

# 磁共振 DWI 联合 3D-ASL 灌注成像技术对缺血性脑卒中的 诊断价值

苏斯迪<sup>1</sup> 成官迅<sup>2\*</sup> 通讯作者

1 汕头大学医学院 广东 汕头 515000  
2 北京大学深圳医院影像科 广东 深圳 518000

**摘要:**目的:探讨磁共振 DWI 联合三维动脉自旋标记灌注成像(3D-ASL)技术在缺血性脑卒中诊断中的应用价值,为临床早期评估、治疗决策及缺血半暗带(Ischemic Penumbra, IP)识别提供依据。方法:回顾性分析 2022 年 1 月至 2023 年 8 月于北京中医药大学深圳医院(龙岗)就诊的 130 例疑似脑梗死患者,所有患者均在发病 48 小时内接受 DWI 与 3D-ASL 检查。以临床最终确诊为金标准,比较 DWI 与 DWI 联合 3D-ASL 的诊断效能。结果:130 例中经确诊为脑梗死 98 例。DWI 联合 3D-ASL 的诊断灵敏度(95.9%)、特异度(93.8%)、准确率(95.4%)均显著高于单独 DWI(灵敏度 86.7%、特异度 75.0%、准确率 83.8%),差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。结论:DWI 联合 3D-ASL 技术在缺血性脑卒中早期诊断中具有更高的灵敏度和特异度,能准确识别梗死灶及缺血半暗带,为制定个体化再灌注治疗方案和评估预后提供可靠依据,具有重要临床应用价值。

**关键词:**缺血性脑卒中;磁共振弥散加权成像(DWI);三维动脉自旋标记(3D-ASL);缺血半暗带;灌注成像技术

脑卒中高危人群筛查和干预项目统计,2012 年我国 40 岁及以上人群的卒中人口标化患病率为 1.89%,2019 年为 2.58%,且现患、曾患人数达 1704 万<sup>[1]</sup>。脑卒中因其高发病率、致残率和死亡率,给家庭及社会带来了沉重的经济负担,而其中缺血性脑卒中在所有脑卒中病例中占比较大,根据《中国脑卒中防治报告(2023)》指出缺血性脑卒中占我国新发卒中的 69.6%~72.8%。缺血性脑卒中是由于脑动脉狭窄或堵塞,导致大脑局部缺血、缺氧,引发神经功能障碍的常见疾病。表现为肢体麻木、言语不清、偏瘫甚至昏迷,复发风险高。加强高危人群筛查与早期干预,实施有效防治措施,有助于减轻社会负担,提升全民健康水平。

近年来,脑卒中发病率上升,早期诊断尤为关键。常规 CT、MRI 在超急性期易漏诊。DWI 与 3D-ASL 因无创、无需造影,已广泛用于缺血性脑卒中的早期识别<sup>[2]</sup>。弥散加权成像(DWI)是检测细胞毒性水肿的金标准,对急性脑梗死高度敏感;三维动脉自旋标记(3D-ASL)可评估脑血流灌注,帮助判断是否存在缺血半暗带,为治疗决策提供依据。本研究筛选 130 例疑似脑梗死患者为研究对象,具体分析如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取北京中医药大学深圳医院(龙岗)疑似脑梗

患者 130 例,发病 48h 内行 DWI 及 3D-ASL 检查,男 79 例,女 51 例。纳入标准:①首次发病,症状如头晕、无力、言语不清等;②年龄 40~75 岁;③ 48h 内行 MRI;④无脑部其他疾病;⑤无精神病史。排除标准:①金属植入或幽闭恐惧;②图像质量差;③ CT 示出血、肿瘤、畸形;

