

• 中枢神经影像学 •

DWI 和¹H-MRS 在儿童脑肿瘤中的诊断价值

段秀杰, 李玉华

【摘要】 目的:探讨 DWI 及单体素¹H-MRS 在儿童脑肿瘤影像诊断中的价值。**方法:**对 21 例脑肿瘤患儿行常规 MRI、DWI 及单体素¹H-MRS 成像,在 DWI 上测量病变实质区 3 个感兴趣区的 ADC 值,计算其平均值,单体素 MRS 感兴趣区选在肿瘤实质部分(强化者选在强化区域),计算感兴趣区的 Cho/Cr、NAA/Cho、NAA/Cr 比值,分析儿童脑肿瘤的 ADC 值、各种代谢产物比值的变化规律。**结果:**儿童高、低级别脑肿瘤实质区的 ADC 值分别为 $(0.69 \pm 0.18) \times 10^{-3}$ 和 $(1.25 \pm 0.39) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; Cho/Cr 比值分别为 4.13 ± 1.68 、 1.68 ± 0.50 ; NAA/Cho 比值分别为 0.04 ± 0.07 、 0.34 ± 0.42 ; NAA/Cr 比值分别为 0.22 ± 0.35 、 1.11 ± 1.02 。ADC 值、Cho/Cr 比值及 NAA/Cho 比值差异均有显著性意义($P < 0.05$); NAA/Cr 比值无统计学差异($P > 0.05$); ADC 值与 NAA/Cho 比值($r = 0.795$, $P < 0.05$)、ADC 值与 NAA/Cr 比值($r = 0.809$, $P < 0.05$)均有一定相关性且有统计学意义; ADC 值与 Cho/Cr 比值相关性不大,无统计学差异($r = -0.388$, $P > 0.05$)。**结论:**在儿童高、低级别脑肿瘤的影像鉴别诊断中, DWI 和¹H-MRS 可提供重要的参考信息,是常规 MRI 的重要补充,但最终确诊仍需依靠病理学诊断。

【关键词】 脑肿瘤; 儿童; 磁共振成像

【中图分类号】 R739.4; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2011)02-0135-04

Value of DWI and ¹H-MRS in pediatric brain tumors DUAN Xiu-jie, LI Yu-hua, Department of Radiology, Shanghai Xinhua Hospital, Shanghai 200092, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the value of DWI and single voxel ¹H-MRS in pediatric brain tumors. **Methods:** For 21 pediatric brain tumors, we used conventional MR plain and enhanced scanning, DWI and single voxel ¹H-MRS imaging. ADC values were measured in three regions of interest in substantial part of the tumor on DWI, calculating the average value. Single voxel MRS regions of interest were selected in the parenchyma of the tumor (enhanced area was selected in enhanced tumors), calculating the ratio values of NAA/Cr, Cho/Cr, NAA/Cho of the regions of interest. Combined with pathological results, the ADC values and a variety of metabolites and their ratios were analyzed. **Results:** The ADC values of the high and low grade pediatric brain tumors were $(0.69 \pm 0.18) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ and $(1.25 \pm 0.39) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; the ratios of Cho/Cr were 4.13 ± 1.68 and 1.68 ± 0.50 ; the ratios of NAA/Cho were 0.04 ± 0.07 and 0.34 ± 0.42 ; the ratios of NAA/Cr were 0.22 ± 0.35 and 1.11 ± 1.02 . The ADC values, Cho/Cr and NAA/Cho between high grade and low grade brain tumors in children presented significant differences ($P < 0.05$). NAA/Cr didn't present significant differences ($P > 0.05$). The ADC values and NAA/Cho had correlation ($r = 0.795$, $P < 0.05$), ADC values and NAA/Cr had correlation ($r = 0.809$, $P < 0.05$), and they both presented statistical significance; The ADC values and Cho/Cr didn't have much correlation ($r = -0.388$, $P > 0.05$), and didn't present significant difference. **Conclusion:** DWI and ¹H-MRS can provide important reference information in imaging differential diagnosis of high and low grade brain tumors in children. They are important complements to conventional MRI. But the final diagnosis still depends on pathology.

