

磁共振血管成像参数对急性脑梗死患者血管狭窄有诊断价值

申超娜¹ 马莉¹ 王璟¹ 王燕芬¹ 马广骏¹ 韩燕芬² 郭景涛¹

¹ 中国人民解放军陆军军医大学士官学校附属医院放射诊断科, 河北石家庄 050000; ² 中国人民解放军陆军军医大学士官学校附属医院神经内科, 河北石家庄 050000

摘要 目的:探讨磁共振血管成像(MRA)参数与对急性脑梗死(ACI)患者血管狭窄的诊断价值。方法:选取ACI患者158例作为研究组,纳入同期158例健康体检者作为对照组。统计2组MRA参数(血管狭窄评分、侧支循环充盈评分)、血管新生因子[血管内皮生长因子(VEGF)、基质金属蛋白酶-9(MMP-9)、血管内皮生长因子受体2(VEGFR2)],Pearson相关性检验分析MRA参数与血管新生因子相关性,偏相关性分析MRA参数与ACI患者血管狭窄相关性,绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析MRA参数对血管狭窄的诊断效能。结果:研究组侧支循环充盈评分、血管狭窄评分及VEGF、VEGFR2水平低于对照组,阳性患者低于阴性患者(P 均 <0.05);研究组MMP-9水平高于对照组,阳性患者高于阴性患者(P 均 <0.05);血管狭窄评分、侧支循环充盈评分与VEGF、VEGFR2呈正相关,与MMP-9呈负相关(P 均 <0.05);偏相关性显示,血管狭窄评分、侧支循环充盈评分与ACI患者血管狭窄呈负相关(P 均 <0.05);ROC曲线显示血管狭窄评分、侧支循环充盈评分联合诊断ACI患者血管狭窄价值优于单一诊断价值(曲线下面积:0.926 *vs* 0.773、0.833)。结论:ACI血管狭窄患者MRA参数与血管新生因子密切相关,对血管狭窄的诊断效能高。

关键词 急性脑梗死;磁共振血管成像;血管狭窄;血管新生;侧支循环

中图分类号 R743.33 文献标识码 A DOI 10.11768/nkjwzzzz20260108

Value of MRA in evaluating vascular stenosis in acute cerebral infarction and its correlation with angiogenesis
SHEN Chao-na¹, MA Li¹, WANG Jing¹, WANG Yan-fen¹, MA Guang-jun¹, HAN Yan-fen², GUO Jing-tao¹. ¹Department of Radiology, Affiliated Hospital of Sergeant School, Army Medical University, Hebei Shijiazhuang 050000, China. ²Department of Neurology, Affiliated Hospital of Sergeant School, Army Medical University, Hebei Shijiazhuang 050000, China
Corresponding author: GUO Jing-tao, E-mail: nt15978@163.com

Abstract Objective: To explore the correlation and diagnostic value of magnetic resonance angiography (MRA)-related parameters with angiogenesis in patients with acute cerebral infarction (ACI) and vascular stenosis. Methods: A total of 158 ACI patients were selected as the study group, and 158 healthy subjects in the same period were included as the control group. MRA-related parameters (vascular stenosis score, collateral circulation filling score), angiogenesis factor [vascular endothelial growth factor (VEGF), matrix metalloproteinase-9 (MMP-9), VEGF receptor 2 (VEGFR2)] of the two groups were analyzed. Pearson correlation coefficient was used to analyze the correlation between MRA-related parameters and angiogenesis factor. Partial correlation analysis was performed to analyze the correlation between MRA-related parameters and vascular stenosis in ACI patients, and the receiver operating characteristic (ROC) curve and area under the ROC curve (AUC) were plotted to analyze the diagnostic value of MRA related parameters. Results: The collateral circulation filling score, vascular stenosis score, the content of VEGF and VEGFR2 in the study group were lower than those in the control group, and those in the positive patients were lower than in the negative patients (all $P < 0.05$). The content of MMP-9 in the study group was higher than that in the control group, and that in the positive patients was higher than in the negative patients ($P < 0.05$). Vascular stenosis score and collateral circulation filling score were positively correlated with VEGF and VEGFR2, and negatively correlated with MMP-9 (all $P < 0.05$). Partial correlation showed that vascular stenosis score and collateral circulation filling score were negatively correlated with vascular stenosis in ACI patients (all $P < 0.05$). The ROC curve showed that the combined diagnostic value of vascular stenosis score and collateral circulation filling score in the

