

论 著

多模态MRI参数与脑梗死患者认知障碍风险的关系*

欧少梅* 郑亚琴 林 颖
吴贤海
成都市龙泉驿区中医医院放射影像科
(四川 成都 610100)

【摘要】目的 探讨多模态磁共振成像(MRI)参数与脑梗死患者认知障碍风险的关系。方法 回顾性分析2022年1月至2024年8月本院收治的70例脑梗死患者，所有患者入院后均使用蒙特利尔认知评估表(MoCA)评估其认知功能，根据评分结果分为认知功能障碍组(n=25)与无认知功能障碍组(n=45)。比较两组一般资料[性别、年龄、身体质量指数(BMI)、文化程度、基础疾病、吸烟史、饮酒史、脑梗死部位、急性缺血性卒中试验(TOAST)分型]及多模态MRI参数[脑白质病变(WML)评分、脑微出血量(CMB)数量、梗死面积、基底节区、顶叶、枕叶、额颞叶的向异性(FA)值及表观弥散系数(ADC)值]。通过多因素采取非条件Logistic逐步回归分析明确脑梗死患者发生认知功能障碍的危险因素，最后通过ROC分析WML评分、rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值预测脑梗死患者发生认知功能障碍的价值。结果 两组性别、年龄、BMI、文化程度、基础疾病、吸烟史、饮酒史、脑梗死部位、TOAST分型、CMB数量、梗死面积、基底节ADC值、顶叶ADC值、枕叶ADC值、额颞叶ADC值比较差异无统计学意义(P>0.05)，认知功能障碍组WML评分高于无认知功能障碍组，rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值低于无认知功能障碍组，差异有统计学意义(P<0.05)；多因素Logistic回归分析结果显示，WML评分是脑梗死患者发生认知功能障碍的危险因素，rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值是脑梗死患者发生认知功能障碍的保护因素，均有P<0.05；经ROC分析证实，WML评分、rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值均可预测脑梗死患者发生认知功能障碍，曲线下面积分别为0.685、0.856、0.872、0.816、0.782，均有P<0.05。结论 脑梗死患者发生认知功能障碍受WML评分、rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值影响，临床应密切关注。

【关键词】多模态磁共振成像参数；
脑梗死；认知功能障碍
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
【基金项目】2022年第一批四川省卫生健康
委员会科技项目(2022JDXM005)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.08.005

The Relationship between Multimodal MRI Parameters and the Risk of Cognitive Impairment in Patients with Cerebral Infarction*

OU Shao-mei*, ZHENG Ya-qin, LIN Ying, WU Xian-hai.
Department of Radiology Imaging, The TCM Hospital of Longquanyi, Chengdu 610100, Sichuan Province, China

