

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.14.002
文章编号: 1005-8982 (2025) 14-0006-06

脑梗死专题·论著

高分辨率磁共振血管壁成像对大动脉粥样硬化型脑梗死患者预后的预测价值*

郝显华, 刘永华, 黄伟鹏, 李伟

(宝鸡高新医院 放射诊断科, 陕西 宝鸡 721000)

摘要: **目的** 探究高分辨率磁共振血管壁成像(HRMR-VWI)对大动脉粥样硬化型(LAA)脑梗死患者预后的预测价值。**方法** 回顾性选取2022年1月—2024年10月在宝鸡高新医院就诊的115例LAA脑梗死患者,所有患者行HRMR-VWI检查。对所有患者进行3个月的随访,根据3个月时的改良Rankin量表(mRS)评分分为预后良好组(74例)和预后不良组(41例)。比较两组患者临床资料,采用多因素逐步Logistic回归模型分析预后的独立影响因素,受试者工作特征(ROC)曲线分析HRMR-VWI对预后的预测价值。**结果** 预后不良组的年龄、美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、同型半胱氨酸(Hcy)水平、低密度脂蛋白水平、斑块体积、斑块负荷、狭窄率和血管重构指数、斑块内出血、脂质核心均高于预后良好组($P<0.05$),纤维帽厚度低于预后良好组($P<0.05$)。多因素逐步Logistic回归分析结果显示:NIHSS评分高[$\hat{OR}=4.252(95\% \text{ CI: } 1.999, 9.042)$]、Hcy水平高[$\hat{OR}=1.105(95\% \text{ CI: } 1.021, 1.196)$]、斑块体积大[$\hat{OR}=2.528(95\% \text{ CI: } 1.522, 4.198)$]、斑块负荷大[$\hat{OR}=2.913(95\% \text{ CI: } 1.493, 5.683)$]、狭窄率高[$\hat{OR}=5.220(95\% \text{ CI: } 1.922, 14.172)$]、血管重构指数高[$\hat{OR}=1.884(95\% \text{ CI: } 1.307, 2.714)$]、斑块内出血[$\hat{OR}=3.168(95\% \text{ CI: } 1.393, 7.201)$]均为LAA脑梗死患者预后不良的危险因素($P<0.05$)。ROC曲线结果显示,HRMR-VWI参数斑块体积、负荷、狭窄率、血管重构指数、斑块内出血及5项联合预测患者预后的敏感性分别为70.7%、65.9%、75.6%、73.2%、61.0%、90.2%,特异性分别为74.3%、70.3%、73.0%、68.9%、75.7%、86.5%,曲线下面积分别为0.792、0.770、0.809、0.790、0.683、0.952。**结论** HRMR-VWI参数斑块体积、负荷、狭窄率、血管重构指数是LAA脑梗死患者预后的独立影响因素,HRMR-VWI检查对患者预后有一定的预测价值。

关键词: 急性脑梗死; 大动脉粥样硬化; 高分辨率磁共振血管壁成像; 预后; 预测价值

中图分类号: R743.33

文献标识码: A

Predictive value of high-resolution magnetic resonance vessel wall imaging for the prognosis of patients with large artery atherosclerotic stroke*

Hao Xian-hua, Liu Yong-hua, Huang Wei-peng, Li Wei

(Department of Diagnostic Radiology, Baoji High-tech Hospital, Baoji, Shaanxi 721000, China)

Abstract: **Objective** To investigate the prognostic value of high-resolution magnetic resonance vessel wall imaging (HRMR-VWI) in patients with cerebral infarction caused by large artery atherosclerosis (LAA). **Methods** A total of 115 patients with cerebral infarction caused by LAA at the Baoji High-tech Hospital from January 2022 to October 2024 were retrospectively selected. All patients were examined by HRMR-VWI. They were followed up for 3 months and divided into the good prognosis group (74 cases) and the poor prognosis group (41 cases) based on their modified Rankin Scale (mRS) scores at 3 months. The clinical characteristics of the two groups were compared,

