

• 中枢神经影像学 •

DWI 结合 ADC 图诊断急性脑梗死的价值

邱乾德, 许加俊, 刘绪明, 吴海, 叶大春, 陈祈平, 何晓华

【摘要】 目的:评价扩散加权成像(DWI)和表观扩散系数(ADC)图对急性期脑梗死诊断的准确性。**方法:**对临床上拟诊为急性脑梗死患者进行常规 MR 扫描及 DWI 检查。回顾性分析 109 例在 T_2 WI、 T_1 WI、DWI、ADC 图上信号强度的变化。**结果:**发病 3 h 内(9 例)在 T_2 WI 上呈稍高信号 1 例,等信号 8 例, T_1 WI 上均为等信号,DWI 上均为高信号,ADC 图上均为明显低信号。发病 4~15 h(56 例)在 T_2 WI、DWI 上均为高到高信号,在 T_1 WI、ADC 图上均为低信号。发病 16~21 h(22 例)在 T_2 WI、DWI 上均为高信号;在 T_1 WI 上 20 例为低信号,2 例为等低信号;ADC 图上 19 例为低信号,3 例为等低信号。发病 22 h 上(22 例)在 T_2 WI 上均为稍高信号;DWI 上 19 例为稍高信号,3 例为等信号; T_1 WI 上 20 例为稍低信号,2 例为等低信号;ADC 图上 12 例为稍低信号,7 例为等信号,3 例为等低信号。**结论:**DWI 结合 ADC 图对急性期脑梗死的诊断具有高度准确性,但单独 DWI 图像不能完全鉴别急性或亚急性病灶,应与 T_2 WI、ADC 图结合才能判断不同时期脑梗死。

【关键词】 脑梗死;磁共振成像;急性病

【中图分类号】 R445.2; R743.33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2006)02-0126-04

Evaluation of DWI Combined with ADC Mapping in the Diagnosis of Acute Cerebral Infarction QIU Qian-de, XU Jia-jun, LIU Xu-ming, et al. Department of Radiology, the Third People's Hospital of Wenzhou, Zhejiang 325000, P. R. China.

【Abstract】 Objective: To evaluate the accuracy of MR diffusion-weighted imaging (DWI) and apparent diffusion coefficients (ADC) mapping in the diagnosis of hyperacute and acute cerebral infarction. **Methods:** The conventional MRI and DWI and ADC were performed in 109 patients after cerebral infarction. T_2 WI, T_1 WI, DWI images and ADC mapping were analyzed. **Results:** After the onset, in the first 3h (9 cases) T_2 WI showed slightly higher signal intensity (1 case), iso-signal intensity (8 cases), T_1 WI showed all iso-signal intensity, DWI showed all high signal intensity, ADC showed all obvious low signal intensity. In 4~15 h (56 cases) T_2 WI and DWI showed all high to high signal intensity, T_1 WI and ADC mapping showed all low signal intensity. In 16~21 h (22 cases) T_2 WI and DWI showed all high signal intensity, T_1 WI showed low signal intensity (20 cases) and iso-low signal intensity (2 cases). ADC mapping showed low signal intensity (19 cases) and iso-low signal intensity (3 cases). In 22 h and longer T_2 WI showed all slightly higher signal intensity (22 cases), DWI showed slightly higher signal intensity (19 cases) and iso-signal intensity (3 cases), T_1 WI showed slightly lower signal intensity (20 cases) and iso-low signal intensity (2 cases), ADC mapping showed slightly low signal intensity (12 cases), iso-signal (7 cases) and iso-low signal (3 cases). **Conclusion:** DWI combined with ADC is highly accurate in diagnosing acute cerebral infarction, but DWI alone cannot differentiate acute from subacute lesions. DWI and T_2 WI combined with ADC values can identify different stages of cerebral infarction.

