

论 著

脑白质疏松的体素内不相干运动弥散加权成像初步研究

广州医科大学附属第五医院医学影像科 (广东 广州 510700)

邓 义 唐亚霞 彭 艳

【摘要】目的 探讨应用磁共振体素内不相干运动弥散加权成像 (IVIM-DWI) 评价脑白质疏松患者白质微循环灌注和水分子扩散运动的价值。方法 常规MRI诊断为脑白质疏松 (LA) 的患者 20 人, 常规MRI检查脑白质正常的对照组 10 人; 对比 LA 病灶区, LA 病灶周围正常白质区和正常对照组白质区的三个参数值, 包括: f 值 (灌注分数); D 值 (真性扩散系数); D* (假性扩散系数)。结果 LA 患者白质病灶区对比病灶周围正常白质, f 值和 D 值增高, 具有统计学意义, D* 值无明显差异。LA 脑白质病灶区对比正常对照组白质, f 值增高, 但差异无明显统计学意义; D 值增高和 D* 下降, 差异具有统计学意义。脑白质疏松病灶周围正常白质与正常对照组白质对比, f 值、D 值、D* 值差异无统计学意义。结论 磁共振体素内不相干运动弥散加权成像能够定量评价脑白质疏松症的微观结构变化和微循环灌注的变化。

【关键词】脑白质疏松; 磁共振成像; 体素内不相干运动

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2017.10.001

通讯作者: 邓 义

The Preliminary Study of IVIM-DWI in Leukoaraiosis

DENG Yi, TANG Ya-xia, PENG Yan. Department of Medical Imaging, the Fifth Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510700, Guangdong Province, China

[Abstract] **Objective** To investigate the application value of intravoxel incoherent motion diffusion weighted imaging (IVIM-DWI) in evaluating the microcirculation and water molecule diffusion of brain white matter of leukoaraiosis patients. **Methods** 20 cases of leukoaraiosis (LA) patients confirmed with conventional MR imaging, normal control group 10 cases. Compare LA white matter lesions, LA lesions surrounding normal white matter and normal control group white matter, including three parameters: f value (perfusion fraction), D value (true diffusion coefficient), D* (pseudo-diffusion coefficient). **Results** f value and D value is increased with statistical significance, when LA white matter lesions compared to LA surrounding normal white matter. There is no statistical significance in D* between the two groups. When LA white matter lesions compared to normal control group white matter, f value is increased, but without statistical significance. D value is increased and D* decreased with statistical significance. There is no statistical significance about f, D and D* value, when LA surrounding normal white matter compared to normal control group white matter. **Conclusion** Intravoxel incoherent motion diffusion weighted imaging can quantitatively evaluate the brain white matter microstructure changes and microcirculation perfusion.

[Key words] Leukoaraiosis; Magnetic Resonance Imaging; Intravoxel Incoherent Motion; Diffusion Weighted Imaging

脑白质疏松 (Leukoaraiosis, LA) 是一个医学影像学诊断术语, Hachinski 等^[1] 1987 年正式提出, 是指分布于大脑皮质下白质、脑室周围及半卵圆中心等散在斑片状或弥漫性病灶, 在磁共振加权像上表现为高信号。LA 多见于老年人, 被认为是脑损伤早期的一个重要标志, 随着病情的进展, 可以引起进行性加重的认知功能障碍, 严重影响患者生活质量。常规的 MRI 扫描序列对评价 LA 的微结构改变和血流灌注改变缺乏可靠的定量指标, 对于 LA 的严重程度依靠 MR 常规图像进行目测分级, 高信号区越多越大, 分值越高, 病变越严重, 常用的是 Fazekas 分级法^[2]; 但由于其病灶短期内在影像学上变化并不明显, 因此利用体素内不相干运动弥散加权成像 (IVIM-DWI) 评估脑白质疏松的血流灌注和水分子扩散情况或许能更客观, 准确的反映其结构和功能的改变。

