

论 著

磁共振T2 Flair中脑室旁及深部白质损害信号与急性缺血性脑卒中rt-PA短期预后的关系*

郭政宏 吴冬秋 王 红
刘四斌*

荆州市中心医院(湖北荆州 434020)

【摘要】目的 分析磁共振T2 Flair中脑室旁及深部白质损害信号与急性缺血性脑卒中(AIS)重组组织型纤溶酶原激活剂(recombinant tissue plasminogen activator, rt-PA)溶栓治疗短期预后的相关性。**方法** 选取2018年1月到2022年1月本院收治的经rt-PA治疗的AIS患者127例, rt-PA治疗前患者均进行MRI检查, 于MRI T2 Flair序列中获取上脑白质高信号(WMH)、脑室旁白质高信号(PVH)及深部白质高信号(DWMH); rt-PA治疗后随访90d, 记录患者术后24h出血转化、72h神经功能恶化(END)及预后情况, 对比不同人群WMH、PVH、DWMH病变程度, Logistic回归分析影响AIS患者rt-PA治疗后预后的相关因素, 采用Pearson分析WMH、PVH、DWMH与AIS患者END、出血转化及预后的联系。**结果** 整理随访资料可知, 127例患者中溶栓治疗后24h发生出血转化者26例(20.47%), 72h发生END者39例(30.71%); 90d后预后不良者44例(34.65%); 有、无出血转化者的WMH、PVH、DWMH病变程度比较, 差异无统计学意义($P>0.05$); END者重度WMH、DWMH病变占比高于无END者($P<0.05$), 两组PVH病变程度比较无明显差异($P>0.05$); 预后不良组、预后良好组WMH病变程度、DWMH病变程度、出血转化、END程度、入院时NIHSS评分、HDL-C比较, 差异有统计学意义($P<0.05$); 以90d预后结果为因变量进行Logistic回归分析, 结果显示: 出血转化、END、入院时NIHSS评分、重度WMH、DWMH、HDL-C为影响AIS患者rt-PA治疗后的独立危险因素($P<0.05$); Pearson分析结果: WMH、PVH、DWMH程度与患者出血转化无明显相关性($P>0.05$); PVH、END程度与预后未见明显相关性($P>0.05$), WMH、DWMH程度与END、预后呈现正相关关系($P<0.05$)。**结论** WMH、DWMH病变程度与AIS患者rt-PA治疗后出血转化风险未见明显联系, 但对患者短期不良神经功能发生及预后有预测价值。

【关键词】 磁共振T2 Flair; 中脑室; 白质; 信号; 急性缺血性脑卒中; 溶栓

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 荆州市科技计划项目(2021CC28-06)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.12.007

The Relationship between Periventricular and Deep White Matter Damage Signals in T2 Flair Magnetic Resonance Imaging and Short-term Prognosis of rt-PA in Acute Ischemic Stroke*

