

## • 腹部影像学 •

## 肾脏实性肿瘤的 3.0T MR 扩散加权成像研究

张瑾, 周纯武

**【摘要】 目的:**探讨扩散加权成像(DWI)对不同性质和不同病理类型的肾脏肿瘤、不同级别的透明细胞型肾癌的鉴别诊断价值。**方法:**对 160 例(164 个病灶)经手术病理证实的肾脏实性肿瘤的患者术前行常规 MR 及扩散加权扫描( $b$  值为  $800 \text{ s/mm}^2$ )。分别测量肿瘤及肾脏实质的表现扩散系数(ADC 值)。对不同性质和不同病理类型的肾脏肿瘤、不同级别的透明细胞型肾癌的 ADC 值进行比较。**结果:**良性肾脏实性肿瘤的平均 ADC 值( $1.24 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ )低于恶性肿瘤的平均 ADC 值( $1.59 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ )。透明细胞型肾癌 ADC 值明显高于其他病理类型肾脏肿瘤,除与嗜酸细胞腺瘤差异无统计学意义外,与其他病理类型差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。以不同病理类型肿瘤 ADC 值绘制 ROC 曲线,曲线下面积为 0.854,以  $1.355 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  为阈值,诊断透明细胞型肾癌的敏感度、特异度分别为 80%、78.5%。不同级别的透明细胞型肾癌 ADC 值随细胞级别的升高有逐渐下降的趋势。**结论:**DWI 对不同性质和不同病理类型的肾脏肿瘤、不同级别的透明细胞型肾癌有一定的鉴别诊断价值,结合常规 MRI 能提高诊断效能。

**【关键词】** 肾脏肿瘤; 磁共振成像; 扩散加权成像

**【中图分类号】** R445.2; R737.11 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)08-0870-04

**Diffusion-weighted MR imaging at 3.0T of solid renal tumors** ZHANG Jin, ZHOU Chun-wu. Department of Diagnostic Radiology, Cancer Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100021, P. R. China

**【Abstract】 Objective:** To explore the value of diffusion weighted imaging at 3.0T in the differentiation of benign and malignant renal tumors, subtypes of renal cell carcinoma, and grading of clear cell carcinoma. **Methods:** 160 patients with 164 clinical suspected renal masses underwent 3.0T routine MR scan and diffusion weighted MR scan before operation. All patients were histopathologically diagnosed. The  $b$  value of DWI sequence was  $800 \text{ s/mm}^2$ . Apparent diffusion coefficient values of both tumor and renal parenchyma were measured with an AW4.4 workstation and were compared by means of different characters, pathologic subgroups and various grade of clear cell carcinoma. **Results:** The mean ADC value of benign tumors ( $1.24 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ) was lower than that of malignant tumors ( $1.59 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ). For the different pathologic subgroups of renal tumors, clear cell RCC showed the significant higher ADC value of  $1.70 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , oncocytoma showed the second higher ADC value of  $1.57 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , papillary RCC, chromophobic RCC, and angiomyolipoma with minimal fat got almost equaled ADC value. To differentiate clear cell RCC from other tumors, a cut value of  $1.355 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  should be made (area under the curve was 0.854, and sensitivity was 80%, specificity was 78.5%). The analysis of mean ADC value showed an inverse linear correlation with different grade of clear cell RCC. **Conclusion:** Diffusion weighted imaging is useful in the differentiation of benign and malignant tumors, subtypes of renal cell carcinoma, and grading of clear cell carcinoma.

**【Key words】** Renal neoplasms; Magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging

磁共振扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)是目前唯一的一种无创性反应活体水分子扩散运动的成像方法,近年来 DWI 在腹部的应用日渐广泛。肾脏组织含水量大,血供丰富,位置深在,受呼吸运动影响较小,使其成为 DWI 在体部应用较为理想的器官。目前针对肾脏 DWI 检查的扫描技术、肾脏的正常皮髓质结构及肾脏弥漫性疾病的研究国内外已有较多报道,而针对肾脏肿瘤的 DWI 深入研究的结果仍相对较少。本研究期望通过 DWI 检查在治疗前对肾脏肿瘤的良恶性、肾脏肿瘤亚型及肾透明细胞癌的分

