

MR 小视野扩散加权成像在肾上腺结节中的应用价值

冯翠, 孟晓岩, 陈晓, 彭莉, 王秋霞, 李震, 胡道予, 彭健

【摘要】 目的:探讨 MR 小视野扩散加权成像(rFOV DWI)在肾上腺结节中的应用价值。**方法:**纳入 24 例肾上腺占位患者,所有患者均行常规平扫、全视野扩散加权成像(fFOV DWI)及 rFOV DWI 扫描($b=0,800\text{ s/mm}^2$)。由 2 位影像诊断医师通过 5 分法对 DWI 图像质量进行主观评分,利用 eADC 软件测定肾上腺结节的 ADC 值。**结果:**rFOV DWI 图像主观评分为(4.68 ± 0.65)分,高于 fFOV DWI 图像[(3.79 ± 0.59)分],差异有统计学意义($Z=-4.329, P<0.01$)。fFOV DWI 及 rFOV DWI 测得的腺瘤组与非腺瘤组 ADC 值差异均无统计学意义(P 值均 >0.05)。**结论:**rFOV DWI 可获得更高的组织分辨力,清晰显示病变与正常肾上腺的关系,为肾上腺小结节及增生性病变的诊断提供更多依据,ADC 值在肾上腺结节定性诊断方面价值有限。

【关键词】 磁共振成像; 扩散加权成像; 肾上腺结节; 肾上腺

【中图分类号】 R586.9; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2018)01-0046-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.01.009

The application of reduced field of view diffusion weighted imaging in adrenal nodule Feng Cui, MENG Xiao-yan, CHEN Xiao, et al. Department of Radiology, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

【Abstract】 Objective: To study the application of reduced field of view diffusion weighted imaging (rFOV DWI) in adrenal nodules. **Methods:** 24 patients with adrenal nodule were included in this study. The routine plain scan, full field of view DWI (fFOV DWI) and rFOV DWI were performed with $b=0,800\text{ s/mm}^2$. Image quality was evaluated by two radiologists with five-point scale and the ADC value of adrenal nodules were measured by eADC software. **Results:** The score of image quality with rFOV DWI was 4.68 ± 0.65 , which was significantly higher than that of fFOV DWI 3.79 ± 0.59 ($Z=-4.329, P<0.01$). There was no significant difference between adenoma and non-adenoma in ADC value no matter using rFOV DWI or fFOV DWI (all $P>0.05$). **Conclusions:** rFOV DWI sequence could achieve higher tissue resolution, and clearly show the relationship between adrenal nodule and normal adrenal gland, providing more evidence in the diagnosis of adrenal nodule and hyperplastic lesion. However, ADC value has limited value in the qualitative diagnosis of adrenal nodule.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging; Adrenal nodule; Adrenal glands

肾上腺结节在临床工作中常见,约占泌尿系统肿瘤的 10%^[1]。近年来,随着胸部及腹部计算机体层成像的广泛应用,此类患者中肾上腺偶发瘤的检出率上升至 4%~5%,成为一项新的临床问题^[2]。对于发生肾上腺转移的原发病灶,通过手术切除及放疗的治疗方式是禁忌^[3]。嗜铬细胞瘤可导致致命性的高血压及

心律失常,且 10% 为恶性^[4]。原发性醛固酮增多症(简称原醛)中,醛固酮瘤导致的原醛可达 75%~80%,亦可由单侧肾上腺皮质结节样增生引起,这类患者可通过单侧肾上腺切除术治愈,部分患者表现为双侧肾上腺增生,手术切除无效,需要通过长期的药物治疗^[5]。因此,肾上腺结节的定性及定位诊断对疾病临床诊疗方案的选择至关重要。

近年来,随着磁共振硬件及软件的发展,小视野扩散加权成像(reduced field of view DWI, rFOV DWI)技术在胰腺、前列腺、胃等领域广泛应用^[6-8],该序列原理为通过 2D 射频脉冲高选择性激发扫描区域组织信

作者单位: 430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介: 冯翠(1984—),女,湖北黄石人,博士研究生,主治医师,主要从事腹部影像诊断工作。

通讯作者: 彭健, E-mail: 29109456@qq.com

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(81371524); 国家自然科学基金面上项目(81571642)

