲线分析（decision curve analysis，DCA）评价各模型的预测效能，DeLong检验用于比较各模型曲线下面积（area under the curve，AUC），$P<0.05$为差异有统计学意义。

## 2　结果

2.1　2组临床和MRI特征结果比较

2组高血压史、心房颤动史、溶栓前收缩压、溶栓前NIHSS 评分、WBC、DWI梗死体积、ADC值及PVS相比，差异均有统计学意义（均$P<0.05$），见表1。

2.2　临床-MRI模型构建

表1　2组临床和MRI特征结果比较

Tab.1　Comparison of clinical and MRI characteristics between the two groups

| Item | END group ($n$ = 58) | Non-END group ($n$ = 142) | $t/\chi^2/Z$ | $P$ |
|---|---|---|---|---|
| Age (year) | 65.15 ± 9.87 | 67.61 ± 10.54 | 0.114 | 0.243 |
| Sex [$n$ (%)] | | | 0.441 | 0.216 |
| Male | 26 (44.83) | 89 (62.68) | | |
| Female | 32 (55.17) | 53 (37.32) | | |
| Hypertension [$n$ (%)] | 46 (79.31) | 58 (40.85) | 7.769 | 0.014 |
| Glycuresis [$n$ (%)] | 22 (37.93) | 47 (33.09) | 0.092 | 0.213 |
| Auricular fibrillation [$n$ (%)] | 43 (74.14) | 36 (25.35) | 9.472 | 0.005 |
| Stroke [$n$ (%)] | 17 (29.31) | 40 (28.17) | 1.821 | 0.103 |
| Prethrombolysis systolic blood pressure (mmHg) | 128.32 ± 19.43 | 87.25 ± 8.76 | −6.065 | 0.023 |
| Prethrombolysis diastolic blood pressure (mmHg) | 103.68 ± 11.27 | 80.54 ± 7.89 | 1.254 | 0.121 |
| Prethrombolysis blood glucose (mmol/L) | 7.55 (6.56–8.54) | 9.14 (8.06–10.22) | −0.753 | 0.304 |
| Prethrombolysis NIHSS score | 13.12 ± 1.87 | 5.48 ± 0.89 | 8.245 | 0.014 |
| OTT (h) | 4.07 ± 0.23 | 3.36 ± 0.11 | 0.475 | 0.113 |
| WBC ($\times 10^9$/L) | 36.25 ± 8.07 | 15.33 ± 5.04 | 5.393 | 0.027 |
| LYC ($\times 10^9$/L) | 8.12 (6.97–10.55) | 9.56 (7.44–11.87) | 1.742 | 0.114 |
| PLT ($\times 10^9$/L) | 233.23 ± 23.27 | 245.51 ± 28.27 | −1.654 | 0.513 |
| PV (fL) | 11.26 ± 1.37 | 11.32 ± 1.15 | 1.125 | 0.118 |
| TG (mmol/L) | 4.53 ± 0.55 | 3.54 ± 0.14 | 1.045 | 0.106 |
| TC (mmol/L) | 6.73 ± 0.24 | 8.46 ± 1.33 | −1.015 | 0.132 |
| HDL-C (mmol/L) | 2.52 ± 0.16 | 4.12 ± 0.32 | 0.218 | 0.376 |
| LDL-C (mmol/L) | 4.88 ± 0.12 | 3.56 ± 0.54 | 0.331 | 0.453 |
| DWI infarct volume (mL) | 13.23 ± 2.65 | 4.08 ± 0.67 | 6.034 | 0.021 |
| ADC ($\times 10^{-3}$ mm$^2$/s) | 0.38 ± 0.08 | 0.76 ± 0.03 | 8.717 | 0.011 |
| PVS [$n$ (%)] | 39 (67.24) | 21 (14.79) | 10.543 | 0.001 |

以单因素分析有意义的特征作为自变量进行多因素logistic回归分析，结果显示，PVS、DWI梗死体积、ADC、溶栓前NIHSS评分是发生END的独立危险因素，见表2。