1 资料与方法

1.1 研究对象 2016 年 4 月到 2016 年 6 月来广州医科大学附属第五医院就诊的患者。常规 MRI 检查脑白质疏松病例组患者 20 例, 年龄 37~78 岁, 平均 61 岁, 男 11 例, 女 9 例。MRI 脑白质未见异常信号的对照组 10 例, 年龄 30~71 岁, 平均年龄 50 岁。脑白质疏松病例入组标准: 常规磁共振成像 T2WI 和 T2FLAIR 检查可见大脑皮层下白质、深部白质和脑室周围白质斑片、斑点状高信号, T1WI 呈等信号或者稍低信号。排除脑梗死、脑肿瘤、炎症、多发性硬化、中毒、肾上腺脑白质营养不良、颅脑外伤、肿瘤化疗等所致的其他脑白质高信号病变。所有患者

知情同意。

1.2 方法 应用西门子Avanto1.5T超导MR扫描仪，八通道头部线圈。轴位IVIM-DWI序列：视野23cm，层厚5mm，层间距1.5mm，TR 3900ms，TE108ms。矩阵=192×192，Bandwidth=964Hz/px，NEX=2；扫描时间8min；10个b值(0, 50, 100, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1500)。常规采集T1FLAIR和T2FLAR, T2WI序列。

1.3 图像后处理和数据统计学分析

1.3.1 图像后处理：将采集的IVIM-DWI原始图像导入MITK-Diffusion 2014.03.00软件，根据常规图像确定病灶范围和正常白质，测量LA病灶区，LA病灶周围正常白质区和正常对照组脑白质感兴趣区的f、D、D*值。D和D*的单位($10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)，f单位为%。

1.3.2 数据统计学分析：采用SPSS 16.0统计软件包， $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。LA病灶区与LA病灶周围白质区的参数对比，采用配对样本t检验；LA病灶区和LA病灶周围白质区的参数，与正常对照组参数的对比，采用独立样本t检验。

2 结果

A组为脑白质疏松患者白质病灶区的测量数据，B组为脑白质疏松患者白质病灶区旁边的无明显异常信号区的测量数据。C值为正常对照组的脑白质测量数据。A组与B组的对比，采用SPSS16.0统计分析软件，配对样体的t检验，B组与C组对比，以及A组和C组对比，均采用两样本t检验； $\alpha=0.05$ 水准。D和D*的单位($10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)，f值的单位为%。

结果显示，LA患者白质病灶

区对比病灶周围白质，f值和D值增高， $P<0.05$ 具有统计学意义，D*值无明显差异。LA脑白质病灶区对比正常对照组白质，f值增高，但差异无明显统计学意义，D值增高和D*下降，差异具有统计学意义。脑白质疏松病灶周围白质与正常对照组白质对比，f值、D

值、D*值差异无统计学意义，见图1-9。

3 讨论

Le Bihan D^[3]等学者提出的体素内不相干运动理论将毛细血管网内和细胞内、细胞间的水分

表1 脑白质IVIM-DWI测量数据统计

	f	D	D*
A组	7.95 ± 3.14	1.02 ± 0.13	9.10 ± 3.10
B组	5.88 ± 2.60	0.75 ± 0.08	9.55 ± 5.75
C组	6.08 ± 2.41	0.71 ± 0.06	12.32 ± 4.26
A/B对比			
t	2.99	7.09	0.47
P	0.014	0.00	0.64
B/C对比			
t	0.21	1.25	1.47
P	0.83	0.22	0.15
A/C对比			
t	1.80	8.52	2.05
P	0.08	0.00	0.04