号,可在减少图像伪影、减轻图像变形程度的同时提高图像分辨力,以期显示更小病灶或更多病灶细节^[9]。目前国内外研究未见 rFOV DWI 在肾上腺结节中的应用报道,本研究旨在通过与全视野扩散加权成像(full field of view DWI, fFOV DWI)对比,通过主观评分与 ADC 值的测定,探讨 rFOV DWI 在肾上腺结节诊断中的应用价值。

材料与方法

1. 病例资料

搜集本院 2013 年 12 月—2014 年 10 月行肾上腺 MRI 检查的 54 例患者,依据纳入及排除标准,最终 24 例患者(共 27 枚肾上腺结节)纳入本研究(图 1),其中男 9 例,女 15 例,年龄 15~73 岁,平均(50±11)岁。

纳入标准:①经超声或 CT 检查发现肾上腺结节,需进一步明确病变性质者;②原醛患者需进一步明确病因者;③有组织学证实或临床资料明确诊断者;④无磁共振检查禁忌症(包括体内金属植入物、幽闭恐惧症及心脏起搏器置入者等)。

排除标准:①无组织病理及临床资料证实;②肾上腺增生或结节直径小于 1 cm 者;③组织病理学证实为其他非腺瘤者(如髓样脂肪瘤、血管瘤等)。

2. 检查方法

所有患者均采用 3.0T MRI (HD 750, GE) 扫描仪及 32 通道体部线圈行 MRI 检查,采用呼吸门控技术。rFOV DWI 序列扫描参数:TE minimum, 视野 24.0 cm×9.6 cm, 频率编码方向为 R/L, 层数 16, 矩阵 128×96, 带宽±250 kHz, b 值取 0、800 s/mm², 激励次数 12。fFOV DWI 序列扫描参数:TE minimum, 视野 36 cm×36 cm, 频率编码方向为 R/L, 层数 16, 矩阵 192×160, 带宽±250 kHz, b 值取 0、800 s/mm², 激励次数 12。

每个 DWI 序列扫描时间持续 2~3 min, 扫描范围以覆盖病灶为准, 扫描层厚依据病变大小进行适当调整(3~5 mm)。

3. 图像分析

由 2 位影像诊断医师利用影像存储与传输系统(picture archiving and communication system, PACS)进行图像主观评分, 观察图像边缘清晰度、图像磁敏感伪影及图像变形程度, 采用 5 分法进行图像质量主观评分, 评分标准为:5 分, 非常好, 图像边缘清晰, 无伪影, 无图像变形;4 分, 好, 边缘清晰, 少许伪影, 不影响诊断或边缘稍模糊, 无明显伪影, 不影响诊断;3 分, 较好, 边缘稍模糊, 但轮廓清楚, 存在伪影, 轻度影响诊断;2 分, 尚可, 边缘模糊, 轮廓尚清, 中度伪影, 影响诊断;1 分, 差, 边缘模糊不清, 重度磁敏感伪影或呼吸运

动伪影, 图像变形严重, 无法诊断。

ADC 值由阅读者采用多次测量取平均值的方法进行测定, 所有 DWI 数据传送至 HD 750MRI 扫描仪, 利用 eADC 软件进行图像后处理分析, 于 b=800 s/mm² DWI 图像选择肾上腺结节中心最大层面手动划取感兴趣区, 同时避开结节出血、坏死及囊变区域, 避开周围肠气导致磁敏感伪影及呼吸运动伪影的层面。

4. 统计学分析

采用 SPSS 17.0 统计学软件进行统计学分析, 所有计量数据均以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。采用独立样本 t 检验比较腺瘤组与非腺瘤组之间的 ADC 值差异, 利用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估 ADC 值的诊断效能。rFOV DWI 与 fFOV DWI 序列间的主观评分比较采用配对 Wilcoxon's 秩和检验, 检验水准 $\alpha=0.05$; 利用 Cohen's Kappa 检验评估两位观察者间的一致性, kappa 值 0.81~1.00 定义为显著一致, 0.61~0.80 定义为一致性良好, 0.41~0.60 定义为一致性中等, 0.21~0.41 定义为一致性较差, 小于 0.20 定义为不一致。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

