

本文引用:牛慧慧,张刚,张岚,等.磁共振多模态技术评估大脑中动脉中重度狭窄后侧支循环的价值[J].新乡医学院学报,2020,37(9):873-876. DOI:10.7683/xyxyxb.2020.09.016.

【临床研究】

磁共振多模态技术评估大脑中动脉中重度狭窄后侧支循环的价值

牛慧慧,张刚,张岚,邢威

(河南中医药大学第一附属医院磁共振室,河南 郑州 450000)

摘要: **目的** 探讨磁共振多模态技术的液体翻转恢复序列血管高信号(FVH)、动脉穿行伪影(ATA)及脑血流量(CBF)值评估单侧大脑中动脉(MCA)中重度狭窄后侧支循环的临床价值。**方法** 选择2016年10月至2019年11月于河南中医药大学第一附属医院磁共振室行头颅磁共振检查的55例单侧MCA中重度狭窄的急性缺血性脑卒中(AIS)患者为研究对象,分析其磁共振图像,观察MCA狭窄情况,计数患侧FVH及ATA阳性发生率,分析FVH与ATA征象出现的一致性,并测量FVH与ATA征象一致患者的患侧脑组织低灌注区标记后延迟时间(PLD)为1.5 s时与2.5 s时的CBF值。**结果** 55例患者中,患侧脑组织FVH、ATA同时阳性者33例(60.0%),同时阴性者10例(18.2%),2种征象不一致者12例(21.8%),FVH与ATA征象具有较高的一致性($\chi^2 = 10.154, P > 0.05$)。FVH、ATA同时阳性患者患侧脑组织PLD 2.5 s时的CBF值显著高于PLD 1.5 s时($P < 0.05$)。FVH、ATA同时阴性患者患侧脑组织PLD 2.5 s时的CBF值与PLD 1.5 s时比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 综合应用磁共振多模态技术,通过测量脑组织CBF值的变化,并观察FVH、ATA征出现的情况,可以整体评估单侧MCA中重度狭窄AIS患者的脑血流灌注及侧支循环情况。

关键词: 磁共振多模态;大脑中动脉;侧支循环;液体翻转恢复序列血管高信号影;动脉穿行伪影;脑血流量

中图分类号: R445.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-7239(2020)09-0873-04

Value of multimodal magnetic resonance imaging in the evaluation of collateral circulation after moderate and severe middle cerebral artery stenosis

NIU Huihui, ZHANG Gang, ZHANG Lan, XING Wei

(Department of Magnetic Resonance, the First Affiliated Hospital of Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 450000, Henan Province, China)

Abstract: **Objective** To explore the clinical value of fluid attenuated inversion recovery vascular hyperintensity (FVH), arterial transmit artifact (ATA) and cerebral blood flow (CBF) detected by multimodal magnetic resonance imaging (MRI) technology in evaluating the collateral circulation after moderate and severe stenosis of unilateral middle cerebral artery (MCA). **Methods** Fifty-five patients with acute ischemic stroke (AIS) with moderate to severe stenosis of unilateral MCA who were underwent cranial MRI examination in the Department of Magnetic Resonance, the First Affiliated Hospital of Henan University of Traditional Chinese Medicine from October 2016 to November 2019 were selected as the study subjects, the MRI images of the patients were analyzed, and the stenosis of MCA was observed, the incidence of FVH and ATA on the affected side was counted, the consistency of FVH and ATA signs on the affected side was analyzed, and the CBF value at post labeling delay (PLD) 1.5 s and 2.5 s in the hypoperfusion area of the affected side in patients with consistent FVH and ATA signs was measured. **Results** Among the 55 patients, 33 patients (60.0%) were simultaneously positive for FVH and ATA in the affected brain tissue, 10 patients (18.2%) were simultaneously negative, and 12 patients (21.8%) were inconsistent with the two signs. FVH and ATA signs had a high consistency ($\chi^2 = 10.154, P > 0.05$). The CBF value of PLD 2.5 s was significantly higher than that of PLD 1.5 s in the affected brain tissue of patients with simultaneously positive FVH and ATA ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in the CBF value between PLD 2.5 s and PLD 1.5 s in the affected brain tissue of patients with simultaneously negative FVH and ATA ($P > 0.05$). **Conclusion** Comprehensive use of multimodal MRI technology to measure the changes of CBF value of cerebral tissue and observe the occurrence of FVH and ATA sign, can be an overall assessment of cerebral blood perfusion and collateral circulation in patients with AIS with moderate to severe

DOI: 10.7683/xyxyxb.2020.09.016

收稿日期: 2020-03-06

基金项目: 河南省中医药科学研究专项课题(编号: 2018ZY2079)。

作者简介: 牛慧慧(1982-), 女, 河南新郑人, 硕士, 主治医师, 研究方向: 磁共振多模态神经灌注成像。

通信作者: 邢威(1979-), 男, 河南太康人, 硕士, 主管技师, 研究方向: 磁共振多模态神经灌注成像; E-mail: 13598870571@163.com。

unilateral MCA stenosis.