### 1.2 方法

本研究采用 3.0T 联影 UMR780 磁共振对患者进行检查,采用 24 通道头部相控线圈,使患者保持仰卧位,头先进,并将患者放置在头部线圈中,头部两侧可根据患者舒适和耐受度适当给予海绵垫进行固定。扫描范围:颅顶到颅底。扫描参数如下:① DWI 扫描:重复时间 2894ms,回波时间 97.1ms;层厚 5mm,矩阵 230,扩散敏感系数 b 值  $0s/mm^2$ 、 $1000s/mm^2$ ,采取单次激发方式,扫描时间 1min30s ② 3D-ASL 扫描:标记后延迟时间(post label delays, PLD)1.5~2.5s,重复时间(repetition time, TR)为 5000ms、回波时间(echo time, TE)13.84ms、层厚 4.0mm、层间距 0mm、激励次数(number of excitation, NEX)为 4,扫描时间 4min35s。

MRI 诊断评估:扫描完成后,两位具有丰富经验的影像科医师,采用双盲法,分别评价 DWI 及 3D-ASL 对脑梗病灶的检出率。如出现不同的诊断结果,则二者需

再次共同复审图像，并进行讨论得出最终的结论，确保结果的准确性、可靠性。

图像分析：原始扫描数据由联影后处理系统自动生成 ASL-CBF 图像。DWI 图像上呈高信号且 ADC 图像上呈低信号区域定义为梗死区；ASL 图像中低灌注区域为异常灌注区。通过软件手动描绘并比较两者区域范围，以辅助评估缺血半暗带的存在。

1.3 观察指标

1.3.1 诊断效能。以脑梗死临床指南为“金标准”，分析比较 DWI 以及二者联合在脑梗死患者中的灵敏度、特异度、诊断准确率。

1.3.2 诊断价值。将 DWI 图像高信号区与 ASL 图像异常灌注区结合分析，ASL 低灌注区面积大于 DWI 高信号区面积，提示存在 IP，有助于更好评估脑组织血流灌注情况，为临床进一步诊疗提供依据。

1.4 统计学方法

采用 SPSS26.0 统计软件进行数据处理。计数资料以百分率 (%) 表示，行卡方检验，计量资料均经正态性检验，以均值 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，行 t 检验， $P < 0.05$  有统计学意义。

2 结果

2.1 DWI 检查、DWI 及 3D-ASL 联合检查对缺血性脑卒中诊断效能比较

本研究以临床最终诊断为“金标准”，分析 130 例疑似脑梗死患者。

结果显示，DWI 与 DWI 联合 3D-ASL 在诊断缺血性脑卒中方面的灵敏度、特异度和准确率差异有统计学意义。见表 1。

结果显示，DWI 检查的灵敏度为 86.7%，特异度为 75.0%，准确率为 83.8%；而 DWI 联合 3D-ASL 检查的灵敏度为 95.9%，特异度为 93.8%，准确率为 95.4%。联合检查在三项指标上均显著优于单独 DWI 检查 ( $P < 0.05$ )，提示其在诊断缺血性脑卒中方面具有更高的准确性和稳定性。详见表 2。

2.2 DWI 与 3D-ASL 灌注成像技术图像脑梗死面积比较

98 例缺血性脑卒中患者中，DWI 弥散受限 85 例，面积 ( $783 \pm 276$ )  $\text{mm}^2$ ；3D-ASL 低灌注 94 例，面积 ( $1655 \pm 583$ )  $\text{mm}^2$ 。ASL > DWI 者 58 例，存在半暗带；ASL ≤ DWI 者 27 例，无明显半暗带。判断 IP 有助于及时制定再灌注方案，改善预后。



注：图 1 DWI 图 图 2 ADC 图 图 3 3D-ASL 序列

表1 两种检查方式对脑梗死的诊断结果 单位：例

检查方法	检查结果	临床综合诊断结果		合计n=130
		阳 (98)	阴 (32)	
DWI	阳	85	8	93
	阴	13	24	37
DWI联合3D-ASL	阳	94	2	96
	阴	4	30	34

表2 DWI检查及DWI和3D-ASL二者联合检查结果比较

组别	灵敏度	特异度	准确率
DWI	85/98 (86.7%)	24/32 (75.0%)	109/130 (83.8%)
DWI联合3D-ASL	94/98 (95.9%)	30/32 (93.8%)	124/130 (95.4%)
X <sup>2</sup>	5.02	4.71	8.91
p	0.025	0.03	0.003

