

Biexponential apparent diffusion coefficient in differential diagnosis between benign and malignant lesions of vertebral body

HAN Rui, XIA Li-ming*, SUN Zi-yan, HUANG Lu, LIN Hua, LU Wei
(Department of Radiology, Tongji Hospital of Tongji Medical College of Huazhong
University of Science & Technology, Wuhan 430030, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the application value of DWI based on biexponential signal decay modeling with extended b-factor range in differential diagnosis of benign and malignant lesions of vertebral body. **Methods** A total of 22 patients with vertebral body tumor underwent DWI based on the biexponential signal decay modeling with extended b-factor range. Among them, benign lesions were found in 13 cases (21 vertebral body, benign group), while malignant metastasis were found in 9 cases (13 vertebral body, malignant group). Normal vertebral bodies of the same patients were used as control (34 vertebral body, control group). Paired comparison of Fast ADC and Slow ADC values between the 3 groups were separately performed using MADC analysis software on AW 4.3 workstation. **Results** Fast ADC was $(4.31 \pm 1.48) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(2.85 \pm 1.26) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ and $(0.86 \pm 0.63) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ in benign, malignant and control groups, while Slow ADC of the 3 groups was $(0.68 \pm 0.08) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(0.38 \pm 0.08) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ and $(0.23 \pm 0.04) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, respectively. Significant differences of Fast ADC and Slow ADC were found among the 3 groups with pairwise comparison (all $P < 0.05$). **Conclusion** Biexponential signal decay modeling of DWI with extended b-factor range can provide significant tissue characterization parameters for differential diagnosis between benign and malignant lesions of vertebral body.

[Key words] Diffusion magnetic resonance imaging; Vertebral body; Biexponential decay

双指数表观扩散系数鉴别诊断椎体良、恶性病变

韩 瑞, 夏黎明*, 孙子燕, 黄 璐, 林 华, 陆 玮
(华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科, 湖北 武汉 430030)

[摘要] **目的** 探讨多 b 值双指数衰减模型的 DWI 对椎体良、恶性病变的鉴别诊断价值。 **方法** 对 22 例椎体疾病患者(共 34 个病变椎体)行多 b 值双指数衰减模型的 DWI(b 值为 0、50、100、200、400、600、800、1000 s/mm²), 其中良性病变 13 例(21 个椎体, 良性组), 恶性病变 9 例(13 个椎体, 恶性组)。以患者自身正常椎体作为对照组(共 34 个正常椎体)。通过 AW 4.3 工作站测量并两两比较 3 组间的 Fast ADC 及 Slow ADC 值。 **结果** 良性组、恶性组及对照组 Fast ADC 分别为 $(4.31 \pm 1.48) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(2.85 \pm 1.26) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(0.86 \pm 0.63) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, Slow ADC 分别为 $(0.68 \pm 0.08) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(0.38 \pm 0.08) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(0.23 \pm 0.04) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。3 组间 Fast ADC 及 Slow ADC 差异均有统计学意义(P 均 < 0.05)。 **结论** 多 b 值双指数衰减模型的 DWI 可为鉴别诊断椎体良、恶性病变提供有价值的组织学参数(Fast ADC 及 Slow ADC)。

[关键词] 扩散磁共振成像; 椎体; 双指数衰减

[中图分类号] R68; R738.1; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2012)03-0566-04

[作者简介] 韩瑞(1985—), 男, 安徽亳州人, 在读硕士。研究方向: 心脏大血管、胎儿影像诊断以及功能性磁共振研究。E-mail: hanrui31@163.com

[通讯作者] 夏黎明, 华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科, 430030。E-mail: xialiming88@yahoo.com.cn

[收稿日期] 2011-07-12 **[修回日期]** 2011-10-27

DWI 能够无创显示人体组织中水分子的扩散情况,已被广泛应用于全身各个系统疾病的诊断和鉴别诊断,如急性脑梗死、前列腺肿瘤等。在椎体疾病方面,通过 DWI 测量椎体良、恶性病变的 ADC 值对其进行鉴别具有重要意义,但目前关于椎体 DWI 的文献报道多为基于单 b 值单指数模型的 DWI 研究。本研究回顾性分析 22 例椎体疾病患者的 DWI 资料,探讨多 b 值双指数衰减模型的 DWI 对鉴别诊断椎体良、恶性病变的价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 2011 年 5—6 月,我院收治 22 例椎体疾病患者(共 34 个病变椎体),男女各 11 例,年龄 20~76 岁,中位年龄 50 岁;其中良性病变 13 例(21 个椎体,良性组),包括结核 8 例(均有明确的结核病史, PPT 试验阳性),急性骨髓挫伤 2 例(车祸后 4 h 经 MRI 确诊),血管瘤 2 例(通过临床随访及 MRI 复查证实),嗜酸细胞肉芽肿 1 例(经腰椎穿刺病理检查证实);恶性病变 9 例(13 个椎体,恶性组),均有明确肿瘤病史,并经手术或病理检查、影像学检查和(或)临床

