

论 著

功能磁共振3D-ASL和DWI模式对缺血性脑卒中患者颅内血流动力学及梗死情况的应用价值

张亚运¹ 李 珍^{2,*} 苗重昌¹

1.连云港市第一人民医院影像科

(江苏 连云港 222000)

2.连云港市中医院影像科

(江苏 连云港 222001)

【摘要】目的 探究功能磁共振三维伪连续动脉自旋标记(3D-ASL)和磁共振弥散加权成像(DWI)模式对缺血性脑卒中患者颅内血流动力学及梗死情况的应用价值。方法 选取2018年4月至2019年9月我院影像科诊治的80例疑似缺血性脑卒中患者进行研究。同期健康体检者32例作为对照组。均进行数字减影血管造影检查、3D-ASL及DWI检查,评估3D-ASL联合DWI模式诊断价值。结果 DWI模式诊断缺血性脑卒中总准确率为86.25%,其结果与数字减影血管造影检查 Kappa 值为0.678, $P<0.001$ 。3D-ASL诊断缺血性脑卒中总准确率为90.00%,其结果与数字减影血管造影检查Kappa 值为0.763, $P<0.001$ 。两种模式联合诊断缺血性脑卒中总准确率为91.25%,其结果与数字减影血管造影检查Kappa值为0.789, $P<0.001$;两者联合诊断缺血性脑卒中与病理检查一致性优于单纯的DWI模式和3D-ASL模式。58例DWI模式呈高信号的3D-ASL患者,存在灌注异常。33例诊断为右侧缺血性脑卒中,右侧CBF绝对值低于左侧,且两侧均低于对照组,差异显著($P<0.05$);25例诊断为左侧缺血性脑卒中,右侧CBF绝对值高于左侧,且两侧均低于对照组,差异显著($P<0.05$)。结论 功能磁共振ASL和DWI模式对缺血性脑卒中患者诊断准确率较高,且ASL模式可有效观察对缺血性脑卒中患者颅内梗死病灶血流动力学情况,结合DWI模式可有效观察颅内缺血梗死灌注情况。

【关键词】磁共振ASL; 磁共振DWI; 缺血性脑卒中; 颅内; 血流动力学; 梗死

【中图分类号】R445.2; R651.1

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.06.011

Application Value of Functional Magnetic Resonance Imaging 3D-ASL and DWI Modes in Intracranial Hemodynamics and Infarction in Patients with Ischemic Stroke

ZHANG Ya-yun¹, LI Zhen^{2,*}, MIAO Chong-chang¹.

1.Department of Imaging, the First People's Hospital of Lianyungang, Lianyungang 222000, Jiangsu Province, China

2.Department of Imaging, Lianyungang Traditional Chinese Medicine Hospital, Lianyungang 222001, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application value of three-dimensional pseudo-continuous arterial spin labeling (3D-ASL) and magnetic resonance imaging diffusion weighted imaging (DWI) modes in patients with ischemic stroke. **Methods** A total of 80 patients with suspected ischemic stroke diagnosed and treated in the imaging department of our hospital from April 2018 to September 2019 were enrolled, and 32 healthy individuals were used as the control group. Digital subtraction angiography, 3D-ASL, and DWI were performed in all cases, and the diagnostic value of 3D-ASL combined with DWI was evaluated. **Results** The total accuracy of DWI diagnosis of ischemic stroke was 86.25%, and the Kappa value of the results and digital subtraction angiography was 0.678, $P<0.001$. The total accuracy of 3D-ASL in the diagnosis of ischemic stroke was 90.00%, and the Kappa value of the results and digital subtraction angiography was 0.763, $P<0.001$. The total accuracy of the two modes in the diagnosis of ischemic stroke was 91.5%, and the Kappa value of the results and the digital subtraction angiography examination was 0.789, $P<0.001$. The agreement of the two modes in the diagnosis of ischemic stroke and pathological examination was better than that of DWI and 3D-ASL alone. Fifty-eight patients with 3D-ASL in high signal for DWI pattern had abnormal perfusion, of which 33 cases were diagnosed with right ischemic stroke, the absolute value of CBF on the right lower than that on the left, and both sides lower than the control group ($P<0.05$); And of which 25 cases were diagnosed with left ischemic stroke, the absolute value of CBF on the right higher than that on the left, and both sides lower than the control group ($P<0.05$). **Conclusions** Functional MRI ASL and DWI modes have higher diagnostic accuracy in patients with ischemic stroke, where ASL mode can effectively present the hemodynamics of intracranial infarction lesions and can effectively present Intracranial ischemic infarction perfusion with DWI mode.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging ASL; Magnetic Resonance Imaging DWI; Ischemic Stroke; Intracranial; Hemodynamics; Infarction