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

儿童脑肿瘤的发生率在儿童肿瘤中仅次于白血病居第二位^[1],且肿瘤常常邻近重要的组织结构,临床活检受限,随着 MR 新技术的发展, DWI 和 MRS 也普遍应用于临床,发挥了重要作用。关于 DWI、MRS 在脑肿瘤中的研究文献报道很多^[2-9],但在同一脑肿瘤中将两者相结合的相关性研究较少^[2],在儿童脑肿瘤中将两者结合在一起的研究文献报道更少见。本研究将 MR 常规序列与 DWI、¹H-MRS 的优势相结合,探讨

DWI、¹H-MRS 在儿童脑肿瘤诊断方面的应用价值。

材料与方法

1. 临床资料

经手术病理证实的儿童脑肿瘤 21 例,其中男 16 例,女 5 例,年龄 4 个月~10 岁,平均 (3.92 ± 3.0) 岁。包括 5 例髓母细胞瘤,2 例松果体母细胞瘤,1 例非典型畸胎样/横纹肌样肿瘤(AT/RT),1 例胶质母细胞瘤,1 例室管膜母细胞瘤,1 例间变型星形细胞瘤,1 例生殖细胞瘤,3 例毛细胞型星形细胞瘤,3 例 WHO II 级星形细胞瘤,2 例胚胎发育不良性神经上皮肿瘤,1

作者单位:200092 上海,上海交通大学附属新华医院放射科
作者简介:段秀杰(1982-),女,山东聊城阳谷人,硕士研究生,主要从事中枢神经系统影像诊断工作。
通讯作者:李玉华, E-mail:liyuhua10@sina.com

例脉络膜丛乳头状瘤。

2. 仪器与检查方法

采用 GE 公司 Signa HDxt 3T MR 成像系统,所有患者均行 MR 常规平扫、增强扫描(横轴面、冠状面、矢状面)、DWI 及 ^1H -MRS。成像序列及参数:横轴面 FLAIR T_1 WI (TR 2663 ms, TE 24 ms, TI 750 ms) 及 FLAIR T_2 WI (TR 9002 ms, TE 152.9 ms, TI 2250 ms); 矢状面 FSE T_2 WI (TR 2240 ms, TE 116.4 ms), DWI (TR 4800 ms, TE 74.3 ms), ^1H -MRS (TR 1500 ms, TE 144 ms), 矩阵 320×224 , 视野 $24 \text{ cm} \times 18 \text{ cm}$, 层厚 5 mm, 层间距 2 mm。对比剂为 Gd-DTPA, 剂量 0.1 mmol/kg, 注射流率为 2.5 ml/s。DWI 采用 SE-EPI 序列, 在相互垂直的 X、Y、Z 轴 3 个方向上施加扩散敏感梯度场, 每次启用两个扩散梯度即 b 值取 0 和 1000 s/mm^2 , 并同时由计算机软件合成 ADC 图。 ^1H -MRS 采用单体素, 单体素 MRS 感兴趣区选在肿瘤实质部分(强化者选在强化区域), 体素大小为 $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$, 对小的病变缩小体素。

3. 图像观察与数据分析

ADC 值的测量在 3.0T 磁共振 HDXAWI 工作站

进行, 感兴趣区域选在肿瘤实质区, 测量 3 个不同区域 ADC 值, 面积为 $20 \sim 35 \text{ mm}^2$, 取其平均值。单体素 MRS 图像可显示 N-乙酰天门冬氨酸 (NAA)、胆碱 (Cho) 和肌酸 (Cr) 等代谢物浓度, 计算 Cho/Cr、NAA/Cho、NAA/Cr 的相对比值, 观察乳酸 (Lac)、脂质 (Lip) 出现情况。

