

论 著

探讨磁共振DWI序列在老年急性脑梗死不同时期的诊断价值*

杨 洋¹ 孙 勇^{2,*} 曹君洁²
 杨 明² 赵丹蕾² 蒿景龙²
 杨议涵³

1.周口市中心医院神经重症监护室

2.周口市中心医院磁共振室

3.周口市中心医院手术室(河南周口 466000)

【摘要】目的 探讨磁共振弥散加权成像(DWI)结合常规序列在老年急性脑梗死诊断中的价值。**方法** 选取2020年1月至2023年5月医院收治疑似急性脑梗死患者188例, 均行磁共振DWI及常规序列检查, 以临床诊断为“金标准”, 观察磁共振DWI与常规序列检查对急性脑梗死的诊断机制, 针对急性脑梗死患者, 根据来院检查时间分为3期: ①超急性期(发病时间为6小时以内); ②急性期(发病时间为6~24小时); ③亚急性期(发病时间为24~72小时)。比较不同时期脑梗死病灶的表观扩散系数(ADC)、感兴趣区病灶中心各向异性指数(FA)、平均弥散系数(DCavg)及病灶大小, 并分析ADC、FA、DCavg、病灶大小与NIHSS评分相关性。**结果** 经临床诊断, 120例患者确诊为急性脑梗死, 其中超急性期48例, 急性期62例, 亚急性期10例。磁共振DWI诊断急性脑梗死的灵敏度、特异度均高于常规序列($P<0.05$)。DWI序列在三个时期检出率均高于常规序列, 且差异有统计学意义($P<0.05$)。在磁共振DWI序列中, 病灶中心ADC、病灶面积: 亚急性期>急性期>超急性期($P<0.05$); FA: 亚急性期<急性期<超急性期($P<0.05$); 不同分期DCavg差异无统计学意义($P>0.05$)。ADC、病灶面积与NIHSS评分正相关($P<0.05$), FA与NIHSS负相关($P<0.05$), ADC、FA及两者联合诊断超急性期急性脑梗死的灵敏度分别为75.10%、73.69%、80.36%。特异度分别为65.23%、64.23%、69.61%, 联合诊断的效能高于单独诊断。**结论** 磁共振DWI序列在不同时期老年急性脑梗死诊断中的价值较高, ADC联合FA诊断超急性期急性脑梗死的效能较高。

【关键词】 磁共振; 弥散加权成像; 急性脑梗死; 诊断

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】河南省科学技术厅2022年科技发展计划(222102310520)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.04.004

Diagnostic Value of Magnetic Resonance DWI Sequence in Aged Patients with Acute Cerebral Infarction at Different Stages*

YANG Yang¹, SUN Yong^{2,*}, CAO Jun-jie², YANG Ming², ZHAO Dan-lei², HAO Jing-long², YANG Yi-han³.

1. Neurological Intensive Care Unit, Zhoukou Central Hospital, Zhoukou 466000, Henan Province, China

2. Magnetic Resonance Laboratory, Zhoukou Central Hospital, Zhoukou 466000, Henan Province, China

3. Surgery Room, Zhoukou Central Hospital, Zhoukou 466000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the value of DWI combined with conventional sequences in the diagnosis of acute cerebral infarction in the elderly. **Methods** A total of 188 suspected patients with acute cerebral infarction admitted to the hospital from January 2020 to May 2023 were selected, all of which underwent MRI DWI and routine sequence examination. Clinical diagnosis results were used as the gold standard to observe the diagnostic mechanism of MRI DWI and routine sequence examination for acute cerebral infarction. Patients with acute cerebral infarction were divided into 3 stages according to the examination time: ① Hyperacute stage (the onset time is less than 6 hours); ② Acute stage (onset time is 6-24 hours); ③ Subacute stage (onset time is 24 to 72 hours). The apparent diffusion coefficient (ADC), central anisotropy index (FA), mean dispersion coefficient (DCavg) and lesion size of cerebral infarction lesions in different periods were compared, and the correlation between ADC, FA, DCavg, lesion size and NIHSS score was analyzed. **Results** 120 patients were clinically diagnosed as acute cerebral infarction, including 48 cases of hyperacute stage, 62 cases of acute stage and 10 cases of subacute stage. The sensitivity and specificity of MRI DWI in the diagnosis of acute cerebral infarction were higher than those of conventional sequences ($P<0.05$). The detection rate of DWI sequence in the three periods was higher than that of conventional sequence, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). In Mr DWI sequence, focal ADC and focal area were subacute stage > acute stage > hyperacute stage ($P<0.05$). FA: subacute stage < acute stage < hyperacute stage ($P<0.05$); There was no significant difference in DCavg among different stages ($P>0.05$). ADC and lesion area were positively correlated with NIHSS score ($P<0.05$), and FA was negatively correlated with NIHSS score ($P<0.05$). The sensitivity of ADC, FA and their combination in diagnosing hyperacute acute cerebral infarction was 75.10%, 73.69% and 80.36%, respectively. The specificity was 65.23%, 64.23% and 69.61%, respectively. The efficacy of combined diagnosis was higher than that of single diagnosis. **Conclusion** Magnetic resonance DWI sequence is of high value in the diagnosis of senile acute cerebral infarction at different stages, ADC combined with FA is of high efficacy in the diagnosis of hyperacute acute cerebral infarction.