ABSTRACT
Objective To explore the relationship between multimodal magnetic resonance imaging (MRI) parameters and the risk of cognitive impairment in patients with cerebral infarction. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 70 patients with cerebral infarction admitted to our hospital from January 2022 to August 2024. All patients were evaluated for their cognitive function using the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) after admission, and were divided into a cognitive impairment group (n=25) and a non cognitive impairment group (n=45) based on the scoring results. Compare two sets of general information [gender, age, body mass index (BMI), education level, underlying diseases, smoking history, alcohol consumption history, stroke location, acute ischemic stroke test (TOAST) classification] and multimodal MRI parameters [white matter lesion (WML) score, number of cerebral microbleeds (CMB), infarct area, basal ganglia, parietal, occipital, and frontotemporal anisotropy (FA) values, and apparent diffusion coefficient (ADC) values]. Non conditional logistic stepwise regression analysis was conducted using multiple factors to identify the risk factors for cognitive dysfunction in patients with cerebral infarction. Finally, ROC analysis was used to predict the value of cognitive dysfunction in patients with cerebral infarction based on WML score, rCBF value, basal ganglia FA value, occipital lobe FA value, and frontotemporal lobe FA value. **Results** Two groups of gender, age, BMI, There was no statistically significant difference (P>0.05) in cultural level, underlying diseases, smoking history, alcohol consumption history, location of cerebral infarction, TOAST classification, CMB quantity, infarct area, basal ganglia ADC value, parietal lobe ADC value, occipital lobe ADC value, and frontotemporal lobe ADC value. The WML score of the cognitive impairment group was higher than that of the non cognitive impairment group, while the rCBF value, basal ganglia FA value, occipital lobe FA value, and frontotemporal lobe FA value were lower than those of the non cognitive impairment group, with statistically significant differences (P<0.05); The results of multiple logistic regression analysis showed that WML score is a risk factor for cognitive dysfunction in patients with cerebral infarction, while rCBF value, basal ganglia FA value, occipital lobe FA value, and frontotemporal lobe FA value are protective factors for cognitive dysfunction in patients with cerebral infarction, all with P<0.05; ROC analysis confirmed that WML score, rCBF value, basal ganglia FA value, occipital lobe FA value, and frontotemporal lobe FA value can all predict cognitive dysfunction in patients with cerebral infarction, with areas under the curve of 0.685, 0.856, 0.872, 0.816, and 0.782, respectively, all with P<0.05. **Conclusion** The occurrence of cognitive dysfunction in patients with cerebral infarction is influenced by WML score, rCBF value, basal ganglia FA value, occipital lobe FA value, and frontotemporal lobe FA value, and should be closely monitored clinically.
Keywords: Multimodal Magnetic Resonance Imaging Parameters; Cerebral Infarction; Cognitive Impairment

脑梗死是临床脑血管疾病常见类型，具有较高发病率、致残率、死亡率，主要是因患者脑部血液供血障碍，局部组织缺血、缺氧所致，患者临床症状可表现为吞咽困难、感觉、运动及平衡障碍等症状，严重影响其生活质量^[1-2]。认知功能障碍是脑梗死患者常见并发症，患者临床表现为认知、记忆减退、性格改变等，不仅会影响患者病情恢复，还会进一步降低其生活质量^[3-4]。相关研究表示^[5]，脑梗死发生后，且生命体征平稳的3个月内是患者恢复的关键时期，在该时期做好相关预防措施对于减少患者认知功能障碍发生及改善其预后具有重要意义。常规MRI是临床常用于诊断、评估脑梗死患者病情的方法，具有良好应用价值，但其在评估患者认知功能方面的敏感度并不理想，而多模态MRI技术是在常规MRI技术基础上，结合各种MRI成像技术的显象功能，以判断脑梗死患者的病理、生理结构，实现脑功能影像与其影像结构的结合，进而更直观地反映脑梗死患者大脑皮层、视辐射走向、病变位置及其空间关系^[6]。因此，多模态MRI参数结果能更全面反映脑梗死患者脑部病变情况。本研究探讨多模态MRI参数与脑梗死患者认知障碍风险的关系，以期临床诊治脑梗死后认知障碍提供参考，报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2022年1月至2024年8月本院收治的70例脑梗死患者。其中男46例，女24例；年龄58~77岁，平均(68.52±7.49)岁；身体质量指数(BMI)：21~26kg/m²，平均(22.54±1.26)kg/m²；文化程度：初中及以下11例、高中或中专36例、大专

【第一作者】欧少梅，女，主治医师，主要研究方向：医学影像。E-mail: scutosm@163.com
【通讯作者】欧少梅

及以上23例；基础疾病：高血压44例、糖尿病23例、冠心病7例；吸烟史24例；饮酒史29例。所有患者入院后均使用蒙特利尔认知评估表(MoCA)评分^[7]评估其认知功能，MoCA评分总分为0~30分，MoCA评分<26分为认知功能障碍，根据评分结果设为认知功能障碍组(n=25)与无认知功能障碍组(n=45)。