脑卒中又称中风,是临床上常见急性脑血管疾病,因其具有较高发病率及死亡率,对患者健康及生活质量带来严重影响^[1]。临床将脑卒中分为出血性和缺血性,其中患缺血性脑卒中占大部分^[2]。该病由脑血管管壁狭窄或闭塞造成脑组织缺血缺氧性坏死,临床表现与责任病灶部位相关神经功能受到损伤有关^[3]。随着发病率逐年增加,对缺血性脑卒中诊断显得尤为重要。目前临床诊断主要采用数字减影血管造影、磁共振等方式,数字减影血管造影因其高准确率受到临床广泛认同^[4]。磁共振作为神经系统病变优先选择方式,具有多序列、高软组织分辨率、耗时短等优势,可利用不同序列识别不同阶段的脑血栓,其中三维伪连续动脉自旋标记(3D-arterial spin labeling, 3D-ASL)和弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)具有无创、无外源性对比剂等特点^[5]。将3D-ASL和DWI模式联合应用于缺血性脑卒中理论上能够优势互补,但联创研究较少。因此,本研究就我院影像科诊治的80例疑似缺血性脑卒中患者临床资料进行分析,探讨其对缺血性脑卒中患者颅内血流动力学及梗死情况分析。

1 资料与方法

【第一作者】张亚运,男,初级技师,主要研究方向:医学影像学。E-mail: zhangyy199009@163.com

【通讯作者】李 珍,女,住院医师,主要研究方向:医学影像学。E-mail: 1325328878@qq.com

1.1 一般资料 选取2018年4月至2019年9月我院影像科诊治的80例疑似缺血性脑卒中患者进行研究。80例疑似缺血性脑卒中患者, 男性53例, 女性27例, 年龄61~82岁, 平均年龄(66.43 ± 3.72)岁, 总胆固醇(4.34 ± 1.16)mmol/L, 高密度脂蛋白(1.09 ± 0.30)mmol/L, 低密度脂蛋白(2.59 ± 0.88)mmol/L, 病程0.4~14d, 平均病程(8.02 ± 3.27)d。同期体检健康者32例作为对照组, 男21例, 女11例, 年龄62~82岁, 平均年龄(65.42 ± 3.76)岁。上述两组性别、年龄比较无显著差异($P>0.05$), 本研究提交我院医学伦理委员会审核并通过。

纳入标准: 患者因无明显诱因的肢体行动障碍、头晕、呕吐等就诊; 患者年龄 >60 岁; 患者及家属知情并签署知情同意书。排除标准: 合并恶性肿瘤; 自身存在免疫性疾病; 血液性疾病; 心、肝、肾等重要脏器严重障碍; 有颅脑病史及手术史。

1.2 方法 MRI检查: 采用GE1.5T MR扫描仪进行扫描, 采用8通道头部相控线圈, 扫描序列为 T_1WI 、 T_2WI 、DWI; 利用自旋回波成像序列行 T_1WI 扫描, 范围: 颅顶覆盖到颅底; 参数: TR 500ms, TE 8ms; 快速自旋回波序列 T_2WI , 参数: TR 4500ms, TE 102ms; DWI扫描参数: TR 6000ms, TE 73.5ms; 层厚5mm, 层间距1mm, 矩阵 256×256 , 扩散敏感系数 b 值 $0s/mm^2$ 、 $1000s/mm^2$, 采取单次激发方式, 扫面时间24s。3D-ASL扫描, 范围: 颅顶覆盖到颅底; 参数: TR 4632ms, TE 10.5ms, 层厚3mm, 层间距0mm, 采取3次激发方式, 延迟1525ms。两种模式圆圈相同, 镜像与感兴趣区对称放置, 检测该区域脑血流量(cerebral blood flow, CBF)绝对值。

MRI诊断标准: 病灶在 T_1WI 呈均匀等信号、等低混合信号; T_2WI 上呈均匀略高信号、等高混合信号。以数字减影血管造影检查作为“金标准”。由放射科多年医学影像学诊断经验的临床医师在不知情情况下进行评价, 在意见不统一情况下商量确立最终结果, DWI与3D-ASL联合诊断时, 其中一项检查结果为阳性时即判断为阳性。

1.3 观察指标 记录DWI与3D-ASL及联合诊断结果, 记录DWI与3D-ASL及联合诊断灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、准确率及Kappa值。观察DWI模式下提示高信号患者两侧绝对值, 记录DWI与3D-ASL图像特点。