级等方面进行初步判定,从而为临床治疗方案的选择和随访提供指导和帮助。

## 材料与方法

### 1. 研究对象

回顾性分析本院 2008 年 4 月—2010 年 1 月经手术病理证实的 160 例肾脏实性肿瘤(164 个病灶)的 MRI 资料。所有 DWI 图像明显变形失真者、所有囊性病灶或部分实性病灶面积太小不能满足测量要求者(包括囊性为主的囊实性病灶、大面积出血的病灶和含大面积脂肪组织的病灶)均排除在研究对象之外。

### 2. 检查设备与方法

所有病例均采用 GE 3.0T MR 仪完成扫描。扫描序列:屏气单次激发自旋回波平面回波扩散加权序

作者单位:100021 北京,中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院影像诊断科

作者简介:张瑾(1976—),女,天津人,博士,主治医师,主要从事腹部肿瘤的影像诊断工作。

通讯作者:周纯武, E-mail: cjr. zhouchunwu@vip. 163. com

列(SS-SE-EPI-DWI)。扫描参数:TR 1375 ms, TE 50 ms,采集带宽 1250 Hz,层数 16,层厚 7.0 mm,间距 1.5 mm,视野 35 cm×35 cm,矩阵 128×128,激励次数 2,ASSET 为 2.0。呼气末屏气状态下扫描,扫描时间 15 s。扩散敏感系数 b 值分别为 0,800 s/mm<sup>2</sup>,扩散方向选择为层面内(slice)。扫描范围均需包括全部肾脏。扫描时尽量于呼气末屏气并尽量保持各序列基线水平一致。

3. 数据处理

采用 AW4.4 工作站的 FuncTool 软件进行 DWI 数据的后处理:调整域值范围以包含整个肾脏,由工作站自动生成肾脏表观扩散系数(ADC)伪彩图。兴趣区(region of interest,ROI)的选择:对于肾实质,ROI 尽量放在肾门水平肾脏前外侧髓质交界区,ROI 为圆形或椭圆形,包括肾皮质和肾髓质各约 50%。对于病灶,ROI 的位置需根据肿瘤的平扫、DWI 及 ADC 图像,部分同时行增强扫描者,结合强化后图像确定,尽量避开坏死、出血、变性及钙化区域。分别测量并记录肾实质的 ADC 值(ADC 肾)和肿瘤的 ADC 值(ADC 瘤)。

4. 统计分析

采用 SPSS 13.0 统计分析软件对各组数据结果进行统计分析,ADC 均值采用单因素方差分析,组间多重比较采用 LSD 方法, $P<0.05$  为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般特征

本组 160 例肾脏实性肿瘤共 164 个病灶(其中有 2 例有两个病灶,1 例有 3 个病灶),其中男性 106 例,女性 54 例。年龄 25~80 岁,平均 51 岁(51.23±11.71 岁)。

病理结果:164 个病灶中,良性病灶 26 个,恶性病灶 138 个。良性病灶中血管平滑肌脂肪瘤 21 个,嗜酸细胞腺瘤 5 个。恶性病灶包括肾透明细胞癌 110 个(3 例多发病灶均为肾透明细胞癌),乳头状肾细胞癌 12 个,肾嫌色细胞癌 16 个。肾透明细胞癌采用 4 分级法,共 110 个病灶,其中 I 级 44 例,II 级 44 例,III 级 16 例,IV 级 5 例,另有 1 例含约 50%肉瘤样成分而未作分级。

2. ADC 值测量结果比较

本组肾实质的平均 ADC 值为(2.22±0.21)×10<sup>-3</sup> mm<sup>2</sup>/s。肾脏实性肿瘤的平均 ADC 值为(1.54±0.40)×10<sup>-3</sup> mm<sup>2</sup>/s。肾脏肿瘤的平均 ADC 值明显低于正常肾实质。

良性肿瘤的平均 ADC 值为(1.24±0.26)×

10<sup>-3</sup> mm<sup>2</sup>/s。恶性肿瘤平均 ADC 值为(1.59±0.40)×10<sup>-3</sup> mm<sup>2</sup>/s。因方差不齐,故采用两独立样本非参数检验,结果表明良、恶性肿瘤 ADC 值间差异有统计学意义( $F=11.1, P<0.05$ ),恶性肿瘤的 ADC 值高于良性肿瘤。以良、恶性肿瘤 ADC 值绘制 ROC 曲线,曲线下面积为 0.696,提示 ADC 值判定良恶性有一定诊断价值,但诊断效能较低。