Key words: multimodal magnetic resonance imaging; middle cerebral artery; collateral circulation; fluid attenuated inversion recovery vascular hyperintensities; arterial transit artifact; cerebral blood flow

急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)是最常见的脑卒中类型,颅内动脉粥样硬化性狭窄所导致的血流动力学障碍是其发生的重要因素,而脑侧支循环的形成是脑血管狭窄和阻塞的重要代偿机制。研究表明,磁共振三维动脉自旋标记(three-dimension arterial spin labeling, 3D-ASL)成像伪彩图上出现的动脉穿行伪影(arterial transmit artifact, ATA)与液体翻转恢复序列(fluid attenuated inversion recovery, FLAIR)中出现的FLAIR血管高信号(FLAIR vascular hyperintensity, FVH)均与侧支循环有着较好的一致性^[1-3]。3D-ASL技术可以客观测量脑血流量(cerebral blood flow, CBF),并直观评估侧支循环状况。本研究通过回顾性分析55例单侧大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)中重度狭窄的AIS患者的颅脑磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)资料,观察FVH、ATA征出现情况,并分析患侧脑组织CBF值的变化,探讨磁共振多模态技术评估侧支循环代偿情况的临床价值,旨在为指导临床治疗及评估患者预后提供影像学支持。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2016年10月至2019年11月于河南中医药大学第一附属医院磁共振室行头颅磁共振检查的55例AIS患者为研究对象,其中男43例,女12例;年龄33~87(60.09±13.40)岁。纳入标准:(1)临床诊断为AIS,发病24h以内;(2)头颅磁共振血管成像(magnetic resonance angiography, MRA)证实单侧MCA中重度狭窄或闭塞(最窄处管径狭窄程度≥50%);(3)影像学表现符合单侧MCA供血区缺血(MRI平扫示脑梗死以及3D-ASL异常灌注区位于MCA供血区);(4)无磁共振检查禁忌证,能耐受检查者;(5)无外伤、手术、脑肿瘤、感染、代谢性脑病及其他神经系统疾病等病史。排除标准:(1)双侧多支脑血管狭窄患者;(2)近6个月内曾有脑出血以及既往有脑中风病史且遗留有严重症状,影响疗效评价者;(3)由脑外伤、脑肿瘤、脑寄生虫病、代谢障碍、血液病、风湿性心脏病、冠状动脉粥样硬化性心脏病及其他心脏病合并房颤引起的卒中者;(4)合并有心、肝、肾、造血系统和内分泌系统等严重原发性疾病、精神病患者;(5)正在参加其他临床试验或近4周内使用过已知对主要脏器有损害药

物者;(6)依从性差者;(7)MRI图像质量较差,影响正确评估者。

1.2 检查方法 采用荷兰飞利浦公司Ingenia 3.0T超导型磁共振仪及32通道颅神经线圈进行检查。患者均行头颅MRA成像、横轴位T1WI、横轴位T2WI、横轴位T2 FLAIR、弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)、3D-ASL成像。主要序列扫描参数如下:MRA采用三维时间飞跃法血管成像技术,重复时间(time of repetition, TR)22 ms,回波时间(time of echo, TE)3.5 ms;横轴位T2 FLAIR:TR 7 000 ms, TE 120 ms,翻转时间(inversion time, TI)2 250 ms,信号平均次数(number of signal averaged, NSA)2;DWI:TR 2 504 ms, TE 98 ms, NSA 1,弥散敏感系数b值为1 000 s·mm⁻²;3D-ASL:TR 4 000 ms, TE 16 ms,层数16层,层厚5 mm,间距1 mm,视野24 cm×24 cm,矩阵88×88,像素2.75×2.75, NSA 1,标记后延迟时间(post labeling delay, PLD)取1.5、2.5 s。

