

• 结核影像学专题 •

MR 扩散加权成像在脑实质结核中的应用价值

过丽芳, 周新华, 李宏军, 吕岩, 谢汝明, 贺伟, 宁锋钢

【摘要】 目的:探讨 MR 扩散加权成像(DWI)在脑实质结核中的应用价值。方法:搜集脑实质结核病例 48 例,回顾性分析其 DWI 表现特点,并测量脑实质结核表现扩散系数(ADC)值。结果:脑实质结核的 DWI 表现复杂,病灶中心约 1/2 表现为等信号,余表现为高、低或混杂信号。测得在 T₁ 增强扫描上呈均匀强化、环形强化伴实性中心及环形强化伴液性中心的病灶中心平均 ADC 值分别为 $(0.92 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(0.99 \pm 0.17) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 和 $(2.00 \pm 0.55) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 环形强化病灶的壁平均 ADC 值为 $(1.05 \pm 0.19) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 病灶周围水肿平均 ADC 值为 $(1.18 \pm 0.24) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 均大于正常脑实质 ADC 值 $[(0.83 \pm 0.09) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$, 差异均具统计学意义 ($P < 0.05$)。结论:脑实质结核病灶扩散不受限, DWI 检查及 ADC 值的测量对脑实质结核的诊断及鉴别诊断具有一定的价值。

【关键词】 结核, 中枢神经系统; 磁共振成像; 诊断, 鉴别

【中图分类号】 R52; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2011)09-0918-05

Value of diffusion weighted MRI in diagnosis of tuberculosis within brain parenchyma GUO Li-fang, ZHOU Xin-hua, LI Hong-jun, et al. Department of Radiology, Beijing chest Hospital affiliated to Capital University of Medical Sciences, 101149 Beijing, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the application value of DWI in the diagnosis of tuberculosis within brain parenchyma. **Methods:** The DWI data of 48 cases with tuberculosis within brain parenchyma proved by pathology or clinical data between 2009 and 2011 were retrospectively studied and their average ADC values were measured. **Results:** Parenchymal tuberculosis presented some complicated features on DWI. The center of lesion demonstrated isointense signal in half of all cases, hypointense, hyperintense signal or various inhomogeneous signal intensity were demonstrated in the others. The average ADC values of the center of lesions with homogeneous enhanced, ring-like contrast enhancement of the rim accompanied a solid center and a ring-like contrast enhancement of the rim accompanied liquid center Gd-DTPA enhanced T₁ WI sequence respectively were $(0.92 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(0.99 \pm 0.17) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(2.0 \pm 0.55) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. The average ADC values of the rim and the peripheral edema of focus respectively were $(1.05 \pm 0.19) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(1.18 \pm 0.24) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. The average ADC values of the lesions were greater than the ones of the contralateral brain parenchyma. The differences have statistical significance. **Conclusion:** The tuberculosis within brain parenchyma had no restriction of diffusion. DWI and ADC value measurement is meaningful in the diagnosis.

【Key words】 Tuberculosis, central nervous system; Magnetic resonance imaging; Diagnosis, differential

扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)是近年来运用于临床的一种较新的 MRI 成像技术,从分子水平反映人体各组织水分子的功能变化,可检测出与组织含水量改变有关的形态学和生理学的早期改变。DWI 最早用于脑梗死的诊断,现也应用于颅内囊性病、脑肿瘤、脑白质病变等的鉴别诊断^[1],但关于脑实质结核的 DWI 表现及 ADC 值测量国内外文献报道均较少。本文回顾性分析 48 例脑实质结核患者的 DWI 表现,并对 ADC 值进行统计分析,旨在探讨 DWI 在脑实质结核中的应用价值。

材料与方法

1. 一般资料

作者单位:101149 北京,首都医科大学附属北京胸科医院医学影像中心(过丽芳、周新华、吕岩、谢汝明、贺伟、宁锋钢);100069 北京,首都医科大学附属北京佑安医院放射科(李宏军)