收稿日期: 2024-04-15

* 基金项目: 陕西省重点研发计划项目 (No: 2022SF-330)

[通信作者] 刘永华, E-mail: 15289270094@163.com; Tel: 15289270094

and the factors independently affecting the prognosis were determined by the multivariable stepwise Logistic regression analysis. The predictive value of HRMR-VWI for the prognosis was analyzed by the receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** The poor prognosis group had significantly higher age, National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) scores, homocysteine (Hcy) levels, low-density lipoprotein (LDL) levels, plaque volume, plaque burden, stenosis rate, vascular remodeling index, as well as a higher incidence of intraplaque hemorrhage and lipid-rich necrotic core, compared with the good prognosis group ($P < 0.05$). In contrast, the fibrous cap thickness in the poor prognosis group was lower than that in the good prognosis group ($P < 0.05$). The multivariable Logistic regression analysis revealed that high NIHSS scores [$\hat{OR}=4.252$ (95% CI: 1.999, 9.042)], high Hcy levels [$\hat{OR}=1.105$ (95% CI: 1.021, 1.196)], large plaque volume [$\hat{OR}=2.528$ (95% CI: 1.522, 4.198)], high plaque burden [$\hat{OR}=2.913$ (95% CI: 1.493, 5.683)], high stenosis rate [$\hat{OR}=5.220$ (95% CI: 1.922, 14.172)], high vascular remodeling index [$\hat{OR}=1.884$ (95% CI: 1.307, 2.714)] and intraplaque hemorrhage [$\hat{OR}=3.168$ (95% CI: 1.393, 7.201)] were all risk factors for poor prognosis in patients with cerebral infarction caused by LAA ($P < 0.05$). The ROC curve analysis exhibited that the sensitivities of HRMR-VWI parameters, including plaque volume, plaque burden, stenosis rate, vascular remodeling index, intraplaque hemorrhage, and their combination, in predicting patient prognosis were 70.7%, 65.9%, 75.6%, 73.2%, 61.0%, and 90.2%, with the specificities being 74.3%, 70.3%, 73.0%, 68.9%, 75.7%, and 86.5%, and the areas under the curves being 0.792, 0.770, 0.809, 0.790, 0.683, and 0.952, respectively ($P < 0.05$). **Conclusion** HRMR-VWI parameters, including plaque volume, plaque burden, stenosis rate, and vascular remodeling index, are independent predictors of prognosis in patients with cerebral infarction caused by LAA. Clinical assessment using HRMR-VWI demonstrates a certain predictive value for outcomes in these patients.

Keywords: acute cerebral infarction; large artery atherosclerosis; high-resolution magnetic resonance vessel wall imaging; prognosis; predictive value

脑梗死是一种严重的脑血管疾病,也叫缺血性卒中,是各种因素导致脑血管阻塞引起的血液供应障碍,可造成脑组织缺血缺氧,引发神经损伤,严重会导致残疾或死亡^[1-2]。急性卒中 Orgl 10172 治疗试验 (trial of Org 10172 in acute stroke treatment, TOAST) 是目前常用缺血性卒中分型方法^[3],大动脉粥样硬化型 (large artery atherosclerosis, LAA) 是 TOAST 常见亚型之一,主要是脑动脉主干或皮质支动脉粥样硬化,导致斑块形成或破裂,引起血管狭窄或血栓形成,进而引发脑梗死^[4]。与其他亚型相比, LAA 具有病情发展迅速、复发率高的特点,患者临床神经功能缺损症状更为严重,死亡风险高^[5],因此临床有效评估患者预后情况至关重要。