diagnosis of vascular stenosis in ACI patients was better than that of single diagnostic value (area under the curve: 0.926 vs 0.773, 0.833). Conclusion: MRA-related parameters are closely related to angiogenesis factors in patients with ACI vascular stenosis, and the determination of MRA-related parameters has high diagnostic efficacy.

Key words Acute cerebral infarction; Magnetic resonance angiography; Blood vessel stenosis; Angiogenesis; Collateral circulation

急性脑梗死(acute cerebral infarction, ACI)好发于中老年人,发病初期表现为一般意识清醒,中期出现意识障碍、昏迷、应激性溃疡,晚期常并发脑疝,危及生命,最终导致脑死亡。ACI 病死率与伤残率约为 34.5% ~ 37.1%,给家庭及社会带来沉重负担^[1]。证据显示,血管严重狭窄是引起 ACI 直接因素^[2]。数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)是评估血管狭窄金标准,但其系侵入性检查,可能会引起造影剂相关过敏反应、穿刺部位出血和感染等,临床应用受限^[3]。磁共振血管成像(magnetic resonance angiography, MRA)是一种多参数成像技术,具有非侵入、无 X 线电离辐射等优势,可清晰显现缺血半暗带周围血流灌注,量化评估血管狭窄程度及侧支循环开放情况,为 ACI 早期鉴别诊断提供影像学依据^[4,5]。研究表明,血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)、基质金属蛋白酶-9(matrix metalloproteinase-9, MMP-9)等均可参与新生血管生成,且与 ACI 发生发展密切相关^[6,7]。本研究初步分析 MRA 参数与新生血管因子相关性,分析 MRA 参数对 ACI 患者血管狭窄的评估价值。

资料与方法

1. 一般资料:选取 2022 年 2 月 ~ 2024 年 2 月陆军军医大学士官学校附属医院收治的 158 例 ACI 患者作为研究组,其中男 93 例,女 65 例;年龄 45 ~ 75 (62.21 ± 3.34) 岁;体质指数(body mass index, BMI)18.0 ~ 26.0 (22.39 ± 1.22) kg/m²。ACI 诊断标准^[8]:急性起病,有局灶性神经功能缺损,如一侧面部或肢体无力、语言障碍等;症状体征持续时间超过 24 h;结合头颅 CT 检查证实。排除标准:①有其他脑部疾病(颅脑损伤、脑缺血等);②重要脏器器质性疾病;③MRA 图像清晰度低或序列不完整;④凝血或出血倾向;⑤合并周围血管闭塞性疾病;⑥严重精神疾病。纳入同期 158 例健康体检者作为对照组,其中男 95 例,女 63 例;年龄 47 ~ 78 (61.53 ± 4.02) 岁;BMI 18.0 ~ 25.0 (22.50 ± 1.01) kg/m²。2 组一般资料比较,差异无统计学意义(P 均 > 0.05,扫描文前二维码查看全文及详细数据资料)。

本研究经医院伦理委员会审核(2023004),患者或家属知情并签署同意书。

2. 血管狭窄判定:患者均行 DSA 检查,参照 DSA 结果判定^[9],正常(无狭窄)、轻度(狭窄率 ≥ 1% ~ < 50%)、中度(狭窄率 ≥ 50% ~ < 70%)、重度(狭窄率 ≥ 70%)狭窄及闭塞(无显影)。共发现 41 例正常,40 例轻度,52 例中度、15 例重度,10 例闭塞,将正常归入阴性,轻度、中度、重度狭窄及闭塞归入阳性。