作者简介:过丽芳(1982-),女,江西人,硕士,主要从事结核病影像学诊断工作。

通讯作者:周新华, E-mail: jysct@126.com

搜集 2009 年 9 月~2011 年 2 月在首都医科大学附属北京胸科医院收治经临床确诊的脑实质结核 48 例,其中男 26 例,女 22 例,年龄 18~61 岁,平均 32 岁。其临床表现为发热 37 例,头痛、头晕 29 例,恶心呕吐 17 例,视力下降 1 例。48 例均具有肺部结核性改变,其中 6 例表现为继发性肺结核(2 例同时合并骨关节结核),42 例伴有血行播散性改变。

48 例颅内结核的确诊依据:①有颅高压症状、脑膜刺激征表现或神经系统症状;②所有病例头颅 MRI 均显示有颅内病变;③48 例具有肺结核及骨关节结核。④脑脊液(cerebrospinal fluid, CSF)实验室结核菌培养阳性者 2 例,PCR 阳性者 5 例,脑脊液生化检查糖轻中度降低,白细胞数轻中度升高($< 500 \times 10^6/\text{L}$,以淋巴细胞升高为主),蛋白升高,氯化物降低,腺苷脱氨酶(ADA)检测浓度为 0.1~20.9 U/L;⑤排除其它颅内感染及占位性病变;⑥经抗结核治疗,临床症状好转,或颅内病灶逐渐缩小。

2. 方法

本组所有病例均进行 MRI 检查,所采用机型为 GE Signa HDxt 1.5T,采用 8NVHEAD NECK 线圈,所有患者均行常规 MRI 及 DWI,层厚 5 mm,间隔 1 mm。平扫:T₁ FLAIR (TR 1769 ms、TE 19.2/Ef); FRFSE T₂ WI (TR 4240 ms, TE 108/Ef); T₂ FLAIR (TR 8602 ms、TE 122/Ef); SE T₁ WI (TR 460 ms, TE10 ms),增强扫描:对比剂采用 Gd-DTPA,剂量为 0.1 mmol/kg 体重,行矢状面、冠状面、横断面 SE T₁ WI (TR 380 ms, TE 20 ms)。DWI 采用单次激发 SE 平面回波(EPI)序列(TR 6000 ms, TE 为 98.1/FE, b 值为 2 及 1000 s/mm²),在 X、Y、Z 轴 3 个方向上施加扩散梯度。

DWI 数据由 GE Signa AW4.4 工作站 Functool 6.3.1e 版表现扩散系数(ADC)分析软件进行后处理。DWI 数据通过后处理生产 ADC 图。ADC 值测量应避免血管、伪影等。为了能够准确测量脑实质结核病灶各部位 ADC 值,感兴趣区(ROI)的选定在 T₁ 增强扫描上手工放置,根据病变大小选择最大 ROI 范围,分别在脑实质病灶中心、壁、病灶周围水肿区(1 cm 以内范围)及对侧正常脑实质区各选取 3 个 ROI,测量 ADC 值,取其平均值。以病灶对侧正常脑实质为参照,计算相对 ADC 值(rADC, rADC=病灶 ADC 值/对侧相应正常脑实质 ADC 值)。

数据分析采用 SPSS 13.0 统计学软件,对所测得的脑实质结核病灶的 ADC 值与对侧正常脑实质 ADC 值采用配对样本 *t* 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 脑实质结核的常规 MRI 表现特点

本组 48 例脑实质结核病灶均表现为多发性,共约 1166 个病灶,直径 0.1~5.0 cm,分布广泛,以幕上居多。所有病灶在 T₁ 增强扫描上呈 3 种强化形式:均匀强化约 306 个(26.2%)(图 1),环形强化伴实性中心约 804 个(69.0%)(图 2),环形强化伴液体中心约 56 个(4.8%)(图 3),环壁较规则且厚薄均匀,厚度 0.1~0.5 cm。均匀强化病灶在 T₁ FLAIR 上呈低信

号,T₂ WI 上呈高信号;实性中心在 T₁ FLAIR 上呈低或等信号,T₂ WI 上呈高或等信号;而液性中心在 T₁ FLAIR 上呈明显低信号,T₂ WI 上呈明显高信号。约 31.3%的病灶周围存在不同程度水肿,在 T₁ FLAIR 上呈低信号,T₂ WI 上呈高信号,DWI 上呈等信号。