1.3 图像与数据处理 记录患者的MRA、T2 FLAIR、DWI、3D-ASL影像表现,将原始数据传至ADW4.3工作站,采用Func-tool软件处理全脑CBF图。由2位影像诊断副主任医师采用双盲法观察并分析所有影像。评价结果差异较大时,由1位高年资副主任医师进行评价决定最后评价结果。在T2 FLAIR序列上观察FVH征象(出现1处即为阳性),在ASL-CBF伪彩图上观察ATA征象(PLD 2.5 s以内出现为阳性),并测量患侧脑组织低灌注区的CBF值。

1.4 观察指标 (1)比较AIS患者患侧脑组织FVH与ATA征象出现的一致性;(2)AIS患者患侧脑组织FVH与ATA征象出现一致性的情况下,不同PLD时患侧脑组织的CBF值。

1.5 统计学处理 应用SPSS 21.0软件进行统计学分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用t检验;计数资料以例数和百分数表示,采用 χ^2 检验;P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 AIS患者患侧脑组织FVH、ATA征象一致性比较 结果见表1。55例AIS患者中,患侧脑组织FVH、ATA同时阳性者33例(60.0%),同时阴性者10例(18.2%),有12例(21.8%)患者2种征象不

一致, FVH 与 ATA 征象具有较高的一致性 ($\chi^2 = 10.154, P > 0.05$)。

表1 AIS患者患侧脑组织FVH与ATA征象的一致性比较

Tab.1 Comparison of the consistency of FVH and ATA in the cerebral tissue of AIS patients

	ATA		χ^2	P
	阳性/例(%)	阴性/例(%)		
FVH 阳性/例(%)	33(60.0)	7(12.7)	10.154	0.774
FVH 阴性/例(%)	5(9.1)	10(18.2)		

2.2 FVH与ATA征象一致的AIS患者不同PLD

时患侧CBF比较 结果见表2。FVH、ATA同时阳性患者患侧脑组织PLD为2.5s时的CBF值显著高于PLD1.5s时,差异有统计学意义($P < 0.05$)。FVH、ATA同时阴性患者患侧脑组织PLD为2.5s时的CBF值与PLD为1.5s时比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表2 FVH与ATA征象一致的AIS患者不同PLD患侧的CBF比较

Tab.2 Comparison of CBF in the affected side of AIS patients with consistent FVH and ATA signs at different PLD

组别	n	CBF/(mL·100g ⁻¹ ·min ⁻¹)		t	P
		PLD 1.5 s	PLD 2.5 s		
FVH、ATA同时阳性组	33	223.93 ± 115.24	293.61 ± 142.53	5.018	<0.05
FVH、ATA同时阴性组	10	243.95 ± 117.89	239.61 ± 118.73	1.205	>0.05

3 讨论

良好的侧支循环与AIS患者的临床神经功能缺失程度、梗死区最终面积及临床溶栓治疗后发生再灌注情况密切相关^[4]。目前评估侧支循环的金标准是数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA),但因其为有创操作,需要使用对比剂,价格昂贵,且受射线影响,因此不宜作为常规检查。磁共振3D-ASL技术通过改变PLD而对不同延迟状态的血流进行区分成像,可定量评估CBF值,是脑梗死血流动力学和侧支循环评估的潜在替代方法^[5]。多项研究认为,ATA是由于梗死区域动脉血流速度减慢或血液经过冗长的侧支血管到达该区域,被标记的血液中的水分子停留在血管内而显示的高灌注征象,ATA的出现与供血血管再通及侧支循环形成均有关^[6-7]。DE HAVENON等^[8]对ASL图像上ATA现象进行评分发现,其与较好的临床预后相关,提示ATA可作为急性脑卒中患者预后的一项参考指标。T2 FLAIR序列上的FVH征是沿外侧裂或脑沟分布的点线状高信号。动脉血管闭塞时,FVH与缓慢血流有关,是侧支循环形成的标志。因此,ATA与FVH均可以间接反映侧支循环状况^[3]。

MRA成像无创,能观察脑动脉狭窄及闭塞情况。因此,本研究以单侧MCA中重度狭窄的AIS患者为研究对象,评估MCA中重度狭窄后CBF值变化,并观察FVH征与ATA征出现的情况,探讨磁共振多模态技术评估侧支循环代偿情况的临床应用价值,以提高缺血性脑血管病的诊断准确率。