3. MRA 检测:入院次日,选用 GE Discovery 750 3.0T MR 扫描机器及 8 通道专用线圈,自枕骨大孔至颅顶进行扫描,扫描条件:采用 3D-TOF 技术行 MRA 扫描,TR/TE = 22 ms/3.4 ms,层数 256,层厚 1.4 mm,层间距 0 mm,翻转角 25°,矩阵 320 × 192,成像野 220 mm,激励 1 次,带宽 15.63 KHz,重叠 1/5,后行 T1WI、T2WI、液体衰减反转恢复(fluid-attenuated inversion recovery, FLAIR)、磁共振水分子扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)序列扫描,扫描条件:T1WI (TR/TE = 1 750 ms/28.51 ms), T2WI (TR/TE = 3 598 ms/107.3 ms), FLAIR (TR/TE = 6 500 ms/97.44 ms), DWI (TR/TE = 6 000 ms/73.5 ms);由 2 名具有丰富临床诊治经验的医生负责诊断工作,确定病变范围、责任病灶,出现异议结论时请教上级医师,得出统一结论。根据 MRA 原始图像评估血管狭窄及侧支循环充盈情况,血管狭窄率 0% 计 5 分,血管狭窄率 < 25%、25% ~ < 50%、50% ~ < 75%、75% ~ 100% 分别计 4、3、2、1 分;侧支循环完全充盈计 3 分,50% ~ 100% 计 2 分, < 50% 计 1 分,无侧支循环血流计 0 分。

4. 血管新生因子的检测:入院次日清晨,取 4 mL 肘静脉血,以 3 000 转/min,离心 15 min,取上清液,以酶联免疫吸附法测定 VEGF、MMP-9、VEGFR2,试剂盒购自武汉华美生物工程有限公司。

5. 美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)评分:以自拟问卷收集性别、年龄、病程等内容。NIHSS 评价标准^[10]:含上下肢运动、意识、构音障碍等条目,总分 42 分,分值越低神经功能缺损程度越轻。

6. 观察指标:①2 组 MR 相关参数、血管新生因

子水平;②研究组阳性和阴性患者一般资料、MRA 参数、血管新生因子水平;③MRA 参数与血管新生因子相关性;④偏相关性分析 MRA 参数与 ACI 患者血管狭窄的相关性;⑤MRA 参数对 ACI 患者血管狭窄的诊断价值。

7. 统计学处理:采用 SPSS 28.0 统计软件包。通过 Shapiro-Wilk 检验判断数据分布情况,正态分布计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验,偏态分布计量资料采用 Mann-Whitney U 检验,计数资料采用例数(百分数)表示,2 组比较采用 χ^2 检验,以 Pearson 法及偏相关性分析相关性,绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,以曲线下面积(area under the curve,

AUC)分析 MR 参数的诊断效能。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. MRA 参数、血管新生因子水平:与对照组比较,研究组侧支循环充盈评分、血管狭窄评分及 VEGF、VEGFR2 水平较低,MMP-9 水平较高(P 均 < 0.05),见表 1。

2. 研究组血管狭窄阳性和阴性患者临床资料:血管狭窄阳性患者侧支循环充盈评分、血管狭窄评分及 VEGF、VEGFR2 水平低于阴性患者,NIHSS 评分、MMP-9 水平高于阴性患者(P 均 < 0.05),见表 2 (扫描文前二维码查看详细数据资料)。

表 1 2 组 MRA 参数、血管新生因子水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i> (例)	侧支循环充盈评分 (分)	血管狭窄评分 (分)	VEGF (ng/L)	MMP-9 (pg/mL)	VEGFR2 (ng/L)
研究组	158	1.64 ± 0.46	3.60 ± 0.42	277.41 ± 83.12	65.44 ± 19.53	1574.47 ± 472.21
对照组	158	2.37 ± 0.30	4.68 ± 0.32	363.44 ± 86.69	46.12 ± 15.66	2048.43 ± 489.45
<i>t</i> 值		16.708	25.710	9.004	9.701	8.760
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 2 研究组血管狭窄阳性和阴性患者 NIHSS 评分、MRA 参数、血管新生因子水平比较($\bar{x} \pm s$)