24 例患者共 27 枚肾上腺结节, 其中腺瘤 16 例共 17 枚结节(15 例患者单侧结节, 1 例患者双侧结节); 非腺瘤组共 8 例, 包括嗜铬细胞瘤 5 例共 6 枚结节(4 例患者单侧结节, 1 例患者双侧结节), 转移瘤 3 例共 4 枚结节(其中 2 例患者单侧结节, 1 例患者双侧结节)(图 1), 腺瘤及嗜铬细胞瘤均经手术病理证实, 转移瘤通过明确的临床恶性肿瘤病史确诊。

2 位观察者通过 5 分法对图像质量进行主观评分, rFOVDWI 图像主观评分为(4.79±0.47)分, 高

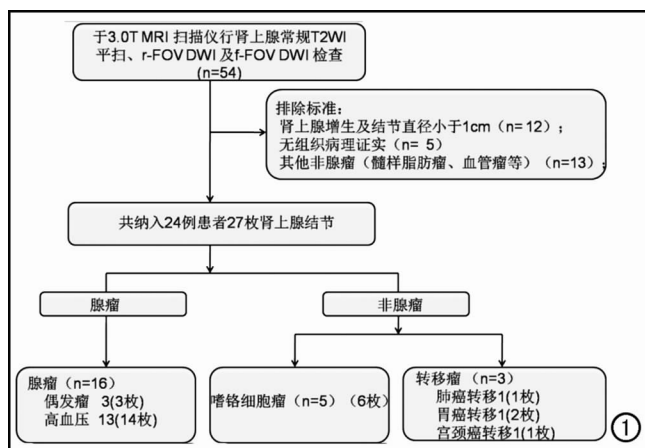


图 1 收集患者影像资料后根据纳入及排除标准入组患者资料。

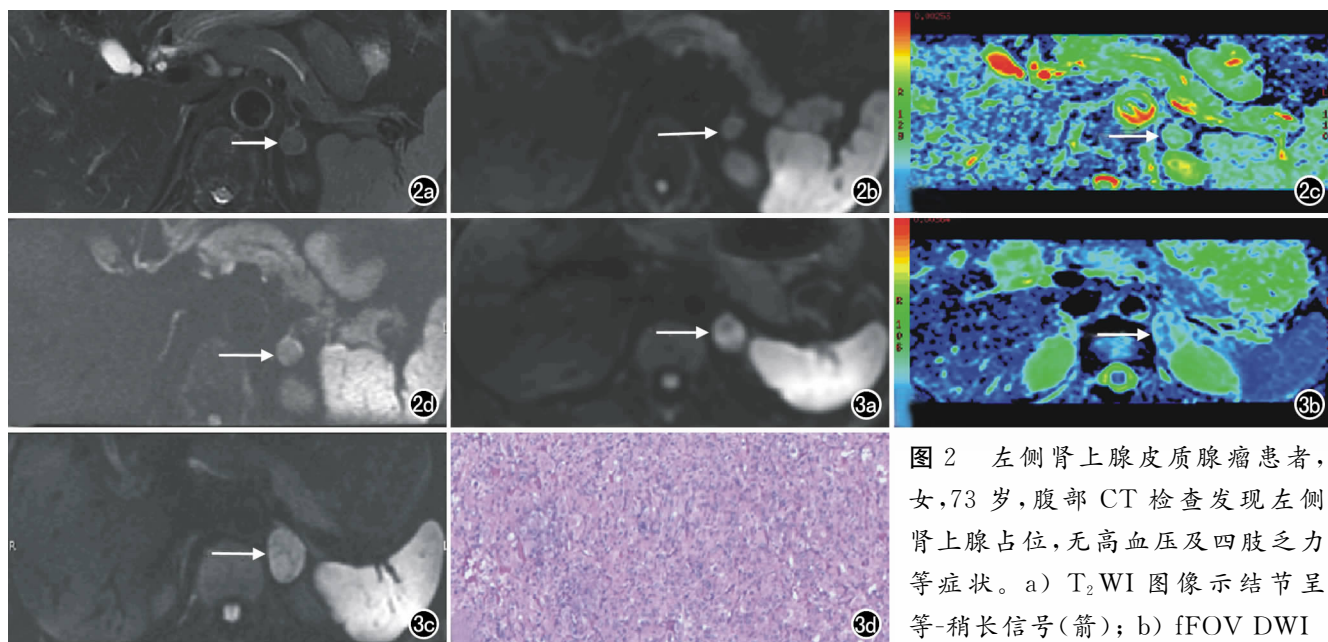


图 2 左侧肾上腺皮质腺瘤患者, 女, 73 岁, 腹部 CT 检查发现左侧肾上腺占位, 无高血压及四肢乏力等症状。a) T_2WI 图像示结节呈等-稍长信号(箭); b) fFOV DWI