WU Zheng-hong, WU Dong-qiu, WANG Hong, LIU Si-bin*
Jingzhou Central Hospital, Jingzhou 434020, Hubei Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the correlation between the signals of white matter damage near the ventricles and deep in T2 Flair magnetic resonance imaging and the short-term prognosis of acute ischemic stroke (AIS) treated with recombinant tissue plasminogen activator (rt PA) thrombolysis. **Methods** A total of 127 AIS patients treated with rt PA in our hospital from January 2018 to January 2022 were selected. Prior to rt PA treatment, all patients underwent MRI examination to obtain upper white matter hyperintensities (WMH), ventricular paraventricular hyperintensities (PVH), and deep white matter hyperintensities (DWMH) from the MRI T2 Flair sequence; Follow up for 90 days after rt PA treatment was conducted to record the patient's bleeding transformation at 24 hours, neurological deterioration (END) at 72 hours, and prognosis. The degree of WMH, PVH, and DWMH lesions in different populations was compared, and logistic regression analysis was performed to identify the relevant factors affecting the prognosis of AIS patients after rt PA treatment. Pearson analysis was used to investigate the relationship between WMH, PVH, DWMH and END, bleeding transformation, and prognosis in AIS patients. **Results** According to the follow-up data, among the 127 patients, 26 cases (20.47%) experienced bleeding transformation 24 hours after thrombolytic therapy, and 39 cases (30.71%) experienced END 72 hours after treatment; 44 cases (34.65%) had poor prognosis after 90 days; There was no statistically significant difference in the degree of WMH, PVH, and DWMH lesions between patients with and without hemorrhagic transformation ($P>0.05$); The proportion of severe WMH and DWMH lesions in END patients was higher than that in non END patients ($P<0.05$), and there was no significant difference in the degree of PVH lesions between the two groups ($P>0.05$); There was a statistically significant difference in the degree of WMH lesions, DWMH lesions, bleeding transformation, END degree, NIHSS score at admission, and HDL-C between the poor prognosis group and the good prognosis group ($P<0.05$); Logistic regression analysis was conducted with the 90 day prognosis as the dependent variable, and the results showed that bleeding conversion, END, NIHSS score at admission, severe WMH, DWMH, and HDL-C were independent risk factors affecting AIS patients after rt PA treatment ($P<0.05$); Pearson analysis results showed that there was no significant correlation between the degree of WMH, PVH, and DWMH and the transformation of bleeding in patients ($P>0.05$); The degree of PVH and END showed no significant correlation with prognosis ($P>0.05$), while the degree of WMH and DWMH showed a positive correlation with END and prognosis ($P<0.05$). **Conclusion** There is no significant correlation between the severity of WMH and DWMH lesions and the risk of bleeding transformation in AIS patients after rt PA treatment, but they have predictive value for the occurrence and prognosis of short-term adverse neurological function in patients.

Keywords: Magnetic Resonance T2 Flair; Middle Ventricle; White Matter; Signal; Acute Ischemic Stroke; Thrombolysis

急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)为临床常见神经内科疾病, 临床中多以静脉注射重组组织型纤溶酶原激活剂(recombinant tissue plasminogen activator, rt-PA)溶栓治疗为主, rt-PA可有效改善神经功能损伤^[1]。AIS患者接受rt-PA治疗后可出现神经功能恶化、溶栓后出血转化等, 以往研究发现AIS患者存在个体差异, 如何在rt-PA治疗后规避相关危险因素对改善预后具有重要意义^[2]。随着临床对急性缺血性脑卒中病理学研究的不断深入, 同时影像学设备及技术的不断更新, 有研究发现, 血管源性脑白质高信号(white matter signal, WMH)与脑卒中患者临床治疗后的认知功能损伤及不良预后存在密切联系^[3]。WMH的病理生理机制与血脑屏障受损、神经炎症、免疫和脑血流自动调节功能受损有关, 不同部位WMH[脑室旁白质高信号(periventricular hyperintensities, PVH)、深部白质高信号(deep white matter hyperintensity, DWMH)]的发病机制可能不一致, 提示患者预后存在差异性^[4]。基于此, 本研究通过分析磁共振T2加权液体衰减反转恢复像(MRI T2 fluid-attenuated inversion recovery, MRI T2 Flair)中WMH、PVH、DWMH与AIS患者rt-PA治疗后早期神经功能恶化(Early neurological deterioration, END)、出血转化风险以及短期预后的关系, 以期MRI影像学评估AIS患者rt-PA短期预后提供理论参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2018年1月到2022年1月本院收治的经rt-PA治疗AIS患者127例, 其

【第一作者】 郭政宏, 男, 主治医师, 主要研究方向: 中枢神经系统影像诊断。E-mail: wzh123wu@163.com

【通讯作者】 刘四斌, 男, 主任医师, 主要研究方向: 腹部疾病影像诊断。E-mail: wzh520wdq@163.com

中男89例,女38例,年龄40~76岁,平均年龄(55.16±4.36)岁。

纳入标准:临床资料完整;经MRI检查证实急性缺血性脑卒中,诊断结果符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018》^[5]中相关诊断标准,并符合rt-PA治疗适应症;在rt-PA治疗后72h内完成美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)^[6]评分;患者及其家属均知情并同意本研究。排除标准:资料或影像学资料缺失;MRI图像质量不佳,有运动伪影、影响诊断者;肝肾功能不全者;合并颅外伤、感染性疾病或恶性肿瘤者;安装体内心脏起搏器者。