1.4 统计学方法 SPSS 20.0进行统计分析。计量资料以($\bar{x} \pm s$)的形式表示, 组间比较采用 t 检验; 计数资料以“%”表示, 组间比较采用 χ^2 检验, 记 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 3D-ASL模式与数字减影血管造影结果比较 数字减影血管造影诊断缺血性脑卒中58例, 3D-ASL模式检出52例与其结果一致, 6例误判为无缺血性脑卒中; 数字减影血管造影诊断无缺血性脑卒中22例, 3D-ASL模式检出20例, 2例误判为缺血性脑卒中, 见表1。

2.2 DWI模式与数字减影血管造影结果比较 数字减影血管造影诊断缺血性脑卒中58例, DWI模式检出50例与其结果一致, 8例误判为无缺血性脑卒中; 数字减影血管造影诊断无缺

缺血性脑卒中22例, DWI模式检出无19例, 3例误判为缺血性脑卒中, 见表2。

表1 3D-ASL模式与数字减影血管造影结果比较(例)

3D-ASL模式	数字减影血管造影结果		合计
	有	无	
有	52	2	54
无	6	20	26
合计	58	22	80

表2 DWI模式与数字减影血管造影结果比较(例)

DWI模式	数字减影血管造影结果		合计
	有	无	
有	50	3	53
无	8	19	27
合计	58	22	80

2.3 3D-ASL联合DWI模式与数字减影血管造影结果结果比较 数字减影血管造影结果诊断缺血性脑卒中58例, 3D-ASL联合DWI模式检出53例与其结果一致, 5例误判为无缺血性脑卒中; 数字减影血管造影结果诊断无缺血性脑卒中22例, 联合模式检出20例, 2例误判为缺血性脑卒中, 见表3。

表3 3D-ASL联合DWI模式与数字减影血管造影结果比较(例)

3D-ASL联合DWI模式	数字减影血管造影结果		合计
	有	无	
有	53	2	55
无	5	20	25
合计	58	22	80

2.4 3D-ASL、DWI模式及联合诊断价值比较 3D-ASL联合DWI模式诊断缺血性脑卒中准确率(91.25%)高于单纯的DWI模式(86.25%)和3D-ASL模式(90.00%)诊断, 3D-ASL联合DWI模式诊断结果与脑CT检查结果一致性(Kappa=0.789, $P<0.001$)优于单纯的DWI模式(Kappa=0.678, $P<0.001$)和3D-ASL模式(Kappa=0.763, $P<0.001$)诊断, 见表4。

表4 3D-ASL、DWI模式及联合诊断价值比较(%)

诊断方法	灵敏度	特异度	阳性预测值	阴性预测值	准确率	Kappa
DWI模式	86.21	86.36	94.34	70.37	86.25	0.678
3D-ASL模式	89.66	90.91	96.30	76.92	90.00	0.763
两种联合	91.38	90.91	96.36	80.00	91.25	0.789

2.5 DWI模式下提示高信号患者两侧CBF绝对值比较 58例DWI模式呈高信号的患者, 存在灌注异常。33例诊断为右侧缺血性脑卒中, 右侧CBF绝对值低于左侧, 且两侧均低于对照组, 差异显著($P<0.05$); 25例诊断为左侧缺血性脑卒中, 右侧CBF绝对值高于左侧, 且两侧均低于对照组, 差异显著($P<0.05$); 对照组3D-ASL检测两侧CBF绝对值无显著差异($P>0.05$), 见表5, 见图1。

表5 DWI模式下提示高信号患者两侧CBF绝对值比较

	右侧高信号(n=33)	左侧高信号(n=25)	对照组(n=32)
左侧CBF绝对值	32.76±2.54	18.54±2.09	49.21±2.43*
右侧CBF绝对值	15.43±2.36	40.87±2.21	50.43±2.54*
t	28.713	36.705	1.963
P	<0.001	<0.001	0.054

注：*表示与对照组比较，P<0.05。

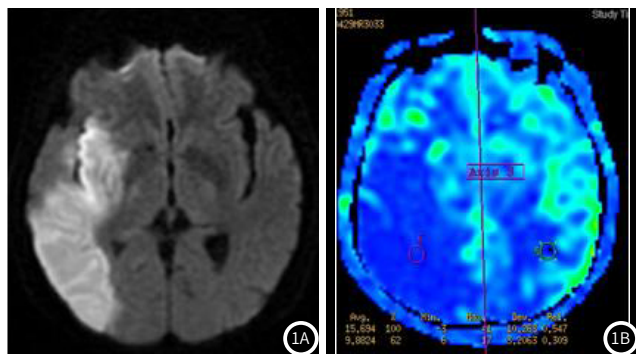


图1 MRI图像，注：男性，76岁，左侧肢体行动障碍4h入院，图1A：表示DWI图像，右侧颞叶DWI为高信号，弥散受限；图1B：表示ASL图像，ASL右侧颞叶灌注减低。