2. 脑实质结核 DWI 表现

脑实质结核在 DWI 上表现较复杂,本组资料将所有病灶按其 T₁ 增强扫描上的增强形式不同分为上述 3 类病灶进行 DWI 表现分析(表 1)。

表 1 脑实质结核的 DWI 表现

病灶类型	DWI 表现
均匀强化病灶	约 1/2 呈等信号,余呈高或低信号
环形强化病灶的实性中心	高、低、等或混杂信号
环形强化病灶的液性中心	低信号
环形强化病灶的壁	高、低、等或混杂信号
病灶周围水肿	等信号

脑实质结核的 ADC 值与 rADC 值:采用 GE 后处

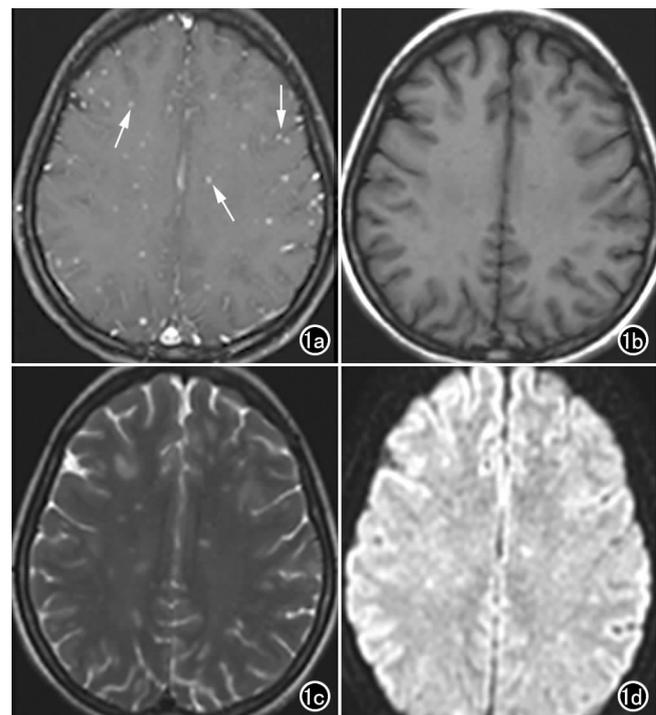


图 1 脑实质结核。a) T₁ WI 增强扫描示双侧大脑弥漫粟粒病灶,呈均匀强化(箭); b) T₁ FLAIR 示病灶呈低信号或等信号; c) T₂ WI 示结节呈等信号或点状高信号,部分病变周围伴有不同程度高信号水肿; d) DWI 示粟粒结节呈点状稍高或等信号,周围水肿呈相对等信号。

表 2 脑实质结核的 ADC 值与 rADC 值

($\times 10^{-3}$ mm²/s)

病灶	ADC 值			ADC 值		
	个数	范围	$\bar{x} \pm s$	个数	范围	$\bar{x} \pm s$
均匀强化病灶	112	0.64~1.49	0.92±0.14	112	0.79~1.78	1.09±0.19
结核病灶的实性中心(A1)	110	0.58~1.46	0.99±0.17	110	0.68~2.01	1.20±0.24
结核病灶的液性中心(A2)	41	1.04~2.86	2.00±0.55	41	1.27~3.76	2.54±0.72
结核病灶的瘤壁(B)	151	0.65~1.58	1.05±0.19	151	0.78~2.09	1.30±0.28
结核病灶周围水肿(C)	82	0.81~1.73	1.18±0.24	82	0.85~2.35	1.42±0.32