【Key words】 Brain infarction; Magnetic resonance imaging; Acute disease

磁共振扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)和表面扩散系数(apparent diffusion coefficients, ADC)是能反映水分子扩散特殊性的成像方法,对水分子的扩散运动十分敏感,在诊断急性脑梗死中明显优于常规 MRI。本院 2000 年 7 月~2004 年 2 月临床拟诊为超急性、急性和亚急性脑梗死 109 例进行常规 MRI、DWI 和 ADC 图检查,在 T_2 WI、 T_1 WI、DWI 和 ADC 图上进行回顾性分析,旨在探讨

DWI 和 ADC 图在急性脑梗死诊断中的应用价值。

材料与方法

本组 109 例中男 61 例,女 48 例。年龄 32~87 岁,平均 70.1 岁,其中 32~36 岁 2 例,42~48 岁 4 例,51~59 岁 16 例,62~69 岁 18 例,70~79 岁 42 例,80~87 岁 27 例。患者发病距检查时间 3 h~3 d,其中 3 h 内 9 例,4~6 h 15 例,7~9 h 13 例,10~12 h 15 例,13~15 h 13 例,16~18 h 12 例,19~21 h 10 例,22~24 h 12 例,25 h 以上 10 例。

采用西门子 Magnet Vision 1.5 T 超导型 MR

作者单位:425000 浙江,温州市第三人民医院影像科

作者简介:邱乾德(1949-),男,浙江温州人,主任医师,主要从事影像诊断工作。

机。109 例均进行常规 T_2 WI、 T_1 WI 扫描,在常规序列后加扫 DWI 和 ADC 序列。应用 T_2 WI 超快速回波平面扩散加权序列(echo plannar imaging-DWI),TR 4000 ms,TE 99 ms; T_1 WI,TR 560 ms,TE 16 ms;EPI-SE DWI,TR 0.8 ms,TE 123 ms。

本组病例的根据 MR 信号强度进行评议,在 T_2 WI 和 DWI 上信号强度分为稍高、高、高亮及等信号; T_1 WI 和 ADC 图上表现信号强度分为稍低、低、等低及等信号进行分析。

结 果

病变部位与大小:109 例进行 MR 检查发现 158 个病灶,位于一侧大脑半球 11 例,额叶 6 例,顶叶 3 例,枕叶 2 例,颞叶 2 例,额、顶叶 11 例,颞、顶叶 6 例,顶、枕叶 3 例,额、颞、顶叶 1 例,基底节区 23 例,侧脑室旁 18 例,脑干 12 例,小脑 7 例,小脑、脑干 3 例,丘脑、枕叶 1 例。病变范围呈大片(一侧性)13 例,10 mm 以下 40 例,11~20 mm 36 例,21~30 mm 12 例,31~40 mm 3 例,41~50 mm 3 例,51~70 mm 2 例。

病变信号强度改变:在 3 h 以内的 9 例在 T_2 WI 上呈稍高信号 1 例,等信号 8 例,在 T_1 WI 上均为等信

号,DWI 上均为高亮信号,ADC 图上均为明显低信号(图 1);4~6 h 的 15 例在 T_2 WI 上为明显高亮信号, T_1 WI 上为低信号,DWI 上为明显高信号,ADC 图上为低信号;7~9 h 的 13 例在 T_2 WI 上为明显高亮信号, T_1 WI 上为明显低信号,DWI 上为明显高信号,ADC 图上为明显低信号;10~12 h 的 15 例在 T_2 WI 上为高信号, T_1 WI 上为低信号,DWI 上为明显高亮信号,ADC 图上为明显低信号(图 2);13~15 h 的 13 例在 T_2 WI 上为高信号, T_1 WI 上为低信号,DWI 上为高信号,ADC 图上为低信号;16~18 h 的 12 例在 T_2 WI 上为高信号, T_1 WI 上为低信号 10 例,等低信号 2 例,DWI 上均为高信号,ADC 图上为低信号 11 例(图 3),等低信号 1 例;19~21 h 的 10 例在 T_2 WI 上为高信号, T_1 WI 上为低信号,DWI 上为高信号,ADC 图上为低信号 8 例,等低信号 2 例;22~24 h 的 12 例在 T_2 WI 上为稍高信号, T_1 WI 上为稍低信号 10 例,等低信号 2 例,DWI 上为稍高信号 10 例,等信号 2 例,ADC 图上为稍低信号 9 例,等低信号 1 例,等信号 2 例;25 h 以上的 10 例在 T_2 WI 上为稍高信号, T_1 WI 上为稍低信号,DWI 上为稍高信号 9 例,等信号 1 例,ADC 图上为稍低信号 3 例,等低信号 2 例,等信号 5 例。