随访证实,包括肺癌椎体转移 5 例,肾癌椎体转移 2 例,前列腺癌、乳腺癌椎体转移各 1 例。以患者自身正常椎体作为对照组(共 34 个正常椎体)。

1.2 检查方法 采用 GE HDXT 1.5T MR 扫描仪,8 通道 CTL 线圈。对所有患者均行常规矢状位 T1W (TR 350 ms, TE Minfull)、T2W (TR 2200 ms, TE 120 ms)及 FSEIR 序列扫描,多 b 值双指数衰减模型的 DWI 采用 EPI 序列轴位成像 (TR 2000 ms, TE 91 ms),扫描参数:层厚 4 mm,层间距 0.5 mm, NEX 4, b 值取 0、50、100、200、400、600、1000 s/mm², b 值的取值参考公式为: $S = A_{fast} \exp(-ADC_{fast} b) + (1 - A_{fast}) \exp(-ADC_{slow} b)$, 式中 S 代表信号强度, A_{fast} 代表快速弥散成分所占的比例, ADC_{fast}、ADC_{slow} 分别为通过工作站测得的快速表观弥散系数 Fast ADC 及慢速表观弥散系数 Slow ADC, b 即为 b 值。基于 T2W 及 STIR 序列获取定位像,分别定位于病变椎体及其邻近的正常椎体(图 1),扫描时间 3 min 51 s。将原始图像数据传至 AW 4.3 工作站,应用 MADC 软件进行图像分析,结合常规 T1WI、T2WI、STIR 序列及 DWI

图像,将 ROI(31 或 32 mm²)置于病灶最大平面上,尽量避免脑脊液、病灶内的坏死区及血管(图 2A),测量病变椎体的 Fast ADC 和 Slow ADC 值(图 2B、C)。以相同方法测量正常椎体的 Fast ADC 和 Slow ADC 值。

1.3 统计学分析 应用 SPSS 13.0 统计软件进行数据分析,采用 t 检验比较良性组、恶性组及对照组间 Fast ADC 和 Slow ADC 的, P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

良性组 Fast ADC 及 Slow ADC 分别为 $(4.31 \pm 1.48) \times 10^{-3}$ 和 $(0.68 \pm 0.08) \times 10^{-3}$ mm²/s, 恶性组分别为 $(2.85 \pm 1.26) \times 10^{-3}$ 和 $(0.38 \pm 0.08) \times 10^{-3}$ mm²/s, 对照组分别为 $(0.86 \pm 0.63) \times 10^{-3}$ 和 $(0.23 \pm 0.04) \times 10^{-3}$ mm²/s。良性组与对照组间 (P 均 < 0.001)、恶性组与对照组间 (P 均