Keywords: Magnetic Resonance; Diffusion-weighted Imaging; Acute Cerebral Infarction; Diagnosis

急性脑梗死是老年人高血压、糖尿病、高血脂等慢性疾病的常见并发症, 其发病急、预后差, 早期症状表现为偏瘫、失语等^[1]。对于急性脑梗死的诊断, 临床上目前最常使用高分辨率CT(high resolution computed tomography, HRCT)进行检查确诊, 但是高分辨率计算机断层扫描软组织显示不够鲜明, 某些软组织梗死, 如脑干、小脑等结构显示不明显, 此外, 对于微小梗死灶无法准确的显示^[2]。磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)相比于HRCT成像对软组织辨别度较好, 且序列较多, 对于早期急性脑梗死的诊断价值较高^[3]。但MRI常规序列往往在脑组织发生梗死后5小时以上才能被识别, 因此对于5小时内的脑组织梗死检出率较低^[4]。而磁共振扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)能够通过观察水分子在组织中的扩散情况来检测组织的异常病变, 因此对于早期急性脑梗死的诊断较为敏感^[5]。目前临床上对于磁共振DWI诊断急性脑梗死评价较高, 有研究也证实其在急性脑梗死诊断中的效果较好^[5], 但目前临床上尚未对磁共振DWI在不同时期老年急性脑梗死诊断中的价值研究较少, 尤其是超急性期中的诊断价值, 故本研究选取2020年1月至2023年5月间医院收治的可疑老年急性脑梗死的患者为研究对象, 从不同时期病灶的表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)对比、不同时期病变在不同序列上的病灶大小、感兴趣区相关参数比较和急性脑梗死亚型检出率四个方面探讨其应用价值, 报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取2020年1月至2023年5月医院收治疑似急性脑梗死患者188例, 均行磁共振DWI及常规序列检查, 年龄61~80岁, 平均年龄(71.44±3.36)岁。

分期标准: 急性脑梗死患者根据来院检查时间分为3期: ①超急性期(发病时间为6小时以内); ②急性期(发病时间为6~24小时); ③亚急性期(发病时间为24~72小时)。

纳入标准: 患者有急性脑梗死相关症状, 可疑急性脑梗死; 经过CT初步检查排除其他脑部疾病; 患者家属自愿参与本研究, 并且知情同意; 临床数据和病历资料等完整

【第一作者】杨 洋, 男, 主治医师, 主要研究方向: 神经重症与脑血管介入。E-mail: 984375239@gq.com

【通讯作者】孙 勇, 男, 主任医师, 主要研究方向: 医学影像与核医学。E-mail: xianweny@163.com

没有缺失；患者依从性较好，能配合研究。排除标准：合并其他脑部疾病，如脑肿瘤、烟雾病；患者不适用于磁共振检查，如幽闭恐惧症或体内存在金属异物；合并有精神疾病，如精神分裂、抑郁症；患者病情危急，急需抢救者。

急性脑梗死临床诊断标准：通过MRA(可见梗死病变血管)、生化检查、病史、体格检查、临床症状等确诊为急性脑梗死，患者均由同一高年资神经内科主任医师、影像科主任医师进驻诊断，严格按参考文献^[6]进行诊断。

1.2 检查方法 对所有患者进行MRI常规序列检查以及DWI检查。检测仪器为联影公司3.0T磁共振，常规序列检查包括层厚为5mm的常规T1-fse_flair(TR/TE 500/25ms)和T2WI(TR/TE 4000/100ms)。随后，对所有患者进行DWI扫描，扫描时间共计52秒，b值分别为0/m²、1000s/m²，平均扫描次数为2次，层厚和间隔分别为5mm和1.5mm。完成DWI扫描后，将图像上传至工作站进行后期处理，得到表观扩散系数图。最后，由三名经验丰富的主治医师进行双盲阅片分析，确定病变发生部位以及两种检查的检出率。