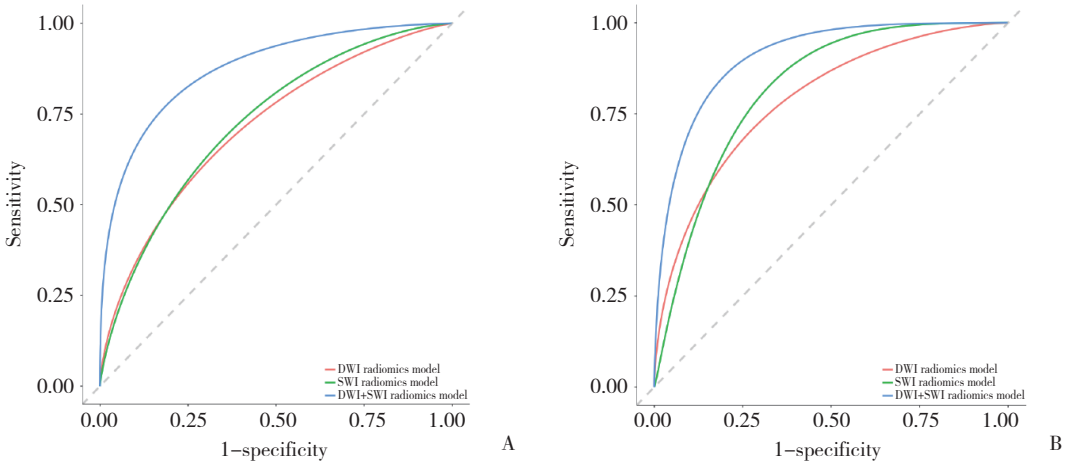
表2　临床-MRI特征多因素logistic回归分析结果

Tab.2　Results of multifactor logistic regression analysis of clinical-MRI features

| Variable | $\beta$ | *SE* | *OR* | 95%*CI* | Wald $\chi^2$ | *P* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hypertension | −1.055 | 0.528 | 0.348 | 0.128–1.015 | 1.321 | 0.326 |
| Auricular fibrillation | −1.452 | 1.190 | 0.234 | 0.023–2.410 | 1.490 | 0.223 |
| Prethrombolysis systolic blood pressure | −0.730 | 0.351 | 0.482 | 0.261–1.035 | 1.023 | 0.643 |
| Prethrombolysis NIHSS score | 0.243 | 0.098 | 1.275 | 1.113–1.637 | 6.169 | 0.012 |
| WBC | −0.247 | 0.745 | 0.781 | 0.108–2.006 | 0.782 | 0.431 |
| DWI infarct volume | 0.705 | 0.203 | 2.023 | 1.143–2.529 | 9.349 | 0.001 |
| ADC | 0.579 | 0.139 | 1.784 | 1.177–2.033 | 7.388 | 0.005 |
| PVS | 0.503 | 0.153 | 1.653 | 1.065–1.943 | 5.912 | 0.017 |
| Constant | −0.774 | 0.592 | 0.461 | 0.139–1.415 | 1.418 | 0.121 |

## 2.3　影像组学模型构建及评估

基于DWI、SWI及DWI和SWI图像最终分别筛选出4个、6个和8个最优影像组学特征。上述3种影像组学模型中，ROC曲线分析结果显示，DWI+SWI影像组学模型预测效能最佳，其训练集和验证集AUC值分别为0.874和0.897（图1）；DeLong检验分析显示，在训练集及验证集中，SWI+DWI影像组学模型AUC均高于单序列SWI影像组学模型（AUC分别为0.725、0.814）和DWI影像组学模型（AUC分别为0.709、0.792），差异均有统计学意义（均$P<0.05$），而SWI影像组学模型和DWI影像组学模型AUC值比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。




A，training set；B，validation set.