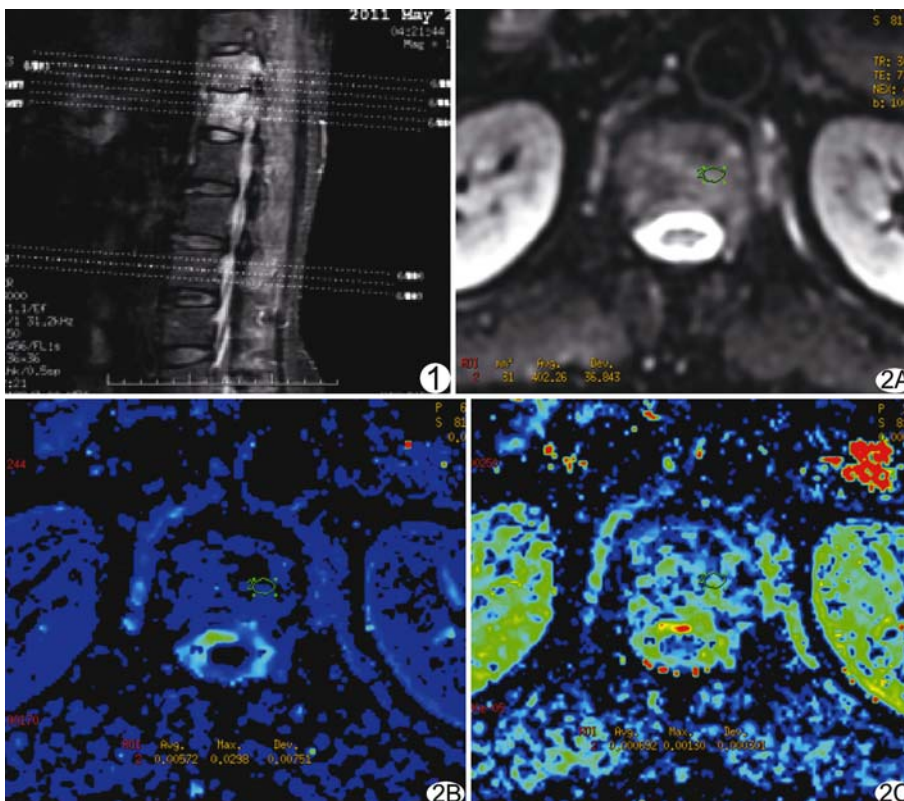


图 1 轴位 DWI 椎体定位像 图 2 患者女,51 岁, L1 结核 A. 将 ROI 置于病灶最大层面, 避开脑脊液、病灶坏死区及血管; B、C. 利用 MADC 软件分别测量 Fast ADC 及 Slow ADC, 分别为 5.72×10^{-3} 和 0.69×10^{-3} mm²/s

<0.001)及良性组与恶性组间($P=0.036, P<0.001$) Fast ADC 及 Slow ADC 差异均有统计学意义。

3 讨论

由于局部水肿、出血等原因,椎体良性病变常表现为 T1WI 低信号、T2WI 及 STIR 图像高信号。椎体发生恶性病变时,正常椎体被肿瘤组织替代,也可表现出类似的信号改变;此外,恶性转移灶与椎体感染性病变 MR 增强扫描均可见强化;因此,仅通过传统 MR 检查来鉴别椎体良、恶性病变具有一定困难。近年来,有学者^[1-5]通过测量椎体良、恶性病变的 ADC 值来对其进行鉴别诊断,并得出良性病变的 ADC 值大于恶性病变的结论。这种基于单指数模型衰减模式的 DWI 虽然对鉴别椎体良、恶性病变具有一定意义,但也存在不足,如因良、恶性病变的 ADC 值具有一定的重叠性^[4],可能导致误诊等。

多项基于双指数衰减模型的脑 DWI 研究^[6-9]发现,双指数衰减模型的图像质量优于传统的单指数模型。双指数衰减模型将组织的弥散现象分为细胞外弥散和细胞内弥散。Buckley 等^[10]通过观察大鼠模型发现 Fast ADC 及 Slow ADC 分别主要代表细胞外间隙和细胞内的弥散。Qi 等^[11]研究炎性肌病,发现 Fast ADC 还可反映局部组织的微血管灌注情况,而后者是将整个组织的弥散视作一个统一的整体^[12]。此外,目前关于两种模型优劣的对比研究并不局限于颅脑,国外学者^[13-14]对前列腺癌的研究结果也提示多 b 值双指数衰减模型的 DWI 优于传统的单指数模型。

本研究应用多 b 值双指数衰减模型的 DWI 对椎体良、恶性病变进行鉴别诊断,结果显示椎体良性病变的 Fast ADC 及 Slow ADC 明显高于恶性病变。分析其原因,可能为椎体良性病变造成细胞外间隙增宽,水分增加,同时由于炎症反应等刺激,使细胞外间隙微血管灌注也相应增加,胞膜通透性明显增高,导致水分子的弥散明显增加;而椎体恶性肿瘤细胞排列密集,细胞外间隙明显变窄,加之细胞膜的黏滞性增高使得细胞膜的通透性降低,细胞内水分子扩散减少,导致 Fast ADC 及 Slow ADC 较低。但良恶性病变的实际 Fast ADC 也存在一定重叠,可能由于某些肿瘤的微血管灌注比较丰富,弥补了细胞外间隙减小所引起的 Fast ADC 减低,使得某些椎体恶性病变与良性病变的 Fast ADC 之间存在一定重叠。本研究结果显示,椎体恶性病变的 Fast ADC 及 Slow ADC 均高于正常椎体,可能是由于正常椎体 ADC 值很小^[15],而恶性肿瘤浸润椎体,使正常的骨髓细胞被肿瘤细胞所代替,肿瘤细胞