4. 统计学分析

采用独立样本 t 检验分析高、低级别脑肿瘤的代谢物比值和 ADC 值差异, 方差不齐的采用非参数中的 Mann-Whitney 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义, 由 SPSS 13.0 统计软件完成。

结 果

12 例高级别脑肿瘤中 11 例 DWI 上可见明显高信号, 另 1 例松果体母细胞瘤呈等信号; 9 例低级别脑肿瘤中 8 例 DWI 上呈低信号, 另 1 例脉络膜丛乳头状瘤呈稍高信号。

儿童高级别脑肿瘤(图 1)实质区的 ADC 值 $(0.69 \pm 0.18) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 低于低级别脑肿瘤(图 2)实质区的 ADC 值 $(1.25 \pm 0.39) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 且差异具有显著性意义 ($P < 0.05$); 儿童高、低级别脑肿瘤实

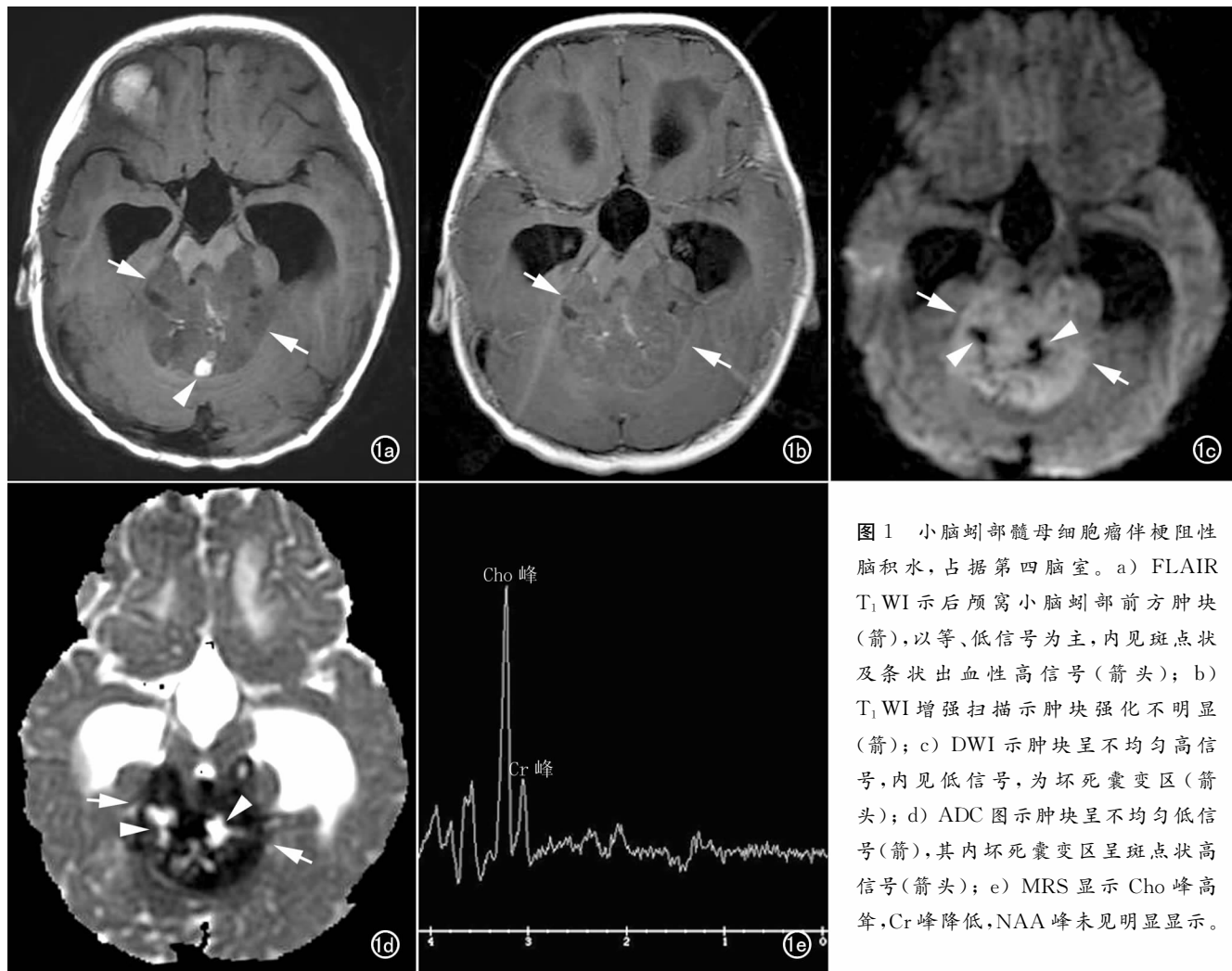


图 1 小脑蚓部髓母细胞瘤伴梗阻性脑积水, 占据第四脑室。a) FLAIR T_1 WI 示后颅窝小脑蚓部前方肿块(箭), 以等、低信号为主, 内见斑点状及条状出血性高信号(箭头); b) T_1 WI 增强扫描示肿块强化不明显(箭); c) DWI 示肿块呈不均匀高信号, 内见低信号, 为坏死囊变区(箭头); d) ADC 图示肿块呈不均匀低信号(箭), 其内坏死囊变区呈斑点状高信号(箭头); e) MRS 显示 Cho 峰高耸, Cr 峰降低, NAA 峰未见明显显示。