项目	阳性(<i>n</i> = 117)	阴性(<i>n</i> = 41)	t/χ^2 值	<i>P</i> 值
NIHSS 评分(分)	10.20 ± 1.09	9.67 ± 1.23	2.590	0.011
血管狭窄评分(分)	1.58 ± 0.48	1.81 ± 0.53	2.570	0.011
侧支循环充盈评分(分)	3.44 ± 0.31	4.06 ± 0.33	10.837	<0.001
VEGF(ng/L)	258.84 ± 80.44	330.40 ± 89.43	4.760	<0.001
MMP-9(pg/mL)	73.38 ± 20.21	42.78 ± 10.15	9.280	<0.001
VEGFR2(ng/L)	1413.89 ± 468.68	2032.71 ± 497.79	7.158	<0.001

3. MRA 参数与血管新生因子相关性:Pearson 相关分析显示,血管狭窄评分、侧支循环充盈评分与 VEGF、VEGFR2 水平呈正相关,与 MMP-9 水平呈负相关(P 均 < 0.05),见表 3。

表 3 MRA 参数与血管新生因子水平的相关性

项目	血管狭窄评分		侧支循环充盈评分	
	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值
VEGF	0.631	<0.001	0.663	<0.001
MMP-9	-0.605	<0.001	-0.618	<0.001
VEGFR2	0.600	<0.001	0.614	<0.001

4. 偏相关性分析:控制 NIHSS 评分及血管新生因子等有意义变量后,血管狭窄评分、侧支循环充盈评分仍与 ACI 患者血管狭窄呈负相关(偏相关性系数:-0.751、-0.763,95% CI :-0.845 ~ -0.642、-0.856 ~ -0.667, $P < 0.05$)。

5. MRA 参数对 ACI 患者血管狭窄的诊断价值:ROC 曲线显示,血管狭窄评分、侧支循环充盈评分单一诊断 ACI 患者血管狭窄的 AUC 分别为 0.773 (95% CI :0.723 ~ 0.818)、0.833 (95% CI :0.788 ~ 0.873),临界值为 3.73 分、1.79 分时,灵敏度分别为 76.58%、74.68%,特异性分别为 68.35%、79.75%;两者联合的 AUC 为 0.926 (95% CI :0.892 ~ 0.953),灵敏度为 86.71%,特异性为 84.81%。联合诊断价值优于单一诊断,见图 1 和表 4。

6. 典型案例:见图 2。

讨 论

目前评估 ACI 患者血管狭窄首选方式为 DSA,其诊断效能高,临床认可度高,但其仅能反映血管腔被造影剂充填的轮廓,无法判断血管壁结构信息及斑块性质,由于有创伤性、辐射性等,在疾病筛查及

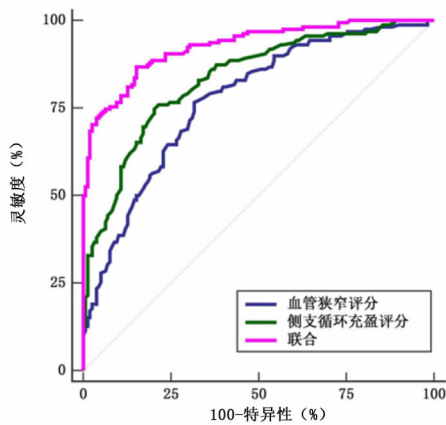


图1 MRA 参数诊断 ACI 患者血管狭窄的 ROC 曲线

随访中应用受限^[11,12]。常规 CT 及 MRI 虽具备 ACI 诊断效能,但其无法定量评估病灶内部、周围神经组织血流及代谢情况^[13]。MRA 是评价血管狭窄及侧支循环开放程度重要手段,刘娜等^[14]发现,侧支循环充盈、血管狭窄评分在 ACI 再发患者中明显降低,并指出良好血管条件和侧支循环充盈是防治 ACI 再发关键所在。本研究中研究组血管狭窄、侧支循环充盈评分均低于对照组,以研究组血管狭窄阳性患者下降尤为明显,分析原因为 ACI 发生多伴随免疫-炎症失衡,可分泌过量内皮因子、炎症细胞因子,引起血管狭窄,削弱侧支循环,促使血栓形成^[15,16]。随着血管狭窄程度增加,脑血流量随之减少,特别是问题血管区域血流,增加血管闭塞可能性,加剧 ACI 病情进展^[17]。进一步研究发现,血管狭窄评分及侧支循环充盈评分与 ACI 患者血管狭