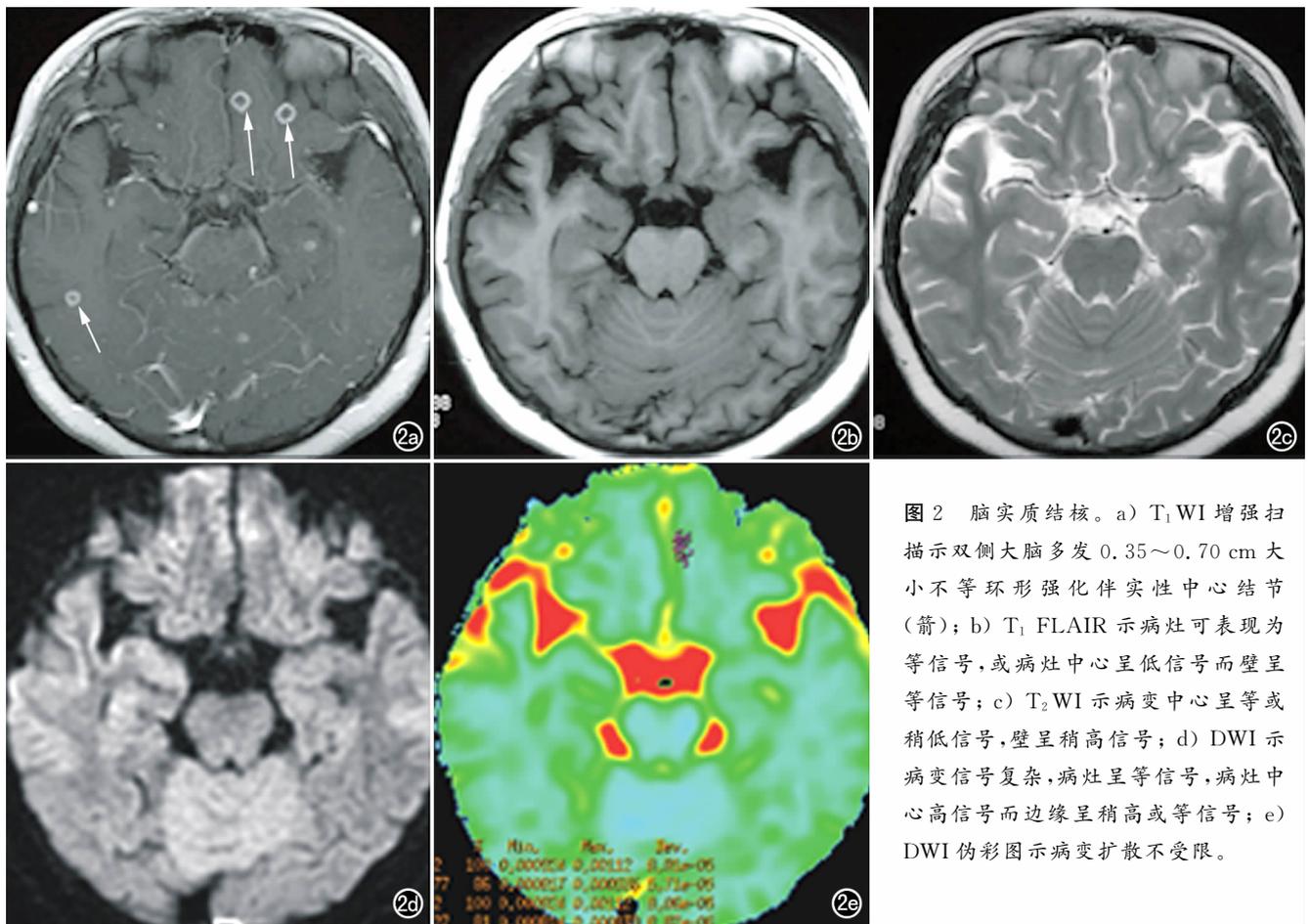


图2 脑实质结核。a) T₁WI增强扫描示双侧大脑多发0.35~0.70 cm大小不等环形强化伴实性中心结节(箭); b) T₁FLAIR示病灶可表现为等信号,或病灶中心呈低信号而壁呈等信号; c) T₂WI示病变中心呈等或稍低信号,壁呈稍高信号; d) DWI示病变信号复杂,病灶呈等信号,病灶中心高信号而边缘呈稍高或等信号; e) DWI伪彩图示病变扩散不受限。

理工作站对病灶进行图像分析。结合常规MRI、DWI和ADC伪彩图,测量结核病灶ADC值及rADC值(病灶ADC值与对侧相应正常脑实质的ADC值比值),测量结果见表2。

本组资料测得正常脑实质的平均ADC值为 $(0.83 \pm 0.09) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。采用统计学软件,将均匀强化结节、A1、A2、B、C分别与各自测得的对侧正常脑实质ADC值进行配对样本 t 检验,得 t 值分别为5.022、9.171、14.025、13.591、12.013,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。