纳入标准：符合《中国脑梗死中西医结合诊治指南(2017)》^[8]中脑梗死诊断标准；均为首次发病。排除标准：MRI检查禁忌证；存在颅脑外伤等其他原发性神经病变者；存在心、肝、肾等重要脏器障碍者；存在失语、抑郁、严重精神疾病等影响量表评定者；存在严重躯体疾病者；病情危重或病情不稳定者；药物滥用或酗酒严重者。

1.2 方法 (1)一般资料：两组入院后均收集性别、年龄、BMI、文化程度、基础疾病、吸烟史、饮酒史、脑梗死部位、急性缺血性卒中中试验(TOAST)分型^[9]。(2)多模态MRI检查：嘱患者平卧，使用1.5T MRI扫描仪[联影磁共振有限公司，型号：uMR586]，24通道头颈部线圈，行T1加权成像(T1WI)(层厚：5mm、层数：24、视野：240×240、间隔：0mm、矩阵：352×352、回波时间：4.5ms、重复时间：1800ms、激励次数：1)、T2加权成像(T2WI)(层厚：5mm、层数：24、视野：240×240、间隔：1mm、矩阵：384×384、回波时间：80ms、重复时间：4500ms、激励次数：1.5)、液体反转恢复序列(FLAIR)(层厚：5mm、层数：24、视野：240×240、间隔：1mm、矩阵：288×244、回波时间：150ms、重复时间：8000ms、激励次数：1)、弥散加权成像(DWI)(层厚：5mm、层数：24、视野：240×240、间隔：1.5mm、矩阵：160×160、回波时间：7.5ms、重复时间：4800ms、激励次数：0.7、弥散系数：0s/mm²和1000s/mm²)、弥散张量成像(DTI)(层厚：5mm、层数：162、视野：240×240、间隔：0mm、矩阵：240×240、回波时间：76.4ms、重复时间：8000ms、激励次数：1)、三维动脉自旋标记成像(3D-ASL)(层厚：6mm、层数：22、视野：240×240、间隔：0mm、矩阵：520×8、回波时间：12ms、重复时间：5300ms、激励次数：3)检查。使用W2MHS软件行脑白质病变(WML)评定，Fazekas法评定脑室周围、深部的WML评分，同时计算梗死面积、脑微出血量(CMB)数量、相对脑血流量(rCBF)值，并记录基底节区、顶叶、枕叶、额颞叶的向异性(FA)值及表观弥散系数(ADC)值。

1.3 统计学方法 选用SPSS 19.0统计学软件处理数据，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，两组间比较行独立样本t检验；计数资料以(%)表示，组间比较行 χ^2 检验；通过ROC分析WML评分、rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值预测脑梗死患者发生认知功能障碍的价值；多因素分析行非条件Logistic逐步回归分析；以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 脑梗死患者发生认知功能障碍的单因素分析 两组性别、年龄、BMI、文化程度、基础疾病、吸烟史、饮酒史、脑梗死部位、TOAST分型、CMB数量、梗死面积、基底节ADC值、顶叶ADC值、枕叶ADC值、额颞叶ADC值比较差异无统计学意义(P>0.05)，认知功能障碍组WML评分高于无认知功能障碍组，rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值低于无认知功能障碍组，差异有统计学意义(P<0.05)，见表1。

2.2 脑梗死患者发生认知障碍的多因素Logistic回归分析 将ACI患者血管介入术后预后不良作为因变量(否=0，是=1)，将上述存在差异的单因素作为自变量纳入多因素Logistic回归分析模型，WML评分(连续变量)、rCBF值(连续变量)、基底节FA值(连续变量)、枕叶FA值(连续变量)、额颞叶FA值(连续变量)。多因素Logistic回归分析结果显示，WML评分是脑梗死患者发生认知功能障碍的危险因素，rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值是脑梗死患者发生认知功能障碍的保护因素，均有P<0.05。见表2。