高分辨率磁共振血管壁成像 (high-resolution magnetic resonance vessel wall imaging, HRMR-VWI) 是一种先进磁共振技术,对血管壁进行高分辨率成像,能清晰显示血管壁的形态、结构和成分^[6]。HRMR-VWI 技术在颅内动脉粥样硬化疾病中有较好应用,可用于评估斑块特征、动脉粥样硬化卒中复发等^[7-8]。基于此,本研究对 LAA 脑梗死患者予以 HRMR-VWI 检查,分析其对患者预后的预测价值,以期改善 LAA 脑梗死患者预后提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2022 年 1 月—2024 年 10 月宝鸡高新医院收治的 115 例 LAA 脑梗死患者的临床资料。其中,男性 65 例,女性 50 例;年龄 52~83 岁,平均 (66.42 ± 6.04) 岁。本研究经医院医学伦理委员会批准 (No: 2025-009)。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①符合脑梗死相关诊断^[9];②LAA 分型符合 TOAST 相关标准^[10];③首次发病;④行 HRMR-VWI 检查;⑤相关资料完整;⑥发病时间 ≤ 24 h;⑦患者及其家属知情同意、自愿参与。

1.2.2 排除标准 ①颅内出血;②其他神经系统病变;③近期有脑外伤史;④恶性肿瘤疾病;⑤肝肾功能异常;⑥其他类型脑梗死。

1.3 HRMR-VWI 检查

在患者入院后 24 h 内,采用美国 GE 公司 3.0T SIGNA ARCHITECT 96CH MR 仪进行时间飞跃法磁共振血管成像 (time-of-flight MR angiography, TOF-MRA)、T1 加权成像 (T1-weighted imaging, T1WI)、T2WI、弥散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI)、CUBE T1WI 序列和 T1WI 增强扫描检查。参

数设置为:①3D TOF-MRA:回波时间(time of echo, TE)3.43 ms,重复时间(time of repetition, TR)21 ms,矩阵 331×384 ,层数144,视野 $182 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$,层厚0.7 mm,扫描4 min 58 s;②T1WI: TE 17 ms, TR 800 ms,矩阵 416×268 ,视野 $256 \text{ mm} \times 160 \text{ mm}$,体素 $0.5 \text{ mm} \times 0.5 \text{ mm} \times 0.5 \text{ mm}$,回波链长度60,层数240,扫描6 min 45 s;然后以2 mL/s流速静脉注射0.2 mmol/kg钆喷酸葡胺,行增强扫描;③T2WI: TE 150 ms, TR 1500 ms,回波链长度100,扫描6 min 27 s,其余同T1WI;④DWI: TE 74.3 ms, TR 5300 ms,矩阵 320×256 ,视野 $240 \text{ mm} \times 240 \text{ mm}$,层厚:1.5 mm,层数50,体素: $1.5 \text{ mm} \times 1.5 \text{ mm} \times 1.5 \text{ mm}$,扫描时间5 min 17 s;⑤CUBE T1: TR 740 ms, TE 25 s,层厚0.8 mm,层距0.5 mm,加脂肪抑制技术,扫描7~8 min。

所有图像均由2位10年以上阅片经验的医师进行诊断,评估测量3D HRMRI-VWI图像定量特征,包括斑块体积、负荷[1-责任斑块处管腔面积/血管总面积 $\times 100\%$]、整体强化率(明显强化:垂体柄较斑块信号强度变化小;轻度强化:信号强度变化依次为参考血管壁<斑块<垂体柄;无强化:信号强度变化斑块 $\leq$ 参考血管壁;明显和轻度强化为整体强化)、管腔狭窄率[(1-责任斑块处管腔面积/参考层面管腔面积) $\times 100\%$]、血管重构指数(狭窄处血管面积/参考层血管总面积)、斑块内出血、脂质核心、纤维帽厚度。责任斑块:与脑梗死对应的责任血管内唯一斑块或管腔最狭窄处的斑块;参考层血管:病变血管近心端正常血管层面或对侧同位置处正常血管。