肾透明细胞癌 ADC 值最高且明显高于其他病理类型肾癌,其次为嗜酸细胞腺瘤,乳头状肾细胞癌、肾嫌色细胞癌、血管平滑肌脂肪瘤 ADC 均值较为接近(表 1)。单因素方差分析,表明不同病理类型肾脏肿瘤的 ADC 值有组间差异( $F=17.2, P<0.05$ )。对其进行组间多重比较(LSD 方法)结果提示肾透明细胞癌 ADC 均值与乳头状肾细胞癌、肾嫌色细胞癌、血管平滑肌脂肪瘤差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),与嗜酸细胞腺瘤差异无统计学意义。

以不同病理类型肿瘤 ADC 值绘制 ROC 曲线,针对肾透明细胞癌与其他病理类型的肿瘤作鉴别,曲线下面积为 0.862,提示 ADC 值判定肾透明细胞癌有一定诊断价值,其诊断效能中等。如果以 1.355×10<sup>-3</sup> mm<sup>2</sup>/s 为阈值,诊断肾透明细胞癌的敏感性和特异性分别为 80%和 78.5%。

表 1 不同病理类型肿瘤的 ADC 值

|          | 病灶数 | ADC 均值<br>(×10 <sup>-3</sup> mm <sup>2</sup> /s) |
|----------|-----|--------------------------------------------------|
| 肾透明细胞癌   | 110 | 1.70±0.34                                        |
| 乳头状肾细胞癌  | 12  | 1.16±0.33                                        |
| 肾嫌色细胞癌   | 16  | 1.13±0.33                                        |
| 血管平滑肌脂肪瘤 | 21  | 1.16±0.19                                        |
| 嗜酸细胞腺瘤   | 5   | 1.57±0.30                                        |

不同级别的肾透明细胞癌 ADC 值随细胞级别的升高呈逐渐下降的趋势。对其单因素方差分析结果表明不同级别肾脏肿瘤的 ADC 值有组间差异( $F=4.59, P$  值=0.05)。对其进行组间多重比较(LSD 方法)结果表明肾透明细胞癌 I 级、II 级分别与 III 级、IV 级间 ADC 值差异有统计学意义( $P<0.05$ ),而 I 级与 II 级、III 级和 IV 级间差异均无统计学意义( $P$  均>0.05)。

表 2 不同级别肾透明细胞癌的 ADC 值

|       | 例数 | ADC 均值<br>(×10 <sup>-3</sup> mm <sup>2</sup> /s) |
|-------|----|--------------------------------------------------|
| I 级   | 44 | 1.79±0.31                                        |
| II 级  | 44 | 1.72±0.32                                        |
| III 级 | 16 | 1.53±0.35                                        |
| IV 级  | 5  | 1.40±0.30                                        |

