

· 小儿肿瘤影像学专题 ·

磁共振 DWI 在判断小儿颅内肿瘤分级中的价值

张海兵, 李玉华, 周柱玉, 李君

【摘要】 目的:探讨磁共振 DWI 在判断小儿颅内肿瘤分级中的价值。**方法:**回顾性分析 60 例经病理证实小儿颅内肿瘤的扩散加权成像(DWI)及 ADC 图像,包括 WHO I 级 19 例,Ⅱ级 17 例,Ⅲ级 14 例,Ⅳ级 10 例。测量肿瘤实质部分及正常脑白质的 ADC 值,经统计学分析各组之间的差异。**结果:**肿瘤实质 ADC 及实质/白质值(rADC)测量,Ⅰ~Ⅳ级肿瘤的 ADC 值分别为 $(1.30 \pm 0.35) \times 10^{-3}$ 、 $(1.06 \pm 0.23) \times 10^{-3}$ 、 $(0.91 \pm 0.15) \times 10^{-3}$ 和 $(0.63 \pm 0.11) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, rADC 分别为 1.69 ± 0.49 、 1.32 ± 0.28 、 1.20 ± 0.29 和 0.79 ± 0.19 ,除Ⅱ、Ⅲ级肿瘤间不存在统计学差异外,其余各组间差异均有统计学意义。Ⅰ~Ⅱ和Ⅲ~Ⅳ级组肿瘤 ADC 值分别为 (1.24 ± 0.34) 和 $(0.87 \pm 0.28) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, rADC 分别为 1.60 ± 0.45 和 1.17 ± 0.38 ,两组差异有统计学意义($P < 0.05$),Ⅰ~Ⅱ级组高于Ⅲ~Ⅳ级组。**结论:**DWI 对于小儿颅内肿瘤级别的判断有一定的帮助,而 ADC 或 rADC 值,特别是后者能较为可靠地鉴别小儿常见颅内肿瘤的级别。

【关键词】 儿童;脑肿瘤;磁共振成像;扩散加权成像

【中图分类号】 R445.2; R739.41 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2011)04-0372-04

Value of diffusion weighted MR imaging in determining the WHO grade of intracranial tumors in children ZHANG Hai-bing, LI Yu-hua, ZHOU Zhu-yu, et al. Department of Radiology, Chongming Branch of Xinhua Hospital Affiliated to Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 202150, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the diffusion weighted MR imaging (DWI) in determining the WHO grade of intracranial tumors in children. **Methods:** The diffusion weighted MR imaging (DWI) and apparent diffusion coefficient (ADC) value of sixty cases with pathology proved intra-cranial tumors in children including grade I (19 cases), grade II (17 cases), grade III (14 cases) and grade IV (10 cases) tumors were retrospectively analyzed. The ADC values of solid part of tumor and the normal white matter were measured and the difference among the groups was statistically analyzed. **Results:** The ADC (rADC) values for grade I~IV tumors were 1.30 ± 0.35 , 1.06 ± 0.23 , 0.91 ± 0.15 , 0.63 ± 0.11 (1.69 ± 0.49 , 1.32 ± 0.28 , 1.20 ± 0.29 , 0.79 ± 0.19) respectively. Apart from grade II and grade III with no statistical difference, there were significant differences among the rest. The ADC (rADC) values for grade I~II group and grade III~IV group were 1.24 ± 0.34 , 0.87 ± 0.28 (1.60 ± 0.45 , 1.17 ± 0.38) respectively with significant statistical difference ($P < 0.05$). The ADC or rADC values of grade I~II group were higher than that of grade III~IV group. **Conclusion:** DWI showed certain significance in determining the grade of intracranial tumors in children. ADC especially rADC values are reliable in the differentiation of grade III~IV from grade I~II tumors.