3 讨论

既往研究表明，缺血性脑卒中患者治疗时间较紧急，对其及时诊断具有重要意义，有利于提高生存质量^[6]。缺血性脑卒中的发生与局部脑血流显像变化联系紧密，脑血流显像预示脑部血流动力学变化，进而也反映了患者脑功能状态，为临床提供脑梗死范围^[7]。灌注是指血流向组织转运，通过观察该运动过程能够得到血流灌注成像图像^[8]。近年来，随着磁共振技术不断更新，灌注成像图像分辨率得到较大提升，促进临床诊断治疗缺血性脑卒中疾病，DWI和3D-ASL模式逐渐受到临床广泛关注^[9-10]。

DWI模式能够通过活体得到水分子成像和弥散测量，其机制为利用水分子运动完成。在脑部出现缺血梗死，抑制水分子弥散运动，进一步抑制了细胞内水分子弥散运动^[11]。既往研究证实，组织内水分子弥散敏感性与b值呈正相关，b值低表示缺血性脑卒中中主要呈环形、结界状高信号影，但对微小病灶无法准确检出^[12]。b值高代表DWI图像上显影更明显，缺血梗死部分呈高信号，有助于观察缺血梗死病灶；因此b值降低更倾向于加权像，反之倾向于扩散像^[13]。本研究将b值控制在0和1000s/mm²之间，保障了图像信号衰减程度，使信噪比降低，可清晰观察灌注影像，提高缺血梗死病灶检出率。有研究表明，少数缺血性脑梗死DWI扫描呈阴性，后循环缺血一致性的神经功能缺损DWI扫描阴性高于前循环缺血患者。结果表明，DWI模式诊断缺血性脑卒中总准确率为86.25%，其结果与脑部CT检查 Kappa 值为0.678。说明DWI模式诊断缺血性脑卒中准确率较高。3D-ASL模式是通过利用血液中水质子，测量静态质子和流动质子差异性，进而达到检测颅内缺血后血流灌

注特征的目的^[14]。该模式下可完整观察缺血后再灌注时间和血流灌注进程，同时对栓塞疗效可有效评估，观察患者颅内缺血及梗死后灌注情况^[15]。由于该模式扫描时间短，避免注入比剂帮助显影，因此短期内可重复扫描，属于无创检查方式，还为临床医生提供完整血流灌注的动态图像，利用连续磁化标记，快速成像，有利于评估脑血流量^[16-17]。3D-ASL技术避免了传统回波平面成像中磁敏感伪影，其高信噪比，使灌注成像清晰度明显提高^[18]。本研究结果表明，3D-ASL诊断缺血性脑卒中总准确率为90.00%，其结果与数字减影血管造影检查Kappa值为0.763。提示3D-ASL诊断缺血性脑卒中准确率较高，且与脑部CT一致性较好。因此本研究将DWI和3D-ASL联合进行诊断发现诊断缺血性脑卒中总准确率明显高于单纯的DWI模式和3D-ASL模式，且与数字减影血管造影检查一致性更好。有研究表明，通过对20例急性脑梗死患者起病10h内行MRI平扫、DWI和3D-ASL检查，发现患者均呈脑组织低灌注区，但3D-ASL检查低灌注区域大于DWI检查，提示3D-ASL对溶栓后低灌注与高灌注情况敏感性较高^[6,19]。本研究结果表明，58例DWI模式呈高信号的3D-ASL患者，存在灌注异常；33例诊断为右侧缺血性脑卒中，右侧CBF绝对值低于左侧，且两侧均低于对照组；25例诊断为左侧缺血性脑卒中，右侧CBF绝对值高于左侧，且两侧均低于对照组。说明脑组织CBF绝对值或皮层区CBF绝对值减少，则可能发生脑组织缺血，而3D-ASL检查可全程观察脑部组织灌注状态，测量CBF绝对值，进一步促进临床观察缺血梗死病灶周围组织。

综上所述，功能磁共振ASL和DWI模式对缺血性脑卒中患者诊断准确率较高，且ASL模式可有效观察对缺血性脑卒中患者颅内梗死病灶血流动力学情况，结合DWI模式可有效观察颅内缺血梗死灌注情况。