注:由于 1 个透明细胞肾癌病灶含约 50%肉瘤样成分而未分级,总病灶为 109 个。

讨 论

1. DWI 的主要影响因素

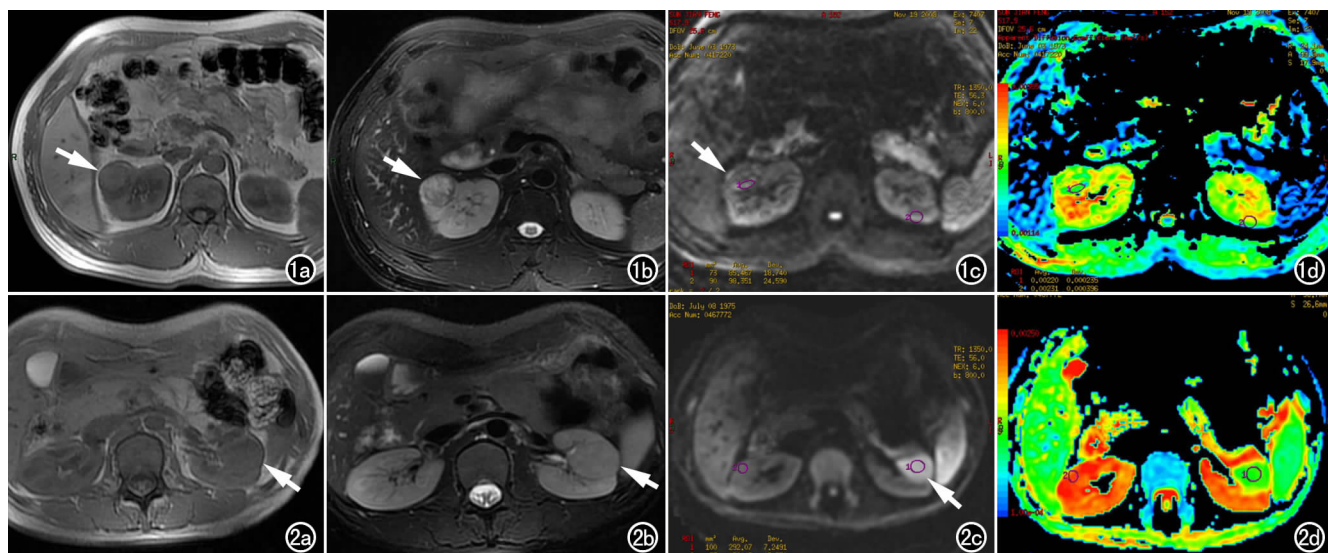


图 1 右肾透明细胞癌 II 级。a)  $T_1$  WI 示病变呈等信号(箭); b)  $T_2$  WI 脂肪抑制示病灶呈不均匀中高信号, 周边可见假包膜(箭); c) DWI 示病变呈混杂稍高信号(箭); d) ADC 伪彩图, 病灶 ADC 值为  $1.45 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。图 2 左肾乳头状细胞癌。a)  $T_1$  WI 示病变呈等信号(箭); b)  $T_2$  WI 脂肪抑制示病变呈等信号, 信号均匀, 周边可见假包膜(箭); c) DWI 示病变呈明显高信号(箭); d) ADC 伪彩图, 病灶 ADC 值为  $0.85 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

DWI 主要反应了活体水分子扩散运动。活体组织的扩散系数值受许多因素影响, 如细胞的渗透性、毛细血管灌注、细胞内外水的粘滞度及比例、膜通透性的方向等微循环因素, 体液的流动、温度等宏观因素以及呼吸、心脏搏动及肠道蠕动等生理活动均可影响。

从扫描技术角度来看, DWI 的图像质量主要与 b 值选择有关。本研究 b 值的选择参考了以往多个研究的结果<sup>[1-2]</sup>, 这些研究提示随 b 值增大, 图像质量逐渐下降, 当 b 值过高时, DWI 噪音明显增大, 图像扭曲、

变形、伪影增多。大部分研究结果将 b 值范围确定为  $500 \sim 1000 \text{ s}/\text{mm}^2$ , 在本研究中, 将 b 值确定为  $800 \text{ s}/\text{mm}^2$ 。

ROI 的设置对 ADC 值的测量结果也有较大的影响。但目前各研究所采用 ROI 的大小、形态及位置非常不一致。由于肾皮质较薄难以勾画测量, 故本研究采取了单个 ROI 代表肾脏实质。由于皮髓质交界处受血流灌注的影响相对较少<sup>[3-5]</sup>, 因此将 ROI 放置于此。本研究中并未对肿瘤内 ROI 的大小和数目做