【Key words】 Child; Brain neoplasms; Magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging

胶质瘤、髓母细胞瘤和室管膜瘤是小儿颅内最常见的肿瘤,术前明确肿瘤 WHO 分级对于优化临床治疗和判断预后具有重要的意义。常规磁共振序列在判断肿瘤位置和范围方面优势明显,但判断肿瘤级别仍存在困难。已有文献报道扩散加权序列(diffusion weighted imaging, DWI)有助于颅内肿瘤的诊断,但结果并不完全一致。本文搜集我院自 2008 年 1 月~2009 年 10 月 60 例资料完整的儿童颅内肿瘤病例,分析 DWI 图像特征并与术后病理对照,旨在探讨 DWI 及 ADC 值在判断小儿颅内肿瘤级别的价值。

材料与方法

经病理证实的 60 例小儿颅内肿瘤,其中男 37 例,

女 23 例,男女之比为 1.6 : 1,年龄 0.5~11 岁,平均 3.5 岁;神经胶质瘤 36 例,室管膜瘤 11 例,髓母细胞瘤 13 例。其中肿瘤 WHO 分级Ⅰ~Ⅳ级分别为 19、17、14 和 10 例。临床症状为头痛、呕吐及视力下降等。

扫描方法:采用 GE 1.5T MRI 扫描仪和头颅 8 通道阵列线圈。不能配合的患儿检查前口服水合氯醛溶液,剂量为 0.5 mg/kg,熟睡后行磁共振扫描;常规横断面、冠状面、矢状面平扫加增强扫描。快速自旋回波(FSE) T₂WI: TR 3500 ms、TE 104 ms; T₁ FLAIR: TR 2064 ms、TE 11 ms、TI 750 ms; T₂ FLAIR: TR 8902 ms、TE 101 ms、TI 2200 ms。层厚 6 mm,间隔 1 mm,视野 24 cm×18 cm,矩阵 256×192。DWI 序列, X、Y、Z 轴同时施加扩散敏感梯度场,扫描采用 SE-EPI 序列, TR 10000 ms, TE 90 ms, 激励次数 1, b=1000 和 0 s/mm² 两次横断面扫描。

作者单位: 202150 上海,上海交通大学医学院附属新华医院崇明分院放射科

作者简介: 张海兵(1973-),男,四川南充人,主治医师,主要从事头部及腹部功能 MRI 诊断工作。

图像处理:所有原始图像上传到 GE 公司 AW 4.1 工作站,经 Functool 后处理得到灰阶 ADC 图。选取肿瘤 3 个层面(若肿瘤不足三层面,则选取肿瘤实质部分的 3 个不同兴趣区),ROI 面积为 20~40 mm²,分别测量肿瘤显著强化区的 ADC 值,同时测量同层对侧正常脑白质区 ADC 值作为参照,ADC 值取三个数据的平均值。

数据分析:所有数据均采用 PASW Statistics 18 统计软件包处理。所得数据用均数±标准差表示,运用非配对 *t* 检验和单因素方差分析比较组间 ADC 值, *P*<0.05 为差异有显著性意义。

结 果

本研究组 60 例小儿不同级别颅内肿瘤病例的 ADC 值、rADC 值测量结果及对比见表 1。

表 1 各级别颅内肿瘤患儿的 ADC 及 rADC 值比较

肿瘤 分级	例数	ADC 值		rADC 值
		肿瘤实质	正常脑白质	
I 级	19	1.30±0.35	0.76±0.05	1.69±0.49
II 级	17	1.06±0.23	0.81±0.11	1.32±0.28
III 级	14	0.91±0.15	0.76±0.06	1.20±0.29
IV 级	10	0.63±0.11	0.79±0.06	0.79±0.19

注:ADC 值单位为×10⁻³mm²/s。
I~IV 级颅内肿瘤的 ADC、rADC 值经单因素方

差分析,差异存在统计学意义(*P*<0.05);两两比较 II、III 级间差异无统计学意义(*P*>0.05),其余级别间差异均有统计学意义(*P*<0.05)。各组肿瘤病例其正常脑白质 ADC 值差异无统计学意义(*P*>0.05)。