将本组在T₁增强扫描上呈三种不同强化形式的病灶中心平均ADC值与rADC值采用统计学 t 检验进行两两比较,结果见表3。

表3 3种不同强化形式病灶中心平均ADC值与rADC值比较

3种病灶中心均值比较	F值	t值	P值
均匀强化/实性中心(ADC)	3.594	3.630	<0.001
均匀强化/液性中心(ADC)	165.815	12.628	<0.001
实性中心/液性中心(ADC)	131.110	11.706	<0.001
均匀强化/实性中心(rADC)	4.823	4.084	<0.001
均匀强化/液性中心(rADC)	123.170	12.765	<0.001
实性中心/液性中心(rADC)	90.375	11.649	<0.001

注:以上两两比较,当方差齐性检验后方差不齐时,取近似 t 值。

讨论

据报道中枢神经系统结核占结核的2%~6%,而脑实质结核在发展中国家约占中枢神经系统占位性病变的5%~40%。脑实质结核在常规MRI上尚未发现明显特异性^[2],DWI的水分子扩散图和ADC值能够提供常规SE和FSE序列上不能得到的信息。结合常规MRI表现,根据病灶中心和灶周水肿带的ADC和rADC值有助于颅内环形强化病变的鉴别诊断。

关于脑实质结核的DWI表现及其ADC值的测定文献报道不一。有作者认为结核性肉芽肿病变在DWI呈低信号^[3],但Vasudev等^[4]观察33例脑实质结核,发现病变在DWI上呈等或低混杂信号,测得病变中心ADC值为 $1.27 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,对侧正常脑组织ADC值为 $0.74 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,绝大部分脑结核瘤扩散不受限。彭娟等^[5]观察14例脑结核瘤,发现瘤体在DWI上呈等信号或等信号内见小片状稍高信号,瘤周水肿带在DWI上呈等信号,测得脑结核瘤瘤体平均ADC值为 $(1.2 \pm 0.2) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,瘤周水肿带平均ADC值为 $(1.8 \pm 0.1) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。Gupta等^[6]观察30例脑实质结核,发现病变ADC值与T₂WI上信号强度有关,T₂WI呈明显高信号或稍高信号的脑实