1.2 方法

1.2.1 MRI检查 检查仪器选用GE和西门子3.0T超导型磁共振仪,检查前准备:除去患者身上所有金属异物;患者取仰卧位,采用头线圈或头颈联合线圈,使用头固定装置,如头骨架或海绵垫固定头部,定位中心对准眉间及线圈中心。MRI平扫包括T₁WI及T₂WI、T₂WI-FLAIR序列,T₂WI-FLAIR参数:TR 9000ms,TE94ms,TI2506ms,FOV360×360,层厚6mm,NEX:1。扫描完成后传入GE后处理工作站,最后由2名诊断医师,采“双盲法”阅片,得出共同诊断结果。

参照《Fazekas 脑白质病变评分量表》^[7]评定,PVH评分为0-3分,0分为无病变,1分为帽状或铅笔样薄层病变,2分为病变呈平滑光晕,3分为不规则的脑室周围病变延伸至深部白质;DWMH评分为0-3分:0分为无病变,1分为点状病变,2分为开始融合的点状病灶,3分为病变大面积融合。两者评分均以0~2分为轻度,3分为重度。计算2个部位评分之和,0~2分定义为轻度WMH,3~6分定义为重度WMH。

1.2.2 预后评估 (1)出血转化评估^[8]:于rt-PA治疗后24h,通过复查头颅MRI评估患者是否存在出血转化。MRI结果提示:①出血性梗死:梗死灶边缘少量渗血;②梗死范围内片状出血,无占位效应;③脑实质出血:血肿大小不超过30%的梗死面积,伴轻微占位效应;④血肿大小超过30%梗死面积,伴明显占位效应。

(2)END评估^[9]:基于治疗前NIHSS评分,于rt-PA治疗后72h内再次进行NIHSS评分评估,NIHSS评分增加≥2分视为发生END,增加<2分为无END。

(3)预后评估^[10]:于rt-PA治疗90d后,采用改良Rankin量表(mRS)评定患者预后情况,评分为0-6分,≤2分为预后良好,>2分为预后不良。

1.2.3 资料收集 收集患者临床资料,包括性别、年龄、基础疾病史(高血压、糖尿病、高脂血症等)、入院时NIHSS评分、发病至溶栓时间、实验室结果[尿酸、肌酐、高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL-C)、低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL-C)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、影像学结果(WMH、PVH、DWMH)等。

1.3 观察指标 分析患者MRI扫描图像,统计出血转化、发生END、不良预后率,对比不同人群WMH、PVH、DWMH病变程度;收集患者一般资料,采用Logistic回归分析影响AIS患者rt-PA治疗短期预后的相关因素,Pearson分析WMH、PVH、DWMH与AIS患者END、出血转化及预后mRS评分的关系。

1.4 统计学方法 研究数据均采用SPSS 20.0软件进行统计分析,计量资料采用平均数±标准差($\bar{x} \pm s$)描述;计数资料通过率或构成比表示,并采用 χ^2 检验,Logistic回归分析影响AIS患者rt-PA治疗后预后的相关因素;相关性采用Pearson分析(相关系数0.8-1.0极强相关;0.6-0.8强相关;0.4-0.6中等程度相关;0.2-0.4为弱相关;0.0-0.2极弱相关或无相关),均以P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 预后情况 整理头颅MRI复查结果及随访资料可知,127例患者中溶栓治疗后24h发生出血转化者26例(20.47%),72h出现END者39例(30.71%);90d后预后良好者44例(34.65%)。

2.2 有无出血转化者WMH、PVH、DWMH病变程度对比 经治疗后24h有无出血转化者其WMH、PVH、DWMH病变程度比较并无差异(P>0.05),见表1。

2.3 有无END者WMH、PVH、DWMH病变程度对比 经治疗后72hEND患者其WMH、DWMH病变程度为重度者明显高于无END者,两者比较差异有统计学意义(P<0.05),两组PVH病变程度比较无差异(P>0.05),见表2。

2.4 不同预后患者一般资料及WMH、PVH、DWMH病变程度对比 两组在不同WMH、DWMH病变程度、出血转化、END、入院时NIHSS评分、HDL-C中比较,差异有统计学意义(P<0.05);两组性别、基础疾病史、PVH病变程度、年龄、发病至溶栓时间、尿酸、肌酐、LDL-C、TC、TG比较,差异无统计学意义(P>0.05),见表3。