所有颅内肿瘤按 WHO 分级, I~II 级与 III~IV 级划分为两组,两组病例肿瘤的 ADC 值、rADC 值以及正常脑白质 ADC 值测量结果及对比见表 2。

表 2 两组颅内肿瘤患儿的 ADC 值及实质/白质(rADC)值对比

肿瘤 分级	例数	ADC 值		rADC 值
		肿瘤实质	正常脑白质	
I~II	36	1.24±0.34	0.78±0.06	1.60±0.45
III~IV	24	0.87±0.28	0.75±0.06	1.17±0.38

注:ADC 值单位为×10⁻³mm²/s。
比较两组肿瘤实质 ADC 及 rADC 值差异均有显著性意义(*P*<0.05)。正常脑白质 ADC 值组间差异无显著性意义(*P*>0.05)。

DWI 图像上 III~IV 级组病灶呈高信号、稍高信号及等信号的例数分别为 17、4 和 3 例,而 I~II 级组的例数分别为 6、26 和 4 例(图 1~4),两组经非参数检验差异有显著性意义(*P*<0.05)。

讨 论

扩散加权成像通过检测人体组织中水分子扩散运

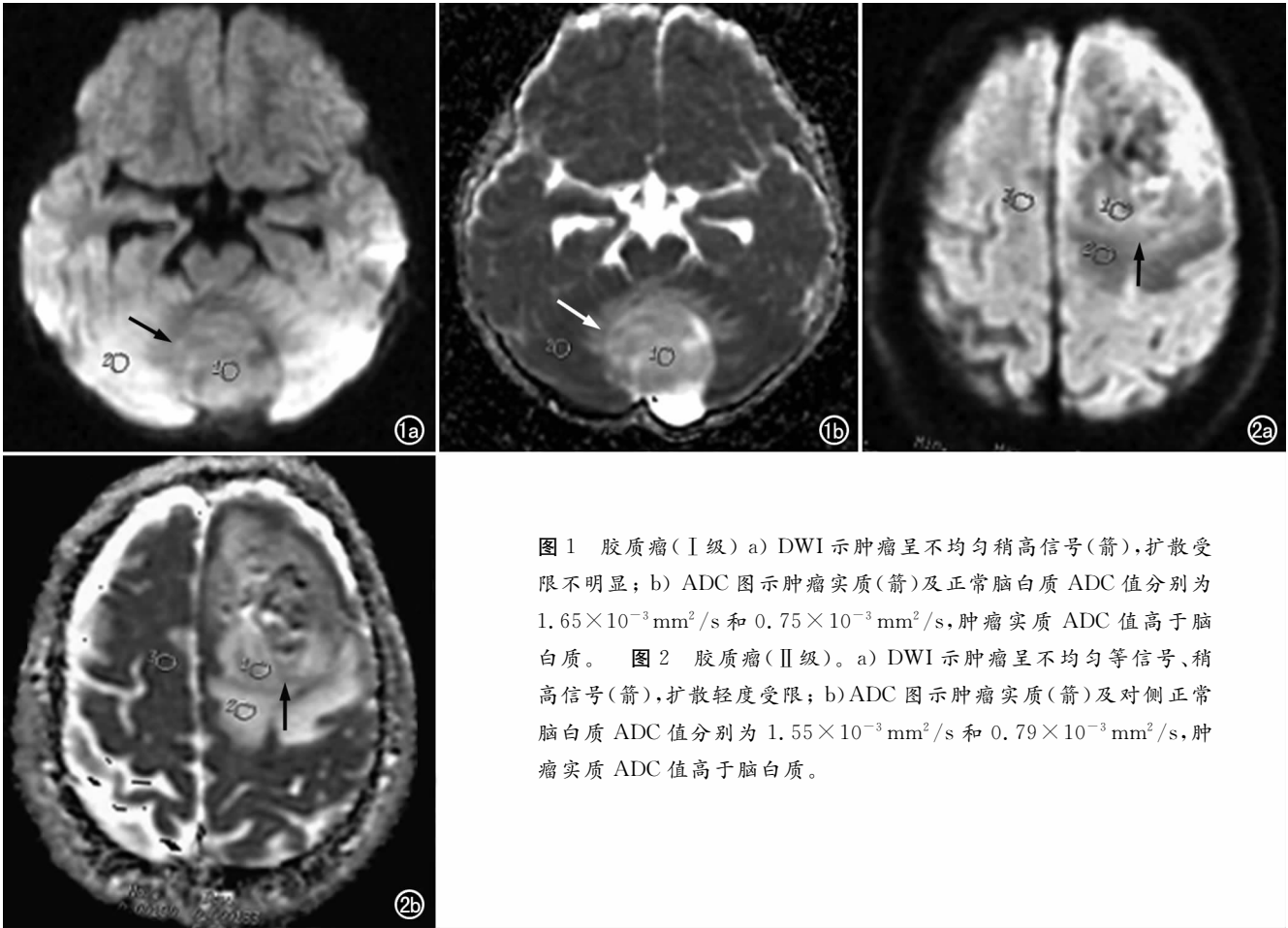


图 1 胶质瘤(I 级) a) DWI 示肿瘤呈不均匀稍高信号(箭),扩散受限不明显; b) ADC 图示肿瘤实质(箭)及正常脑白质 ADC 值分别为 1.65×10⁻³mm²/s 和 0.75×10⁻³mm²/s,肿瘤实质 ADC 值高于脑白质。 图 2 胶质瘤(II 级)。a) DWI 示肿瘤呈不均匀等信号、稍高信号(箭),扩散轻度受限; b) ADC 图示肿瘤实质(箭)及对侧正常脑白质 ADC 值分别为 1.55×10⁻³mm²/s 和 0.79×10⁻³mm²/s,肿瘤实质 ADC 值高于脑白质。

