

论 著

3D-ASL对急性脑梗死侧支循环建立的评估价值初探*

1.重庆市第七人民医院医学影像科

(重庆 400054)

2.重庆理工大学药学与生物工程学院

(重庆 400054)

3.遵义医科大学附属医院影像科

(贵州 遵义 563000)

艾 莉^{1,2} 彭亚飞¹ 鲁 宏¹
刘 衡³ 朱 渝^{1,*}

【摘要】目的 探讨动脉自旋标记灌注成像(ASL)MRI中标记后延迟(PLD)时间(1525ms、2525ms)对急性脑梗死侧支循环代偿建立的评估价值。方法 收集我院临床及影像证实的38例急性脑梗死患者,于临床发病72h内行多模态MRI检查(T₁WI、T₂WI、T₂FLAIR、DWI、MRA)及ASL检查,根据PLD时间(1525ms、2525ms)ASL伪彩图梗死区有无出现异常灌注信号,将患者分为高灌注组(A组)、低灌注组(B组)和无明显异常灌注组(C组);结合MRA表现,将患者分为有侧支循环组和无侧支循环组;对比分析ASL及MRA结果。结果 急性脑梗死患者梗死区高灌注且相应区域有侧支循环者18例(47%),梗死区低灌注且相应区域无侧支循环者17例(45%),梗死区未见明显异常灌注且相应区域无侧支循环者3例(8%)。结论 PLD时间(1525ms、2525ms)3D-ASL对评估急性脑梗死有无侧支循环的建立具有临床指导价值,可为临床治疗方案的选择提供有价值的影像学依据。

【关键词】动脉自旋标记;脑梗死;侧支循环;磁共振成像

【中图分类号】R816.1; R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】重庆市自然科学基金面上项目(cstc2019jcyj-msxmX0353)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.12.004

The Value of 3D-ASL in Evaluating Collateral Circulation in Acute Cerebral Infarction*

Ai Li^{1,2}, PENG Ya-fei¹, LU Hong¹, LIU Heng³, ZHU Yu^{1,*}.

1.Department of Medical Imaging, the Seventh People's Hospital of Chongqing, Chongqing 400054, China

2.College of Pharmacy and Bioengineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China

3.Department of Medical Imaging, the Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi 563000, Guizhou Province, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the value of post-marker delay (PLD) time (1525 ms, 2525 ms) in 3D arterial spin labeling (3D-ASL) MRI in the establishment of collateral circulation compensation in acute cerebral infarction. **Methods** Collect 38 patients with acute cerebral infarction confirmed by clinical and imaging in our hospital. All patients underwent multimodal MRI (T₁WI, T₂WI, T₂FLAIR, DWI and MRA) and double-paramete ASL examination within 72 hours of clinical onset. The PLD time was 1525ms and 2525ms. On the basis of the time of PLD (1525ms, 2525ms) ASL pseudo color map infarction area with or without abnormal perfusion signals, divided the patients into high perfusion group (A), low perfusion group (B) and no obvious abnormal perfusion group (C); Based on MRA manifestations, patients were divided into two groups: the group with collateral circulation and the group without collateral circulation. Comparative analysis of ASL and MRA results. **Results** In patients with acute cerebral infarction, 18 cases (47%) had high perfusion with collateral circulation in the infarction area, 17 cases (45%) had low perfusion with no collateral circulation in the infarction area, and 3 cases (8%) had no obvious abnormal perfusion with collateral circulation in the infarction area. **Conclusion** PLD time (1525ms, 2525ms) 3D-ASL has clinical guiding value for the evaluation of the establishment of collateral circulation in acute cerebral infarction, it can provide valuable imaging basis for the selection of clinical treatment.