1.4 临床资料收集

根据患者病历收集相关资料,包括姓名、性别、年龄、合并症(高血压、糖尿病、冠心病)、同型半胱氨酸(Homocysteine, Hcy)、美国国立卫生研究院卒中量表(National Institute of Health stroke scale, NIHSS)^[11]评分、甘油三酯(Triglycerides, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、低密度脂蛋白(lowdensity lipoprotein cholesterol, LDL-C)、血肌酐。患者资料均在入院24 h内收集。

1.5 预后评估

对患者进行3个月的随访,根据改良Rankin量表(modified Rankin scale, mRS)^[12]评估预后情况,

mRS总分0~6分,得分越高,预后越差,mRS评分 ≤ 2 分为预后良好, > 2 分为预后不良。将74例mRS评分 ≤ 2 分患者纳入预后良好组,其余41例纳入预后不良组。

1.6 统计学方法

数据分析采用SPSS 24.0统计软件。计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验;计量资料以均数 $\pm$ 标准($\bar{x} \pm s$)表示,比较用 t 检验;影响因素的分析采用多因素逐步Logistic回归模型;绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料比较

预后不良组与预后良好组年龄、NIHSS评分、Hcy、LDL-C、斑块体积、斑块负荷、狭窄率、血管重构指数、斑块内出血、脂质核心、纤维帽厚度比较,经 t/χ^2 检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);预后不良组的年龄、NIHSS评分、Hcy水平、LDL-C水平、斑块体积、斑块负荷、狭窄率和血管重构指数、斑块内出血、脂质核心均高于预后良好组,纤维帽厚度低于预后良好组。预后不良组与预后良好组性别构成、糖尿病、高血压、冠心病患病率、吸烟史、饮酒史、TG、TC、血肌酐水平和斑块整体强化率比较,经 χ^2/t 检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

2.2 LAA脑梗死患者预后的多因素分析

以患者预后情况(预后良好=0,预后不良=1)为因变量,以年龄(实际值)、NIHSS评分(实际值)、Hcy水平(实际值)、LDL-C水平(实际值)、斑块体积(实际值)、斑块负荷(实际值)、狭窄率(实际值)、血管重构指数(实际值)、斑块内出血(否=0,是=1)、脂质核心(否=0,是=1)、纤维帽厚度(否=0,是=1)为自变量,行多因素逐步Logistic回归分析(纳入水准:0.05,排除水准:0.10)。结果显示:NIHSS评分高[$\hat{O}R=4.252$ (95% CI: 1.999, 9.042)]、Hcy水平高[$\hat{O}R=1.105$ (95% CI: 1.021, 1.196)]、斑块体积大[$\hat{O}R=2.528$ (95% CI: 1.522, 4.198)]、斑块负荷大[$\hat{O}R=2.913$ (95% CI: 1.493, 5.683)]、狭窄率高[$\hat{O}R=5.220$ (95% CI: 1.922, 14.172)]、血管重构指数高[$\hat{O}R=1.884$ (95% CI:

表 1 两组临床资料比较

组别	<i>n</i>	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	男/女/ 例	糖尿病 例(%)	高血压 例(%)	冠心病 例(%)	吸烟史 例(%)	饮酒史 例(%)
预后不良组	41	68.55 ± 6.23	20/21	17(41.46)	25(60.98)	9(21.95)	15(36.59)	21(51.22)
预后良好组	74	65.24 ± 5.93	45/29	23(31.08)	34(45.95)	11(14.86)	26(35.14)	31(41.89)
χ^2/t 值		2.816	1.554	1.254	2.385	0.922	0.024	0.927
<i>P</i> 值		0.006	0.213	0.263	0.122	0.337	0.876	0.336