的代谢明显高于正常椎体,且相对于正常椎体,肿瘤组织的微血管更为丰富,水分子的扩散增快。

本研究结果提示,基于双指数衰减模型的 DWI 测量 Fast ADC 及 Slow ADC 可为鉴别诊断椎体良、恶性病变提供重要依据;虽然良、恶性病变的 Fast ADC 存在一定重叠,但 Slow ADC 未见明显重叠效应,因此笔者认为综合考虑 Fast ADC 及 Slow ADC 有助于提高鉴别诊断椎体良、恶性病变的准确性。但本研究样本量较少,恶性病变的种类较为单一(均为转移癌),对所得结论尚需进一步研究加以证实。

[参考文献]

- [1] Chan JH, Peh WC, Tsui EY, et al. Acute vertebral body compression fractures: Discrimination between benign and malignant causes using apparent diffusion coefficients. *Br J Radiol*, 2002, 75(891):207-214.
- [2] Spuentrup E, Buecker A, Adam G, et al. Diffusion-weighted MR imaging for differentiation of benign fracture edema and tumor infiltration of the vertebral body. *AJR Am J Roentgenol*, 2001, 176(2):351-358.
- [3] Herneth AM, Friedrich K, Weidekamm C, et al. Diffusion weighted imaging of bone marrow pathologies. *Eur J Radiol*, 2005, 55(1):74-83.
- [4] Maeda M, Sakuma H, Maier SE, et al. Quantitative assessment of diffusion abnormalities in benign and malignant vertebral compression fractures by line scan diffusion-weighted imaging. *AJR Am J Roentgenol*, 2003, 181(5):1203-1209.
- [5] 李莉,任转琴,陈涛,等.大范围扩散加权成像鉴别诊断椎体良恶性病变. *中国医学影像技术*, 2010, 26(12):2321-2324.
- [6] Mulkern RV, Gudbjartsson H, Carl-Fredrik W, et al. Multi-component apparent diffusion coefficients in human brain. *NMR Biomed*, 1999, 12(1):51-62.
- [7] Mulkern RV, Zengingonul HP, Robertson RL, et al. Multi-component apparent diffusion coefficients in human brain: Relationship to spin-lattice relaxation. *Magn Reson Med*, 2000, 44(2):292-300.
- [8] Mulkern RV, Vajapeyam S, Robertson RL, et al. Biexponential apparent diffusion coefficient parametrization in adult vs newborn brain. *Magn Reson Imaging*, 2001, 19(5):659-668.
- [9] Maier SE, Bogner P, Bajzik G, et al. Normal brain and brain tumor: Multicomponent apparent diffusion coefficient line scan imaging. *Radiology*, 2001, 219(3):842-849.
- [10] Buckley DL, Bui JD, Phillips MI, et al. The effect of ouabain on water diffusion in the rat hippocampal slice measured by high resolution NMR imaging. *Magn Reson Med*, 1999, 41(1):137-142.
- [11] Qi J, Olsen NJ, Price RR, et al. Diffusion-weighted imaging of inflammatory myopathies: Polymyositis and dermatomyositis. *J Magn Reson Imaging*, 2008, 27(1):212-217.
- [12] Kinsey ST, Locke BR, Penke B, et al. Diffusional anisotropy is induced by subcellular barriers in skeletal muscle. *NMR Bi-*

omed, 1999, 12(1):1-7.

- [13] Shinmoto H, Oshio K, Tanimoto A, et al. Biexponential apparent diffusion coefficients in prostate cancer. *Magn Reson Imaging*, 2009, 27(3):355-359.
- [14] Mulkern RV, Barnes AS, Haker SJ, et al. Biexponential characterization of prostate tissue water diffusion decay curves over

an extended b-factor range. *Magn Reson Imaging*, 2006, 24(5):563-568.

- [15] Ward R, Caruthers S, Yablon C, et al. Analysis of diffusion changes in posttraumatic bone marrow using navigator-corrected diffusion gradients. *AJR Am J Roentgenol*, 2000, 174(3):731-734.

Infantile hepatic hemangioendothelioma: Case report 婴儿型肝脏血管内皮瘤 1 例

杨迎迎, 李 英, 周立霞, 耿左军

(河北医科大学第二医院医学影像科, 河北 石家庄 050000)

[Key words] Hemangioendothelioma; Liver; Diagnostic imaging [关键词] 血管内皮瘤; 肝脏; 诊断显像