Keywords: Arterial Spin Labeling; Cerebral Infarction; Collateral Circulation; Magnetic Resonance Imaging

脑梗死又名缺血性脑卒中,是指脑组织由于缺血、缺氧导致局部缺血性坏死或软化^[1]。它是一种高发病率、高致残率、高死亡率的脑血管疾病,准确、快速评估梗死后有无侧支循环及出现时间有助于临床治疗方案的选择。DSA虽然是评价各级侧支循环的“金标准”^[2],但因其具有有创性、高费用、需注射对比剂等优点,其在临床中的应用受到一定程度的限制。三维动脉自旋标记(three-dimension arterial spin labeling, 3D-ASL)是利用血液中水分子作为内源性、可自由扩散示踪剂进行颅脑灌注成像的MRI技术^[3],与多模态CT相比,它的主要优点是无创性和无电离辐射,更符合自然生理状态等优点,在临床上的应用日趋广泛。本文旨在通过观察脑梗死患者梗死区PLD时间(1525ms、2525ms)的灌注情况,对比同期MRA结果,探讨PLD时间(1525ms、2525ms)ASL对脑梗死侧支循环代偿建立及脑血流灌注情况的评估价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2017年至2019年我院临床和影像学诊断的38例急性脑梗死患者,其中男20例,女18例,年龄38~80岁,中位年龄64岁,所有患者均行多模态MRI检查(T₁WI、T₂WI、T₂FLAIR、DWI、MRA及ASL),其中ASL、PLD时间采用1525ms、2525ms。

1.2 检查时间 临床发病至接受MRI扫描检查时间为72h内。

纳入标准:所有病例均依据全国第4届脑血管病学术会议制定的脑梗死诊断标

【第一作者】艾 莉,女,主治医师,主要研究方向:神经系统影像诊断、脑水肿的分子影像。E-mail: aili_doctor@163.com

【通讯作者】朱 渝,男,副主任医师,主要研究方向:神经系统诊断。E-mail: 458056781@qq.com

准而筛选^[4]；成像均在相同的1.5T系统；患者在规定扫描条件下图像清晰，病灶显示佳；患者为单侧脑梗死，对侧无梗死灶。MRI检查前未行溶栓治疗。本研究经医院伦理委员会批准，并取得患者或家属的知情同意并签署知情同意书。排除标准：既往有脑梗死病史(不包括无明显后遗症者)。合并有脑外伤、脑肿瘤、脑炎等其他脑血管病。

1.3 方法 GE MR 360 1.5T磁共振检查仪，头颈联合线圈。常规检查序列及成像参数：横断面和矢状面T₁-FLAIR(TR 1750ms, TE 24ms, TI 720ms)；横断面T₂WI(TR 5254ms, TE 114ms)；横断面T₂-FLAIR(TR 8400ms, TE 145ms, TI 2100ms)。层厚5mm，层间距2mm，FOV 24cm×24cm，矩阵288×192。MR脑灌注成像：ASL 1525ms(TR 4777ms, TE 11.3ms, 分辨率512×512)，采集时间4min37s；ASL 2525ms(TR 5472ms, TE 11.3ms, 分辨率512×512)，采集时间5min18s。将MRI图像传输至GE工作站进行图像后处理，分别获得ASL (TI=1525ms、2525ms)伪彩图，并由2位有10年以上诊断经验的医师进行评估，若存在异议，经商议达成一致。

脑血流灌注的评估及分组标准：选取DWI序列梗死灶的最大层面，再在与之对应的ASL伪彩图相应区域根据脑血流灌注情况选择ROI，分别测量每个ROI和镜像区的脑血流量(cerebral blood flow, CBF)值各3次，并计算相对脑血流量(relative cerebral blood flow, rCBF)，即rCBF=患侧平均CBF/健侧平均CBF。最后以rCBF值为据，分为高灌注组(>1.1)、正常灌注组(0.9~1.1)和低灌注组(<0.9)^[5]。

ASL评判侧支循环的标准：根据ASL伪彩图中梗死核心区周围出现的信号不同评价有无侧支循环建立，当梗死核心区周围出现高灌注信号时，判断为有侧支循环建立；当梗死核心区周围未出现高灌注信号时，判断为无侧支循环建立。

1.4 统计学分析 采用SPSS 21.0软件包进行数据处理，符合正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，计数资料采用百分率(%)表示。参照MRA检查结果，计算ASL的符合率及假阴性率。采用t检验比较时， $P < 0.05$ 表示有统计学差异。两个独立样本比较使用 χ^2 检验，不符合使用 χ^2 检验条件的，则用Fisher检验。