图像, 结节(箭)与正常肾上腺组织边界显示不清; c) rFOV DWI ADC 伪彩图, 结节(箭)ADC 值为 $0.96 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; d) rFOV DWI 图像, 可清晰显示结节(箭)与正常肾上腺(呈稍高信号)边界。图 3 嗜铬细胞瘤患者, 女, 34 岁, 高血压病史 4 年。a) fFOV DWI 图像, 病灶内部信号显示欠清(箭); b) rFOV DWI ADC 伪彩图, 结节(箭)ADC 值为 $1.25 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; c) rFOV DWI 图像, 可清晰显示肾上腺结节内部信号(箭); d) 病理图示组织呈巢状排列, 瘤细胞较大, 呈多角形, 胞质丰富, 富含颗粒物质($\times 100$, HE)。

于 fFOV DWI 图像 [(3.81 ± 0.31) 分], 差异具有统计学意义 ($Z = -4.329, P < 0.01$, 图 2~4)。利用 Cohen's Kappa 检验进行 2 位观察者间的一致性分析, rFOV DWI 及 fFOV DWI 图像的 kappa 值分别为 0.81、0.82, 2 位观察者间具有显著一致性。

腺瘤组 rFOV DWI ADC 值为 $(0.84 \pm 0.12) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 非腺瘤组 ADC 值为 $(0.93 \pm 0.23) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 两者差异无统计学意义 ($t = 1.072, P = 0.305$); 腺瘤组 fFOV DWI ADC 值为 $(1.06 \pm 1.01) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 非腺瘤组 ADC 值为 $(0.98 \pm 0.19) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 两者差异无统计学意义 ($t = 1.216, P = 0.247$, 图 5)。采用 ROC 曲线分析两种扫描方法所得 ADC 值对腺瘤的诊断效能, rFOV DWI ADC 值及 fFOV DWI ADC 值的曲线下面积分别为 0.453 及 0.624, 对腺瘤诊断及鉴别诊断无价值。27 枚肾上腺结节