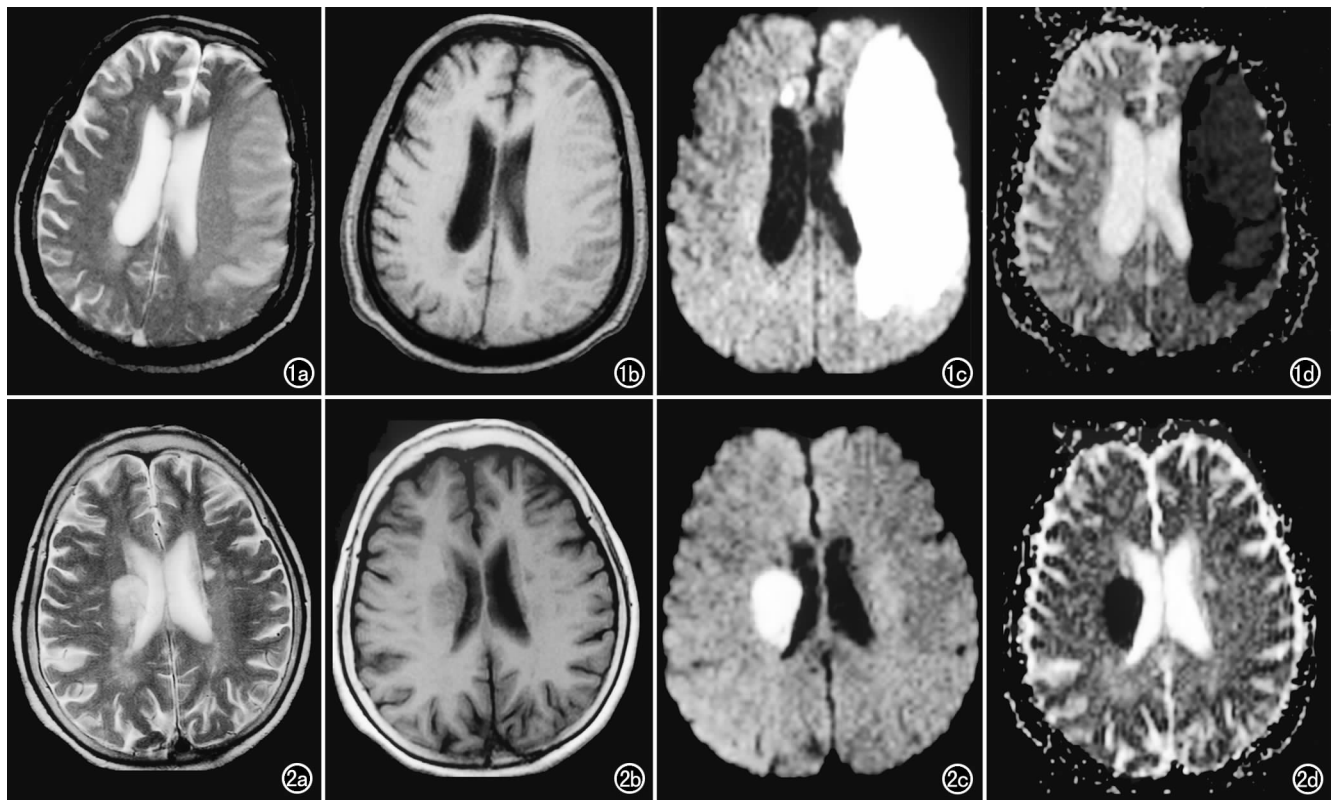


图 1 发病 3 h,左侧大脑半球大片状异常信号。a) T_2 WI 上呈稍高信号;b) T_1 WI 上呈略低信号;c) DWI 上呈高信号;d) ADC 图上呈明显低信号。图 2 发病 12 h,右侧脑室旁见斑片状异常信号。a) T_2 WI 上呈高信号;b) T_1 WI 上呈稍低信号;c) DWI 高信号;d) ADC 图上呈明显低信号。