2.3 WML评分、rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值预测脑梗死患者发生认知功能障碍的ROC分析 经ROC分析证实，WML评分、rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA

值均可预测脑梗死患者发生认知功能障碍，曲线下面积分别为0.685、0.856、0.872、0.816、0.782，均有P<0.05。见表3。脑梗死患者后认知功能障碍典型病例见图1。WML评分、rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值预测脑梗死患者发生认知功能障碍的ROC曲线见图2。

表1 脑梗死患者发生认知功能障碍的单因素分析[n(%)]

单因素	认知功能 障碍组(n=25)	无认知功能 障碍组(n=45)	t/ χ^2 值	P值
性别			0.051	0.822
男	16(64.00)	30(66.67)		
女	9(36.00)	15(33.33)		
年龄(岁)	68.49±7.43	68.63±7.56	0.075	0.941
BMI(kg/m ²)	23.48±1.32	23.61±1.24	0.411	0.683
文化程度			0.208	0.901
初中及以下	4(16.00)	7(15.56)		
高中或中专	12(48.00)	24(53.33)		
大专及以上	9(36.00)	14(31.11)		
基础疾病				
高血压	16(64.00)	28(62.22)	0.022	0.883
糖尿病	10(40.00)	13(28.89)	0.899	0.343
冠心病	3(12.00)	4(8.89)	0.005	0.946
吸烟史			0.051	0.822
有	9(36.00)	15(33.33)		
无	16(64.00)	30(66.67)		
饮酒史			0.692	0.405
有	12(48.00)	17(37.78)		
无	13(52.00)	28(62.22)		
脑梗死部位			3.855	0.278
基底节	12(48.00)	19(42.22)		
脑干	5(20.00)	11(24.44)		
小脑	6(24.00)	5(11.11)		
枕叶	2(8.00)	10(22.22)		
TOAST分型			1.465	0.690
大动脉	10(40.00)	14(31.11)		
小血管	13(52.00)	23(51.11)		
心源性	3(12.00)	6(13.33)		
其他及不明原因	0(0.00)	2(4.44)		
多模态MRI参数				
WML评分(分)	3.95±1.14	1.89±0.52	10.375	0.000
CMB数量(个)	2.46±0.65	2.62±0.72	0.921	0.360
梗死面积(m ²)	3.49±1.01	3.38±1.05	0.426	0.672
rCBF值	0.53±0.16	0.73±0.14	5.441	0.000
FA值				
基底节	0.39±0.12	0.61±0.14	6.617	0.000
顶叶	0.41±0.11	0.37±0.12	1.376	0.173
枕叶	0.39±0.12	0.59±0.16	5.450	0.000
额颞叶	0.31±0.09	0.49±0.11	6.980	0.000
ADC值				
基底节	1.98±0.62	2.11±0.57	0.886	0.379
顶叶	3.05±0.65	2.92±0.68	0.778	0.439
枕叶	2.38±0.61	2.29±0.46	0.697	0.488
额颞叶	2.92±0.76	3.05±0.65	0.754	0.453

表2 脑梗死患者发生认知功能障碍的多因素Logistic回归分析

变量	β	标准误	Wald	P	OR	95%可信区间
WML评分	0.971	0.267	13.200	0.000	2.641	1.564~4.460
rCBF值	-0.268	0.082	10.587	0.001	0.765	0.651~0.899
基底节FA值	-0.247	0.072	11.735	0.001	0.781	0.678~0.900
枕叶FA值	-0.191	0.068	7.914	0.005	0.826	0.723~0.944
额颞叶FA值	-0.212	0.080	6.943	0.008	0.809	0.691~0.947

表3 WML评分、rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值预测脑梗死患者发生认知功能障碍的ROC分析