质区 Cho/Cr 比值分别为 4.13 ± 1.68 、 1.68 ± 0.50 ，NAA/Cho 比值分别为 0.04 ± 0.07 、 0.34 ± 0.42 ，Cho/Cr、NAA/Cho 比值差异均有显著性意义 ($P < 0.05$)，儿童高、低级别脑肿瘤实质区 NAA/Cr 比值分别为 0.22 ± 0.35 、 1.11 ± 1.02 ，其差异无统计学意义 ($P > 0.05$)；儿童高、低级别脑肿瘤的 ADC 值与 NAA/Cho 比值 ($r = 0.795$ ， $P < 0.05$)、ADC 值与 NAA/Cr 比值 ($r = 0.809$ ， $P < 0.05$) 均有一定相关性且有统计学意义，ADC 值与 Cho/Cr 比值相关性不大，无统计学差异 ($r = -0.388$ ， $P > 0.05$)。其中 3 例观察到 Lac 峰，4 例观察到 Lip 峰(表 1)。

表 1 21 例儿童高、低级别脑肿瘤实质区 ADC 值、各代谢物比值等的比较

ADC 值及各代谢物比值	低级别脑肿瘤 (Ⅰ～Ⅱ级) n=9	高级别脑肿瘤 (Ⅲ～Ⅳ级) n=12	P 值
ADC 值 ($\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$)	1.25 ± 0.39	0.69 ± 0.18	0.003
NAA/Cr	1.11 ± 1.02	0.22 ± 0.35	0.179
Cho/Cr	1.68 ± 0.50	4.13 ± 1.68	0.018
NAA/Cho	0.34 ± 0.42	0.04 ± 0.07	0.011
Lac	1	2	
Lip		4	

讨 论

1. DWI 在儿童脑肿瘤诊断中的应用

DWI 能显示活体组织细胞内外水分子的微观运动，水分子在活体组织内的扩散与组织的空间结构有关，细胞膜、基底膜等膜结构的分布、核浆比以及胞浆内大分子物质如蛋白质的分布均影响组织内水分子的扩散。病理情况下细胞内外的大分子分布发生变化及膜结构的完整性遭到破坏使其中水分子的扩散速度发生改变，从而形成 DWI 上信号异常。

