

论 著

DTI联合DWI在评估脑梗死患者脑微结构改变与认知功能损害的关系*

曹 参 韩俊洲* 朱灿敏

王 颖 李 琮 孙 思

武汉市江夏区第一人民医院放射科

(湖北武汉 430200)

【摘要】目的 探讨弥散张量成像(DTI)联合扩散加权成像(DWI)在评估脑梗死(CI)患者脑微结构改变与认知功能损害关系中的应用价值。方法 选取2020年10月~2022年10月在本院确诊的102例CI患者,均经蒙特利尔认知评定量表(MoCA)评估后分为认知功能障碍组(n=48)和无认知功能障碍组(n=54),所有患者均进行DTI和DWI检测。比较两组患者脑微结构额叶白质、胼胝体压部、扣带回和穹窿的DTI和DWI参数[部分各向异性指数(FA)、平均扩散率(MD)、扩散系数(ADC)、平均扩散系数(Dcavg)], Pearson相关性分析认知功能MoCA评分和脑微结构DTI和DWI影像学参数的相关性。结果 认知功能障碍组额叶白质和胼胝体压部的FA、ADC、Dcavg参数均低于无认知功能障碍组, MD参数高于无认知功能障碍组($P<0.05$); 认知功能障碍组扣带回和穹窿的FA、ADC、Dcavg参数均低于无认知功能障碍组, MD值高于无认知功能障碍组($P<0.05$); Pearson相关性分析显示, CI患者的认知功能MoCA评分和脑微结构额叶白质、胼胝体压部、扣带回、穹窿相关脑区的FA、ADC、Dcavg参数呈正相关, 与MD参数呈负相关($P<0.05$)。结论 DTI和DWI可以较好评估脑梗死患者的额叶白质、胼胝体压部、扣带回和穹窿等脑微结构, 对评估脑梗死患者的认知功能损害具有一定的诊断价值。

【关键词】弥散张量成像; 扩散加权成像; 脑梗死; 脑微结构改变; 认知功能损害

【中图分类号】R742.3

【文献标识码】A

【基金项目】武汉市卫生健康科研基金(WX19D38)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.12.002

Evaluation on the Relationship between Changes of Cerebral Microstructure and Cognitive Impairment in Patients with Cerebral Infarction by DTI Combined with DWI*

CAO Can, HAN Jun-zhou*, ZHU Can-min, WANG Ying, LI Qiong, SUN Si.

Department of Radiology, the First People's Hospital of Jiangxia District, Wuhan City, Wuhan 430200, Hubei Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application value of diffusion tensor imaging (DTI) combined with diffusion-weighted imaging (DWI) in evaluating the relationship between changes of cerebral microstructure and cognitive impairment in patients with cerebral infarction (CI). **Methods** A total of 102 patients with CI confirmed in the hospital were enrolled between October 2020 and October 2022. According to Montreal Cognitive Assessment (MoCA), they were divided into cognitive impairment group ($n=48$) and non-impairment group ($n=54$). All underwent DTI and DWI examinations. DTI and DWI parameters [fractional anisotropy (FA), mean diffusivity (MD), apparent diffusion coefficient (ADC), mean diffusion coefficient (Dcavg)] in brain region related to cerebral microstructure changes were compared between the two groups. Pearson correlation analysis was conducted to determine the correlation between MoCA score of cognitive function and DTI and DWI imaging parameters of brain microstructure. **Results** FA, ADC and Dcavg of frontal white matter and splenium in cognitive impairment group were lower than those in non-impairment group, while MD was higher than that in non-impairment group ($P<0.05$). FA, ADC and Dcavg of cingulate gyrus and fornix in cognitive impairment group were lower than those in non-impairment group, while MD was higher than that in non-impairment group ($P<0.05$). Pearson correlation analysis showed that the parameters of FA, ADC and Dcavg in frontal white matter, corpus callosum pressure, cingulate gyrus and fornix-related brain areas in CI patients were positively correlated with MoCA score, while the parameters of MD were negatively correlated with MoCA score ($P<0.05$). **Conclusion** DTI and DWI can better evaluate the cerebral microstructures of frontal white matter, corpus callosum pressure, cingulate gyrus and fornix in patients with cerebral infarction, and have certain diagnostic value in the assessment of cognitive impairment in patients with cerebral infarction.