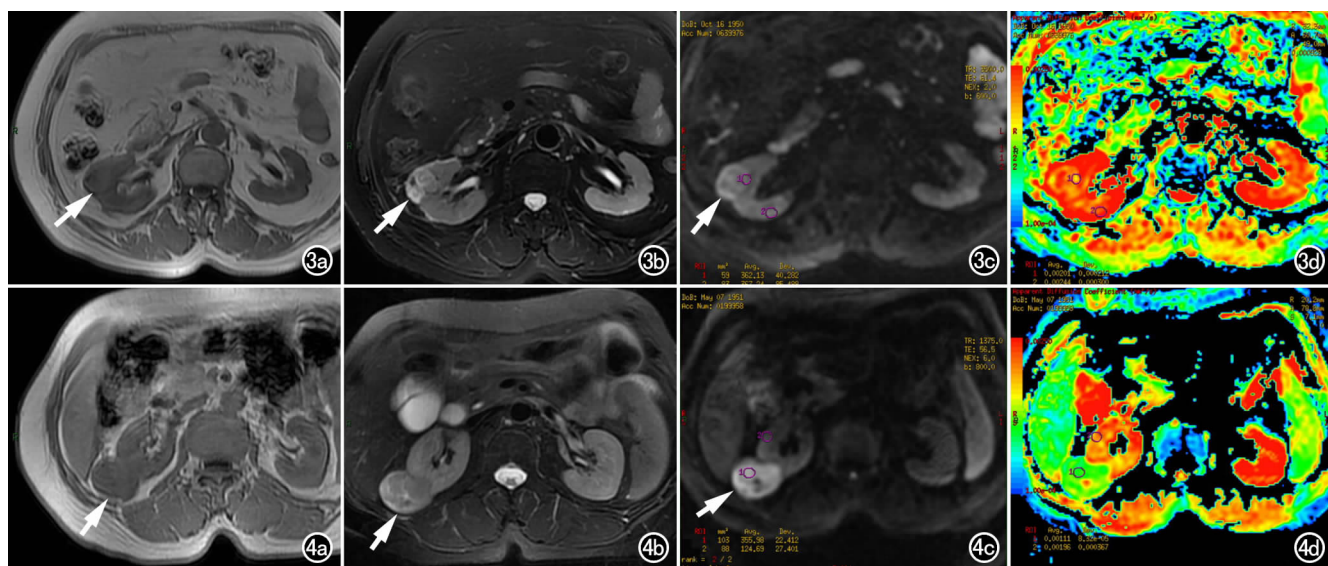


图 3 右肾嫌色细胞癌。a)  $T_1$  WI 示病变呈等信号(箭); b)  $T_2$  WI 脂肪抑制示病变呈欠均匀中高信号(箭); c) DWI 示病变呈中高信号(箭); d) ADC 伪彩图, 病灶 ADC 值为  $1.26 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。图 4 右肾血管平滑肌脂肪瘤。a)  $T_1$  WI 示病变呈等信号(箭); b)  $T_2$  WI 脂肪抑制示病变以等信号为主内见少许条状稍高信号(箭), 凸向肾脏轮廓外, 二者交界面呈楔形; c) DWI 示病变呈明显高信号(箭); d) ADC 伪彩图, 病灶 ADC 值为  $1.30 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

出严格规定。这是由于肾脏肿瘤多数伴有不同程度的坏死、出血、变性及钙化区,而且分布极不规则,为避免将这些区域包括在 ROI 内,就很难做到用固定大小的 ROI 测量,更难以保证在连续层面上取多个 ROI。

## 2. 正常肾脏及肾脏肿瘤的 ADC 值

肾脏血供丰富,同时肾小球、肾小管的高含水量、液体的流动和交换,使得肾脏本身的 ADC 值明显高于腹腔其他脏器<sup>[6]</sup>。大部分文献报道正常肾实质的 ADC 值在  $2 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  的范围之间。本组肾实质的平均 ADC 值为  $(2.22 \pm 0.21) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ,与文献报道一致<sup>[3-4,7-8]</sup>。

肾脏肿瘤的 ADC 值在以往各篇文献报道中表现出了明显的差异。这既与检查设备、序列设置、b 值的确定等方面的差异有关,又与各组病例选择、不同病理类型肿瘤在良恶性病例组的构成、肿瘤内 ROI 的放置有关。多项研究表明:囊性肿瘤的 ADC 值明显高于肾脏实质,实性肿瘤的 ADC 值低于肾脏实质;肾脏良性肿瘤的 ADC 值高于恶性肿瘤<sup>[3,7,9-11]</sup>。本研究的结果与后一个结论并不相符。经过对多篇文献的分析,我们认为这种差异的存在,主要是由于本研究以实性肿瘤为研究对象,未将囊肿及以囊性为主的病变纳入研究所致。由于对囊性病变的研究通常将 ROI 包括整个病变,其中大部分是囊液成分,ADC 值主要反应自由水的扩散情况,而非肿瘤成分。文献中将较多的肾囊肿归入良性肿瘤组进行研究就会导致良性组平均 ADC 值升高。