表1 有无出血转化者WMH、PVH、DWMH病变程度对比

组别	例数	WMH		PVH		DWMH	
		轻度	重度	轻度	重度	轻度	重度
出血转化	26	11	15	10	16	13	13
无出血转化	101	57	44	58	43	60	41
χ^2	-	1.659		2.989		0.748	
P	-	0.197		0.083		0.386	

表2 有无END者WMH、PVH、DWMH病变程度对比

组别	例数	WMH		PVH		DWMH	
		轻度	重度	轻度	重度	轻度	重度
END	39	7	32	18	21	9	30
无END	88	61	27	50	38	64	24
χ^2	-	28.668		1.235		27.257	
P	-	<0.001		0.266		<0.001	

表3 不同预后患者一般资料及WMH、PVH、DWMH病变程度对比

类别		预后良好组	预后不良组	t/ χ^2	P
		(n=83)	(n=44)		
性别	男	57	32	0.225	0.635
	女	26	12		
基础疾病史	高血压	35	19	0.106	0.948
	糖尿病	27	15		
	高脂血症	21	10		
WMH	轻度	55	13	15.587	<0.001
	重度	28	31		
PVH	轻度	48	20	1.770	0.183
	重度	35	24		
DWMH	轻度	68	5	58.584	<0.001
	重度	15	39		
出血转化	有	3	23	41.817	<0.001
	无	80	21		
END	有	10	29	39.204	<0.001
	无	73	15		
年龄(岁)		55.16±4.36	56.41±4.58	1.510	0.133
入院时NIHSS(分)		9.13±3.69	12.26±5.33	3.880	<0.001
发病至溶栓时间(min)		171.26±23.71	172.69±23.11	0.326	0.744
尿酸(mmol/L)		300.78±49.58	303.45±49.17	0.289	0.772
肌酐(μ mol/L)		70.58±14.33	71.94±15.31	0.496	0.620
HDL-C(mmol/L)		1.14±0.36	1.33±0.27	3.070	0.002
LDL-C(mmol/L)		2.74±0.60	2.69±0.55	0.459	0.646
TC(mmol/L)		4.55±0.78	4.63±0.61	0.590	0.555
TG(mmol/L)		1.19±0.31	1.22±0.29	0.530	0.596

2.5 影响rt-PA治疗短期预后不良的危险因素 以组别(预后不良组及预后良好组)为因变量,表4中有意义因素设为自变量进行Logistic回归分析,结果显示:出血转化(有)、END(有)、入院时NIHSS评分(高)、WMH(重度)、DWMH(重度)、HDL-C为影响AIS患者rt-PA治疗短期预后不良的独立危险因素($P<0.05$),见表4。

表4 影响rt-PA治疗短期预后不良的危险因素

因素	回归系数	标准误	Wald χ^2	P	OR(95%CI)
出血转化	0.461	0.152	10.624	<0.001	1.585(1.177~2.135)
END	0.497	0.223	8.336	<0.001	1.643(1.061~2.544)
入院时 NIHSS	0.513	0.153	7.196	<0.001	1.670(1.237~2.254)
WMH	0.467	0.106	9.789	<0.001	1.595(1.295~1.963)
DWMH	0.398	0.116	12.889	<0.001	1.488(1.186~1.868)
HDL-C	0.316	0.103	13.364	<0.001	1.371(1.120~1.678)

2.6 WMH、PVH、DWMH程度与患者出血转化、END及预后的相关性 WMH、PVH、DWMH程度与患者出血转化无明显相关性($P>0.05$); PVH、END程度与预后未见明显相关性($P>0.05$), WMH、DWMH程度与END、预后呈现正相关关系($P<0.05$),见表5。

2.7 典型病例 见图1。

表5 WMH、PVH、DWMH病变程度与患者出血转化、END及预后的相关性

指标	出血转化		END		预后	
	r	P	r	P	r	P
WMH	0.069	0.816	0.691	<0.001	0.859	<0.001
PVH	0.014	0.674	0.162	0.087	0.187	0.064
DWMH	0.033	0.879	0.758	<0.001	0.618	<0.001