窄呈现负相关,单一诊断血管狭窄的 AUC 分别为 0.773、0.833,有助于准确、快速识别血管狭窄高危人群。

ACI 发生发展过程中,除形成动脉粥样硬化斑块外,内皮细胞发生分化、增殖、迁移,在斑块底部与边缘处形成新生血管^[18]。研究表明,动脉斑块内新生血管缺乏基底膜,极易引起血液外溢、斑块内部炎症反应,促使血栓形成,最终演变为 ACI^[19,20]。因此,测定新生血管相关因子对 ACI 病情评估及治疗具有积极意义。VEGF 是具有高度生物活性的糖蛋白,可特异性作用于血管内皮细胞,使其增殖、迁移、管腔形成^[21]。VEGFR2 是 VEGF 细胞表面受体,在血管生成发育及血管通透性病理过程中起着关键作用。VEGF 与 VEGFR2 结合后可介导二聚体生成,刺激相关信号通路,参与血管新生,在 ACI 患者中呈现表达缺失状态,符合本研究结论^[22]。MMP-9 是基质金属蛋白酶家族成员,其可介导 VEGF 参与血管新生过程,加快动脉粥样硬化进程,诱发 ACI^[23,24]。戴云蛟等^[25]研究表明,ACI 患者血清 MMP-9 表达明显高于健康体检者,与本研究观点相近。本研究中血管狭窄阳性患者 VEGFR2、VEGF 水平低于阴性患者,MMP-9 高于阴性患者,且两者间存在明显相关性,可见测定新生血管因子对 ACI 患者血管狭窄具有提示作用。

本研究发现血管狭窄评分、侧支循环充盈评分与 MMP-9 呈负相关,与 VEGF、VEGFR2 呈正相关 (P 均 <0.05)。ROC 曲线分析发现 MRA 参数 AUC 达 0.926,灵敏度及特异性均超过 80%,表明 MRA

表 4 MRA 参数诊断 ACI 患者血管狭窄的价值

项目	面积差异	标准误差	Z 统计	95% CI	P 值
联合 vs 血管狭窄评分	0.153	0.030	5.169	-0.010 ~ 0.131	<0.001
联合 vs 侧支循环充盈评分	0.093	0.026	3.563	0.042 ~ 0.144	<0.001

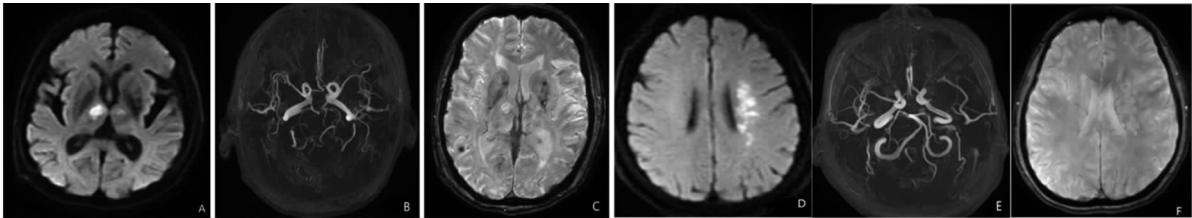


图2 ACI 血管狭窄阳性患者 MRA 图像(A~C:女,59 岁,经临床确诊 ACI。A 中 DWI 提示双侧丘脑斑片状高信号,B 中 MRA 提示后循环管腔发育纤细,双侧大脑后动脉完全胚胎型伴狭窄,C 中 SWAN 提示梗死区周围低信号的血管影增多、增粗。D~F:男,65 岁,确诊 ACI。D 中 DWI 提示左侧放射冠点状、片状高信号,E 中 MRA 提示左侧大脑中动脉闭塞,F 中提示梗死区周围低信号的血管影增多、增粗。)

在 ACI 血管狭窄评估中的有效性及可行性。

综上,MRA 参数与血管新生因子密切相关,测定 MRA 参数有助于诊断 ACI 患者血管狭窄,为临床医师选择个体化治疗方案提供参考信息。但本研究样本来源单一,样本量少,日后应开展多中心、大样本的随机对照试验进行更为深入研究。

参 考 文 献

1 王宝伟,刘传敏,李卓坤,等.阿替普酶溶栓后纤维蛋白降解产物、D-二聚体、血小板与中性粒细胞比值水平对急性脑梗死预后预测价值[J].内科急危重症杂志,2025,31(3):220-225.