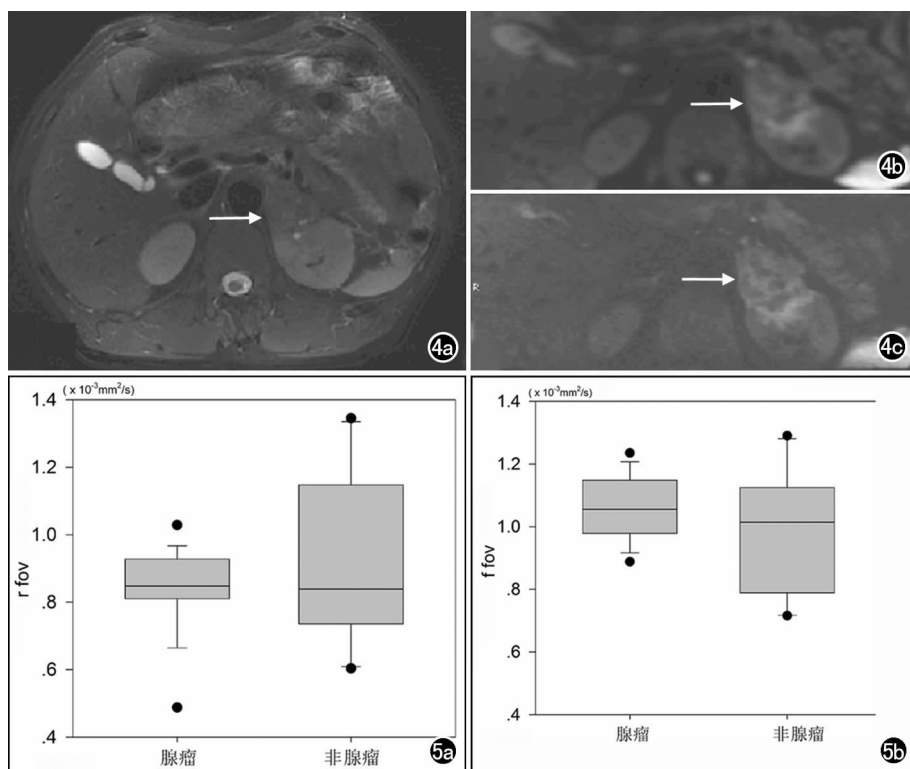


图 4 男, 57 岁, 因食管癌术后左腰部疼痛 3 个月就诊, 高血压病史 3 年。a) T_2WI 图像示结节呈等-稍低信号(箭); b) fFOV DWI 图像, 结节(箭)与正常肾上腺组织边界显示欠清; c) rFOV DWI 图像, 可清晰显示肾上腺结节(箭)与左侧肾上腺毗邻关系以及左侧肾脏受侵范围。图 5 a) rFOV DWI ADC 值误差条形图; b) fFOV DWI ADC 值误差条形图。

rFOV DWI 的平均 ADC 值为 $(0.88 \pm 0.17) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 低于 fFOV DWI $[(1.03 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$, 两者差异有统计学意义 ($t=4.019, P=0.000$)。

讨 论

DWI 作为一种无创的功能成像手段, 广泛应用于急性脑梗死、炎症、肿瘤等疾病的诊断^[7]。传统的单次激发平面回波扩散加权成像 (SS-EPI DWI, 即 fFOV DWI) 是目前临床工作中最常用的扩散加权成像序列, 然而其对运动伪影敏感, 该序列在腹部应用中易产生严重的几何变形以及 T_2^* 衰减导致图像模糊^[10], 降低图像质量。上述伪影的出现可导致 ADC 值测定不准确, 因此应用减少 DWI 图像伪影的新技术对于病灶的定性评估至关重要^[11]。

本研究结果显示, rFOV DWI 在肾上腺检查中可一定程度避免或减少磁敏感伪影及化学位移伪影, 使病变边界及细节显示更加清晰。rFOV DWI 序列通过联合规律的 2D 90° 射频脉冲 (2D-RF) 及 180° 重聚脉冲高选择性激发扫描野内组织信号, 扫描野外组织信号未被激发, 然而其缺点在于靠近 ROI 边缘的相邻层面的组织信号降低^[10]。Saritas 等^[12] 提出该序列缩小相位编码方向的视野, 减少 k 空间填充基线数目, 缩短 EPI 回波链长, 使用较短回波时间 (TE), 从而缩短相位编码方向读出时间, 在固定的扫描时间内获得更高的图像分辨力, 获得更多的病变组织细节, 清晰显示病灶边缘、形态及细微结构, 有利于微小病变的检出, 提高诊断准确性。同时, 重聚脉冲的使用可有效减少层间相位的变化, 从而减少运动所产生的磁敏感伪影, 而磁敏感伪影可导致 ADC 值的过度评估, 使得测量结果不准确^[13]。fFOV DWI 视野较 rFOV DWI 扫描视野大, 更易产生因磁场不均匀性所致的抑脂不均, rFOV DWI 能有效避免由于 B0 方向磁场不均匀性及较大扫描视野所产生的抑脂不均, 扫描视野内获得更好的抑脂效果, 提供更好的组织对比^[6]。rFOV DWI 可减少磁敏感伪影及微血流对 ADC 值的影响, 而微血流可导致更高的 ADC 值, 因此 rFOV DWI 组的 ADC 值稍低, 该序列在鉴别良恶性病变方面有待进一步研究。Singer 等^[14] 提出 rFOV DWI 可减少图像部分容积效应, 提供更准确的 ADC 值。另外, rFOV DWI 在胃、脊髓、肾上腺等部位已开展应用, 然而对于上述两种 DWI 技术 ADC 值的准确性仍存在一定的争议。