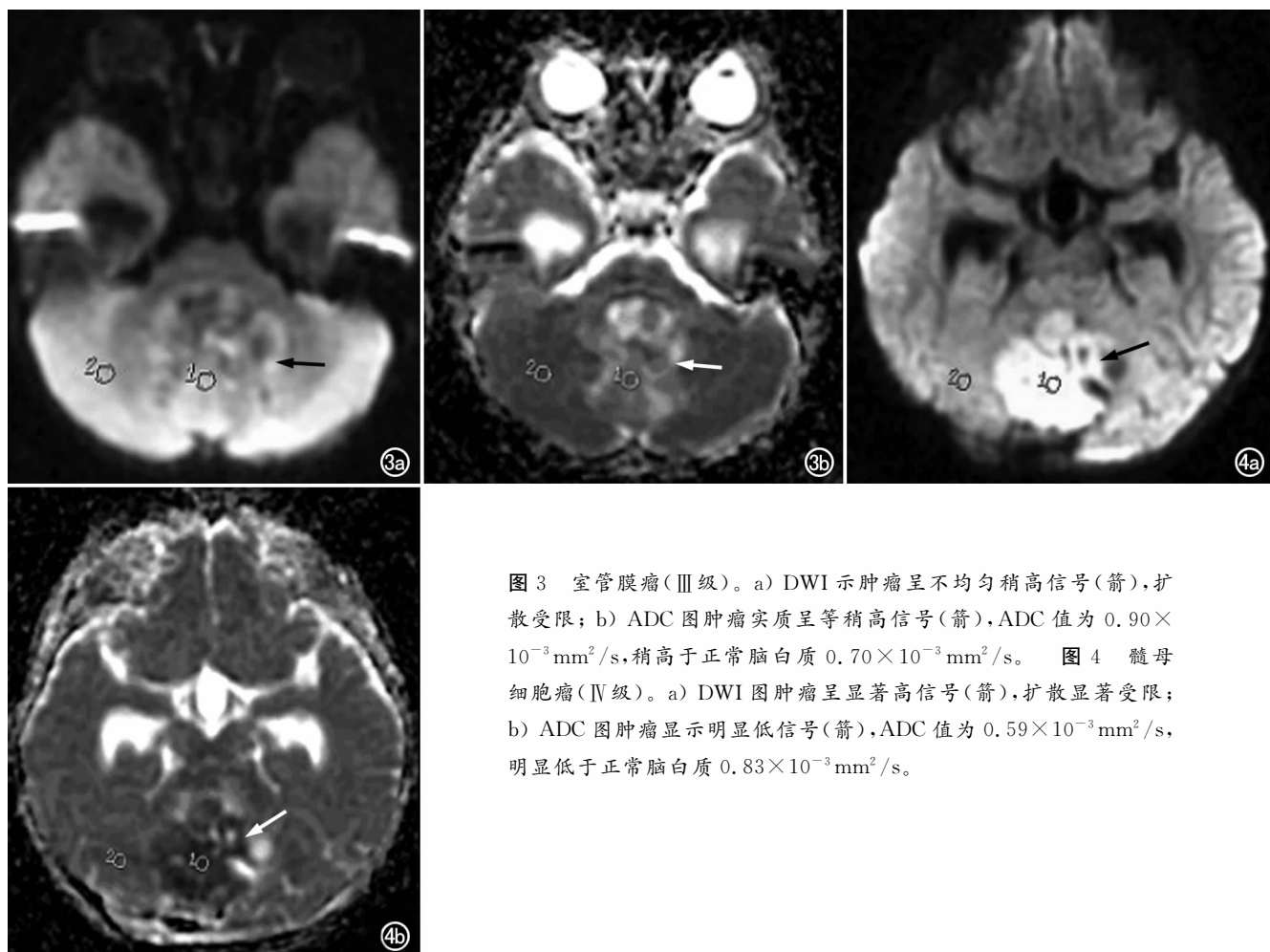


图3 室管膜瘤(Ⅲ级)。a) DWI 示肿瘤呈不均匀稍高信号(箭),扩散受限; b) ADC 图肿瘤实质呈等稍高信号(箭),ADC 值为 $0.90 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,稍高于正常脑白质 $0.70 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。 图4 髓母细胞瘤(Ⅳ级)。a) DWI 图肿瘤呈显著高信号(箭),扩散显著受限; b) ADC 图肿瘤显示明显低信号(箭),ADC 值为 $0.59 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,明显低于正常脑白质 $0.83 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

动受限制的方向和程度等信息,反映人体组织的空间组成信息及病理生理状态下各组织间水分子交换的功能状况^[1]。它是目前在活体上对水分子扩散运动进行测量与成像的唯一无创性方法。DWI 图像的对比主要取决于组织间的扩散系数,高扩散的组织呈黑色,ADC 值高;低扩散的组织呈白色,ADC 值低。

DWI 最早应用于急性脑梗死的早期诊断,后应用于其它疾病的诊断并取得了一些经验。众所周知,DWI 和 ADC 图能可靠地鉴别颅内囊性肿瘤和脓肿,表皮样囊肿与蛛网膜囊肿^[2]。

颅内肿瘤的病理分级参照 WHO I ~ IV 分级法,而实际应用中 II、III 级之间往往难以准确界定,病理常诊断为 II ~ III 级,影像上准确判断某一具体的级别更难,本组病例将 I ~ II 级与 III ~ IV 级分为两组讨论。DWI 图像上 III ~ IV 级组中 88% (21/24) 呈高信号或稍高信号,IV 级肿瘤 90% (9/10) 呈显著高信号; I ~ II 级组中 83% (30/36) 呈稍高或等信号。

DWI 在小儿颅内肿瘤的诊断和鉴别诊断中的价值,目前众说纷纭。Rumboldt 等^[3]2006 年报道 17 例毛细胞型星形细胞瘤,8 例髓母细胞瘤和 5 例室管膜瘤,其 ADC 值分别为 $(1.65 \pm 0.27) \times 10^{-3}$ 、 $(0.66 \pm$