本组55例患者中,FVH和ATA同时阳性者有33例(60.0%),同时阴性者有10例(18.2%),FVH与ATA征出现具有较高的一致性,这与既往报道^[9]相符,即缺氧会刺激局部形成侧支循环,使局部脑组织灌注代偿性增高。另有12例(21.8%)患者的2种征象不匹配,其中7例(12.7%)FVH阳性患者未观测到ATA,分析其可能的原因如下:(1)在血管发生狭窄的24h内,FVH与ATA出现的阳性率均较高,但FVH多于ATA^[10-11];(2)FVH多见于额、颞叶脑沟内,观察范围较大,且在T2 FLAIR序列中有脑沟内脑脊液低信号的衬托,FVH可以更清晰地显示出来。另有5例(9.1%)ATA阳性患者未观测到FVH,分析其可能的原因如下:(1)缺血半暗带的边缘可能存在少量高灌注信号,这与ATA难以鉴别;(2)3D-ASL图像的分辨率有限,容易导致正常脑白质的正常血流灌注与细微的异常灌注相混淆,从而导致结果观察有误。

颅脑MRA可直观显示出AIS患者狭窄的血管,当一侧供血血管狭窄时往往会通过侧支循环代偿来满足血供,代偿的程度取决于个体的储备能力。ASL图像上出现大面积低灌注的同时,可以或多或少地见到ATA征象[PLD 1.5s和(或)2.5s可见],提示患侧侧支循环代偿储备良好^[8],这类患者临床溶栓的时间窗可以适当延长,溶栓疗效好,且临床预后较好^[12]。不同PLD的CBF值可作为衡量个体脑灌注储备的量化指标,其对于患者预后和转归的判断有重要指导意义。本研究结果显示,FVH与ATA同时阳性患者患侧MCA供血区的脑组织在PLD 2.5s时的CBF值显著高于PLD 1.5s时,间接提示该区域有侧支循环形成,PLD 2.5s时的CBF值代表了最终灌注结果,此类患者血流储备较好,这与张广凤等^[4]的研究结果一致。因此,3D-ASL灌注成像时应选择不同的PLD,以真实地反映患者的侧支代偿水平。另外,FVH与ATA同时阴性患者患侧MCA供血区脑组织在PLD 2.5s时的CBF值与PLD 1.5s时比较差异无统计学意义,提示无明显侧支循环形成,此部分患者可能存在治疗后再出血的风险。总之,本研究结果提示:(1)在MCA中重度狭窄的患者中,FVH与ATA的出现有较好的一致

性;(2)3D-ASL可以定量评估CBF值,ATA能真实反映血流灌注状态,为准确判断患者近期预后及评估临床短期疗效提供一定的影像学依据。

综上所述,对于单侧MCA中重度狭窄的AIS患者,通过观察FVH、ATA征出现的情况,并分析患侧脑组织CBF值的变化,可以综合评估患者的脑血流灌注及侧支循环情况,具有重要的临床应用价值。磁共振多模态成像方法相互结合,互相补充,大大提高了缺血性脑血管病的诊断准确率,为指导临床治疗提供了更可靠的参考依据,具有较好的应用前景。但本研究尚存在以下不足:(1)样本量较少,可能导致统计结果出现一定偏倚,需要进一步扩大样本量;(2)本研究判断侧支循环及血管狭窄均缺乏DSA来验证,不可避免地存在假阳性及假阴性病例;(3)本组病例中FVH及ATA征象不一致患者例数较少,无法对其CBF值进行比较分析;(4)缺乏对于FVH及ATA的动态随访;(5)ASL尚不能分辨ATA的具体血供来源。以上问题有待扩大样本量进一步研究。

参考文献:

[1] 王莹莹,刘波,李晓满,等. ASL评价急性期脑梗死患者侧支循环的临床应用价值[J]. 中风与神经疾病杂志,2018,35(10):904-907.

[2] LI C C,HAO X Z,TIAN J Q,et al. Predictors of short-term outcome in patients with acute middle cerebral artery occlusion:unsuitability of fluid-attenuated inversion recovery vascular hyperintensity scores[J]. *Neural Regen Res*,2018,13(1):69-76.

[3] 常佩佩,苗炎魏,蒋玉涵,等. 单侧大脑中动脉狭窄患者FLAIR血管高信号与三维动脉自旋标记动脉内穿行伪影的一致性及其影响因素[J]. 中国医学影像技术,2019,35(10):1456-

1460.