本组 12 例高级别儿童脑肿瘤中 11 例 DWI 上可见明显高信号，1 例松果体母细胞瘤呈等信号。9 例低级别儿童脑肿瘤中 8 例 DWI 呈低信号，1 例脉络膜丛乳头状瘤表现为稍高信号。DWI 的信号强度与 ADC 之间存在负指数函数关系，即 DWI 信号增高，ADC 值降低；反之，ADC 值增高。研究表明胶质瘤的级别和 ADC 值呈反比，可能是高级别肿瘤的细胞密度大、细胞构成比高^[3]。本研究结果显示儿童高级别脑肿瘤的 ADC 值低于低级别脑肿瘤的 ADC 值，且有统计学差异，与文献报道一致。因而，DWI 可用来评估儿童脑肿瘤的分级和细胞构成。

本研究结果显示高、低级别儿童脑肿瘤实质部分 ADC 值差异有显著性，因而术前可以对肿瘤进行分级。Bulakbasi 等^[4]也认为根据 ADC 值能对恶性脑肿瘤进行术前分级。但也有学者通过研究指出高、低级

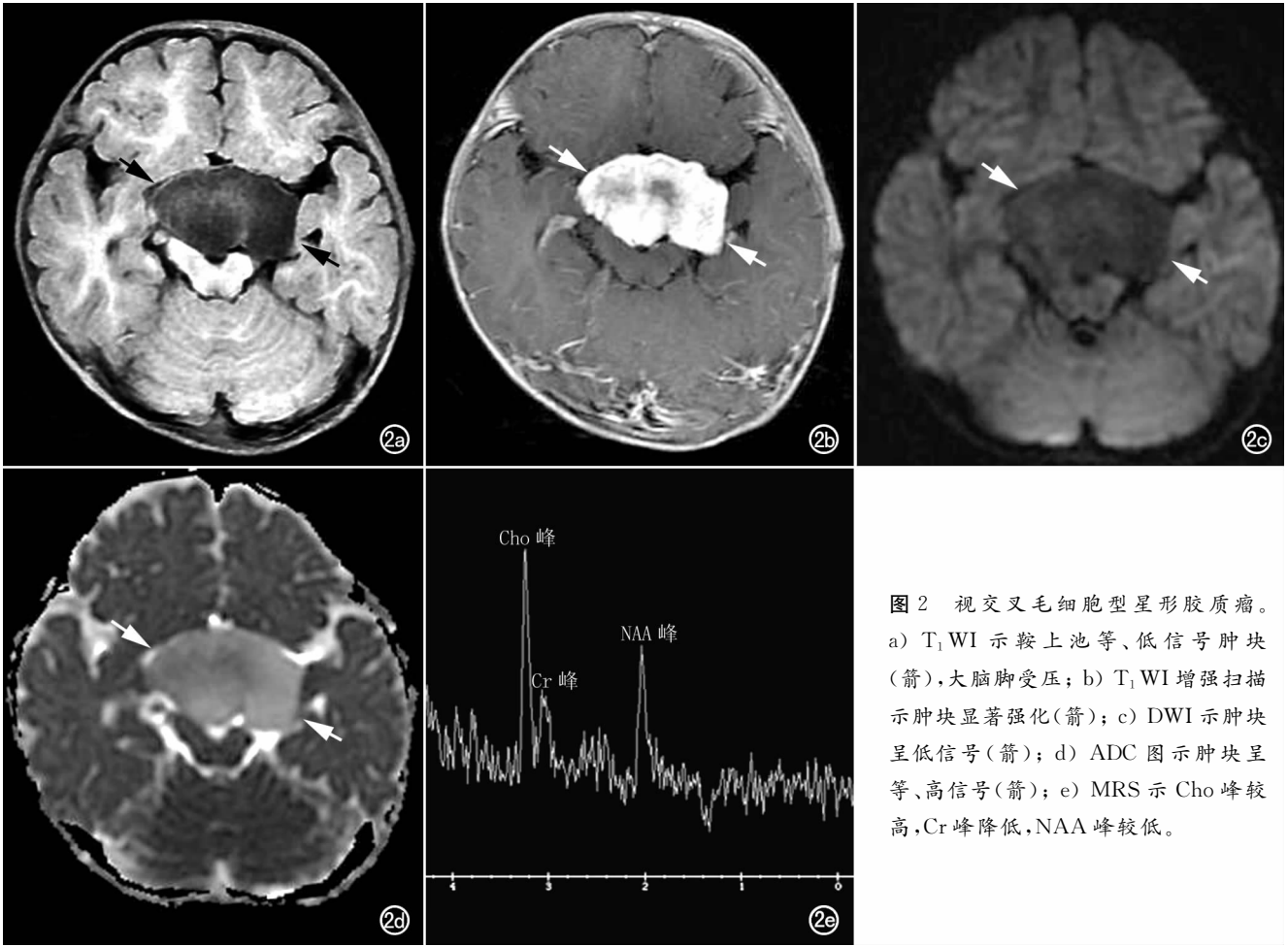


图 2 视交叉毛细胞型星形胶质瘤。a) T₁WI 示鞍上池等、低信号肿块(箭)，大脑脚受压；b) T₁WI 增强扫描示肿块显著强化(箭)；c) DWI 示肿块呈低信号(箭)；d) ADC 图示肿块呈等、高信号(箭)；e) MRS 示 Cho 峰较高，Cr 峰降低，NAA 峰较低。

别胶质瘤瘤体 ADC 值差异无统计学意义,这可能与采集 ADC 值的兴趣区位置及瘤体不均质性有关^[5,6]。因为在一个胶质瘤中,通常是高级别胶质瘤含有 II~IV 级的组织学特征^[2],所以不同级别胶质瘤的 ADC 值会有重叠^[3,7],测量值取决于感兴趣区域,为减少误差,本研究在肿瘤实质区测量 3 个不同区域 ADC 值,取其平均值。