1.3 观察指标

1.3.1 分析DWI和常规序列诊断急性脑梗死的价值。

表1 磁共振DWI诊断急性脑梗死的价值

项目	DWI(+)	DWI(-)	合计	常规序列(+)	常规序列(-)	合计
金标准(+)	117	3	120	93	27	120
金标准(-)	4	64	68	20	48	68
合计	121	67		113	75	

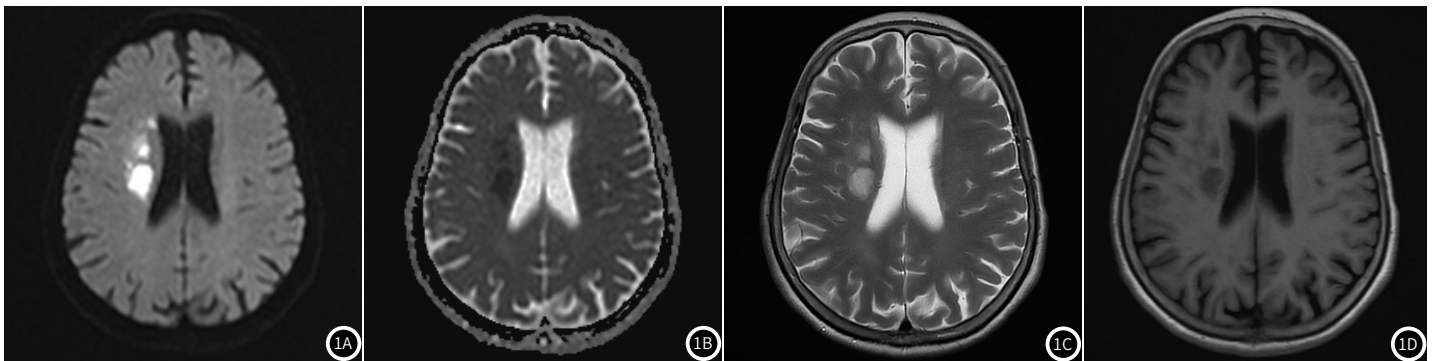


图1A-图1D 75岁男性超急性期急性脑梗死患者，右侧放射冠-基底节区及右侧颞叶部位发现梗死灶，点片状DWI高(1A)，ADC低(1B)、FA高，T1WI等低信号(1D)，T2WI略高信号(1C)，信号不均匀，脑沟、脑池增宽、加深。

2.3 不同时期脑梗死病灶DWI参数 病灶中心ADC、病灶面积：亚急性期>急性期>超急性期(P<0.05)；FA：亚急性期<急性期<超急性期(P<0.05)；不同分期DCavg差异无统计学意义(P>0.05)，表3。

2.4 脑梗死病灶DWI参数与NIHSS评分的相关性 相关性分析结果显示：在磁共振DWI序列中，ADC、病灶面积与NIHSS评分正

1.3.2 比较不同时期脑梗死病灶的表观扩散系数(ADC)、感兴趣区

病灶中心各向异性指数(FA)、平均弥散系数(DCavg)及病灶大小

1.3.3 分析ADC、FA、DCavg、病灶大小与NIHSS评分相关性。

1.3.4 DWI诊断超急性期急性脑梗死的价值。

1.4 统计学方法 用SPSS 22.0软件处理。使用百分率对计数资料进行描述，用 χ^2 检验对数据进行检验；用均数±标准差描述计量资料的情况，两组比较使用t检验，方差不齐和两样本不服从正态分布时，两组数据的比较用非参数检验进行。多组间比较采用方差分析，相关性分析使用Pearson分析，ROC曲线观察ADC、FA诊断超急性期急性脑梗死的价值，P<0.05为差异具有统计学意义。

2 研究结果

2.1 磁共振DWI诊断急性脑梗死的价值 经临床诊断，188例可疑急性脑梗死患者中，120例患者确诊为急性脑梗死，其中超急性期48例，急性期62例，亚急性期10例。见图1。

磁共振DWI诊断急性脑梗死的灵敏度97.50%(117/120)、特异度为94.12(64/68)，高于常规序列77.50%、70.59%(P<0.05)，表1。

2.2 急性脑梗死亚型检出率 DWI序列在三个时期检出率均高于常规序列，且差异有统计学意义(P<0.05)。见表2。

表2 急性脑梗死亚型检出率[例(%)]