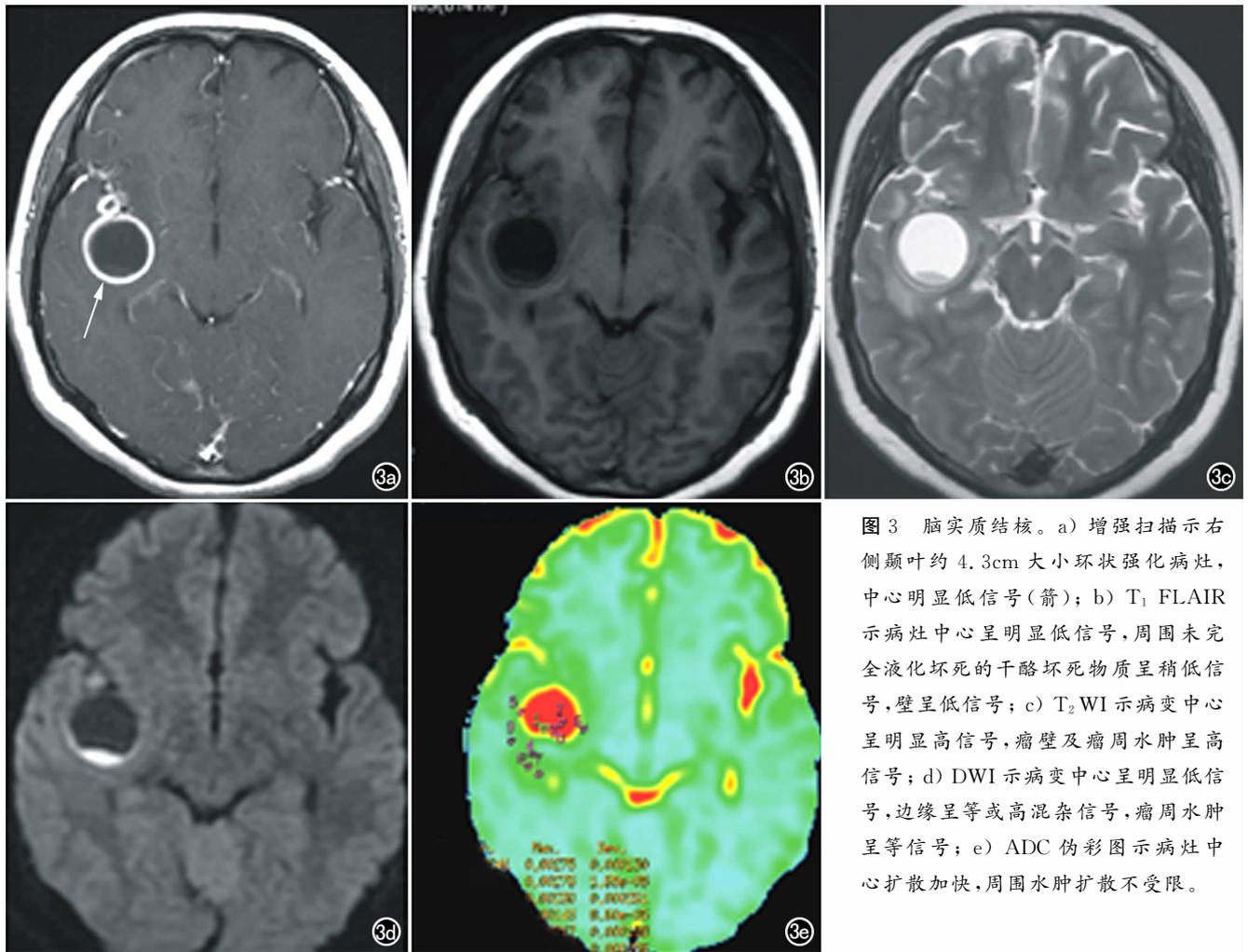


图3 脑实质结核。a) 增强扫描示右侧额叶约4.3cm大小环状强化病灶,中心明显低信号(箭); b) T₁ FLAIR示病灶中心呈明显低信号,周围未完全液化坏死的干酪坏死物质呈稍低信号,壁呈低信号; c) T₂ WI示病变中心呈明显高信号,瘤壁及瘤周水肿呈高信号; d) DWI示病变中心呈明显低信号,边缘呈等或高混杂信号,瘤周水肿呈等信号; e) ADC伪彩图示病灶中心扩散加快,周围水肿扩散不受限。

质结核 ADC 值低于 $0.9 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 而 T₂ WI 呈低信号的瘤体比前两种病变 ADC 值要高。本组资料显示脑实质结核病灶在 DWI 上表现较复杂, 可呈等、低、高或混杂信号, ADC 值与以上文献报道不同, 可能与 b 值的取值不同及病灶不同病理成分有关。本文按脑实质结核病灶在 T₁ 增强扫描上强化形式不同测量 3 种强化形式病灶的 ADC 值, 测得均匀强化病灶的平均 ADC 值为 $(0.92 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 环形强化病灶的实性中心平均 ADC 值为 $(0.99 \pm 0.17) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 环形强化病灶的液性中心平均 ADC 值为 $(2.00 \pm 0.55) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, 测得这 3 种病灶中心平均 ADC 值均高于对侧正常脑实质 ADC 值 $[(0.83 \pm 0.09) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}]$, 且差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 表明脑实质结核病灶扩散不受限, 与 Vasudev 等^[4]的观察结论较一致。本组病灶不同部位 ADC 值高低顺序为: 液性中心 > 结核病灶周围水肿 > 环形强化病灶的壁 > 实性中心 > 均匀强化中心 > 正常脑实质, 且 3 种强化病灶中心平均 ADC 与 rADC 值差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。

影响病变 DWI 信号及 ADC 值的因素主要有细胞数目、大小和排列、细胞内细胞器的数目和大小、细

胞间隙等^[7]。关于脑实质结核的 DWI 表现确切机制目前尚不清楚, 可能与结核的病理基础有关, 均匀强化病灶病理成分主要为大量炎性细胞及少量胶原纤维, 后两者环形强化病灶中心的病理成分分别为结核性干酪样坏死及液化坏死成分, 有学者认为干酪坏死物质中的游离脂肪酸成分及血管源性水肿导致细胞外间隙扩大, 水分子扩散加快, 且液化坏死物质在 T₂ WI 为低信号, 主要为自由水, 扩散明显加快, 这些可能是结核病灶扩散不受限, 甚至 ADC 值升高的原因^[4,5]。