图1　各组学模型ROC曲线

Fig.1　ROC curves of the radiomics model in each group

## 2.4　联合模型构建

基于DWI+SWI影像组学模型的Rad-score和4个临床-MRI独立危险因素（溶栓前NIHSS 评分、DWI病灶体积、ADC值及PVS），构建临床-MRI影像组学联合模型，并绘制列线图，见图2。

## 2.5　各模型诊断效能评价

ROC曲线分析结果显示，临床-MRI影像组学联合模型AUC在训练集及验证集中均最高，分别为0.904和0.915；DeLong检验结果显示，临床-MRI影像组学联合模型的AUC明显高于临床-MRI模型（$P<0.05$），与SWI+DWI影像组学模型比较，AUC差异无统计学意义（$P>0.05$），见表3。

校准曲线分析显示，临床–MRI影像组学联合模型的预测概率曲线与理想曲线最接近，优于其他2个模型；DCA结果显示，临床–MRI影像组学联合模型在训练集及验证集中的AUC均最高，临床净收益最高。

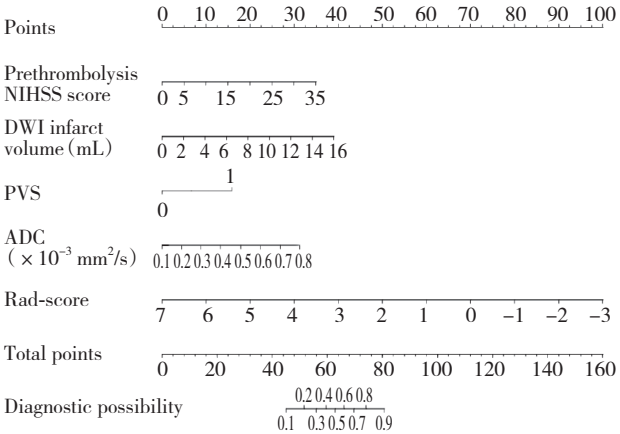



图2　AIS患者IVT后发生END的风险因素模型

Fig.2　Risk-factor model for post-IVT END in patients with AIS

## 3　讨论

AIS是导致残疾和死亡的主要疾病之一。IVT是恢复缺血脑组织的关键手段，但受血栓特征、侧支循环、基础疾病等多因素影响，部分患者预后不佳。本研究通过整合多模态MRI影像组学特征与临床关键指标，构建AIS患者IVT预后预测模型，旨在为个体化预后评估提供新思路。

DWI中ADC值反映水分子运动受限程度，值越小提示水肿及灌注障碍越严重，预后越差。研究[7-8]显示，ADC值<0.415 × $10^{-3}$ $mm^2$/s时，提示预后不良；<0.18 × $10^{-3}$ $mm^2$/s时预测死亡的AUC为0.766。梗死体积亦是关键预后指标，体积越大，预后越差。NAM等[9]研究发现，DWI梗死体积>80 mL时常提示预后不良。本研究也证实，ADC值和脑梗死体积是END的独立危险因素。研究[10]显示，SWI图像上梗死周围增粗低信号血管影越多，预后越差。本研究发现PVS是END的独立危险因素。

表3　3种模型ROC曲线诊断效能比较

Tab.3　Comparison of the diagnostic efficacy of ROC curves for three models

| Dataset | AUC | 95%*CI* | Accuracy (%) | Sensitivity (%) | Specificity (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Training set | | | | | |
| Clinical-MRI model | 0.678 | 0.557–0.793 | 71.73 | 76.82 | 67.86 |
| DWI+SWI radiomics model | 0.874 | 0.798–0.935 | 80.50 | 83.33 | 75.02 |
| Combined model | 0.904 | 0.845–0.952 | 85.12 | 92.31 | 85.71 |
| Validation set | | | | | |
| Clinical-MRI model | 0.723 | 0.617–0.818 | 71.74 | 77.81 | 68.81 |
| DWI+SWI radiomics model | 0.897 | 0.791–0.962 | 81.66 | 84.44 | 76.35 |
| Combined model | 0.915 | 0.858–0.957 | 86.23 | 93.42 | 86.82 |