组别	NIHSS 评分 ($\bar{x} \pm s$)	Hcy/($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x} \pm s$)	TG/(mmol/L , $\bar{x} \pm s$)	TC/(mmol/L , $\bar{x} \pm s$)	LDL-C/(mmol/L , $\bar{x} \pm s$)	血肌酐/($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x} \pm s$)	斑块体积/(mm^3 , $\bar{x} \pm s$)
预后不良组	12.58 ± 3.15	17.63 ± 4.41	1.52 ± 0.30	4.75 ± 1.36	3.24 ± 0.81	321.65 ± 80.41	47.21 ± 9.44
预后良好组	7.26 ± 2.42	13.51 ± 3.38	1.43 ± 0.29	4.43 ± 1.28	2.86 ± 0.72	311.28 ± 77.82	34.95 ± 7.19
χ^2/t 值	10.117	5.603	1.575	1.256	2.592	0.676	7.814
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.118	0.212	0.011	0.500	0.000

组别	斑块负荷/ (%, $\bar{x} \pm s$)	狭窄率/(%, $\bar{x} \pm s$)	血管重构指数 ($\bar{x} \pm s$)	斑块整体强化率/ (%, $\bar{x} \pm s$)	斑块内出血 例(%)	脂质核心 例(%)	纤维帽厚度/ (mm, $\bar{x} \pm s$)
预后不良组	69.77 ± 7.75	19.32 ± 4.83	1.05 ± 0.15	57.42 ± 16.41	25(60.98)	27(65.85)	0.72 ± 0.24
预后良好组	60.58 ± 6.73	13.87 ± 2.31	0.86 ± 0.12	54.02 ± 10.80	18(24.32)	28(37.84)	0.94 ± 0.32
χ^2/t 值	6.641	8.182	7.427	1.337	15.139	8.299	3.841
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000	0.184	0.000	0.004	0.000

1.307, 2.714)], 斑块内出血[$\hat{\text{OR}}=3.168$ (95% CI: 1.393, 7.201)]均为 LAA 脑梗死患者预后不良的危险因素

表 2 LAA 脑梗死患者预后的多因素逐步 Logistic 回归分析参数

自变量	<i>b</i>	<i>S_b</i>	Wald χ^2 值	<i>P</i> 值	$\hat{\text{OR}}$ 值	95% CI	
						下限	上限
NIHSS 评分	1.447	0.385	14.133	0.000	4.252	1.999	9.042
Hcy 水平	0.100	0.040	6.144	0.013	1.105	1.021	1.196
斑块体积	0.927	0.259	12.844	0.000	2.528	1.522	4.198
斑块负荷	1.069	0.341	9.831	0.002	2.913	1.493	5.683
狭窄率	1.652	0.510	10.514	0.001	5.220	1.922	14.172
血管重构指数	0.633	0.186	11.543	0.001	1.884	1.307	2.714
斑块内出血	1.153	0.419	7.574	0.006	3.168	1.393	7.201

2.3 HRMR-VWI 参数对 LAA 脑梗死患者预后的预测价值

ROC 曲线结果显示, HRMR-VWI 参数斑块体积、负荷、狭窄率、血管重构指数、斑块内出血及 5 项联合预测患者预后的敏感性分别为 70.7%、65.9%、75.6%、73.2%、61.0%、90.2%, 特异性分别为 74.3%、70.3%、73.0%、68.9%、75.7%、86.5%, 曲线下面积(area under the curve, AUC) 分别为 0.792、0.770、0.809、0.790、0.683、0.952。见图 1 和表 3。