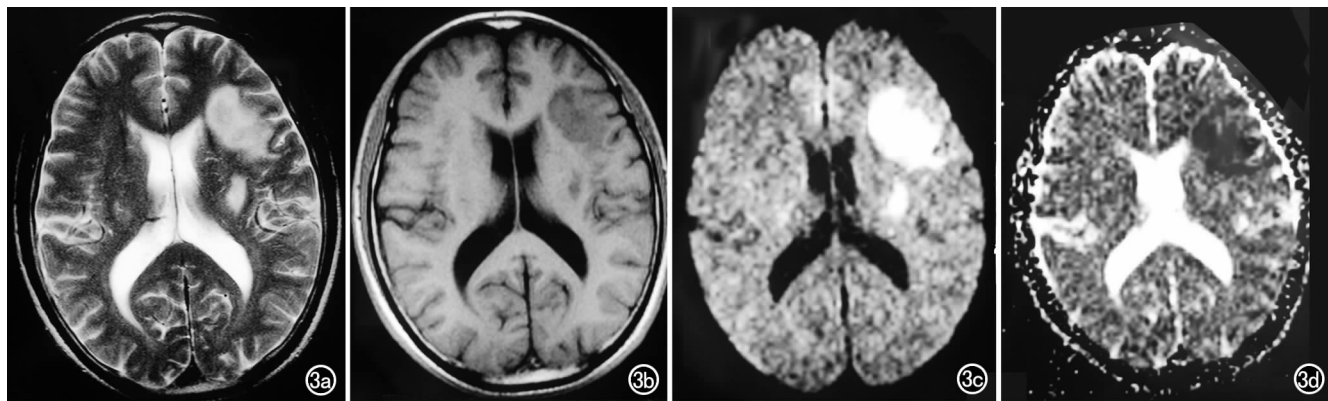


图3 发病后 18 h, 左侧顶叶斑片状异常信号。a) T_2 WI 上呈高信号; b) T_1 WI 上呈稍低信号; c) DWI 高信号; d) ADC 图上呈低信号。

讨 论

1. DWI 结合 ADC 图对急性期脑梗死的诊断价值

DWI、ADC 是能反映水分子扩散特性的成像方法,对水分子的扩散运动十分敏感。水分子扩散运动减弱时,在 DWI 上表现为异常高信号,在 ADC 图显示异常低信号,DWI 和 ADC 在动脉阻塞后立即显示缺血区。早在 20 世纪 90 年代初 Moseley 等^[1]通过与病理结果证实,在大脑中动脉阻塞后 45 min 后立即显示缺血区范围,大脑中动脉阻塞后 33 min 时再灌注,扩散像上异常变化消失。以后 Marach 等^[2,3]的研究也证明这种结果。Oppenheim 等^[4]的研究更证实了 ADC 图在诊断急性脑梗死中的作用价值。而 Nicoli 等^[5]认为 ADC 值或 ADC 图不能作为最后判断超急性缺血性脑梗死,应结合 MR 波谱才有价值。但多数学者^[1,4,6-10]提出脑梗死急性期 DWI 呈明显高信号,ADC 值明显下降,ADC 图明显低信号,随病程发展,DWI 高信号强度逐渐下降,ADC 值和 ADC 图明显低信号强度逐渐回升,由此证实 DWI、ADC 的敏感性,在诊断急性脑梗死中具有很高的价值。诸多学者研究证实了人脑梗死中 ADC 图的演变具有一定规律性,即随时间延长病灶中心区 ADC 值由低到高,在脑缺血发生后数小时内即明显下降,在超急性、急性期内 ADC 值下降明显,于 2~7 d 内保持较低水平,于 8~14 d 出现假性正常化^[2,6-8]。