Keywords: Diffusion Tensor Imaging; Diffusion-weighted Imaging; Cerebral Infarction; Change of Cerebral Microstructure; Cognitive Impairment

脑梗死(cerebral infarction, CI)主要是因脑血管阻塞或狭窄所导致的临床高发脑血管病^[1], 具有高发病率和高致死率的特征。目前临床常采用MRI等影像学为首选辅助手段, 其中扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)是在常规MRI序列基础上进行弥散敏感的梯度脉冲的一种微观随机位移运动^[2], 对评估不可逆性损伤具有敏感度高、扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)是在DWI的基础上对组织水分子扩散运动状态的一种新型MRI序列^[3], 对疾病的病理变化具有准确度高、近年来有研究指出^[4], CI患者可能对周围脑组织造成直接结构损伤, 引起认知功能损害, 而脑白质纤维区域完整性的下降是认知功能损害的关键因素之一。本研究旨在探讨DTI联合DWI在评估脑梗死患者脑微结构改变与认知功能损害的关系, 现报道如下。DTI 4-1-2

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年10月至2022年10月在本院确诊的102例CI患者。

纳入标准: 经数字减影血管造影检查, 确诊为CI; 经MRI检测, 常规T₁WI、T₂WI均无高信号, SWI序列显示低信号的(类)圆形腔隙; 经医院伦理委员会通过, 所有患者及家属均在了解本研究方案后, 同意并签署同意书。排除标准: 心肺功能异常; 出现短暂性脑缺血发作或偏侧感觉缺失等急性缺血性脑梗死临床症状; 中途退出研究者; 不可正确描述自我感受者。

参考蒙特利尔认知评定量表(MoCA)^[5]将本研究选取的102例CI患者分为认知功能障碍组($n=48$)和无认知功能障碍组($n=54$)。MoCA是用于筛查轻度认知功能异常的评定工具, 包括注意与集中、执行功能、记忆、语言、视结构技能、抽象思维、计算和定向力等指标, 满分为30分, 得分越高代表整体认知越好。

认知功能障碍组男33例, 女15例; 年龄50~70岁, 平均(56.31 ± 3.52)岁; 病程: 0.5~3年, 平均(1.34 ± 0.25)年。无认知功能障碍组男35例, 女19例; 年龄50~70岁, 平均(56.24 ± 3.48)岁; 病程: 0.5~3年, 平均(1.36 ± 0.27)年。两组性别、年龄、病程均无显著差异($P>0.05$)。

1.2 影像学检查方法 检测方法: (1)所有受试者均采用PHILIPS Achieva 3.0T超导型MRI成像仪, 头部SENSE8通道相控线圈头先进仰卧位, 采集全脑图像。常规的MRI序列扫描参数: 横断位T₁WI, 重复时间(TR)2000ms, 回波时间(TE)10ms,

【第一作者】曹 参, 男, 主治医师, 主要研究方向: 中枢神经系统功能磁共振影像诊断。E-mail: tgzy977893@163.com

【通讯作者】韩俊洲, 男, 主任医师, 主要研究方向: 中枢神经系统功能磁共振影像诊断。E-mail: 70029258@qq.com

层距1.5mm，层厚5mm；FLAIR序列横断位，TR6000ms，TE 92ms，Ti2100ms，层距1.5mm，层厚5mm；横断位和矢状位T2WI，TR5100ms，TE 117ms，层距1.5mm，层厚5mm，DWI序列：FOV 220×220mm，TR 4040ms，TE64ms，矩阵220×380，激励次数1次；DTI采用单次激发平面回波成像(SS-EPI)序列：TR 3700ms，TE 92ms，层厚4mm，层间距1.5mm，FOV 220×220mm，矩阵160×160，激励次数3次，扫描层数：20层，扩散敏感梯度方向：20个。

(2)将扫描数据上传至MR扫描仪的工作站，利用DWI、DTI的原始图像生成异性指数(FA)、平均扩散率(MD)、扩散系数(ADC)、平均扩散系数(Dcavg)等参数。