2 结果

收集的所有急性脑梗死患者，在1525ms组和2525ms组间，其患侧脑组织CBF值有统计学意义($P = 0.034 < 0.05$)，但健侧脑组织的CBF值无统计学意义($P = 0.069 > 0.05$)，见表1。急性脑梗死患者梗死区ASL (TI=2525ms)高灌注并相应区域有侧支循环者18例(47%)，梗死区ASL TI=2525ms低灌注并相应区域无侧支循环者17例(45%)，梗死区ASL TI=2525ms未见明显异常灌注但相应区域无侧支循环者3例(8%)，见图1~3。与MRA比较，符合率达92.1%(35/38)，假阴性率15%(3/20)，MRA与ASL两种检查方法判断有无侧支循环建立无统计学意义($P = 0.729 > 0.05$)，见表2~3。

3 讨论

1992年Detre等^[6]提出ASL灌注成像这一概念，经过二十多年的迅速发展与不断改进，ASL已广泛应用于临床，它具有

表1 急性脑梗死患者ASL(TI=1525ms、2525ms)患侧及健侧脑血流量值

PLD	例数	患侧CBF[mL/(100g·min)]	健侧CBF[mL/(100g·min)]
1525ms	38	25.45±2.13	45.68±3.34
2525ms	38	44.13±2.46	52.57±2.98

表2 急性脑梗死患者MRA检查结果与ASL(TI=2525ms)检查结果(例)

组别	ASL(TI=2525ms)结果			合计
	A组(rCBF>1.1)	B组(0.9<rCBF<1.1)	C组(rCBF<0.9)	
有侧支循环组	18	0	0	18
无侧支循环组	0	3	17	20
合计	18	3	17	38

表3 MRA与ASL两种检查方法诊断有无侧支循环(例)

方法	有侧支循环	无侧支循环
MRA	18	20
ASL	18	17

快速、无创、稳定、范围广、高保真度、操作方便及可重复检查等特点，尤其是3D-ASL具有更高的信噪比和更均匀可靠的灌注对比，对组织血流灌注异常亦更加敏感^[7]，因此倍受医学影像学和神经科学工作者的青睐。脑侧支循环是指在各种原因导致脑内血管狭窄甚至闭塞的情况下，通过现有或新生血管形成的旁路吻合支，经此血管系统的代偿性灌注，脑组织的缺血可获得不同程度的改善^[8]。脑侧支循环依据血流代偿途径的不同分为一级侧支循环(经Willis环的血流代偿)、二级侧支循环(经眼动脉、软脑膜吻合支及其他相对较小的吻合支之间的血流代偿)、三级侧支循环(短时间内形成的新生血管)^[9]。侧支循环的建立与脑梗死患者的预后及临床治疗方案的选择密切相关。良好的侧支循环可以降低梗死后出血转化率，改善再灌注，缩小梗死面积，利于患者预后^[10]。有研究表明，对于拥有较好侧支循环代偿储备的患者，可延长临床治疗时间窗，并且其溶栓效果及长期临床预后均较佳^[11]。因此，及时、快捷、准确、有效地评估有无侧支循环的建立及脑血流灌注情况尤为重要。ASL作为评估侧支循环的一种方法，它既能高质量地显示Willis环，还可较好地评估一、二级侧支循环，在临床应用中具有重要价值^[12-13]。在本研究ASL (TI=2525ms)高灌注组中，18例患者ASL伪彩图上表现为梗死区片状低灌注内或周围散在点条状或小片状高灌注区，提示侧支循环的建立；17例患者ASL伪彩图上表现为梗死区低灌注区内及其周边无高灌注出现，提示无侧支循环建立；这均与MRA结果一致。3例急性脑梗死患者ASL (TI=2525ms)显示无明显异常灌注组，推测可能是该区域周围脑组织内血液储备良好，使梗死区血流得以代偿。通过对ASL与MRA结果的对比分析，认为ASL (TI=2525ms)在很大程度上反映了脑梗死区灌注的结果，即有无侧支循环的存在，可作为评估脑梗死有无侧支循环建立的一种方法。Chng等^[14]的研究亦表示，ASL (TI=2525ms)高灌注提示脑组织梗死区存在侧支循环。因此，ASL在缺血半暗带治疗风险的评估中有较好的参考价值^[15]。