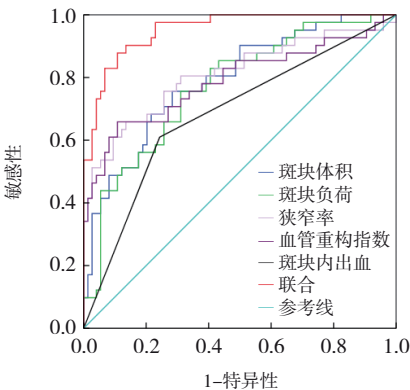


图 1 HRMR-VWI 参数预测患者预后的 ROC 曲线

表3 HRMR-VWI 参数预测 LAA 脑梗死患者预后的效能分析

指标	截断值	AUC	95% CI		敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
斑块体积	39.26 mm ³	0.792	0.706	0.877	70.7	0.415	0.854	74.3	0.378	0.838
斑块负荷	63.94%	0.770	0.681	0.859	65.9	0.488	0.805	70.3	0.473	0.824
狭窄率	14.87%	0.809	0.719	0.900	75.6	0.537	0.829	73.0	0.486	0.811
血管重构指数	0.94	0.790	0.693	0.866	73.2	0.512	0.780	68.9	0.527	0.770
斑块内出血		0.683	0.579	0.788	61.0	0.445	0.753	75.7	0.640	0.845
联合		0.952	0.918	0.987	90.2	0.707	0.951	86.5	0.838	0.959

3 讨论

动脉粥样硬化是导致缺血性卒中发生的首要原因。HRMR-VWI 是唯一可进行颅内动脉血管壁成像的新型影像学技术,能清晰显示血管壁情况,分析动脉粥样硬化斑块成分及信号情况,是临床观察斑块的主要方法之一,可直观显示管壁厚度、斑块成分,有助于临床血管壁及斑块分析。BRODERICK 等^[12]报道,HRMR-VWI 参数联合检测对缺血性卒中预后及高危人群卒中发病具有一定的预测价值;肖瑶等^[13]研究显示,HRMR-VWI 参数联合检测预测椎基底动脉延长扩张症发生脑梗死的价值高于其单一预测价值。本研究结果显示,高斑块体积、高斑块负荷、高狭窄率、高血管重构率及斑块内出血是 LAA 脑梗死患者预后的独立影响因素。分析其原因为斑块体积越大,占据血管内的空间就越多,导致血管阻塞严重;斑块负荷综合反映斑块在血管壁上的分布范围和厚度,斑块负荷增加,会逐渐挤占血管,导致管腔狭窄,狭窄率越高,血管血流量越少,从而引起脑组织供血严重不足,导致缺血缺氧,加重脑损伤,进而增加患者预后不良风险。既往研究显示,斑块体积、负荷及斑块内出血是易损斑块的独立影响因素^[14],易损斑块与脑梗死患者认知障碍及预后不良呈正相关^[15]。血管重构指血管在各种病理因素作用下发生的结构和形态变化,虽然在一定程度上可以维持血管腔的大小,但会使血管壁变薄、脆弱,增加破裂风险^[16]。因此无论正向或负向血管重构,都会破坏血管壁的正常结构和功能,使血管壁的稳定性下降。既往研究报道,血管重构指数越高,患者血管病变逐渐恶化,病情越严重,预后越差^[17-18]。有研究报道,斑块内出血与脑梗死患者病

情严重程度及预后关系密切,出血可增加斑块不稳定性,容易发生斑块破裂,增加患者不良预后风险^[19-20]。本研究中 ROC 曲线结果显示,HRMR-VWI 参数斑块体积、斑块负荷、狭窄率、血管重构指数、斑块内出血及 5 项联合预测患者预后的 AUC 分别为 0.792、0.809、0.790、0.683、0.952,提示 HRMR-VWI 参数斑块体积、负荷、狭窄率、血管重构指数、斑块内出血联合检测对患者预后的预测效能高于其单一预测效能。因此临床可通过 HRMR-VWI 检查对 LAA 脑梗死患者预后进行预测,早期识别出高危预后不良患者,以便及时采取干预措施,对于斑块体积>39.26 mm³、负荷>63.94%、狭窄率>14.87%、血管重构指数>0.94、斑块内出血的患者,临床需予以高度关注,根据患者情况制订合理治疗方案,积极干预,以改善预后。