[4] 张广凤,隋雪峰,孟鑫,等. 3D-ASL对急性脑梗死溶栓后再灌注情况的判定[J]. 影像研究与医学应用,2019,3(9):135-136.

[5] 胡建斌,戴真焱,陈飞,等. 磁共振三维动脉自旋标记成像不同标记延迟时间的比较及可重复性研究[J]. 医学影像学杂志,2017,27(3):402-406.

[6] SOGABE S,SATOMI J,TADA Y,et al. Intra-arterial high signals on arterial spin labeling perfusion images predict the occluded internal carotid artery segment[J]. *Neuroradiology*,2017,59(6):587-595.

[7] WU E Z,LIU X,DORNBOS D,et al. Comparison of 3D multi-inversion time arterial spin labeling and digital subtraction angiography in the evaluation of cerebral collateral circulation[J]. *CNS Neurosci Ther*,2016,22(12):1009-1011.

[8] DE HAVENON A,HAYNOR D R,TIRSCHWELL D L,et al. Association of collateral blood vessels detected by arterial spin labeling magnetic resonance imaging with neurological outcome after ischemic stroke[J]. *JAMA Neurol*,2017,74(4):453-458.

[9] 张俊芳,张雨蕾,尹肖睿,等. 脑侧支循环在缺血性卒中的研究进展[J]. 中国卒中杂志,2018,13(6):636-641.

[10] KAMRAN S,BATES V,BAKSHI R,et al. Significance of hyperintense vessels on FLAIR MRI in acute stroke[J]. *Neurology*,2000,55(2):265-269.

[11] CHALELA J A,ALSOP D C,GONZALEZ-ATAVALES J B,et al. Magnetic resonance perfusion imaging in acute ischemic stroke using continuous arterial spin labeling[J]. *Stroke*,2000,31(3):680-687.

[12] LOU X,YU S,SCALZO F,et al. Multi-delay ASL can identify leptomeningeal collateral perfusion in endovascular therapy of ischemic stroke[J]. *Oncotarget*,2017,8(2):2437-2443.

(本文编辑:李胜利)

(上接第 872 页)

[5] 方峰. 儿童严重感染相关性肝病[J]. 中华实用儿科临床杂志,2017,32(10):721-723.

[6] 吴鹏俐,钟坪杉,阳德飞,等. 肝缺血再灌注损伤分子机制的研究进展[J]. 局解手术学杂志,2017,26(6):461-464.

[7] WEERINK M A,STRUYS M M,HANNIVOORT L N,et al. Clinical pharmacokinetics and pharmacodynamics of dexmedetomidine[J]. *Clin Pharmacokinet*,2017,56(8):893-913.

[8] CEKIC B,GEZE T,OZKAN G,et al. The effect of dexmedetomidine on oxidative stress during pneumoperitoneum[J]. *Biomed Res Int*,2014,2014:760323.

[9] 卓九五,刘存明,殷国平. 右美托咪定对肝炎肝硬化患者围术期应激反应和免疫功能的影响[J]. 临床麻醉学杂志,2016,32(7):645-649.

[10] 李晓燕,解雅英. 右美托咪定对器官功能的影响及机制[J]. 河北医药,2016,38(4):601-603.

[11] BAUM L G,COBB B A. The direct and indirect effects of glycans

on immune function[J]. *Glycobiology*,2017,27(7):619-624.

[12] 赵振海,王华. 右美托咪定在临床围术期的器官保护作用研究进展[J]. 医学综述,2018,24(1):90-94.

[13] 刘燕飞,丛丽,时飞,等. 右美托咪定对肺叶切除术患者围术期血液单核细胞TLR2和TLR4表达的影响[J]. 中华麻醉学杂志,2015,35(9):1044-1046.

[14] FAYED N A,SAYED E I,SALEH S M,et al. Effect of dexmedetomidine on hepatic ischemia-reperfusion injury in the setting of adult living donor liver transplantation[J]. *Clin Transplant*,2016,30(4):470-482.

[15] 王新启,贺轶博,钱致远,等. 硝苯地平诱发儿童肝损伤的分子机制[J]. 中华实用儿科临床杂志,2018,33(6):465-469.

[16] 郭友祥,丁青松,李勇,等. 右美托咪定预处理对大鼠肝缺血再灌注损伤的影响[J]. 中华实验诊断与治疗杂志,2017,31(11):1051-1054.

(本文编辑:徐自超)