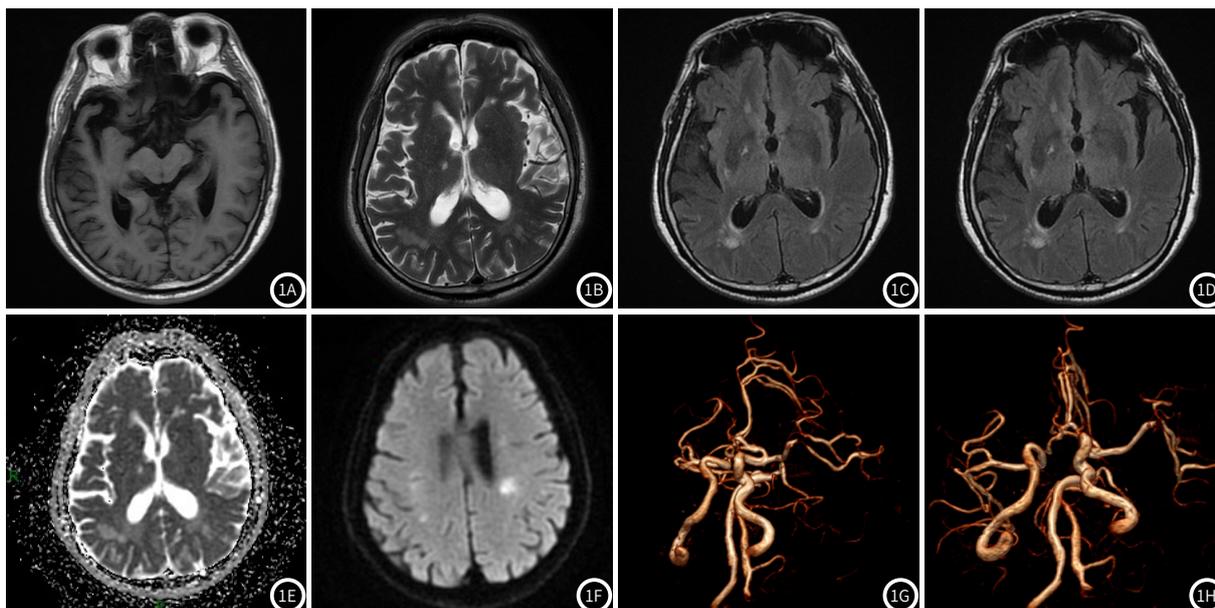


图1A-图1H MRI检查图像。患者男, 年龄71岁, 自诉3天前无明显诱因突然出现右侧肢体无力。

3 讨论

急性缺血性脑卒中中行rt-PA治疗可显著改善患者预后,为国内外脑血管疾病指南推荐治疗方式。随着影像技术的发展,目前研究初步认为脑白质异常信号与急性缺血性脑卒中患者静脉溶栓后恢复情况密切相关^[11]。

MRI T2 Flair成像是依据T₁WI和快速FLAIR图像上像素的信号强度S₁和S₂分别为: $S_{T1}=S_0[1-e^{-(TR/T1)}] \cdot e^{-(TE/T2)}$ 、 $S_{IR}=S_0[1-2e^{-(TI/T1)}+e^{-(TR/T1)}] \cdot e^{-(TE/T2)}$,其中S₀为第一个激励脉冲后的信号强度^[12]。正常脑组织在MRI T2 Flair中表现为脉络丛强化,可见垂体柄,部分可见第四脑室外侧隐窝静脉强化,常双侧对称,多数血管结构无强化^[13]。脑白质疏松是指脑深部以及脑室旁的白质呈斑点状或斑片状变化,在CT检查中可表现为双侧对称、斑片状或汇合性的低密度区域,并局限于室周区域或延伸至半卵形中心。在MRI T2 Flair中表现为可见信号增强的非特异性区域,称为WMH,WMH的存在意味着小血管的慢性缺血性改变,多数研究证实,WMH存在与脑梗死预后不良结局存在相关^[14]。T2 FLAIR序列的结构是一个典型的反转恢复序列,现在临床大部分使用的T2 FLAIR序