$0.15) \times 10^{-3}$ 和 $(1.10 \pm 0.11) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,经方差分析三者之间有明显统计学差异 ($P < 0.001$),星形细胞瘤 ADC 值高于室管膜瘤,髓母细胞瘤最低。ADC 图上毛细型星形细胞瘤呈很高信号,室管膜瘤呈等或稍高信号,而髓母细胞瘤呈明显低信号,用 ADC 值 $> 1.4 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 为标准诊断毛细型星形细胞瘤,ADC 值 $< 0.9 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 诊断髓母细胞瘤,特异度均达 100%。但作者所研究的胶质瘤仅涉及毛细型星形细胞瘤,样本量也较小,本组病例从总体上分析小儿颅内肿瘤的 ADC 值,考虑到不同年龄儿童脑组织发育程度不同,正常脑白质 ADC 值可能存在差异,故同时采用相对 ADC 值(rADC 值)来评价各类肿瘤,得到与绝对 ADC 值类似的结果, I ~ II 级组的 ADC 值为 $(1.24 \pm 0.34) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,高于 III ~ IV 级组 $(0.87 \pm 0.28) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,其中以髓母细胞瘤(IV 级)最低,统计学有显著性差异。

大量研究认为,组织细胞密度增大导致 DWI 上信号增高,相应 ADC 图上信号减低^[4-7]。有文献报道,ADC 值与细胞密度和肿瘤良恶性有很高的相关性^[4]。恶性肿瘤的细胞密度较大,ADC 值偏低,而良性肿瘤 ADC 值则相对偏高。本组病例与此论点基本相符,

Ⅲ～Ⅳ级肿瘤 ADC 及 rADC 值明显低于Ⅰ～Ⅱ级肿瘤,差异有显著统计学意义($P<0.01$)。组织学上其细胞小,排列致密,核浆比大,间质成分少,支持上述假设。也有研究表明,细胞密度是决定脑肿瘤 ADC 值的主要因素,但可能不是唯一因素^[8]。Tadeusz 等^[9]研究发现,实性肿瘤 ADC 值的降低主要与细胞外间隙的体积减小相关。由于水分子的布朗运动主要发生在细胞外间隙,因此肿瘤组织的最低 ADC 值提示了肿瘤组织最高的细胞构成区域,在选择活检区时有很大帮助^[10]。

较多文献报道 ADC 值对胶质瘤分级有鉴别诊断意义。任大卫等^[11]报道 21 例胶质瘤,其中低级、间变型及胶质母细胞瘤的 ADC 值分别为 $(1.70 \pm 0.22) \times 10^{-3}$ 、 $(1.38 \pm 0.28) \times 10^{-3}$ 和 $(1.19 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。高、低级胶质瘤间 ADC 及 rADC 值均存在统计学差异($P<0.01$);间变型胶质瘤与胶质母细胞瘤间 ADC 及 rADC 值均无统计学差异($P=0.14$, $P=0.23$)。本组病例中Ⅰ～Ⅱ级与Ⅲ～Ⅳ级胶质瘤 ADC 值分别为 $(1.24 \pm 0.34) \times 10^{-3}$ 和 $(0.87 \pm 0.28) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,存在显著统计学差异($P<0.01$),与上述结论一致。Ⅱ、Ⅲ级肿瘤的 ADC 值存在明显的重叠,本组差异无统计学意义。

然而,Rizzo 等^[11]研究 46 例原发肿瘤和 52 例继发性肿瘤 DWI 特征后,认为 DWI 在鉴别囊性肿瘤方面价值较大,而各类肿瘤的实质部分 ADC 值差异较大,以此鉴别肿瘤类型价值不大。有研究发现,脑脓肿和淋巴瘤在 DWI 上信号很高,ADC 值很低^[12],甚至难以与恶性胶质瘤或髓母细胞瘤相鉴别。查阅相关文献,多数作者认为 ADC 序列只在鉴别特定几类肿瘤有较高价值,如果肿瘤类型增多,则各类肿瘤 ADC 值相互重叠,失去鉴别诊断价值。这表明在对于诸多类型的颅内肿瘤,仅凭借 ADC 值来确定肿瘤的级别或类型,准确性和特异性不是很高。