1.3 观察指标 比较两组CI患者脑微结构额叶白质、胼胝体压部、扣带回和穹窿脑区的DTI和DWI参数(FA、MD、ADC、Dcavg参数)。

1.4 统计学处理 数据分析采用SPSS 22.0统计学软件，满足正态分布且方差齐的计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示，采用两样本独立t检验比较组间差异，Pearson相关性分析认知功能MoCA评分和脑微结构DTI和DWI影像学参数的相关性， $P<0.05$ 提示有统计学意义。

2 结果

2.1 典型病例 患者男，60岁，经MRI检测，诊断为急性右侧侧肢体活动障碍。经DWI序列显示左侧额叶白质呈高信号影(图A)，ADC显示左侧额叶白质呈低信号影(图B)，经轴位平面DTI图左侧额叶白质蓝色区域信号稍减低(图C)，CST的纤维束示踪图，可见病灶走行可见稀疏、减少、中断(图D)。

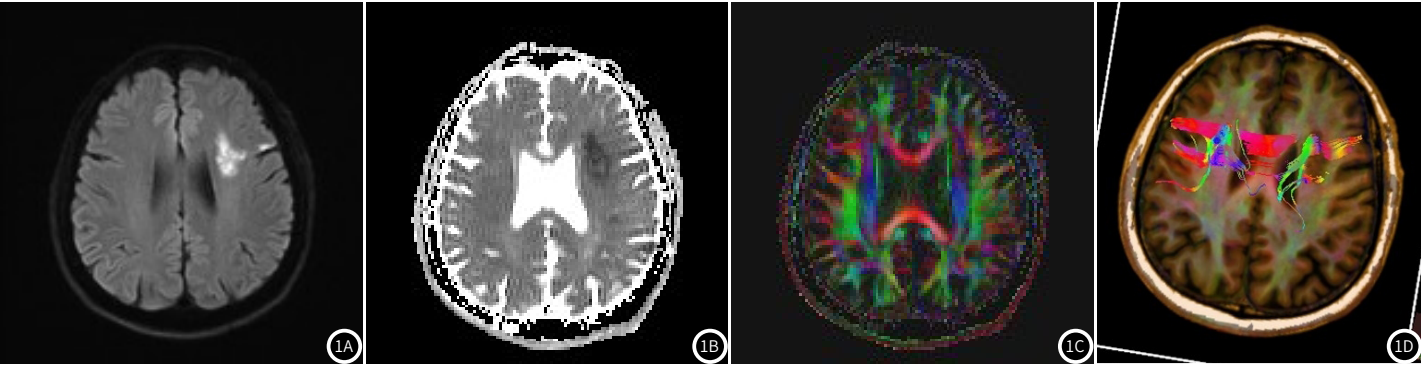


图1A DWI序列，图示右侧侧额叶白质呈高信号影；图1B ADC，图示左侧额叶白质呈低信号影；图1C 轴位平面DTI图，图示左侧额叶白质蓝色区域信号稍减低；图1D CST纤维束示踪图，图示CST于病灶走行可见稀疏、减少、中断。

2.2 比较两组患者脑微结构改变相关脑区的DTI和DWI影像学参数 认知功能障碍组额叶白质、胼胝体压部、扣带回和穹窿的FA、ADC、Dcavg参数均低于无认知功能障碍组，MD参数高于无认知功能障碍组($P<0.05$)，见表1。

2.3 认知功能MoCA评分和脑微结构DTI和DWI影像学参数的相关性 Pearson相关性分析显示，CI患者的认知功能MoCA评分和脑微结构额叶白质、胼胝体压部、扣带回、穹窿相关脑区的FA、ADC、Dcavg参数呈正相关，与MD参数呈负相关($P<0.05$)，见表2。

表1 比较两组患者脑微结构改变相关脑区的DTI和DWI影像学参数(n, ×10⁻³mm²/s)

组别	例数	FA				MD			
		额叶白质	胼胝体压部	扣带回	穹窿	额叶白质	胼胝体压部	扣带回	穹窿
认知功能障碍组	48	0.311±0.052	0.812±0.082	0.223±0.053	0.231±0.064	0.412±0.065	0.763±0.108	0.369±0.074	0.374±0.095
无认知功能障碍组	54	0.352±0.063	0.848±0.094	0.256±0.067	0.260±0.076	0.351±0.052	0.725±0.084	0.340±0.073	0.342±0.062
t		3.558	2.049	2.735	2.070	5.259	1.995	1.990	2.035
P		<0.001	0.043	0.007	0.041	<0.001	0.049	0.049	0.044