列可以拆解为两部分:第一部分是反转恢复部分;第二部分是快速自旋回波序列部分TSE,基于TI时间的计算:组织T1值 $\times 69.3\%$,仍然需要增加TI时间调试以获取较为合适的参数。

出血转化及END是急性缺血性脑卒中中行rt-PA治疗后的并发症,可显著削弱溶栓治疗有效性,并进一步损害中枢神经功能缺损程度,严重影响患者预后^[15]。在本研究中结果显示,WMH、PVH、DWMH病变程度与AD患者出血转化间无明显相关性,WMH、DWMH与END之间呈正相关关系。有研究表明,WMH病变程度增加后可导致AIS患者症状性颅内出血的风险增加^[16]。但也有学者认为^[17]为WMH、PVH、DWMH病变程度与患者溶栓治疗后出血转化情况无相关性,且对出血转化类型无影响,这与本研究结果类似。本研究与上述研究结果差异可能与研究评估指标、随访时间或样本量不同有关。而对于WMH、DWMH与END之间呈正相关关系笔者认为,WMH预示患者本身已存在内破细胞功能障碍,血管屏障受损等情况,而再接受治疗后可能导致血脑屏障受损,进而导致神经功能损伤^[18]。随着临床研究不断深入,人们开

始逐渐关注不同部位WMH与AIS患者之间的关系。有研究指出，DWMH处于侧枝循环较少的缺血敏感区域，对血液循环改变敏感性高，一旦发生梗死，合并有DWMH者其脑组织损伤程度明显高于PVH^[19]。本文研究结果也支持此观点，END患者DWMH损伤更为严重。

本研究通过收集不同预后患者临床资料显示，WMH、DWMH与出血转化、END发生率及入院时NIHSS评分、HDL-C是影响患者短期预后的独立危险因素。在临床中发现WMH、DWMH患者其脑室周围白质高信号区域的脑血流量减少，低于健康成人35.18%，此外，其正常区域的脑血流量也明显降低17.13%^[20]。并且AIS患者血小板的过度活化及高凝状态也与WMH、DWMH损害程度有关，这些因素的存在或是导致AIS患者溶栓治疗后组织再灌注效率降低的因素，进而影响大脑复苏，甚至引发更多的并发症。其次，AIS后缺血性损伤恢复的关键在于是否有完整的大脑连接系统。卒中恢复过程中存在有白质纤维重组，白质纤维形态则与患者神经功能密切相关。WMH、DWMH损害者其神经网络缺失，可伴有脱髓鞘改变、星形胶质细胞增生、轴突及少突胶质细胞缺失等现象，不利于患者远期神经功能恢复，对患者认知功能也有不良影响^[21]。

AIS早期治疗至关重要，对于溶栓治疗最大的顾虑是溶栓后出血，本研究并未证实MRI T2 Flair中脑室旁及深部白质损害信号与溶栓后出血转化相关性，但发现WMH、DWMH与患者END、短期预后密切相关，WMH、DWMH损害不利于神经功能及预后恢复。但MRI T2 Flair在临床应用中存在有无法抑制结合水的高信号及高浓度状态下信号呈衰减趋势等缺点，因此在临床检查中需注意，即使是健康者，经静脉注入的对比剂也可进入蛛网膜下腔，其浓度随剂量的增加而增加；行多倍剂量对比剂增强，脑梗塞、紧临蛛网膜下腔或脑室的肿瘤、颅脑手术后等行对比剂增强检查后2h-48h内，静脉注入单倍剂量对比剂后数小时甚至数天后，蛛网膜下腔内对比剂可表现为高信号。本研究结果对临床治疗有一定指导作用，或可通过WMH、DWMH预测患者临床转归及预后，但研究纳入指标及观察周期较短、有关END定义标准不同可能导致混杂偏倚。

参考文献

- [1] 沈焯琪, 徐良颖, 张圣, 等. 血清D-二聚体在急性缺血性脑卒中静脉溶栓出血转化及预后预测中的价值研究[J]. 浙江医学, 2020, 42(10): 1038-1042.
- [2] 董晓煊, 翟冬枝. 磁共振液体衰减反转恢复序列血管高信号征对急性缺血性脑卒中预后的Meta分析[J]. 东南大学学报: 医学版, 2021, 40(5): 632-639.
- [3] 赵玉婵, 袁涛, 班然然, 等. T2-FLAIR血管高信号征及其对急性缺血性脑卒中功能预后影响: 基于病因研究[J]. 放射学实践, 2021, 36(10): 1205-1211.