指标	曲线下面积	标准误	P	95%可信区间	最佳截断值	敏感度	特异性
WML评分	0.685	0.072	0.000	0.544~0.826	3.025分	0.600	0.822
rCBF值	0.856	0.050	0.000	0.759~0.953	0.680	0.760	0.867
基底节FA值	0.872	0.043	0.000	0.787~0.957	0.545	0.720	0.844
枕叶FA值	0.816	0.061	0.000	0.696~0.937	0.510	0.720	0.889
额颞叶FA值	0.782	0.058	0.000	0.669~0.896	0.425	0.680	0.800

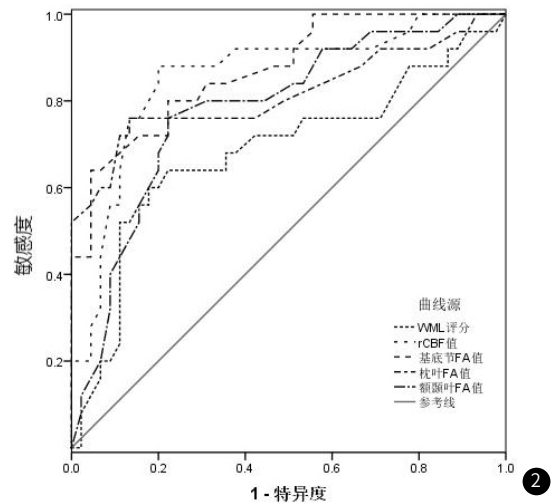


图2 WML评分、rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值预测脑梗死患者发生认知功能障碍的ROC曲线。