续表1

组别	例数	ADC				Dcavg			
		额叶白质	胼胝体压部	扣带回	穹窿	额叶白质	胼胝体压部	扣带回	穹窿
认知功能障碍组	48	0.761±0.105	0.743±0.095	0.326±0.054	0.332±0.085	0.325±0.053	0.336±0.065	3.075±0.211	3.085±0.204
无认知功能障碍组	54	0.812±0.098	0.785±0.084	0.352±0.067	0.363±0.072	0.363±0.067	0.374±0.076	3.166±0.230	3.186±0.223
t		2.537	2.370	2.140	1.994	3.149	2.696	2.073	2.376
P		0.013	0.020	0.035	0.049	0.002	0.008	0.041	0.019

表2 认知功能MoCA评分和脑微结构DTI和DWI影像学参数的相关性(r/P)

		r		P				r		P	
额叶白质	FA	0.365	<0.001	扣带回	FA	0.365	<0.001	穹窿	FA	0.358	<0.001
	MD	-0.324	0.001		MD	-0.315	0.001		MD	-0.324	0.001
	ADC	0.354	<0.001		ADC	0.364	<0.001		ADC	0.362	<0.001
	Dcavg	0.342	0.001		Dcavg	0.368	<0.001		Dcavg	0.364	<0.001
胼胝体压部	FA	0.361	<0.001	穹窿	FA	0.358	<0.001	穹窿	FA	0.358	<0.001
	MD	-0.321	0.001		MD	-0.324	0.001		MD	-0.324	0.001
	ADC	0.329	0.001		ADC	0.362	<0.001		ADC	0.362	<0.001
	Dcavg	0.339	0.001		Dcavg	0.364	<0.001		Dcavg	0.364	<0.001

3 讨 论

因CI具有发病率和致死率较高的特征,对患者的预后效果具有一定的负向作用。近年来,有研究指出^[6-8],CI患者可能损伤周围脑组织,脑部微出血可能会间接导致患者出现认知功能损害。因此,提高临床对CI患者脑微结构改变与认知功能损害的诊断尤为重要。DTI是通过测量水分子的扩散过程参数进行生物组织细微结构的完整性^[9],对脑白质纤维素的改变具有敏感性,同时也是目前唯一能对活体大脑进行无创性形态结构评估的辅助手段。

在本研究中,认知功能障碍组脑微结构改变和认知功能相关脑区的FA、ADC、Dcavg参数均低于无认知功能障碍组,MD参数高于无认知功能障碍组。分析本研究结果,一方面,因在扫描过程中,机体水分子运动可受多种因素的影响^[10-11],其扩散信号的衰减会呈现多样化。CI患者出现认知障碍的机制,是因为额叶-皮质下白质通路的中断所引起,选取额叶白质和胼胝体压部可较好评估脑微结构改变。ADC作为DTI的常用序列^[12],是反映感兴趣区水分子扩散运动的范围和速度,虽不具有方向性,但可对扩散程度进行量化,从而呈现与组织含水量所相关的病理和形态变化,ADC联合DWI的高信号影可较准确的显示损伤部位和范围。Dcavg是反映弥散运动速度的重要指标,参数的降低与组织内水分子弥散运动受限速度呈正相关。另一方面,当CI患者出现认知障碍时,因白质髓鞘完整性已受到破坏,可发现周围脑组织的变化区域,区域的脑结构损伤时引起CI患者出现认知障碍的重要原因。FA是指在弥散张量的模型下,水分子各向异性部分所占整个弥散张量的比例^[13],在0-1的取值范围内参数值越大,代表各向异性程度也就越大。因机体脑白质纤维的方向性具有一致性,且排列较为紧密,水分子沿轴突扩散速度较快,但CI患者的病理改变能导致脑组织微结构完整性受到破坏,从而引起组织水分子弥散各向异性特征改变,FA参数会以减少状态进行反映。MD主要反映分子整体扩散水平以及扩散阻力^[14],其水平的上升可提示组织内自由水的含量增多。因此FA参数会出现降低,而MD参数会上升,说明与患者深部区域改变范围相关。