2 Sun RR,Chen TZ,Meng M. Hypereosinophilic syndrome presenting as acute ischemic stroke myocardial infarction and arterial involvement: A case report[J]. World J Clin Cases,2022,10(11):3547-3552.

3 Shang WW,Zhang YY,Xue LX,et al. Evaluation of collateral circulation and short-term prognosis of patients with acute cerebral infarction by perfusion-weighted MRI[J]. Ann Palliat Med,2022,11(4):1351-1359.

4 Dong HR,Zhao JM,Lee KY,et al. Hemichorea secondary to isolated temporal infarction with severe middle cerebral artery stenosis:a case report and review of literature[J]. BMC Neurol,2023,23(1):186.

5 Kobayashi S,Osanai T,Sugiyama T,et al. Comparison of access route for endovascular treatment by time-spatial labeling inversion pulse (Time-SLIP) MRA and contrast-enhanced MRA[J]. JNeuroendovasc Ther,2023,17(6):120-124.

6 Tian Y,Niu HT,Li MH,et al. Effect of VEGF on neurological impairment and prognosis of acute cerebral infarction patients:A retrospective case-control study[J]. Medicine (Baltimore),2023,102(6):e29835.

7 Fu YM,Zheng SH,Kong HM,et al. Clinical value of combined detection of UA and MMP-9 in evaluating bleeding transformation and prognosis after thrombolysis in acute cerebral infarction[J]. ApplBiochem Biotechnol,2022,194(11):5236-5254.

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

9 童鲜淇.磁共振成像液体衰减反转恢复血管高信号征与急性脑梗死患者神经功能、梗死面积及血管狭窄程度相关性分析[J].中国医疗器械信息,2023,29(17):88-90.

10 姚丽娜,时伟,孙喜燕,等.颗粒蛋白前体、基质金属蛋白酶-9及入院时美国国立卫生研究院卒中量表评分对脑梗死病人出血转化的预测价值[J].安徽医药,2021,25(5):966-970.

11 Lee J, Lee HJ, Ha SY, et al. Assessment of thrombus using susceptibility-weighted filtered-phase images in patients with acute ischemic stroke[J]. J Neuroimaging,2023,33(1):147-155.

12 郝棚娜,程晓娜,郎晓光,等.血清叉头状转录因子 O1、水通道蛋

白 4 水平动态变化与急性脑梗死患者神经功能缺损及预后有关[J].内科急危重症杂志,2025,31(3):266-270.

13 Tao ZH,Zhou F,Zhang HJ,et al. Value of MRI T2 FLAIR vascular hyperintensities combined with DWI ASPECTS in predicting the prognosis of acute cerebral infarction with endovascular treatment[J]. Curr Med Imaging,2023,19(11):1273-1278.

14 刘娜,彭爱妮,吴晶,等.血清 CD4 + /CD8 + T 淋巴细胞比值结合 MRA 与脑梗死再发的关系研究[J].国际检验医学杂志,2024,45(2):199-203.

15 刘健.磁共振血管成像与多层螺旋 CT 诊断缺血性脑卒中的准确性评价[J].影像研究与医学应用,2024,8(9):178-180.

16 陈蝶,陈红,吴晶晶,等.颈部血管超声,CT 血管成像及磁共振血管造影诊断急性脑梗死患者颈动脉狭窄的研究[J].中国医学装备,2023,20(4):52-55.

17 李秉龙,高霞,李彦.区域软脑膜侧支循环评分及外周血 ACE, SDF-1 α 与急性前循环脑梗死静脉溶栓预后的关系[J].中国临床研究,2023,36(11):1695-1698,1702.