DWI 及 ADC 值测量对于脑实质结核、脑脓肿、高级星形细胞瘤、脑转移瘤等颅内环形强化病变的鉴别诊断具有一定价值。多数文献报道脑脓肿 DWI 呈高信号, ADC 图呈低信号, ADC 值减低, 扩散受限^[8]。脑结核瘤体平均 ADC 高于脑高级星形细胞瘤及脑转移瘤瘤体^[5], 这将有助于脑结核瘤的诊断及鉴别诊断。

总之, 脑实质结核病灶在 DWI 上扩散不受限, ADC 值能够较准确地对病灶进行量化测量, 尽管粟粒大小病灶的 ADC 值测量存在有容积效应可能, 但测得的平均 ADC 值及 rADC 多数高于对侧正常脑实质, 对脑实质结核的诊断具有一定价值, 再结合常规

MRI表现,有助于脑实质结核与其它颅内占位性病变的鉴别诊断。

参考文献:

- [1] 鱼博浪. 中枢神经系统 CT 和 MR 鉴别诊断[M]. 西安:陕西科学技术出版社,2005. 1-3.
- [2] Kaminogo M, Ishimaru H, Morikawa M, et al. Proton MR spectroscopy and diffusion-weighted MR imaging for the diagnosis of intracranial tuberculomas. Report of two cases[J]. Neurol Res, 2002, 24(6):537-543.
- [3] Hiwatashi A, Kinoshita T, Moritani T, et al. Hypointensity on diffusion-weighted MRI of the brain related to T₂ shortening and susceptibility effects[J]. Am J Roentgenol, 2003, 181(6):1705-1709.
- [4] Vasudev MK, Jayakumar PN, Srikanth SG, et al. Quantitative magnetic resonance techniques in the evaluation of intracranial tuberculomas[J]. Acta Radiol, 2007, 48(2):200-206.
- [5] 彭娟, 罗天友, 吕发金, 等. MR 扩散加权成像鉴别脑结核瘤及高级星形细胞瘤和脑转移瘤的价值[J]. 中华放射学杂志, 2007, 41(9):926-930.
- [6] Gupta RK, Prakash M, Mishra AM, et al. Role of diffusion weighted imaging in differentiation of intracranial tuberculoma and tuberculous abscess from cysticercus granulomas—a report of more than 100 lesions[J]. Eur J Radiol, 2005, 55(3):384-392.
- [7] 何江波. 肺癌脑转移的 MRI 诊断和鉴别诊断[D]. 上海:复旦大学. 2005.
- [8] Chang SC, Lai PH, Chen WL, et al. Diffusion-weighted MRI features of brain abscess and cystic or necrotic brain tumors comparison with conventional MRI[J]. J Clinical Imaging, 2002, 26(4):227-236.

(收稿日期:2011-03-04 修回日期:2011-06-02)

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕,已于2008年3月1日正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下:请登录同济医院医学期刊网站(<http://www.fsxsj.net>)点击“放射学实践”进入本刊网站首页→点击“作者投稿”→按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息,同时记住用户名和密码,以便查询稿件处理进度)→用新注册的用户名和密码登录→点击“作者投稿”进入稿件管理页面→点击“我要投稿”→浏览文件→上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮,只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作,文章须以 WORD 格式上传,图表粘贴在文章中)→录入稿件标题、关键词等→最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(40元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度,不必打电话或发邮件查询,具体步骤如下:用注册过的用户名和密码登录→点击“作者查稿”进入稿件管理页面→点击左侧导航栏“我的稿件库”→“稿件状态”显示稿件处理进度→点击“查看”→选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到,作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿),本刊须花费大量精力将稿件录入系统中,部分稿件重复多次处理,这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿,如果通过邮箱或邮局投稿,本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足,网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处,希望各位影像同仁不吝赐教,多提宝贵意见,予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题,或者对本系统及网站有好的意见和建议,请及时联系我们。

联系人:石鹤 明桥 联系电话:027-83662887 027-83662875