在本研究中Pearson相关性分析显示,Pearson相关性分析显示,CI患者的脑微结构额叶白质、胼胝体压部、扣带回、穹窿相关脑区的FA、ADC、Dcavg参数与MoCA评分呈正相关,MD参数与MoCA评分呈负相关($P<0.05$)。当CI患者出现认知障碍时,可对周围组织造成直接的结构损伤,导致扣带回和穹窿等功能重要的皮质和皮质下网络结构断开。FA、ADC、Dcavg参数从占整个弥散张量的比例、扩散运动的范围和弥散运动受限速度三个方向出发,三个参数均下降则可有效提示组织水分子弥散各向异性特征改变,在此基础上MD参数的提升,代表扩散阻力受限,可进一步提示组织内自由水的含量增多,且已出现病理和形态变化。韦莎莎等^[15]研究显示,FA参数的降低和MD参数的升高对脑部疾病患者的脑微结构改变较为敏感。该研究与本研究结果部分相似,说明可采用FA、ADC、Dcavg、MD参数对CI患者进行脑微结构改变的诊断。

综上所述,DTI和DWI可以较好评估脑梗死患者的额叶白质、胼胝体压部、扣带回和穹窿等脑微结构,对评估脑梗死患者的认知功能损害具有一定的诊断价值。临床可采用DTI和DWI观察脑梗死患者的脑微结构改变和认知功能损害。本研究因研究样本量较少、未能全面阐述脑梗死患者脑微结构改变,具有一定局限性。

参考文献

- [1] 柴蓉静, 姜万庆, 鄢广平, 等. 对比MRI与CT对诊断老年多发性脑梗死的有效性[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(1): 13-15.
- [2] 闫呈新, 张渺娜, 黄婧颖, 等. 急性脑梗死后交叉性小脑神经机能联系不能的扩散加权成像及动脉自旋标记研究[J]. 实用放射学杂志, 2019, 35(1): 15-18, 26.
- [3] 赵瀛, 施爱群, 王大明, 等. 桥脑小脑束扩散张量成像参数预测大脑中动脉脑梗死患者步行能力恢复的临床应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(3): 221-226.
- [4] 吴佳宏, 王韬, 胡远想, 等. 轻型急性脑梗死后患者认知功能的变化及认知功能障碍的危险因素分析[J]. 中风与神经疾病杂志, 2022, 39(10): 872-876.
- [5] Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, et al. The Montreal cognitive assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment[J]. Am Geriatr Soc, 2005, 53(4): 695-699.
- [6] 周晓梅, 任孝林, 周芯羽. 颈动脉粥样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.
- [7] 薛世磊, 孙永全. 高血压合并脑梗死患者BPV与IMT、NT-pro-BNP、神经及认知功能的关系[J]. 中国实验诊断学, 2022, 26(12): 1775-1779.
- [8] 王明侠, 彭玉荣. 超声弹性成像检测应变率比值、剪切波速度与颈动脉斑块稳定性及脑梗死发病的关系[J]. 中南医学科学杂志, 2022, 50(5): 736-739.
- [9] 陶晓明, 石文达, 耿学丽, 等. MRI DTI参数联合血清ACA、 $\alpha\beta 2$ -GP1在脑梗死诊断中的应用价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2022(13): 1437-1440.
- [10] 王保奇, 王剑, 魏田华, 等. DTI检查技术在急性脑梗死患者早期诊断及运动功能评估中的临床价值分析[J]. 贵州医药, 2022, 46(11): 1798-1799.
- [11] 陈帆, 周少英. MRI检查DTI序列对急性脑梗死诊断及预后评估价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(12): 15-17.
- [12] 王诗卉, 翟建, 朱超, 等. DTI在脑梗死患者住院治疗前后的应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(6): 18-21.
- [13] 王斌, 杨蔓, 珍妮, 等. 磁共振DWI及灌注加权成像对不同时期脑梗死临床诊断的应用价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(1): 21-23.
- [14] 邢威, 黄婷婷. DSC-PWI及ASL成像联合DWI成像在诊断早期脑梗死缺血半暗带中的意义[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022(7): 1-3.
- [15] 韦莎莎, 张双, 李小宝, 等. 应用DTI技术分析脑微出血与认知功能损害的相关性[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(12): 4-6.

(收稿日期: 2023-05-13)

(校对编辑: 谢诗婷)