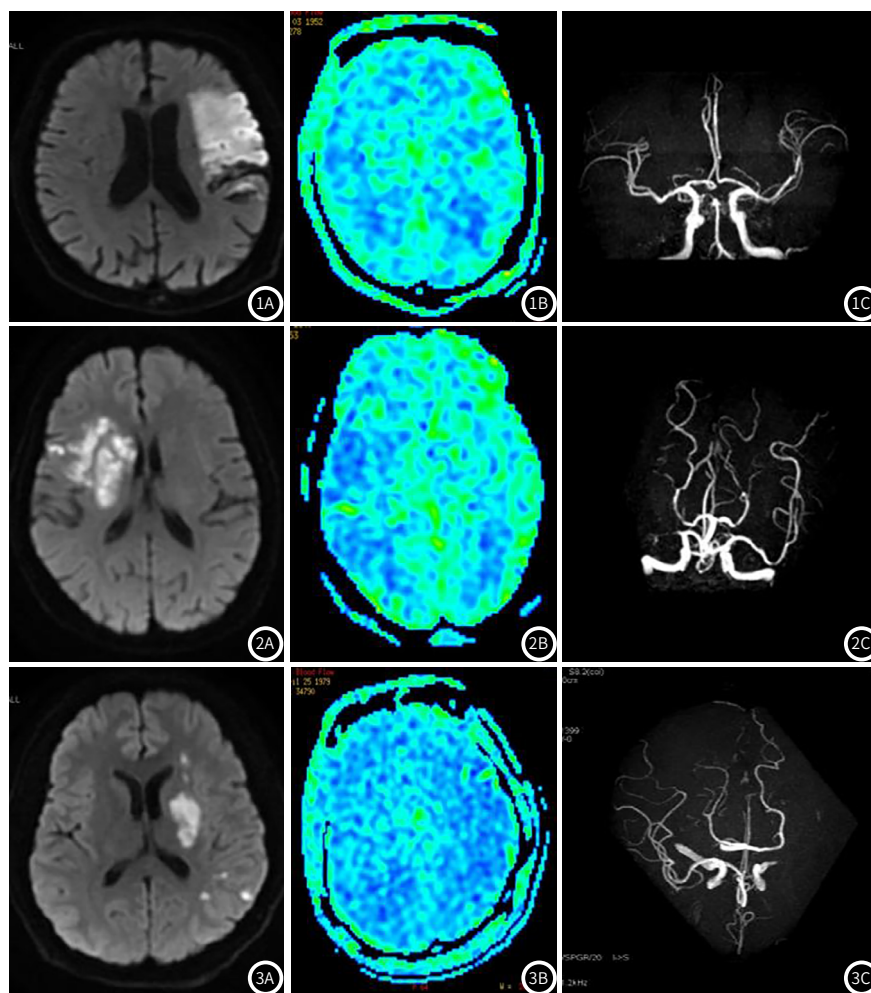


图1 男, 72岁, 左侧额颞叶急性脑梗死。图1A: 左侧额颞叶大片状急性梗死灶; 图1B: ASL (TI=2525ms) 示梗死区点条状稍高灌注; 图1C: MRA示梗死区有侧支循环形成。**图2** 女, 69岁, 右侧基底节区急性脑梗死。图2A: 右侧基底节区片状急性梗死灶; 图2B: ASL (TI=2525ms) 示梗死后低灌注; 图2C: MRA示梗死区及周围无侧支循环形成。**图3** 男, 38岁, 左侧基底节区急性脑梗死。图3A: 左侧基底节区片状急性梗死灶; 图3B: ASL (TI=2525ms) 示梗死后稍低灌注, $rCBF=0.91$; 图3C: MRA示梗死区及周围无侧支循环形成。

《动脉自旋标记脑灌注MRI技术规范应用专家共识》^[16]指出, ASL之所以可作为侧支循环建立与否的评估手段, 是因为其对动脉通过时间(ATT)高度敏感, 但PLD时间的选择关系到对脑血流量和灌注的判断结果, 进而建议若采用单PLD时间ASL采集, 选择ASL (TI=2025ms)。有研究结果显示, PLD(1525ms)和PLD(2525ms)对年龄小于65岁的脑梗死患者的梗死区的评价具有较好的一致性^[17]。周建国等^[18]研究发现, 延长PLD时间, 梗死区侧支循环的检出率更高。于秀英等^[19]认为, 不同参数ASL结合MRA对评估单侧大脑中动脉闭塞后有无侧支循环代偿具有非常重要的临床意义。由于PLD(1525ms)主要反映的是前向血流, 因此, 本研究着重观察反映侧支循环建立与否的PLD(2525ms)图像。同时, 本研究收集的均为临床发病72h内的患者, 在较短的时间内, 主要为一级和二级侧支循环的建立, 三级侧支循环很难建立。因而在后续收集病例时可适当延长时间或在一定时间内复查, 以期观察侧支循环建立的高峰时间, 有助于患者复查时间的选择及临床制定更加合理、有效的治疗方案。