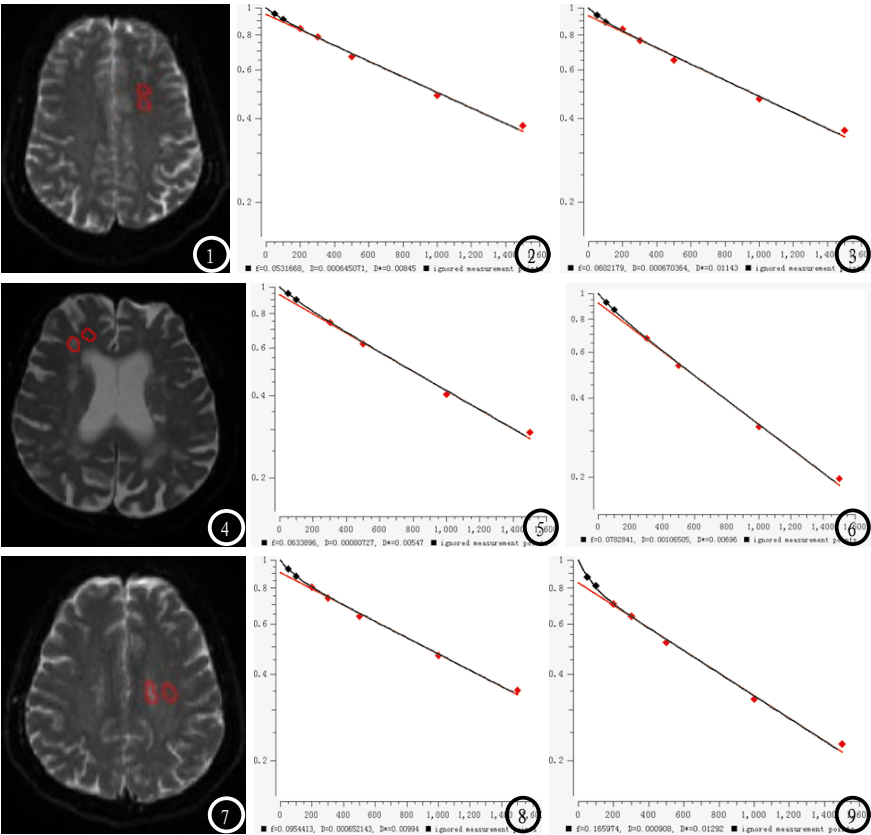


图1 56岁，女性，正常对照组，左侧半卵圆中心两个ROI，图1的f=5.31，D=0.64，D*=8.45；图2-3 f=6.02，D=0.67，D*=11.43。图4 63岁，男性，脑白质疏松患者，右侧脑室前角旁两个ROI，图5为LA病灶旁边的正常白质f=6.33，D=0.80，D*=5.47；图6为LA病灶f=7.82，D=1.06，D*=6.96。图7 60岁，女性，左侧半卵圆中心两个ROI。图8为LA病灶旁边的正常白质f=9.54，D=0.65，D*=9.94；图9为LA病灶f=16.59，D=0.91，D*=12.92。

子运动区分开来,可以提供三个参数,即反映微循环灌注的假性扩散系数 D^* ,反映细胞内外水分子布朗运动的真性扩散系数 D 和表示微循环灌注分数的 f 值,代表体素内流动着的毛细血管血的相对体积,反映毛细血管充盈度。

目前基于此理论的IVIM-DWI序列已经在临床中开始应用^[4-8],较多的应用于肝脏,乳腺,前列腺和神经系统等部位。徂金燕^[4]等在46例缺血性脑梗死患者的IVIM和三维动脉自旋标记成像的研究中发现,梗死区CBF(ASL)较对侧减低。梗死区ADC、 f 值、 D 值较对侧降低,差异有统计学意义,除 rD^* 外,梗死区 $rADC$ 、 rD 、 $r f$ 与 $rCBF$ 的相关性具有统计学意义,提示IVIM-DWI和3D-ASL在检出缺血性脑梗死患者的脑血流灌注改变方面具有一致性,可用于评价缺血性脑梗死后血流灌注改变。

磁共振功能成像已经应用于脑白质疏松的研究,包括弥散加权成像,弥散张量成像,灌注加权成像和磁敏感加权成像。这些功能成像方法着重于对LA发病机制及病理的探讨,以期尽早发现LA的颅脑改变,为临床治疗和预防提供帮助^[9-10]。本研究采用IVIM-DWI研究脑白质疏松的影像学改变,属于新的研究方法。