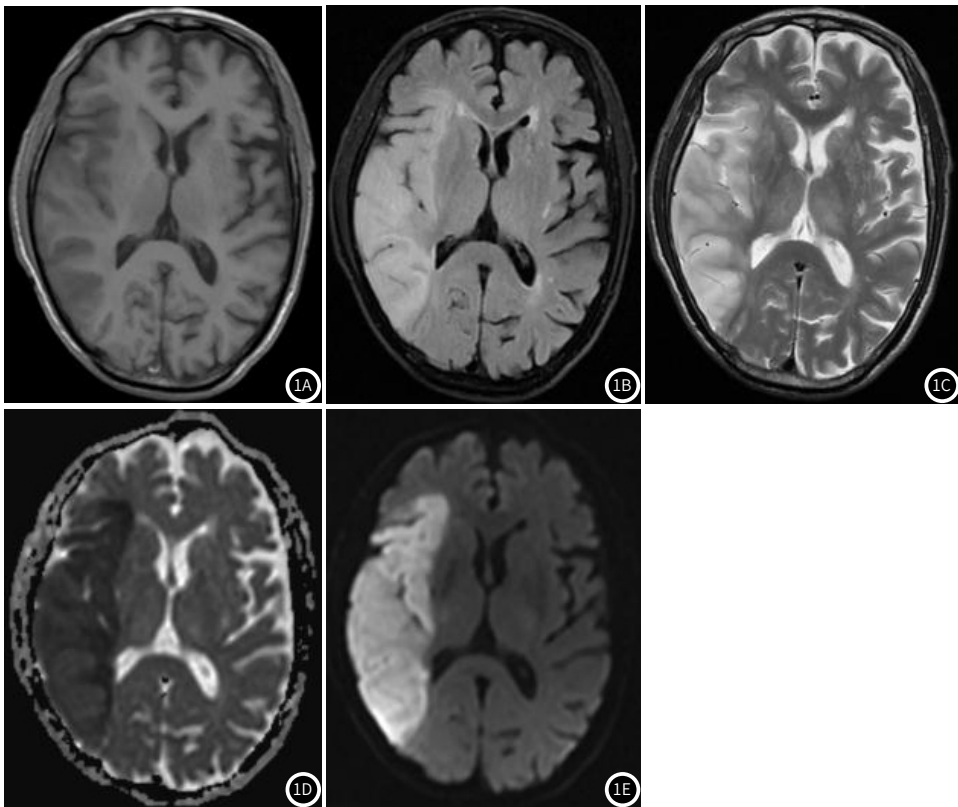


图1A~图1E 脑梗死患者后认知功能障碍典型病例。
1A 颅脑MRI平扫：T1WI序列：右侧额颞顶叶大片状T1稍低信号影。
1B 颅脑MRI平扫：T2-Flair序列：右侧额颞顶叶大片状高信号影。
1C 颅脑MRI平扫T2WI序列：右侧额颞顶叶大片状T2高信号影。
1D 弥散加权成像ADC图：右侧额颞顶叶大片状信号减低区。
1E 弥散加权成像DWI (b=1000)序列：右侧额颞顶叶大片状高信号影。

3 讨 论

脑梗死是临床常见的急危重症疾病，认知功能障碍为其常见并发症，患者临床症状通常表现为学习、记忆障碍，并同时伴有失语、失认等症状，严重者可丧失日常生活能力^[10-11]。因此，早期预测脑梗死患者是否发生认知功能障碍，对做好相关防治措施及降低其认知功能障碍发生风险具有积极意义。随着影像学技术逐渐进步与发展，多模态MRI技术逐渐被用于诊断与评估脑梗死

等脑血管疾病，其主要是通过将FLAIR、DWI及3D-ASL等两种及两种以上新型MRI技术相结合，为临床诊断、评估脑血管疾病患者的脑部病理、生理变化提供更加准确和丰富的信息，进一步扩展应用范围^[12]。有研究指出，脑梗死患者病理表现为胶质细胞增生、神经纤维密度减少、多灶性脑白质梗死等。脑白质损伤是脑梗死患者

发生认知功能障碍的重要特征,其可破坏脑梗死患者脑组织及神经纤维网络完整性,影响脑组织可塑性,导致其认知功能障碍发生。脑白质损害在FLAIR、T2WI则表现为高信号,在T1WI表现为低或等信号^[13-14]。本研究结果显示,认知功能障碍组WML评分高于无认知功能障碍组,提示WML评分可能是脑梗死患者发生认知功能障碍的危险因素。同时本研究经多因素Logistic回归分析及ROC分析进一步证实该指标为脑梗死患者发生认知功能障碍的危险因素。分析原因为,脑白质微结构损伤或老化过程通常与WML相关联。随着脑白质损伤程度的加剧,神经信息传导效率降低,这可导致不同脑区之间的连接受损,进而影响认知功能,尤其是执行功能、注意力、记忆等方面。脑梗死发生后,患者因脑白质变性导致神经纤维网络及脑组织结构完整性受损,影响大脑的可塑性,从而导致WML。随着脑梗死患者梗死区域的扩大,脑区间信息传递可受到显著影响,导致认知功能下降,且WML评分升高通常意味着更严重的脑白质损伤,这种损伤与认知功能障碍之间存在线性关系。随着脑白质损伤程度的加重,患者认知功能障碍的风险亦随之增加^[15-16]。

有研究认为^[17],引发认知功能障碍的病理、生理基础之一是因脑小血管疾病导致脑血流量降低及脑灌注不足。研究亦表明,脑梗死并发认知功能障碍的机制为血脑屏障破坏、血管内纤维蛋白渗出、血流量减少等损伤一系列的损伤导致周围脑实质供血不足,进而引发脑组织损伤,影响脑功能区域,最终导致认知功能障碍发生^[18]。而3D-ASL作为一种新兴的非侵入性CBF测量技术,能够通过检测感兴趣区域的血管灌注伪彩图,直观地观察血流灌注的改变,同时能够测量局部rCBF值,且血流灌注的改变与认知功能障碍之间存在一定联系^[19]。本研究结果显示,认知功能障碍组rCBF值低于无认知功能障碍组,分析原因为,脑梗死患者梗死区域的细胞毒性水肿、细胞外间隙的缩小以及细胞内粘稠度的增加等因素所致弥散受限,进而加剧血流灌注水平下降,导致rCBF值的降低。同时本研究经多因素Logistic回归分析及ROC分析进一步证实该指标为脑梗死患者发生认知功能障碍的危险因素。分析原因为,脑梗死发生后,梗死区域的脑组织因缺血而遭受细胞毒性水肿,导致细胞内水分积聚,粘稠度上升。与此同时,细胞外间隙缩小,血管的通透性和血流灌注均受到负面影响。这些因素共同作用,导致脑血流的弥散受限,进而减少脑组织的灌注量。血流灌注水平的下降直接导致rCBF值的降低,且这一变化主要发生在梗死区及其周边的脑组织区域,这些区域的血流供应不足,使得认知功能受损的风险增加^[20]。