综上所述, 尽早评估有无侧支循环建立对脑梗死患者的治疗、预后具有非常重要的临床意义。双参数ASL能较好地显示

脑血流代偿情况并对其进行定量, 而PLD时间(2525ms)ASL还对急性脑梗死侧支循环代偿建立及时间的评估有一定的临床参考价值, 可为临床选择治疗方案提供有力且客观的影像学依据。

参考文献

- [1] 刘少欣. 脑梗塞患者CT与MRI诊断价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(1): 40-41.
- [2] 黄家星, 林文华, 刘丽萍, 等. 缺血性卒中侧支循环评估与干预中国专家共识[J]. 中国卒中杂志, 2013, 8(4): 285-293.
- [3] 赵斌. 磁共振灌注成像临床应用及进展[J]. 磁共振成像, 2014, 5(S1): 46-50.
- [4] 饶明俐. 中国脑血管病防治指南[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 19-21.
- [4] 饶明俐. 中国脑血管病防治指南[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 19-21.
- [5] 周建国, 孟云, 马先军. ASL联合SWI对急性脑梗死侧支代偿建立状态的评估价值[J]. 中风与神经疾病杂志, 2016, 33(10): 886-889.
- [6] Detre J A, Leigh J S, Williams D S, et al. Perfusion imaging[J]. Magn Reson Med, 1992, 23(1): 37-45.

(下转第 38 页)

- [7] Ferré J C, Bannier E, Raoult H, et al. Arterial spin labeling (ASL) perfusion: Techniques and clinical use[J]. Diagn Interv Imaging, 2013, 94(12): 1211-1223.
- [8] 彭斌, 崔丽英. 重视对脑侧支循环的深入研究[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(1): 4-6.
- [9] 程艳伟, 张菲菲, 于敏敏, 等. 脑侧支循环与急性脑梗死[J]. 医学综述, 2017, 23(12): 2409-2413.
- [10] Sheth S A, Sanossian N, Hao Q, Starkman S, et al. Collateral flow as causative of good outcomes in endovascular stroke therapy[J]. J Neurointerv Surg, 2016, 8(1): 2-7.
- [11] Ribo M, Flores A, Rubiera M, et al. Extending the time window for endovascular procedures according to collateral pial circulation[J]. Stroke, 2011, 42(12): 3465-3469.
- [12] 楚宝, 张继杰, 董立朋, 等. 脑血管侧支循环评价的研究进展[J]. 中国全科医学, 2020, 23(5): 516-524.
- [13] 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.
- [14] Chng S M, Petersen E T, Zimine I, et al. Territorial arterial spin labeling in the assessment of collateral circulation: Comparison with digital subtraction angiography[J]. Stroke, 2008, 39(12): 3248-3254.
- [15] Lu H, Hu H, He Z, et al. Therapeutic imaging window of cerebral infarction revealed by multisequence magnetic resonance imaging: An animal and clinical study[J]. Neural Regen Res[J]. 2012, 5, 7(31): 2446-2455.
- [16] 中华医学会放射学分会质量管理与安全管理学组, 中华医学会放射学分会磁共振学组. 动脉自旋标记脑灌注MRI技术规范应用专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2016, 50(11): 817-824.
- [17] 马强, 王琨华, 刘娜. 3D ASL技术不同PLD时间选择对脑梗死患者血流测量的影像[J]. 航空航天医学杂志, 2018, 29(3): 260-262.
- [18] 周建国, 符大勇, 马先军, 等. ASL对大脑中动脉M1段闭塞后侧支循环建立显示的临床应用[J]. 实用放射学杂志, 2018, 34(8): 1164-1166.
- [19] 于秀英, 隋汝德, 何勇, 等. 双参数3D ASL联合MRA对单侧大脑中动脉闭塞后侧支循环代偿评估中的应用价值研究[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(21): 31-32.