参考文献

- [1] 李瑞,崔惠勤,罗雪. 3D-ASL、MRA及DWI技术在诊断急性脑梗死缺血半暗带中的应用[J]. 广西医科大学学报, 2019, 11(5): 1211.
- [2] Lu G F, Zhang D P, Qi J X, et al. Changes and significance of the posterior circulation blood flow and wall shear stress in patients with vertebral artery hypoplasia[J]. Chinese Journal of Cerebrovascular Diseases, 2019, 16(3): 133-139.
- [3] 罗传斌, 罗虹宇. DWI联合动脉自旋标记技术对急性期脑缺血的诊断价值临床研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17(7): 19-21.
- [4] Gorbachev V I, Lokhov A V, Gorbacheva S M, et al. An effect of cerebral hemodynamics in patients with cerebrovascular disorders on the in-hospital transportation[J]. Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova, 2017, 117(3. Vyp. 2): 35-40.
- [5] 耿文, 姜亮, 陈慧铄, 等. DWI/FLAIR失匹配预测急性缺血性脑卒中发作时间的应用价值[J]. 临床放射学杂志, 2019, 11(5): 773-777.
- [6] Wang G, Yu L, Zhou X M, et al. Evaluation of cerebral hemodynamics by computed tomography perfusion imaging before and after cranioplasty in patients with brain injury[J]. Brain Inj, 2017, 31(12): 1656-1659.
- [7] 王凯, 荣良群, 魏秀娥, 等. 急性缺血性脑卒中患者DWI阴性的影响因素及其预后研究[J]. 中华神经医学杂志, 2019, 18(8): 790-796.

- [8] Li X, Wang Y, Wang Z, et al. Comparison of magnetic resonance spectroscopy (MRS) with arterial spin labeling (ASL) in the differentiation between mitochondrial encephalomyopathy, lactic Acidosis, plus stroke-like episodes (MELAS) and acute ischemic stroke (AIS) [J]. *J Clin Neurosci*, 2018, 55: 65-70.
- [9] 周振江, 周建国, 孟云, 等. 磁敏感加权血管成像与动脉自旋标记成像在急性脑梗死责任血管及血栓显示中的应用价值[J]. *磁共振成像*, 2017, 8 (12): 887-890.
- [10] Li R, Xiao H F, Lyu J H, et al. Differential diagnosis of mitochondrial encephalopathy with lactic acidosis and stroke-like episodes (MELAS) and ischemic stroke using 3D pseudocontinuous arterial spin labeling[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2017, 45 (1): 199-206.
- [11] 张玮, 田秀丽, 殷建. 急性缺血性脑卒中患者颅内血管狭窄诊断中经颅多普勒超声的应用及其准确性研究[J]. *血栓与止血学*, 2019, 11 (3): 121-123.
- [12] Isozaki M, Kataoka H, Fukushima K, et al. Silent ischemic lesion laterality in asymptomatic internal carotid artery stenosis relates to reduced cerebral vasoreactivity[J]. *Surg Neurol Int*, 2017, 8 (1): 6.
- [13] 刘鲁, 范晓黎, 朱晓玲, 等. 磁共振扩散加权成像高b值在诊断缺血性急性脑卒中患者中的应用[J]. *河北医药*, 2019, 14 (13): 173-175.
- [14] Evju Ø, Pozo J M, Frangi A F, et al. Robustness of common hemodynamic indicators with respect to numerical resolution in 38 middle cerebral artery aneurysms[J]. *PLoS One*, 2017, 12 (6): e0177566.
- [15] 于海霞, 葛丽红, 牛广明. SWI、3D-ASL在急性缺血性脑卒中诊疗中的研究进展[J]. *内蒙古医科大学学报*, 2019, 11 (2): 199-202.
- [16] Lee S, Byun J S, Jung M S, et al. Usefulness of multiphase computed tomography angiography in a patient with transient ischemic attack in the hyperacute phase: A case report[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96 (52): e9502.
- [17] 周振江, 周建国, 孟云, 等. 磁敏感加权血管成像与动脉自旋标记成像在急性脑梗死责任血管及血栓显示中的应用价值[J]. *磁共振成像*, 2017, 8 (12): 887-890.
- [18] Storti S F, Boscolo Galazzo I, Montemezzi S, et al. Dual-echo ASL contributes to decrypting the link between functional connectivity and cerebral blood flow[J]. *Hum Brain Mapp*, 2017, 38 (12): 5831-5844.
- [19] 刘慧勤, 梅文丽, 王聪, 等. 磁敏感血管征对急性前循环缺血性脑卒中患者预后的预测价值[J]. *中华神经医学杂志*, 2017, 16 (12): 1218-1224.

(收稿日期: 2020-03-25)