本次研究结果发现,脑白质疏松患者的白质病灶区的脑血流灌注分数 f 值,相对于病灶周围正常白质的 f 值增高,提示病灶区的微循环血容量增加,可能是由于病灶区缺氧,机体代偿作用,导致局部血管扩张,血容量增加所致。 D 值增高,反映了脑白质疏松

患者病变脑白质微结构的改变,与神经纤维数量减少,排列紧密程度下降;髓鞘的脱失;细胞外间隙增大等有关,导致组织内水分子运动加快。LA脑白质病灶区对比正常对照组白质, f 值增高,但差异无明显统计学意义,提示在评价脑白质疏松病灶区的血流灌注情况时,病灶区白质与病灶周围的正常白质对比更具有临床应用价值。LA脑白质病灶区与病灶周围正常白质,以及与正常对照组白质对比,其 D 值均增高,提示 D 值是一个较可靠的评价白质水分子扩散情况的测量值。LA患者白质病灶区对比病灶周围正常白质, D^* 值的差异无统计学意义;LA脑白质病灶区对比正常对照组白质,LA的病灶区 D^* 下降,差异具有统计学意义,脑白质疏松病灶周围正常白质与正常对照组白质对比, D^* 值差异无统计学意义,提示 D^* 值测量应用于脑白质的微循环灌注方面不稳定,也可能与样本量不大有关,需要进一步研究。脑白质疏松病灶周围正常白质与正常对照组白质对比, f 值、 D 值、 D^* 值差异无统计学意义,提示IVIM-DWI序列并不能比常规序列,比如T2FLAIR更早的发现病灶,但是却可以定量的评估病灶的结构和功能的变化。

参考文献

- [1] Hachinski VC, Potter P, Merskey H. Leuko-araiosis [J]. Arch Neurol, 1987. 44 (1): 21-23.
- [2] Fazekas F, Chawluk JB, Alavi A, et al. MR signal abnormalities at 1.5T in Alzheimer's dementia and normal aging [J]. AJR Am J

Roentgenol, 1987, 149 (2): 351-6.

- [3] Le Bihan D, Turner R, MacFall JR. Effects of intravoxel incoherent motions (IVIM) in steady-state free precession (SSFP) imaging: application to molecular diffusion imaging [J]. Magn Reson Med, 1989, 10 (3): 324-337.
- [4] 徂金燕, 所世腾, 周子恩, 等. 体素内不相干运动成像与三维动脉自旋标记成像评估缺血性脑梗死脑血流灌注的对比研究 [J]. 上海交通大学学报(医学版), 2015 (12): 1837-1841.
- [5] 吴琼, 付旷, 赵荟, 等. 体素内不相干运动扩散加权成像在肝脏疾病诊疗中的应用 [J]. 临床肝胆病杂志, 2015 (10): 1744-1747.
- [6] 李玉博, 高雪梅, 程敬亮, 等. 基于体素内不相干运动扩散加权成像在肝细胞癌术前分级中的应用分析 [J]. 临床放射学杂志, 2015 (3): 389-393.
- [7] 张杨贵, 陈珊红, 温志玲, 等. 体素内不相干运动MRI与DWI对前列腺癌的诊断 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14 (3): 78-80.
- [8] 董栋, 王新怡. 磁共振体素内不相干运动在轻度认知功能障碍诊断中的意义 [J]. 山东大学学报(医学版), 2014 (8): 68-71.
- [9] 赵琳琳, 孙夕林, 王凯, 等. 脑白质疏松症弥散张量成像的探讨 [J]. 现代生物医学进展, 2015, 15 (9): 1748-1751.
- [10] 王勇, 张晖, 耿左军, 等. 高场强磁共振扩散张量成像对单纯脑白质疏松症及多发性硬化的鉴别诊断价值 [J]. 医学综述, 2015 (17): 3203-3206.

(本文编辑: 汪兵)

【收稿日期】2017-08-19