相关研究表明,DTI是一种用于检测脑白质神经纤维束微结构的MRI技术,其成像原理与扩散成像相似,是扩散加权成像技术的延伸。该技术基于组织中水分子的布朗运动差异产生不同的信号,从而定性和定量分析脑白质神经纤维束的微观结构。这有助于从微观层面研究和观察疾病的发病机制及其发展变化。DTI技术能够利用常见的标量进行客观的定量研究分析,例如FA值。FA值可反映脑组织中水分子在不同区域内的布朗运动差异,对评估脑白质微结构变化具有重要意义。FA值的范围介于0~1之间,数值越接近1,表明脑白质纤维的走行越一致,形态越规则,完整性越好。相反,FA值越接近0,则意味着神经纤维的完整性受到破坏,髓鞘化发育异常,神经纤维细胞功能降低,导致认知传导通路连接受损^[21]。本研究结果显示,认知功能障碍组rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值低于无认知功能障碍组,分析原因可能是因脑梗死发生后,可导致患者神经纤维及血管单元受到损伤,促使血脑屏障通透性增加,从而导致其血管中某些物质得以通过通透性增高的血管壁进入脑实质内部,并可损伤血管及其周围脑组织,导致炎症反应发生。这一系列的病理变化可影响水分子的运动,改变其扩散方向,导致细胞内水分子含量增加,进一步导致细胞肿胀、坏死,促使FA值降低。而脑梗死患者的基底节、枕叶及额颞叶区域的FA值下降,表明这些区域的神经纤维束微结构受损,进而影响其相关脑区的信息处理功能和信号传导,导致认知功能受损。此外,脑梗死患者深部白质的异常病变以及多发性脑腔隙性梗塞,可破坏与执行能力相关的额叶脑区白质纤维,损伤信息环路,从而引发认知功能障碍^[22]。此外,本

研究中顶叶的FA值非脑梗死患者发生认知功能障碍的危险因素,分析原因与此部位的损伤程度轻或病例较少等因素有关。

综上,脑梗死患者发生认知功能障碍与WML评分、rCBF值、基底节FA值、枕叶FA值、额颞叶FA值密切相关,同时WML评分 ≥ 3.025 分、rCBF值 ≤ 0.680 、基底节FA值 ≤ 0.545 、枕叶FA值 ≤ 0.510 、额颞叶FA值 ≤ 0.425 可用于此类患者并发认知功能障碍的预测,值得临床密切关注。