多个对不同病理类型肾脏肿瘤 ADC 值的研究肯定了 ADC 值在肾癌亚型(透明与非肾透明细胞癌)鉴别中的作用<sup>[8,12]</sup>。本研究也得到了类似结论:肾透明细胞癌 ADC 值明显高于其他类型的肾癌。在组织病理学上肾透明细胞癌较其他亚型的肾癌更易出现坏死和出血,我们倾向于本组中肾透明细胞癌 ADC 值高于其他亚型的原因是肿瘤更多的发生镜下可见的坏死和出血导致了 ADC 值的升高。本研究结果同时表明肾透明细胞癌的 ADC 值明显高于良性肾脏实性肿瘤(包括少脂型 AML 和嗜酸细胞腺瘤)。因此通过 ADC 值可将肾透明细胞癌与其他肾脏实性肿瘤进行鉴别,本组以不同病理类型实性肾脏肿瘤 ADC 值绘制 ROC 曲线,针对肾透明细胞癌与其他病理类型的肿瘤做鉴别,其曲线下面积为 0.862,诊断阈值为  $1.355 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

目前对不同病理级别的肾脏肾透明细胞癌的扩散加权成像相关报道较少,但得到的结论非常一致:随着肿瘤细胞级别的升高,肿瘤 ADC 值逐渐降低<sup>[8-9,13]</sup>。本研究的结果也进一步证实了此结论。由于病理分级

是判断肾透明细胞癌预后的重要因素,上述结论提示,ADC 值可能有助于预测肿瘤的恶性程度及评价预后。

本研究尚存在一些缺陷。首先由于本院为肿瘤专科医院,良性病例比例偏低。其次 DWI 的测量区域与病理结果缺乏准确的对应关系,很难从组织病理学方面解释研究所得结果。

综上所述,DWI 对不同性质肾脏肿瘤、不同病理类型肾脏实性肿瘤、不同级别的肾透明细胞癌有一定的鉴别诊断价值,但其诊断能力有限,在日常工作中需结合常规 MRI 提高诊断符合率。

## 参考文献:

- [1] 王海屹. 肾细胞癌不同亚型 3.0T 磁共振影像鉴别诊断[D]. 北京:军医进修学院,2009.
- [2] 朱捷. 肾脏 3.0T 磁共振扩散成像的研究[D]. 成都:四川大学,2006.
- [3] Inci E, Hocaoglu E, Aydin S, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in evaluation of primary solid and cystic renal masses using the Bosniak classification[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(5):815-820.
- [4] Manenti G, Di RM, Mancino S, et al. Malignant renal neoplasms: correlation between ADC values and cellularity in diffusion weighted magnetic resonance imaging at 3T[J]. Radiol Med[J]. 2008, 113(2):199-213.
- [5] 温兆霞. 肾脏占位性病变 DWI 检查应用价值的初步研究[D]. 天津:天津医科大学,2007.
- [6] Yoshikawa T, Kawamitsu H, Mitchell DG, et al. ADC measurement of abdominal organs and lesions using parallel imaging technique[J]. AJR, 2006, 187(6):1521-1530.
- [7] Doganay S, Kocakoç E, Çiçekçi M, et al. Ability and utility of diffusion-weighted MRI with different b values in the evaluation of benign and malignant renal lesions[J]. Clin Radiol, 2011, 66(5):420-425.
- [8] 余小多, 林蒙, 欧阳汉, 等. 3.0T MR 扩散加权成像诊断肾脏恶性肿瘤[J]. 中国医学影像技术, 2010, 26(3):538-542.
- [9] Sandrasegaran K, Sundaram CP, Ramaswamy R, et al. Usefulness of diffusion-weighted imaging in the evaluation of renal masses[J]. AJR, 2010, 194(2):438-445.
- [10] Taouli B, Thakur R, Mannelli L, et al. Renal lesions: characterization with diffusion-weighted imaging versus contrast-enhanced MR imaging[J]. Radiology, 2009, 251(2):398-407.
- [11] Zhang J, Tehrani YM, Wang L, et al. Renal masses: characterization with diffusion-weighted MR imaging-a preliminary experience[J]. Radiology, 2008, 247(2):458-464.
- [12] Wang HY, Cheng LQ, Zhang X, et al. Renal cell carcinoma: diffusion-weighted MR imaging for subtype differentiation at 3.0T[J]. Radiology, 2010, 257(1):135-143.
- [13] Rosenkrantz AB, Niver BE, Fitzgerald EF. Utility of the apparent diffusion coefficient for distinguishing clear cell renal cell carcinoma of low and high nuclear grade[J]. AJR, 2010, 195(5):W344-W351.

(收稿日期:2012-11-05 修回日期:2013-02-26)