

## 论 著

## 扩散加权成像在局灶性肝脏病变的临床应用

武汉大学恩施临床学院(恩施土家族苗族自治州中心医院)影像科  
(湖北 恩施 445000)

胡兴荣 覃大明 张丽君  
陈华东 张 峻

**【摘要】目的** 利用磁共振扩散加权成像(DWI)对局灶性肝脏病变进行定量分析,探讨其在局灶性肝脏病变中的应用价值。**方法** 应用SE-EPI DWI ( $b = 500 \text{ s/mm}^2$ )序列,对局灶性肝脏病变111例(原发性肝细胞癌35例,周围型胆管细胞癌7例,转移瘤25例,局灶性结节增生3例,血管瘤22例,囊肿19例)进行扫描,测量病变的表观弥散系数(ADC)值,比较不同疾病ADC值的差异。**结果**  $b$ 值选用 $500 \text{ s/mm}^2$ 时,正常肝脏的ADC值为 $(1.49 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ,原发性肝细胞癌、胆管细胞癌、转移瘤、局灶性结节增生、血管瘤和囊肿的ADC值分别为 $(0.93 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(0.97 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.06 \pm 0.17) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.53 \pm 0.29) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(2.18 \pm 0.23) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 和 $(3.15 \pm 0.21) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。肝癌和转移瘤的ADC值小于正常肝脏( $P < 0.01$ ),血管瘤和囊肿的ADC值大于肝脏( $P < 0.01$ )。局灶性结节增生与肝脏的ADC值之间、肝癌与转移瘤的ADC值之间无统计学差异( $P > 0.05$ )。**结论** 磁共振弥散成像及ADC值测定,能较准确的判断局灶性肝脏病变的性质,对其诊断及鉴别诊断有一定价值。

**【关键词】** 磁共振成像, 弥散; 表观扩散系数; 肝脏局灶性病变

**【中图分类号】** R44 R73

**【文献标识码】** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.02.022

通讯作者: 胡兴荣

## Applications of MRI Diffusion-weighted Imaging in the Diagnosis of Focal Hepatic Lesions

HU Xing-rong, QIN Da-ming, ZHANG Li-jun, et al., Department of Medicine Imaging, Central Hospital of Enshi Autonomous Prefecture & Enshi Clinical College of Wuhan University, Enshi 445000, Hubei Province, China

**[Abstract]** **Objective** To evaluate the value of diffusion-weighted imaging (DWI) in the diagnosis of focal hepatic lesions by quantitative analysis. **Methods** A total of 111 patients with focal hepatic lesions (including 35 cases of hepatocellular carcinoma, 7 cases of peripheral cholangiocarcinoma, 25 cases of hepatic metastatic tumors, 3 cases of focal nodal hyperplasia, 22 cases of hepatic hemangiomas and 19 cases of hepatic cysts) were examined by MRI SE-EPI and DWI ( $b = 500 \text{ s/mm}^2$ ) sequence, to measure and analyze the difference of apparent dispersion coefficient (ADC) values. **Results** When  $b = 500 \text{ s/mm}^2$ , the average ADC value of normal hepatic tissue was  $(1.49 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , the average ADC values of hepatocellular carcinoma, metastatic tumor, focal nodal hyperplasia, hemangioma and cyst were  $(0.93 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ,  $(0.97 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ,  $(1.06 \pm 0.17) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ,  $(1.53 \pm 0.29) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ,  $(2.18 \pm 0.23) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  and  $(3.15 \pm 0.21) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ . The ADC value of hepatocellular carcinoma and metastatic tumor lower than that of normal hepatic tissue ( $P < 0.001$ ). The ADC value of hemangioma and cyst higher than that of normal hepatic tissue ( $P < 0.001$ ). The ADC value had no significant differences between focal nodal hyperplasia and normal hepatic tissue, hepatocellular carcinoma ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** According to DWI and ADC values, the quality of hepatic lesions can be exactly diagnosed, which has a certain value in the diagnosis and differential diagnosis of focal hepatic lesions.

**[Key words]** Magnetic Resonance Imaging; Diffusion Weighted Imaging; Apparent Diffusion Coefficient (ADC); Focal Hepatic Lesion

随着磁共振软件和硬件技术的发展,医学影像技术也从传统的单纯形态学向形态学和功能学相结合的方面发展,磁共振扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)作为目前惟一能够无创检测活体组织水分子扩散运动的方法<sup>[1]</sup>,近年来,在肝脏疾病的研究方面显示出良好的应用前景<sup>[2,3]</sup>,提高病变显示的敏感性,对病变的诊断和鉴别诊断具有重要价值。本研究利用该技术对肝脏常见的局灶性病变进行定性、定量分析,以探讨其在检测和评价肝脏局灶性病变良恶性诊断和鉴别诊断方面的价值。