恶性肿瘤的 ADC 或 rADC 值较良性低。本研究认为,对于小儿颅内最常见三类肿瘤,DWI 信号越高,ADC 值越低,则肿瘤的恶性程度越高,要首先考虑Ⅳ级髓母细胞瘤或胶质母细胞瘤;相反,则Ⅰ～Ⅱ级胶质瘤或室管膜瘤的可能性较大。Ⅱ、Ⅲ级肿瘤 ADC 值存在重叠,因此 DWI 序列判断肿瘤的级别必要存在一定的误差。

DWI 图像直观,粗略地判断小儿颅内肿瘤的级别

有一定的价值,而对于 T_2 WI 信号较高的肿瘤,则需进行 ADC 值测量以去除 T_2 透过效应的影响,ADC 图的价值明显优于 DWI 图。采用 DWI、ADC 及 rADC 值评价小儿颅内肿瘤,能明显提高诊断的准确性和特异性,但各类肿瘤的 ADC 值有一定重叠,孤立地分析 DWI 并以此来鉴别肿瘤的类型和级别并不可靠,需要结合其他成像技术,如灌注成像、波谱成像等,并结合常规序列及增强 MRI 才有较高的预测价值。

参考文献:

- [1] Le Bihan D. Diffusion/perfusion MR imaging of the brain: from structure to function[J]. Radiology, 1990, 177(2): 328-329.
- [2] Park SH, Chang KH, Song IC, et al. Diffusion-weighted MRI in cystic or necrotic intracranial lesions[J]. Neuroradiology, 2000, 42(10): 716-721.
- [3] Rumboldt Z, Camacho DLA, Lake D, et al. Apparent diffusion coefficients for differentiation of cerebellar tumors in children[J]. Am J Neuroradiology, 2006, 27(6): 1362-1369.
- [4] Sugahara T, Korogi Y, Kochi M, et al. Usefulness of diffusion-weighted MRI with echo-planar technique in the evaluation of cellularity of gliomas[J]. J Magn Reson Imaging, 1999, 9(1): 53-60.
- [5] Gupta RK, Cloughesy TF, Sinha U, et al. Relationships between choline magnetic resonance spectroscopy, apparent diffusion coefficient and quantitative histopathology in human glioma[J]. J Neurooncol, 2000, 50(3): 215-226.
- [6] Gauvain KM, McKinstry RC, Mukherjee P, et al. Evaluating pediatric brain tumor cellularity with diffusion-tensor imaging[J]. AJR, 2001, 177(2): 449-454.
- [7] Guo AC, Cummings TJ, Dash RC, et al. Lymphomas and high-grade astrocytomas: comparison of water diffusibility and histologic characteristics[J]. Radiology, 2002, 224(1): 177-183.
- [8] Kinuko Kono, Yuichi Inoue, Keiko Nakayama, et al. The role of diffusion-weighted imaging in patients with brain tumors[J]. AJNR, 2001, 22(6): 1081-1088.
- [9] Tadeusz W. Stadnik, Cristo Chaskis, Alex Michotte, et al. Diffusion-weighted MR imaging of intracerebral masses: comparison with conventional MR imaging and histologic findings[J]. AJNR, 2001, 22(5): 969-979.
- [10] 洪汛宁, 沈天真, 陈星荣. ADC 值在星形细胞肿瘤诊断中的应用价值初探[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2002, 8(3): 145-148.
- [11] Rizzo L, Crasto SG, Moruno PG, et al. Role of diffusion- and perfusion-weighted MR imaging for brain tumour characterisation[J]. Radiol Med, 2009, 114(4): 645-659.
- [12] 任大卫, 孙鹏. 磁共振多方向扩散加权成像在脑胶质瘤分级中的应用价值[J]. 浙江临床医学, 2006, (3): 321-322.

(收稿日期: 2010-09-06 修回日期: 2011-02-22)