组别	超急性期(n=48)	急性期(n=62)	亚急性期(n=10)
常规序列	16(33.33)	32(51.61)	3(30.00)
DWI序列	32(66.67)	57(91.94)	8(80.00)
χ^2	10.67	24.88	5.05
P值	<0.01	<0.01	0.025

相关(r=0.366、0.521，P<0.05)，FA与NIHSS负相关(r=-0.411，P<0.05)，DCavg与NIHSS评分无相关性。

2.5 脑梗死病灶DWI参数诊断超急性期的价值 ADC、FA及两者联合诊断超急性期急性脑梗死的AUC分别为0.740、0.708、0.810(P<0.05)，联合诊断的效能高于单独诊断(P<0.05)，见表4及图2。

表3 不同时期脑梗死病灶DWI参数对比

类型	例数	ADC($\times 10^{-3}$ mm ² /s)	FA($\times 10^{-3}$ mm ² /s)	DCavg($\times 10^{-4}$ mm ² /s)	病灶大小(mm)
超急性期	48	0.23±0.05	0.97±0.12	1.83±0.43	13.23±5.15
急性期	62	0.53±0.14 [#]	0.78±0.10	1.89±0.42	18.43±5.23 ^{#@}
亚急性期	10	0.76±0.13 ^{#@}	0.64±0.09	1.78±0.39	23.08±5.15 ^{#@}
F		144.889	61.617	0.450	21.710
P		<0.001	<0.001	0.639	<0.001

注：与超急性期比较，[#]P<0.05，与急性期比较，[@]P<0.05。

表4 ADC、FA及两者联合诊断超急性期急性脑梗死的价值

	截断值	特异度	灵敏度	P	AUC	95%CI
ADC	0.20($\times 10^{-3}$ mm ² /s)	75.10	65.23	<0.001	0.740	0.629-0.850
FA	0.95($\times 10^{-3}$ mm ² /s)	73.69	64.23	0.001	0.708	0.591-0.825
两者联合	-	80.36	69.61	<0.001	0.810	0.710-0.909

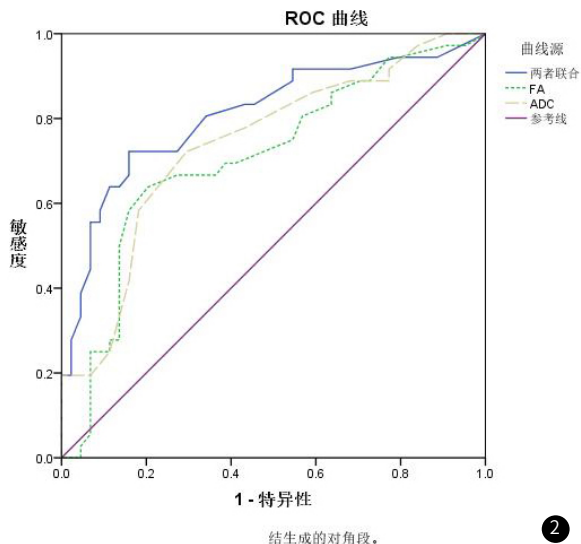


图2 ADC、FA及两者联合诊断超急性期急性脑梗死的ROC曲线

3 讨论

急性脑梗死的影像学诊断方法主要包括CT和MRI。CT因为其方便、快速的优点，是最常用的急性脑梗死影像学诊断方法^[7]。但是对于未形成明显缺血区域的急性脑梗死，CT扫描难以提供清晰的影像诊断，此外，CT难以检测早期出现的微小梗死灶^[8]。MRI检查具有较高的对比度和分辨率，能够清晰地显示灰质、白质、脑脊液等组织构成，同时还可以检测到微纤细胞、微动脉等微小的损伤^[9]，因此MRI检查相对于CT在检查急性脑梗死中优点明显，但MRI检查中又分为常规序列和DWI成像，本文旨在探究DWI序列在老年急性脑梗死诊断中的价值。