随着多模态影像组学的发展，已有学者基于临床特征构建预测模型。吕喆等[11]基于临床特征构建预测模型的AUC为0.751。本研究临床–MRI模型AUC为0.723，与之相近，但临床模型预测精准度有限，而影像组学能深层次反映病灶异质性。已有研究[12-13]基于非对比CT或DWI+ADC构建组学模型，AUC分别为0.857和0.825。本研究构建的DWI+SWI影像组学模型，AUC为0.897，高于单序列模型。进一步联合临床–MRI独立危险因素构建联合模型，AUC达到0.915，预测效能更高。

本研究存在一定局限性。单中心回顾性设计和小样本量可能引入选择偏倚，未进行外部验证；未整合PWI指标，可能遗漏关键预测因子；DWI和SWI扫描协议差异对影像组学稳定性的影响尚未评估。

综上所述，多模态临床–MRI影像组学联合模型可有效预测AIS患者IVT后发生END的风险，为临床制定个性化预防治疗方案提供依据。

**参考文献：**

[1] 周红俐，杨莎，杨浩，等. 动态CTA结合CTP评估急性缺血性脑卒中患者侧支循环及预后价值[J]. 中国临床医学影像杂志，2025，36(7)：461-464. DOI：10.12117/jccmi.2025.07.002.

[2] 汤笑男，苏利智，余传庆. 急诊绿色通道在急性缺血性脑卒中静脉溶栓治疗中的应用价值[J]. 中国基层医药，2025，32(8)：1244-

（下转第660页）

块稳定性的鉴别具有一定价值，且联合应用价值更高。

**参考文献：**


[1] MÉNÉGAUT L，LAUBRIET A，CRESPY V，et al. Inflammation and oxidative stress markers in type 2 diabetes patients with advanced carotid atherosclerosis [J]. Cardiovasc Diabetol，2023，22 (1)：248. DOI：10.1186/s12933-023-01979-1.

[2] 张卫星，朱红灿，刘洪波. 老年腔隙性脑梗死患者血清Caspase-9、SLC7A11水平与出血性转化的关系 [J]. 临床医学，2025，45 (10)：6-12. DOI：10.19528/j.issn.1003-3548.2025.10.002.

[3] SU JY，LI Z，HUANG MN，et al. Triglyceride glucose index for the detection of the severity of coronary artery disease in different glucose metabolic states in patients with coronary heart disease：a RCSCD-TCM study in China [J]. Cardiovasc Diabetol，2022，21 (1)：96. DOI：10.1186/s12933-022-01523-7.

[4] 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南（2020年版）[J]. 国际内分泌代谢杂志，2021，41 (5)：482-548. DOI：10.3760/cma.j.cn121383-20210825-08063.

[5] 陈步星. 动脉粥样硬化疾病的影像诊断 [M]. 北京：北京大学医学出版社，2014：98-101.

[6] BI YF，LI M，LIU Y，et al. Intensive blood-pressure control in patients with type 2 diabetes [J]. N Engl J Med，2025，392 (12)：1155-1167. DOI：10.1056/nejmoa2412006.

[7] 董季秋，吴越女，蔡晓仪，等. SLC39A8介导的铁稳态对糖尿病肾小管上皮细胞铁死亡的作用及机制研究 [J]. 解剖科学进展，2023，29 (6)：561-564，568. DOI：10.16695/j.cnki.1006-2947.2023.06.001.

[8] 钟妮尔，王菲，邓纪钊，等. 锚蛋白重复序列和细胞因子信号传导抑制因子盒蛋白13通过锌指家族核转录因子2/溶质载体家族7成员11介导的铁死亡促进动脉粥样硬化的机制研究 [J]. 临床内科杂志，2024，41 (6)：415-419. DOI：10.3969/j.issn.1001-9057.2024.06.013.

[9] 罗玉丹. 基于AMPKα/ACC和Akt/Nrf2/SLC7A11信号通路研究稳心颗粒减轻糖尿病心肌脂毒性损伤的作用机制 [D]. 天津：天津中医药大学，2023.

[10] 陈娟，罗静，曹慧敏，等. 甘油三酯-葡萄糖指数与2型糖尿病肾病患者颈动脉斑块的相关性研究 [J]. 中华全科医师杂志，2024，23 (7)：702-708. DOI：10.3760/cma.j.cn114798-20231214-00450.