本组 109 例中 9 例为超急性期,63 例为急性期,37 例为亚急性期脑梗死。9 例超急性期中 8 例在 T_2 WI 和 T_1 WI 上均为等信号,而在 DWI 上呈明显高亮信号,ADC 图上呈明显低信号。100 例急性期和亚急性期脑梗死病例根据梗死时间长短进行分析,结果发现梗死后病灶随时间延长 T_2 WI 高信号强度越强,

相反 T_1 WI 上低信号越低,而 DWI 上高信号强度逐渐减弱,ADC 图上低信号逐渐变为等信号。另外发现 DWI 上显示高信号并非全是急性期脑梗死,部分亚急性期脑梗死在 DWI 上也显示为高信号。本组有 5 例亚急性期的脑梗死病例行 MRI 检查时,在 T_2 WI 和 DWI 上均表现为明显高信号,而在 ADC 图上则为等低和等信号。从本组病例分析证明 DWI 和 ADC 是敏感的,可以作为判断急性脑梗死。仅依据 DWI 上高信号来确定急性期脑梗死是不确切的,应结合 ADC 图信号强度的变化或 ADC 值和 T_2 WI 才能更准确地对急性及非急性脑梗死作出判断。DWI 加 ADC 图在超急性期和急性期脑梗死诊断中有以下主要作用:①确定是否为超急性,急性期脑梗死灶;②确定在常规 MRI 发现的病灶中有否或是否为超急性、急性期脑梗死灶;③推测脑梗死的可恢复性。虽然计算 ADC 值可得到定量结果,但需要花更多时间,用不同的 b 值进行多次成像,并进行复杂的计算,这在患者较多的情况下是难以进行的,故笔者赞同周根泉等^[6]观点,直接观察 DWI 和 ADC 图上信号强度差异,不仅简单易行,而且省时,也适于临床。

2. DWI、ADC 图上信号强度演变的病理生理变化

脑内神经细胞耗氧大,对脑血流量(cerebral blood flow, CBF)要求高。当 CBF 低于电衰竭阈值(约 30%)时,脑细胞膜内外的离子平衡将发生障碍,继而发生坏死和凋亡。关于脑缺血早期扩散下降的生物学机制目前存在细胞毒性水肿、组织酸中毒、微循环障碍、温度、膜通透性等多种学说^[3,7,11],但多数实验的结果都支持细胞毒性水肿学说。脑缺血达到膜衰竭阈值后,细胞膜上的钠-钾泵衰竭,细胞外液中的钠、钙和水流入细胞内形成细胞毒性脑水肿,这时整个缺血区的含水量并未增加,只是细胞内、外的含水量发生了变

化^[12]。这种情况下常规 MRI(即 T₂WI、T₁WI)、甚至 FLAIR 成像常不能显示任何异常,而只有能反映水分子布朗运动的 DWI 才能显示异常。在存在细胞毒性水肿情况下,细胞内水分子增加,引起细胞肿胀,造成细胞外间隙变小,即细胞外水分子减少,从而整个超急性期脑梗死区水分子布朗运动减低,ADC 值变小,DWI 显示为高信号,ADC 图显示为低信号区^[3]。脑梗死的细胞毒性脑水肿,继超急性期后,常能存在数天以至二十余天,很可能与胶质细胞的细胞毒性水肿持续时间更长有关。随着疾病的发展,急性期脑梗死除细胞毒性水肿以外,还存在血管源性水肿、神经细胞坏死、解体和细胞程序性死亡。这些因素都可能引起 ADC 值增大,所以急性和亚急性期脑梗死,梗死区的 ADC 在这些因素和细胞毒性水肿影响的共同作用下,会渐渐变为与正常脑组织的 ADC 相仿,即所谓的 ADC 假正常化。继之,细胞毒性水肿等因素消失,而梗死区只存在引起 ADC 增大因素时,ADC 值将高于正常脑组织者。ADC 值出现假正常化有两种解释^[4,8]:①细胞受损进一步加重,最后细胞溶解使限制性扩散减小,而自由扩散增加;②血管源性水肿的出现,血管内水进入细胞外间隙,使自由扩散增加。

参考文献

[1] Moseley ME, Kucharczyk J, Mintorovitch J, et al. Diffusion-weighted MR Imaging of Acute Stroke: Correlation with T₂-weighted and Magnetic Susceptibility-enhanced MR Imaging in Cats[J]. AJNR, 1990, 11(3): 423-429.