[中图分类号] R735.7; R814.42 [文献标识码] B [文章编号] 1003-3289(2012)03-0569-01

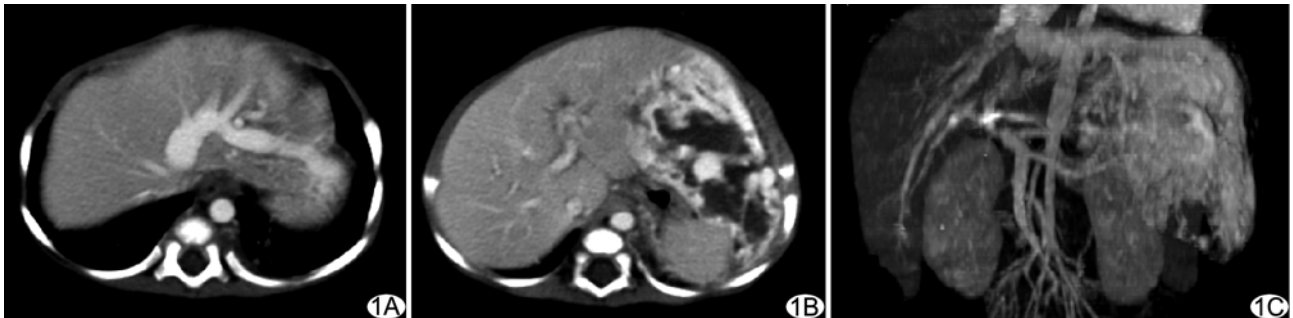


图 1 CT 增强扫描图 A. 动脉期可见粗大引流静脉显影; B. 门脉期见肝左叶巨大肿块不均匀增强; C. 肝脏增大, 腹主动脉变窄, 引流静脉为肝静脉

患儿男, 45 天, 发现腹部肿物 2 天。一般情况良好, 乙肝表面抗体 10.280 IU/L, 甲胎蛋白 1210 ng/ml。腹部 CT 增强扫描: 肝左缘见巨大不规则囊实性病变, 边界清晰, 约 7.5 cm × 4.5 cm × 7.0 cm, 突出于肝脏表面向左下方生长, 脾、胃及左肾受压; 动脉期见对比剂迅速进入肿块内, 呈明显不均匀强化, 以边缘环形强化及粗条索状强化为主, 强化程度与腹主动脉相当, 并可见增粗的肝左静脉显影(图 1A); 门脉期病变强化范围扩大, 对比剂由边缘略向中心蔓延, 强化程度高于正常肝实质(图 1B); 延迟期病变边缘强化区密度近似肝实质, 病变中央可见无强化区, 分界清楚。腹主动脉缩窄, 肝脏及脾脏增大(图 1C)。考虑为血管来源肿瘤, 疑伴动静脉瘘。行左肝肿物切除术, 术后病理: 左半肝叶血管内皮瘤。

讨论 婴儿型肝血管内皮瘤(infantile hepatic hemangioendothelioma, IHH)是来源于间叶组织的肝脏良性肿瘤, 多发生

在 1 岁以内婴儿; 主要由血管内皮细胞增生形成血管腔样结构, 血供丰富, 多为肝动脉供血, 少数可恶变。大多数 IHH 患儿甲胎蛋白升高, 部分肝脏功能异常, 可合并皮肤血管瘤、充血性心力衰竭、血小板减少症等。CT 平扫可见肝内多发或单发低密度影, 边界清楚, 病变较大时密度可不均匀, 部分病变可见钙化。增强扫描动脉期病变明显强化, 可呈边缘环形、结节状及均匀强化, 大于 2 cm 时多呈边缘强化。门脉期肿块强化范围由边缘逐渐向中心扩展。延迟期全瘤强化, 密度稍高于或等于正常肝实质, 部分病灶中央可伴无强化区。部分 IHH 病例出现腹主动脉缩小及肝动脉主干增粗。

鉴别诊断: ①肝脏海绵状血管瘤: 较少发生于婴幼儿, 强化方式为“早出晚归”。②肝脏血管瘤: 好发于 50~70 岁男性。③肝母细胞瘤: 好发于 3 岁以下儿童, 甲胎蛋白升高, 平扫出现钙化灶具有特征性, 可见包膜, 增强扫描呈环形或弧形强化。④肝脏淋巴瘤: 平扫为较低密度, 增强扫描呈轻中度延迟强化。⑤原发性肝癌: 甲胎蛋白升高, 强化方式为“快进快出”。⑥肝脏转移瘤: 甲胎蛋白阴性, 平扫为弥漫分布的低密度影, 增强扫描可见“牛眼征”。

[作者简介] 杨迎迎(1985—), 女, 河北秦皇岛人, 在读硕士。

E-mail: yangyingying@sina.cn

[收稿日期] 2011-10-21 [修回日期] 2011-11-25