2. ¹H-MRS 在儿童脑肿瘤鉴别诊断中的应用

NAA 是神经元标志物,波峰位于 2.02 ppm 处,神经元破坏时,浓度下降。Cho 是细胞膜磷脂代谢的主要成分之一,反映细胞膜的更新,波峰位于 3.2 ppm 处,可以作为肿瘤细胞增殖的指标。Cr 是体内能量代谢的标志,波峰位于 3.03 ppm 处,其含量在各种生理、病理状态下均较稳定,常用作内标准来参考比较其他代谢产物的变化。Lac 是糖酵解的终产物,波峰位于 1.32 ppm 处,提示有氧呼吸不再有效进行。Lip 峰反映脑肿瘤中组织坏死^[8]。

¹H-MRS 能在一定程度上提示脑肿瘤的病理类型。Kinoshita 等^[9]用手术切除的脑肿瘤标本与正常脑组织标本作体外¹H-MRS 对照研究,发现不同种类的脑肿瘤具有不同的¹H-MRS 特征。胶质瘤的 NAA 明显降低,Cr 中等程度下降,Cho 则显著升高,NAA/Cr、NAA/Cho 下降,根据代谢物水平可对胶质瘤进行分级,其中以 NAA/Cho、NAA/Cr、Cho/Cr 比值反映肿瘤级别较可靠。高级别胶质瘤的 NAA/Cho 明显低于低级别胶质瘤,而 Cho/Cr 显著高于低级别胶质瘤。本研究显示脑肿瘤的 Cho 峰都有不同程度的增高,NAA 峰值不同程度降低,Cho/Cr 随肿瘤恶性程度的增加而增加,NAA/Cho 随肿瘤恶性程度的增加而降低,且有统计学差异,与 Kinoshita 等^[9]研究一致。NAA/Cr 比值变化与 Kinoshita 等^[9]研究一致,但无统计学差异,可能与本研究样本量有关。