[2] Marach S, Gaa J, Siewert B, et al. Acute Human Stroke Studied by Whole Brain Echo Planar Diffusion-weighted Magnetic Resonance Imaging[J]. Ann Neurol, 1995, 37(2): 231-241.

[3] 韩鸿宾, 谢敬霞. 兔大脑中动脉阻塞模型局灶性脑缺血区超早期水分子扩散异常的病理基础研究[J]. 中华放射学杂志, 1999, 33(10): 655-661.

[4] Oppenheim Catherine, Grandin Cecile, Samson Yves, et al. Is There an Apparent Diffusion Coefficient Threshold in Predicting Tissue Viability in Hyperacute Stroke[J]. Stroke, 2001, 32(11): 2486-2491.

[5] Nicolì F, Lefur Y, Denis B, et al. Metabolic Counterpart of Decreased Apparent Diffusion Coefficient during Hyperacute Ischemic Stroke: a Brain Proton Magnetic Resonance Spectroscopic Imaging Study[J]. Stroke, 2003, 34(1): 82e-87e.

[6] 周根泉, 张悦萍, 王为珍, 等. 脑梗死后 MR 扩散加权成像上信号强度变化的随访观察[J]. 临床放射学杂志, 2002, 21(12): 929-932.

[7] 周林江, 沈天真, 陈星荣. 磁共振扩散加权成像在超急性期脑梗死诊断中的作用[J]. 中华放射学杂志, 2002, 36(3): 215-218.

[8] 黄力, 王秀河, 刘斯润, 等. MR 表现扩散系数图在脑梗死演变诊断中的价值[J]. 中华放射学杂志, 2004, 38(2): 139-143.

[9] Li TA, Takhashi AM, Hindmarsh T, et al. ADC Mapping by Means of Single-Shot Spiral MRI Technique with Application in Acute Cerebral Ischemia[J]. J Magn Reson Med, 1999, 41(1): 143-147.

[10] Lansberg MG, Thijs VN, O'Brien MW, et al. Evolution of Apparent Diffusion Coefficient, Diffusion-Weighted, and T₂ Weighted Signal Intensity of Acute Stroke[J]. AJNR, 2001, 22(4): 637-644.

[11] Matsumoto K, Lo EH, Pierce AR, et al. Role of Vascular Edema and Tissue Cavitation in Ischemic evolution on Diffusion Weighted Imaging: Comparison with Multiparameter MR and Immunohistochemistry[J]. AJNR, 1995, 16(8): 1107-1115.

[12] Beauchamp NJ Jr, Barker PB, Wang PY, et al. Imaging of Acute Cerebral Ischemia (Review) [J]. Radiology, 1999, 212(2): 307-324.

(收稿日期: 2005-04-13 修回日期: 2005-07-06)

中华医学会放射学分会第 11 届委员会青年委员名单

(按汉语拼音字母排序)

冯 逢	中国医学科学院北京协和医院	许茂盛	浙江中医学院附属医院
吕 滨	中国医学科学院北京阜外医院	严福华	上海复旦大学中山医院
宋 彬	四川大学华西医院	杨正汉	卫生部北京医院
孙浩然	天津医科大学总医院	尹建忠	天津医科大学第一中心医院
汪登斌	上海交通大学附属瑞金医院	余深平	广州中山医科大学附属第一医院
王霄英	北京大学第一医院	郑传胜	华中科技大学同济医学院附属协和医院