参考文献

- [1] Feske SK. Ischemic Stroke[J]. Am J Med, 2021, 134(12): 1457-1464.
- [2] Herpich F, Rincon F. Management of acute ischemic stroke[J]. Crit Care Med, 2020, 48(11): 1654-1663.
- [3] Rost NS, Brodtmann A, Pase MP, et al. Post-stroke cognitive impairment and dementia[J]. Circ Res, 2022, 130(8): 1252-1271.
- [4] Weaver NA, Kuijf HJ, Aben HP, et al. Strategic infarct locations for post-stroke cognitive impairment: a pooled analysis of individual patient data from 12 acute ischaemic stroke cohorts[J]. Lancet Neurol, 2021, 20(6): 448-459.
- [5] Kiyohara T, Kumai Y, Yubi T, et al. Association between early cognitive impairment and short-term functional outcome in acute ischemic stroke[J]. Cerebrovasc Dis, 2023, 52(1): 61-67.
- [6] Qu JF, Zhou YQ, Liu JF, et al. Right cortical infarction and a reduction in putamen volume may be correlated with empathy in patients after subacute ischemic stroke—a multimodal magnetic resonance imaging study[J]. J Clin Med, 2022, 11(15): 4479.
- [7] 孙洪吉, 谢越, 张晓红, 等. 蒙特利尔认知评估量表在健康体检人群中的应用[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2014, 16(2): 174-177.
- [8] 中国中西医结合学会神经科专业委员会. 中国脑梗死中西医结合诊治指南(2017)[J]. 中国中西医结合杂志, 2018, 38(2): 136-144.
- [9] 王志宏, 韩仲岩. 急性缺血性脑卒中的TOAST分型标准[J]. 临床神经病学杂志, 2007, 20(5): 392-392.
- [10] 王志强, 姬要可, 李艳华, 等. 老年脑梗死后认知功能障碍患者血清骨钙素、G蛋白耦联雌激素受体30水平变化及其与预后的相关性研究[J]. 海南医学, 2023, 34(17): 2433-2437.
- [11] 孙乐山, 叶荣菊, 王凯. 急性脑梗死患者认知功能障碍危险因素及预防策略[J]. 山西医药杂志, 2020, 49(4): 420-422.
- [12] 张春阳, 张哈, 李娟, 等. 认知障碍相关海马及其环路的多模态MRI技术研究进展[J]. 中华神经医学杂志, 2024, 23(1): 72-77.
- [13] 闫成功, 杨娟, 赵晓晖, 等. 基于大脑分割技术的头颅MRI多模态联合血清A β 在轻度认知功能障碍中的特点[J]. 脑与神经疾病杂志, 2021, 29(10): 643-648.
- [14] 崔羽, 冉娟娟, 王益, 等. 脑小血管病患者多模态磁共振成像特征及其与认知功能损伤的相关性分析[J]. 实用心脑血管病杂志, 2020, 28(4): 43-48.
- [15] 荆彦平, 骆宾, 黄敏, 等. 基于DWI-FLAIR、DWI-3D ASL双不匹配多模态MRI成像在不明发病时间急性脑梗死的应用价值探讨[J]. 中风与神经疾病杂志, 2023, 40(2): 129-132.
- [16] 陆佩文, 杨洁, 邓秋琼, 等. 脑小血管病患者认知障碍早期功能网络连接性研究[J]. 中国卒中杂志, 2020, 15(12): 1267-1275.
- [17] 纪海霞, 彭永明. 多模态磁共振评估单侧急性脑梗死患者预后的应用研究[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2022, 17(5): 611-614.
- [18] 肖瑞珠, 左丽君, 周怡君, 等. 轻型缺血性卒中后认知障碍与脑动态功能连接状态改变的功能磁共振成像研究[J]. 中国卒中杂志, 2021, 16(10): 996-1005.
- [19] 李泽燕, 郭立伟, 梅玉倩, 等. 多模态MRI技术和数值模拟技术用于脑血流灌注研究进展[J]. 中国医学影像技术, 2021, 37(8): 1259-1262.
- [20] 张建强, 张辉, 陈晓翼, 等. 多模态MRI参数及Hcy水平与早期脑梗死后认知功能障碍的关系[J]. 新疆医科大学学报, 2023, 46(7): 931-936.
- [21] 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.
- [22] 李鹏, 张进, 徐新华, 等. 多模态MRI参数及PWI定量参数对脑梗死患者并发认知功能障碍的预测价值分析[J]. 中国临床医学影像杂志, 2024, 35(11): 761-765.

(收稿日期: 2025-01-07)

(校对编辑: 韩敏求、翁佳鸿)