18 Zheng H,Zheng B,Yang S,et al. Effect of intravenous thrombolysis combined with endovascular treatment on vascular recanalization rate and peak systolic velocity in patients with acute cerebral infarction[J]. Pak J Med Sci,2023,39(5):1291-1295.

19 叶友兵,李玉军.急性脑梗死患者磁共振成像表现与炎症、凝血及血管新生因子的关系[J].血栓与止血学,2022,28(2):228-229,232.

20 Ghorl A, Prinz V, Nieminen-Kehlä M, et al. Vascular endothelial growth factor augments the tolerance towards cerebral stroke by enhancing neurovascular repair mechanism [J]. Transl Stroke Res, 2022,13(5):774-791.

21 Kashino G, Kobashigawa S, Uchikoshi A, et al. VEGF affects mitochondrial ROS generation in glioma cells and acts as a radioresistance factor[J]. Radiat Environ Biophys,2023,62(2):213-220.

22 Chang Q, Liu HN, Zhang EM, et al. Relationship between serum HIF-1 α and VEGF levels and prognosis in patients with acute cerebral infarction combined with cerebral-cardiac syndrome[J]. Transl Neurosci,2023,14(1):20220295.

23 林晓伟,王家艳,王能,等.益气通窍活血汤对急性脑梗死(气虚血瘀型)患者 HIF-1 α , MMP-9, Cys-C 及神经功能的影响[J].广州中医药大学学报,2022,39(6):1268-1274.

24 Arkelius K,Wendt TS,Andersson H,et al. LOX-1 and MMP-9 inhibition attenuates the detrimental effects of delayed rt-PA therapy and improves outcomes after acute ischemic stroke[J]. Circ Res,2024,134(8):954-969.

25 戴云蛟,艾伟平,刘晓翠,等.CTA 联合血清 MMP-9,TIMP-1 对脑梗死患者颈动脉斑块诊断价值[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2024,22(3):25-27.

(2024-09-23 收稿 2025-09-22 修回)

附表 1 2 组一般资料比较				
组别	<i>n</i> (例)	男/女	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)
研究组	158	93/65	62.21±3.34	22.39±1.22
对照组	158	95/63	61.53±4.02	22.50±1.01
<i>t</i> 值		0.053	1.635	0.873
<i>P</i> 值		0.819	0.103	0.383

附表 2 研究组阳性和阴性患者临床资料、MRA 参数、血管新生因子水平比较 (结果 2 相关数据)				
项目	阳性 (<i>n</i> =117)	阴性 (<i>n</i> =41)	<i>t</i> / <i>x</i> ² 值	<i>P</i> 值
男/女	70/47	23/18	0.175	0.676
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	62.64±5.53	60.99±6.41	1.576	0.117
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	22.43±1.08	22.29±1.30	0.676	0.500
病程 (h, $\bar{x} \pm s$)	7.11±1.34	6.80±1.15	1.320	0.190
NIHSS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	10.20±1.09	9.67±1.23	2.590	0.011
梗死部位[例 (%)]			0.652	0.884
基底节	70 (59.83)	26 (63.41)		
额叶	23 (19.66)	6 (14.63)		
颞叶	20 (17.09)	7 (17.07)		
其他	4 (3.42)	2 (4.88)		
吸烟史[例 (%)]	46 (39.32)	14 (34.15)	0.345	0.557
饮酒史[例 (%)]	30 (25.64)	13 (31.71)	0.560	0.453
慢性疾病史[例 (%)]	23 (19.66)	6 (14.63)	0.511	0.475
血管狭窄评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	1.58±0.48	1.81±0.53	2.570	0.011
侧支循环充盈评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	3.44±0.31	4.06±0.33	10.837	<0.001
VEGF (ng/L, $\bar{x} \pm s$)	258.84±80.44	330.40±89.43	4.760	<0.001
MMP-9 (pg/mL, $\bar{x} \pm s$)	73.38±20.21	42.78±10.15	9.280	<0.001
VEGFR2 (ng/L, $\bar{x} \pm s$)	1413.89±468.68	2032.71±497.79	7.158	<0.001