本研究证实，磁共振DWI诊断急性脑梗死的灵敏度、特异度均高于常规序列，提示磁共振DWI成像在诊断急性脑梗死方面优于常规序列。MRI常规序列包括T1加权成像、T2加权成像、DWI等^[10]。在急性脑梗死检查中，T1加权成像可以用于区分出脑梗死灶和正常组织之间的对比度差异^[11]；T2加权成像是一种比T1加权成像更为灵敏的技术，在显示脑水肿和脑梗死灶方面更为有效。在急性脑梗死检查中，T2加权成像可以更好地显示梗死灶周围的水肿区和炎症反应^[12]；但T1及T2加权成像灵敏度较低，对于脑梗死早期的检测效果较差^[13]，本研究结果也证实了这点。临床研究发现，急性脑梗死发生以后，脑组织因为供血供氧不足出现微循环障碍，细胞内线粒体因为能量减少而生成的ATP减少，细胞钠钾泵功能障碍，产生细胞水肿。而细胞水肿程度与水分子弥散之间具有密切联系，细胞水肿程度加深，水分子弥散越弱^[14]。而DWI这是利用这一原理对急性脑梗死进行诊断。DWI通过对组织中水分子扩散的速率和方向进行测量来反映组织的微观结构和代谢情况，在正常情况下，脑细胞内部的水分子扩散受到细胞膜的限制，因此扩散速率较慢；而当脑组织发生缺血性损害时，组织细胞会逐渐失去完整性，细胞间隙增大，扩散速率加快^[15]。在

DWI图像上，急性脑梗死区域呈现高信号强度，同时结合ADC图像等技术，其在诊断急性脑梗死方面的敏感性和特异性较高^[16]。

本研究证实：在磁共振DWI序列中，病灶中心ADC、病灶面积：亚急性期>急性期>超急性期；FA：亚急性期<急性期<超急性期；且ADC、病灶面积与NIHSS评分正相关，FA与NIHSS负相关，提示磁共振DWI序列与不同分期及神经功能相关，可以反应急性脑梗死患者神经功能及疾病进程。在DWI检查中，ADC值是指组织水分子的运动速度，是通过测量组织内水分子在不同方向扩散速度的差异而计算出来的参数，ADC值与磁共振信号强度呈反比关系^[17]，因此在DWI图像上，正常组织显示为低信号区域，而水分子自由扩散受限的病变区域则呈高信号区域^[18]。ADC值越小，表明组织水分子的自由扩散受到越大的限制，病变程度也就越严重。在本研究中，病灶中心在超急性期、急性期、亚急性期ADC值均小于对侧相应中心位置，说明DWI检查中利用ADC图像技术，能够准确反映病变组织的严重程度，并与正常脑组织有明显区别，具有较高的敏感性和特异性。FA和DCavg是磁共振扫描中对于神经组织微结构定量分析的两个重要参数，在DWI检查中FA值越高，意味着神经纤维定向性越大，水分子在多个方向上的弥散差异越大，而反之，则表示神经纤维方向定向性较差^[19]；在本研究中，DWI在超急性期、急性期、亚急性期检出率均比较高，分析原因为，DWI通过采集一段时间内水分子弥散信号，水分子会在病变脑组织及其周围进行分子运动，由于血管破裂，血液在脑组织中的分布范围增加，因此在磁共振图像上的范围也相应扩大，且根据图像范围结合ADC、FA值，能够对急性脑梗死的病变时期有明确判断，因此检出率均比较高。

急性脑梗死早期诊断对于患者治疗及预后具有重要意义，早期诊断可改善患者预后，尤其是老年患者，目前多种常规检查方法对于判断超急性期脑梗死的价值不高，本研究证实ADC、FA及两者联合诊断超急性期急性脑梗死具有一定价值，且联合诊断的效能高于单独诊断，对于临床早期诊断超急性期急性脑梗死意义重大。

综上，磁共振DWI序列在不同时期老年急性脑梗死诊断中的价值较高，ADC联合FA诊断超急性期急性脑梗死的效能较高。

参考文献

- [1]Guan Y,Wang P,Wang Q,et al.Separability of acute cerebral infarction lesions in ct based radiomics:toward artificial intelligence-assisted diagnosis[J].Biomed Res Int,2020,15(2):8864756.
- [2]Masson A,Boulouis G,Janot K,et al.Acute hydrocephalus and delayed cerebral infarction after aneurysmal subarachnoid hemorrhage[J].Acta Neurochir (Wien),2022,164(9):2401-2408.
- [3]He X,Liu G,Zou C,et al.Artificial intelligence algorithm-based MRI in evaluating the treatment effect of acute cerebral infarction[J].Comput Math Methods Med,2022,24(3):7839922.
- [4]Shang W,Zhang Y,Xue L,et al.Evaluation of collateral circulation and short-term prognosis of patients with acute cerebral infarction by perfusion-weighted MRI[J].Ann Palliat Med,2022,11(4):1351-1359.
- [5]Zhang W,Cheng J,Zhang Y,at al.Analysis of CT and MRI combined examination for the diagnosis of acute cerebral infarction[J].J Coll Physicians Surg Pak,2019,29(9):898-899.