ADC 值一定程度上反映了组织的细胞密度与血管生成情况, 理论上有助于鉴别肿瘤的良恶性, 然而该结论并不适用于所有疾病。肾上腺皮质腺瘤细胞密集

可能是导致 ADC 值低的原因之一, 部分文献认为 ADC 值对鉴别腺瘤与转移瘤无价值。Singer 等^[14] 认为, rFOV DWI 的 ADC 值低于 fFOV DWI, 是由于前者减少了肿瘤与正常组织间的部分容积效应, rFOV DWI 所得 ADC 值更接近于组织的真实 ADC 值。本研究结果发现, 两种 DWI 技术所测腺瘤与非腺瘤组的 ADC 值差异均无统计学意义, 腺瘤组与非腺瘤组间有较多重叠, ROC 曲线证实两种 DWI 技术所测得的 ADC 值对鉴别腺瘤与非腺瘤无价值。关于 DWI ADC 值在肾上腺应用的最新研究, Hida 等^[15] 对 52 例肾上腺占位性病变进行 DWI 检查 (b 值取 0、500、1000 s/mm²), 分别于肿瘤整体区域、实性区域及实性区 ADC 值最低区域放置合适的 ROI 来测定 ADC 值, 结果显示, 整体测量的良性肿瘤 ADC 值高于恶性肿瘤, 差异有统计学意义; 然而, 测定肿瘤实性区域的 ADC 值对鉴别诊断无价值, 作者分析认为整体测量 ADC 值有差异属于偶然性事件, 可能与坏死、出血及变形等有关。Song 等^[16] 发现 ADC 值有利于鉴别腺瘤与良性嗜铬细胞瘤、转移瘤, 而在 Tsushima 等^[17] 的研究中发现腺瘤和非腺瘤的 ADC 值差异无统计学意义, 且功能性与非功能性腺瘤的 ADC 值差异亦无统计学意义, 但由于本研究中腺瘤及嗜铬细胞瘤较少, 未按照肿瘤有无功能性进行分组分析。因此, 总结国内外文献的研究结果^[18], 笔者认为 ADC 值在肾上腺结节诊断及鉴别诊断中的价值存在争议, 意义有限。

本研究存在的不足: ① 纳入患者病例数及病种较少, 非腺瘤组仅包括了嗜铬细胞瘤及转移瘤, 且转移瘤病种及病例数较少; ② 在对比分析两种 DWI 序列对肾上腺腺瘤的诊断价值时, 未对腺瘤内脂肪作定量分析, 故未将富脂性腺瘤与乏脂性腺瘤作对比分析; ③ 在图像质量主观评分过程中, 因 rFOV 和 fFOV DWI 图像特征的区别较显著, 无法保证观察者对两种 DWI 序列图像的盲法评估, 存在一定的偏倚。因此, 在今后的研究中, 需要纳入更多病种的患者, 进一步探讨该检查方法的准确性。

本研究结果表明, rFOV DWI 及 fFOV DWI 的 ADC 值在肾上腺结节定性诊断方面的价值有限, 然而 rFOV DWI 可减轻图像变形, 减少磁敏感伪影, 病灶边缘清晰锐利, 组织分辨力更高, 同时可清晰显示病变与正常肾上腺的关系, 为肾上腺小结节及增生性病变的诊断提供更多依据, 有望在腹部小病灶的检出及定性诊断方面得到广泛应用。

参考文献:

- [1] Fernandez-Fernandez FJ, Amereiros E, Martinez-Deben F. Diagnosis and treatment of adrenal tumours: a review of 35 years' experience[J]. BJU Int, 1999, 83(1): 158.