### 3 讨论

脑卒中诊断依赖 CT、DSA 和 MRI。CT 平扫可快速排除脑出血，是首选手段，但对早期脑梗死敏感性差<sup>[3]</sup>。灌注 CT 可评估缺血半暗带，指导治疗，但受对比剂限制。DSA 是血管病变“金标准”，但费用高、辐射大，难以常规使用<sup>[4]</sup>。MRI 无辐射，对慢性缺血敏感，但对超急性期脑梗死不够敏感。

磁共振弥散加权成像（DWI）能敏感反映水分子的布朗运动，特别擅长识别细胞毒性水肿。在脑缺血早期，细胞尚未坏死，仅出现细胞外液增多，常规 T1WI、T2WI 及 CT 难以察觉，而 DWI 可在几分钟内发现病灶，精确判断脑梗死的大小、位置和发生时间，尤其对小灶更具优势，灵敏度远超传统 MRI<sup>[5]</sup>。DWI 上显示的高信号区域包含了中心区及缺血半暗带，前者提示坏死的脑组织无法恢复，后者是指围绕核心梗死区周围因血流灌注不足但尚未完全坏死的脑组织，通过有效的溶栓治疗有可恢复的可能<sup>[6]</sup>，否则会恶化成为梗死灶而加重脑

损害，因此缺血半暗带成为了治疗缺血性脑梗死的重要靶点<sup>[7]</sup>。袁光峰等<sup>[8]</sup>学者认为 DWI 在脑结核合并缺血性卒中中检出率高，但早期卒中常出现假阴性，尤其在小灶、后循环或大病变中。早期 DWI 阴性不能排除卒中，成像技术仍需优化以提高敏感性和图像质量。

ASL 是一种无创、无需造影剂的磁共振灌注成像技术，通过标记动脉血水分子，评估脑组织血流灌注情况。其在缺血性卒中中优势明显：安全可重复、对早期小灶梗死敏感、可评估缺血半暗带，指导治疗时机。研究显示，ASL 在急性脑梗死血流评估中与 DSC-PWI 一致，敏感性优于 DWI。DWI 联合 3D-ASL 检查较单独 DWI 更能提高诊断准确率、灵敏度和特异度，可有效识别可逆脑组织，提升临床诊断与治疗价值。

因此，我们可以得出结论：DWI 与 3D-ASL 联合用于缺血性脑血管病诊断，具较高准确性，能有效识别缺血半暗带，为临床治疗提供可靠依据，有助于提升疗效，具有广泛推广价值。

### 参考文献：

[1] 王陇德, 彭斌, 张鸿祺, 等.《中国脑卒中防治报告 2020》概要 [J]. 中国脑血管病杂志, 2022, 19(02): 136-144.

[2] 耿文, 姜亮, 陈慧铀, 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.

[3] 林春金. 颅脑 CT 血管成像检查对急性缺血性脑卒中患者诊断及预后判断的临床价值分析 [J]. 中国现代药物应用, 2024, 18(22): 86-89. DOI: 10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2024.22.023.

[4] 陈忠悦, 孙原, 李弘, 等. CT 灌注成像参数对急性前循环大血管闭塞血管内治疗患者预后的预测价值 [J]. 临床放射学杂志, 2024, 43(12): 2166-2170. DOI: 10.134

37/j.cnki.jcr.2024.12.027.

[5] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性卒中诊治指南 2023 [J]. 中华神经科杂志, 2024, 57(6): 523-559. DOI: 10.3760/cma.j.cn113694-20240410-00221

[6] 李金芳, 马静. 影像学技术对缺血性脑卒中的诊断现状 [J]. 兵团医学, 2019(4): 53-56.

[7] YANG S, LIU R. Four Decades of Ischemic Penumbra and Its Implication for Ischemic Stroke [J]. Transl Stroke Res, 2021, 12(6): 937-945. DOI: 10.1007/s12975-021-00916-2.

[8] 袁光峰, 方伟军, 任婉莹, 等. 磁共振 DWI 在中枢神经系统结核合并缺血性脑卒中的诊断效能 [J]. 医学理论与实践, 2023, 36(16): 2701-2703, 2707.