[11] 付建平，王雪. TyG指数联合单核细胞/高密度脂蛋白胆固醇比值与冠状动脉狭窄程度的研究 [J]. 中华内分泌代谢杂志，2023，39 (11)：923-927. DOI：10.3760/cma.j.cn311282-20230803-00017.

[12] 侯蓓蕾，熊亚丹，胡雷袁，等. NLR、PLR、TyG指数与2型糖尿病肾病患者肾功能、胰岛素抵抗和颈动脉粥样硬化的关系 [J]. 现代生物医学进展，2023，23 (7)：1288-1293. DOI：10.13241/j.cnki.pmb.2023.07.017.


（编辑　于　溪）

（上接第654页）


1248. DOI：10.3760/cma.j.cn341190-20250618-00792.

[3] 卜静英，高铎，袁涛，等. SWI-DWI不匹配在急性缺血性脑卒中病人静脉溶栓预后评估中的价值分析 [J]. 安徽医药，2025，29 (7)：1359-1364. DOI：10.3969/j.issn.1009-6469.2025.07.018.

[4] 张敏，何顺成，贾鸿运，等. 基于磁共振弥散加权成像的影像组学融合模型预测脑卒中复发 [J]. 中国医学计算机成像杂志，2025，31 (4)：454-459. DOI：10.19627/j.cnki.cn31-1700/th.2025.04.018.

[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. 中国急性缺血性卒中诊治指南2023 [J]. 中华神经科杂志，2024，57 (6)：523-559. DOI：10.3760/cma.j.cn113694-20240410-00221.

[6] 刘维，苗重昌. DWI联合SWI在急性缺血性脑卒中病情程度评价及溶栓后出血转化预测中的应用价值 [J]. 卒中与神经疾病，2023，30 (5)：480-485. DOI：10.3969/j.issn.1007-0478.2023.05.009.

[7] 龚燕丽，周莉，姚昕彤，等. CTA联合DWI对急性缺血性脑卒中患者静脉溶栓治疗短期预后评估 [J]. 医学影像学杂志，2024，34 (6)：142-145. DOI：10.20258/j.cnki.1006-9011.2024.06.035.

[8] 段晓培，韩晓凤，程星遥，等. MRI-DWI与PWI测量参数对老年急性缺血性脑卒中尿激酶溶栓治疗的预后评估价值 [J]. 中国CT和MRI杂志，2023，21 (3)：14-15，30. DOI：10.3969/j.issn.1672-5131.2023.03.006.

[9] NAM KW，KWON HM，LEE YS. Infarct growth velocity predicts early neurological outcomes in single subcortical infarction [J]. Sci Rep，2023，13：4511. DOI：10.1038/s41598-023-31727-0.

[10] 黄正旺，张水诚，庞杰荣. 磁敏感加权成像与动脉自旋标记成像在脑卒中溶栓后脑出血转化的评估价值 [J]. 中国医学物理学杂志，2024，41 (12)：1532-1536. DOI：10.3969/j.issn.1005-202X.2024.12.010.

[11] 吕喆，杨欢，王耀辉，等. 基于机器学习的急性缺血性脑卒中静脉溶栓后早期神经功能恶化预测模型的建立与评价 [J]. 中华危重病急救医学，2023，35 (9)：945-950. DOI：10.3760/cma.j.cn121430-20230601-00413.

[12] ZHANG LM，WU J，YU RZ，et al. Non-contrast CT radiomics and machine learning for outcomes prediction of patients with acute ischemic stroke receiving conventional treatment [J]. Eur J Radiol，2023，165：110959. DOI：10.1016/j.ejrad.2023.110959.

[13] WEI L，PAN XP，DENG W，et al. Predicting long-term outcomes for acute ischemic stroke using multi-model MRI radiomics and clinical variables [J]. Front Med，2024，11：1328073. DOI：10.3389/fmed.2024.1328073.


（编辑　于　溪）