- [4] 陈方亮, 张骏, 吴磊, 等. 扩大的血管周围间隙与急性缺血性脑卒中患者rt-PA静脉溶栓后出血转化的相关性研究[J]. 医学研究杂志, 2022, 51(8): 116-121.
- [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. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666-682.
- [6] 李法良, 陈龙, 李静宇. 美国国立卫生研究院卒中量表评分和格拉斯哥昏迷评分对急性脑梗死患者溶栓治疗后出血的预测价值[J]. 中华老年医学杂志, 2022, 41(02): 158-161.
- [7] 谭玉婷, 聂芳, 郭方舟, 等. 颈动脉斑块CEUS分级联合脑白质病变Fazekas分级预测脑卒中的临床价值[J]. 中国超声医学杂志, 2020, 36(12): 1067-1070.
- [8] 杨朝慧, 吴江, 牛衡, 等. 磁共振3D-ASL技术对急性脑梗死溶栓治疗后出血转化的预测价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2020, 18(18): 3098-3099.
- [9] 陈楠, 王微, 戴波波, 等. 脑白质高信号与老年急性脑梗死溶栓后早期神经功能恶化的相关性研究[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2022, 24(7): 731-733.
- [10] 王盛磊, 朱幼玲, 唐敏, 等. 液体衰减反转恢复序列高信号征联合灌注加权成像对急性前循环脑梗死的预后评估[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2019, 21(10): 1023-1027.
- [11] 陈彤陈, 国芳, 陈政宇, 等. 不同部位脑白质病变对急性缺血性脑卒中rt-PA静脉溶栓患者临床预后的影响[J]. 医学研究杂志, 2022, 51(11): 46-51.
- [12] 韩娜, 马玉荣, 李小燕, 等. 急性缺血性脑卒中FLAIR血管高信号征的相关因素及预后分析[J]. 磁共振成像, 2020, 11(3): 177-182.
- [13] 葛成东, 张尊胜. 脑白质高信号与急性缺血性脑卒中患者功能预后的相关性研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2019, 18(2): 198-201.
- [14] 邓得峰, 吴英, 郭瑞, 等. 多模式MRI在急性缺血性脑卒中溶栓中的研究[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(1): 5-8.
- [15] 崔亚鹏, 刘媛媛, 曲芸, 等. DWI-FLAIR部分匹配的醒后缺血性脑卒中静脉溶栓治疗的安全性及有效性[J]. 医学研究杂志, 2023, 52(3): 389-393.
- [16] 张远, 王浩, 朱杰, 等. 基于MRI和临床特征的列线图预测急性缺血性脑卒中近期功能预后[J]. 放射学实践, 2023, 38(4): 389-393.
- [17] 秦元林, 于昊, 陈月芹. 多模态MRI对急性缺血性脑卒中诊断及预后评估的研究进展[J]. 磁共振成像, 2022, 13(8): 112-116.
- [18] 宋磊, 高波, 沈桂权, 等. FLAIR血管高信号和DWI在缺血性脑卒中中的临床价值[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(9): 1613-1618.
- [19] 赵静, 杨旭, 王培福. 脑白质疏松症与急性缺血性脑卒中静脉溶栓后出血转化和临床预后的研究进展[J]. 神经损伤与功能重建, 2021, 16(2): 90-91.
- [20] 刘雪云, 方琪, 吴小三, 等. 脑白质高信号与急性缺血性脑卒中静脉溶栓后早期神经功能恶化的相关性研究[J]. 中华神经医学杂志, 2022, 21(3): 257-262.
- [21] 闫威, 梁春玲, 李明安, 等. 急性前循环脑梗死患者磁共振T₂-FLAIR血管高信号征影响因素及与预后的关系[J]. 山东医药, 2022, 62(32): 67-70.

(收稿日期: 2023-12-11)

(校对编辑: 韩敏求)