Horská 等^[10]认为高的 Cho 峰,Cr 峰和 NAA 峰缺失是脉络膜丛乳头状瘤 MRS 的特征表现;脉络膜丛乳头状瘤的 Cho 峰更高,且有高的 Lac 峰。本组中 1 例脉络膜丛乳头状瘤 Cr 峰缺失,Cho 峰较高,NAA 峰很低,与 Horská 等^[10]报道一致。此外,本组 5 例髓母细胞瘤中有 3 例 NAA 峰值未显示;2 例松果体母细胞瘤、1 例胶质母细胞瘤和 1 例 AT/RT 的 NAA 峰亦未见显示。

3. 联合应用单体素¹H-MRS 和 ADC 值在儿童脑肿瘤诊断中的价值

高级别儿童脑肿瘤实质区 ADC 值低于低级别儿童脑肿瘤实质区 ADC 值,与恶性程度具有良好的一致性。¹H-MRS 中 Cho 浓度代表了肿瘤细胞密度的大小,反映肿瘤组织细胞增殖和细胞膜上磷脂转换的速度,而 ADC 值亦反映肿瘤细胞的密度,反映肿瘤内水分子的扩散程度。本研究结果亦显示 ADC 值与 NAA/Cho 比值之间具有相关性。但是,单纯依靠 DWI 及 MRS 诊断脑肿瘤是不可能的,需结合 MR 常规序列,而且一些类似肿瘤的炎性脱髓鞘病变的 DWI 可为高信号,其 MRS 表现与肿瘤也难以区分,此时需要结合临床,对激素治疗有效者应诊断为炎性脱髓鞘病变。

总之,DWI 和¹H-MRS 在儿童良、恶性脑肿瘤鉴别诊断中可提供重要的参考信息,是常规 MRI 的重要补充,但最终确诊仍需依靠病理学诊断。

参考文献:

- [1] 叶劲,钟书,梁有明,等. 儿童脑肿瘤的临床治疗及病理特点研究[J]. 中华小儿外科杂志,2007,28(6):286-289.
- [2] 叶爱华,齐静,王德杭,等. 3.0T 磁共振多体素¹H-MRS 和 DWI 对常见脑肿瘤特征分析的价值[J]. 医学影像学杂志,2009,19(5):501-505.
- [3] Cha S. Update on brain tumor imaging: from anatomy to physiology[J]. AJNR,2006,27(3):475-487.
- [4] Bulakbasi N,Kocaoglu M,Ors F,et al. Combination of single-voxel proton MR spectroscopy and apparent diffusion coefficient calculation in the evaluation of common brain tumors[J]. AJNR,2003,24(2):225-233.
- [5] Lam WW,Poon WS,Metreweli C,et al. Diffusion MR imaging in glioma: does it have any role in the pre-operation determination of grading of glioma? [J]. Clin Radiol,2002,57(3):219-225.
- [6] 刘梅丽,崔世民,韩彤,等. 弥漫性星形细胞肿瘤的活体¹H-MRS 及灌注成像和扩散成像分级[J]. 中华放射学杂志,2007,41(2):153-157.
- [7] Kitis O,Altay H,Calli C,et al. Minimum apparent diffusion coefficients in the evaluation of brain tumors[J]. Eur J Radiol,2005,55(3):393-400.
- [8] 魏海港,李传亨. 氢质子磁共振波谱成像在脑肿瘤中的临床应用[J]. 医学影像学杂志,2006,16(8):839-842.
- [9] Kinoshita Y,Kajiwara H,Yokota A,et al. Proton magnetic resonance spectroscopy of astrocytic tumors: an in vitro study[J]. Neurol Med Chir,1993,33(6):350-359.
- [10] Horská A,Ulug AM,Melhem ER,et al. Proton magnetic resonance spectroscopy of choroid plexus tumors in children[J]. J Magn Reson Imaging,2001,14(1):78-82.

(收稿日期:2010-09-20 修回日期:2010-11-22)