- [2] Bovio S, Cataldi A, Reimondo G, et al. Prevalence of adrenal incidentaloma in a contemporary computerized tomography series[J]. J Endocrinol Invest, 2006, 29(4): 298-302.
- [3] Park SY, Park BK, Park JJ, et al. CT sensitivities for large ($\geq$ 3cm) adrenal adenoma and cortical carcinoma[J]. Abdom Imaging, 2015, 40(2): 310-317.
- [4] Elsayes KM, Narra VR, Leyendecker JR, et al. MRI of adrenal and extraadrenal pheochromocytoma[J]. AJR, 2005, 184(3): 860-867.
- [5] Lumachi F, Marzola MC, Zucchetta P, et al. Non-invasive adrenal imaging in primary aldosteronism. Sensitivity and positive predictive value of radiocholesterol scintigraphy, CT scan and MRI[J]. Nucl Med Commun, 2003, 24(6): 683-688.
- [6] Ma C, Li Y, Pan C, et al. High resolution diffusion weighted magnetic resonance imaging of the pancreas using reduced field of view single-shot echo-planar imaging at 3T[J]. Magn Reson Imaging, 2014, 32(2): 125-131.
- [7] Riffel P, Michaely HJ, Morelli JN, et al. Zoomed EPI-DWI of the pancreas using two-dimensional spatially-selective radiofrequency excitation pulses[J]. PLoS One, 2014, 9(3): e89468.
- [8] 孟晓岩, 陈晓, 李晓娟, 等. 磁共振超清小视野扩散加权成像对胃部病变的诊断价值[J]. 放射学实践, 2015, 30(1): 41-44.
- [9] Furuta A, Isoda H, Yamashita R, et al. Comparison of monopolar and bipolar diffusion weighted imaging sequences for detection of small hepatic metastases[J]. Eur J Radiol, 2014, 83(9): 1626-1630.
- [10] Saritas EU, Lee D, Cukur T, et al. Hadamard slice encoding for reduced-FOV diffusion-weighted imaging[J]. Magn Reson Med, 2014, 72(5): 1277-1290.
- [11] Holzapfel K, Duetsch S, Fauser C, et al. Value of diffusion-weighted MR imaging in the differentiation between benign and malignant cervical lymph nodes[J]. Eur J Radiol, 2009, 72(3): 381-387.
- [12] Saritas EU, Cunningham CH, Lee JH, et al. DWI of the spinal cord with reduced FOV single-shot EPI[J]. Magn Reson Med, 2008, 60(2): 468-473.
- [13] Anderson AW, Gore JC. Analysis and correction of motion artifacts in diffusion weighted imaging[J]. Magn Reson Med, 1994, 32(3): 379-387.
- [14] Singer L, Wilmes LJ, Saritas EU, et al. High-resolution diffusion-weighted magnetic resonance imaging in patients with locally advanced breast cancer[J]. Acad Radiol, 2012, 19(5): 526-534.
- [15] Hida T, Nishie A, Asayama Y, et al. Apparent diffusion coefficient characteristics of various adrenal tumors[J]. Magn Reson Med Sci, 2014, 13(3): 183-189.
- [16] Song J, Zhang C, Liu Q, et al. Utility of chemical shift and diffusion-weighted imaging in characterization of hyperattenuating adrenal lesions at 3.0T[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(9): 2137-2143.
- [17] Tsushima Y, Takahashi-Taketomi A, Endo K. Diagnostic utility of diffusion-weighted MR imaging and apparent diffusion coefficient value for the diagnosis of adrenal tumors[J]. J Magn Reson Imaging, 2009, 29(1): 112-117.
- [18] Das C, Dhamija E, Kumar R, et al. Adrenal imaging (Part 1): imaging techniques and primary cortical lesions[J]. Indian J Endocrinol Metab, 2015, 19(1): 8-15.

(收稿日期: 2016-12-13 修回日期: 2017-03-21)

下期要目

具有囊性改变的胰腺导管腺癌的 CT 及 MRI 表现
儿童卵巢扭转的影像学征象及卵巢坏死评估

非结核分枝杆菌肺病的 MSCT 表现

MRI 与超声对胎儿中重度肾积水的诊断价值对照
脊柱上皮样血管内皮瘤的 CT 及 MRI 表现

(附 6 例报道并文献复习)

DWI 在中央型软骨性肿瘤鉴别诊断中的价值

心脏磁共振单次屏气三维容积电影成像在心脏功能
评价中的应用

ADC 值在髓母细胞瘤周浸润及复发评估中的价值
动态增强 CT 在胰腺神经内分泌肿瘤病理分级中的
可行性研究

Extended Tofts 双室模型在肝硬化 DCE-MRI 定量分析
中的研究

DSA 三维重建后处理技术在颈内动脉海绵窦瘘治疗中的
应用价值

多层螺旋 CT 对胰腺癌周围血管侵犯及肿瘤可切除性的
术前评估