研究还显示,高 NIHSS 评分、高 Hcy 水平是患者预后的独立影响因素,与刘倩等^[21]、张翠云等^[22]研究结果一致。分析其原因为 NIHSS 评分是脑梗死患者神经缺损程度的常用评估指标,评分越高,病情越复杂,神经损伤越严重,患者预后也越差,NIHSS 评分是临床影响脑梗死患者预后的独立危险因素^[23]。Hcy 是一种含硫氨基酸,正常情况下可通过再甲基化和转硫化途径代谢,维持机体 Hcy 水平正常,然而 Hcy 累积导致其水平升高,可促进炎症和氧化应激等发生,损伤血管内皮细胞,促进血管壁病变,影响脑梗死患者预后^[24-25]。既往研究报道,高 Hcy 是 LAA 型脑梗死患者神经缺损程度的独立影响因素,其水平越高,患者神经损伤越严重,预后越差^[26]。因此临床可通过 NIHSS 评分和 Hcy 水平对患者进行早期预后评估,预测预后不良风险,及时有效干预,改善预后。

综上所述,HRMR-VWI 参数斑块体积、斑块

负荷、狭窄率、血管重构指数、斑块内出血是 LAA 脑梗死患者预后的独立影响因素, 临床检测对患者预后有一定的预测价值, 但联合检测对患者预后预测价值更好。然而本研究纳入样本数量及范围较小, 观察指标不全面等, 结果可能存在偏倚, 导致预模型性能欠佳, 后续有待进行大样本、多范围研究, 对结果加以验证, 并优化模型预测效能, 为临床改善 LAA 脑梗死患者预后提供更多、更可靠的参考依据。

参 考 文 献 :

- [1] 衡海艳, 蒋燕, 杨红, 等. CT 血管造影检查急性脑梗死患者大脑中动脉粥样硬化斑块的特征及其临床意义[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(10): 18-22.
- [2] 任晓飞, 刘娜, 耿颖, 等. 血清 FABP4、GRP78 及 FOXO1 与急性脑梗死患者预后的相关性[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(3): 304-308.
- [3] AARNIO K, MARTINEZ-MAJANDER N, HAAPANIEMI E, et al. Etiologic subtypes of first and recurrent ischemic stroke in young patients using A-S-C-O and TOAST classification criteria: a retrospective follow-up study[J]. Eur Stroke J, 2024, 9(4): 1034-1042.
- [4] 张辉, 陈亚伦, 孙新超, 等. 两种血清指标与老年大动脉粥样硬化性急性脑梗死患者短期预后的关系[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2025, 27(2): 206-210.
- [5] 吴暖, 夏娜, 胡心荷, 等. 血小板微粒对大动脉粥样硬化型脑梗死近期预后的预测价值分析[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(8): 13-17.
- [6] 欧阳烽, 袁小入, 吴钦, 等. 基于临床及高分辨率血管壁 MRI 分析颈部动脉夹层患者发生急性缺血性脑卒中危险因素[J]. 中国医学影像技术, 2023, 39(1): 27-31.
- [7] 师晶晶, 鲍婕妤, 张静, 等. 大脑中动脉狭窄粥样硬化斑块特征对因动脉狭窄所致脑梗死的影响[J]. 中华全科医学, 2024, 22(6): 962-965.
- [8] 王倩倩, 张小玲. 高分辨率 MR 血管壁成像在颅内动脉粥样硬化卒中复发的研究进展[J]. 实用放射学杂志, 2024, 40(12): 2080-2082.
- [9] 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.
- [10] ADAMS H P Jr, BENDIXEN B H, KAPPELLE L J, et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment[J]. Stroke, 1993, 24(1): 35-41.
- [11] LYDEN P, RAMAN R, LIU L, et al. National institutes of health stroke scale certification is reliable across multiple venues[J]. Stroke, 2009, 40(7): 2507-2511.
- [12] BRODERICK J P, ADEOYE O, ELM J. Evolution of the modified Rankin scale and its use in future stroke trials[J]. Stroke, 2017, 48(7): 2007-2012.
- [13] 肖瑶, 康志雷, 耿姿慧, 等. HR-MR VWI 在椎基底动脉延长扩张症管壁重构中评估作用及对脑梗死预测价值研究[J]. 河北医科大学学报, 2023, 44(9): 1080-1086.
- [14] 李耀志, 谢艺才. 磁共振颅颈一体化高分辨血管壁成像评价颈动脉斑块负荷与脑卒中的关系[J]. 中国医学物理学杂志, 2022, 39(3): 328-332.
- [15] 周晓梅, 任孝林, 周芯羽. 颈动脉易损斑块风险模型的构建及与急性脑梗死患者认知障碍和预后的关系[J]. 中国动脉硬化杂志, 2022, 30(7): 606-610.
- [16] 玛依拉·夏佩, 麦麦提艾则孜·巴巴尤甫, 王云玲. 基于三维高分辨率 MR 血管壁成像技术评估颈动脉粥样硬化斑块易损性的列线图模型构建[J]. 新疆医科大学学报, 2025, 48(1): 82-87.
- [17] 宋梦星, SYLVESTER N J, 李帅, 等. 基于 HRMR-VWI 分析颈动脉斑块的特征与 Plaque-RADS 评分的临床应用价值[J]. 磁共振成像, 2024, 15(12): 101-108.
- [18] 郭小会, 张洁, 刘立斌. 3D HRMRI-VWI 技术在急性脑梗死患者病情程度与预后评估中的应用价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2023, 21(8): 16-19.
- [19] 杨淑殷, 王峥. 基于 HR-MRI 观察患者颅内血管斑块特征与患者预后的关系[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(4): 746-751.
- [20] 王贝茹, 余苗, 徐彤彤, 等. 颈动脉斑块 MRI 特征与同侧急性脑梗死患者 DWI-ASPECTS 的相关性研究[J]. 放射学实践, 2024, 39(1): 49-54.
- [21] 刘倩, 景瑞. 急性大动脉粥样硬化型脑梗死患者血清骨膜蛋白、能量平衡相关蛋白与神经功能缺损和预后的关系研究[J]. 临床神经病学杂志, 2025, 38(1): 17-22.
- [22] 张翠云, 么蕊, 刘雅男. IL-6、CRP、Hcy、ACA 与急性脑梗死患者预后的分析[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2024, 16(8): 1520-1523.
- [23] 朱浩, 冯红选, 董晓峰, 等. 血小板/淋巴细胞比值联合 NIHSS 评分预测急性脑梗死患者静脉溶栓预后的临床价值[J]. 中国实验诊断学, 2023, 27(10): 1175-1177.
- [24] SHANG X F, LI J H, WANG X H, et al. Diagnostic efficacy of ACA, $\alpha 2$ -GP1, hs-CRP, and Hcy for cerebral infarction and their relationship with the disease severity[J]. Am J Transl Res, 2024, 16(6): 2369-2378.
- [25] 韦先锋, 李静, 王硕. 脑梗死患者 Cys-C、UA 及 Hcy 水平与预后相关性分析[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2023, 15(7): 1275-1278.
- [26] 赖晓燕, 尤志珺, 邓晓玲. 纤维蛋白原/白蛋白比值与大动脉粥样硬化型脑梗死患者神经功能缺损及预后的影响因素分析[J]. 神经损伤与功能重建, 2024, 19(6): 369-372.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 郝显华, 刘永华, 黄伟鹏, 等. 高分辨率磁共振血管壁成像对大动脉粥样硬化型脑梗死患者预后的预测价值[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(14): 6-11.

Cite this article as: HAO X H, LIU Y H, HUANG W P, et al. Predictive value of high-resolution magnetic resonance vessel wall imaging for the prognosis of patients with large artery atherosclerotic stroke[J]. China Journal of Modern Medicine, 2025, 35(14): 6-11.