## 1 材料和方法

**1.1 临床资料** 收集恩施州中心医院2011年4月至2014年3月临床资料完整且行MR-DWI扫描的肝局灶性病变111例,所有病例均经手术、穿刺活检及介入治疗证实,对其MRI资料进行回顾性分析。其中男74例,女37例,年龄19~73岁,平均54.8岁。原发性肝细胞癌35例,周围型胆管细胞癌7例,转移瘤25例,局灶性结节增生3例,血管瘤22例,囊肿19例。

**1.2 磁共振扫描** 使用美国GE公司 Signa HDe 1.5T MR扫描仪,8通道体部表面相控阵线圈。做常规上腹部MRI检查前准备,检查前空腹4小时以上。取仰卧位,脚先进,应用呼吸门控。扫描序列包括常规平扫(横轴位T1WI IP OP, T2WI及冠状位FIESTA)、3D-LAVA增强扫

描和DWI序列。DWI采用单次激发SE-EPI序列,在X、Y、Z轴三个方向上施加弥散梯度,弥散敏感系数b值取0、500s/mm<sup>2</sup>,扫描参数:TR=4075ms,TE=73.9 ms,FOV=40cm,NEX=6.0,矩阵128×128,层厚7mm,间隔1mm。

**1.3 图像后处理、数据测量及图像分析** 常规MRI及DWI扫描完成后,推入ADW 4.3工作站进行图像后处理,应用Function Tool软件包处理DWI图像,重建伪彩图,测量病灶的表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值的平均值和标准差,感兴趣区通常选取约40 mm<sup>2</sup>,每个病灶测量3次,取平均值。

**1.4 统计分析** 使用SPSS16.0软件包对数据进行统计分析。结果用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示。对不同病变ADC值的比较采用t检验,当P<0.05时,差异具有统计学意义,P<0.01时,差异具有显著统计学意义。

## 2 结 果

**2.1 不同病灶DWI表现** 肝癌42例(原发性肝细胞癌35例,周围型胆管细胞癌7例)共59个病灶,DWI病灶呈弥散受限(图1-5),表现为均匀或不均匀的结节状、团块状高信号,部分病灶较正常肝实质信号稍高,中央液化、坏死呈低信号,原发性肝细胞癌与周围型胆管细胞癌从DWI图像信号上差别不明显;肝转移瘤25例共79个病灶,DWI亦弥散受限,以环状高信号为主,中央稍低信号;肝

局灶性结节增生3例共3个病灶,DWI弥散稍受限,表现为稍高信号或等信号;肝血管瘤22例共31个病灶,DWI呈均匀高信号(图6-10);肝囊肿19例共35个病灶,DWI信号较正常肝实质稍高。

**2.2 局灶性肝脏病变的ADC值的比较** 对DWI图像进行后处理,测量原发性肝细胞癌、周围型胆管细胞癌、肝转移瘤、局灶性结节增生、血管瘤、囊肿及正常肝实质的ADC值(表1),并对肝良、恶性病变与正常肝实质的ADC值进行比较,发现恶性肿瘤(原发性肝细胞癌、周围型胆管细胞癌、转移瘤)与正常肝实质的ADC值比较,ADC值明显小于正常肝实质,差异具有统计学意义(P<0.01),良性病变(血管瘤和囊肿)与正常肝实质比较,ADC值大于正常肝实质,差异具有统计学意义(P<0.01);而局灶性结节增生与正常肝实质,原发性肝细胞癌、周围型胆管细胞癌及转移瘤的ADC值之间差异无统计学意义(P>0.05)(表1)。

## 3 讨 论

**3.1 DWI基本原理** 弥散亦称布朗(Brownian)运动,即组织中水分子的不规则随机运动。DWI是以突出水分子的弥散效应作为图像对比的一种成像方法,是以反映组织内水分子活动的自由度来反映组织的结构特点。在梯度磁场下,弥散运动的水分子产生相位离散,信号降低,而静止的水分子不受影响,信号强度不受影响,从而把组织由水分子或氢质子的微观运动与MR信号联系起

来,产生MR信号,构成弥散图像的对比。由于在DWI时施加了运动敏感梯度,使组织中水分子的运动更自由,从而采集到的磁共振信号越弱。由于DWI对运动高度敏感,在复杂的人体内环境中,不仅受宏观因素(如心跳、脉搏、呼吸、血液灌注等自主或不自主运动)的干扰,同时亦受到微循环(如体液流动、细胞的渗透性、毛细血管灌注等)的影响。因此,这种弥散图像信号变化不能完全反映真正的弥散系数。在实际临床应用,常用表观弥散系数(ADC)代替真正的弥散系数(diffusion coefficient, DC)<sup>[4]</sup>来描述机体在弥散成像上所观察到的表观作用。DWI用b值来表示弥散敏感度,表观弥散系数可通过公式 $ADC = [\ln(S_{低}/S_{高})]/(b_{高}-b_{低})$ 计算,式中S低与S高可用DWI图像上设定感兴趣区测得对应低b值与高b值的信号强度值。DWI可提供扩散加权图像、ADC图和GE公司设备所独有的eADC图值等资料,并且ADC值和eADC值为定量指标,对用不同病变测得不同ADC值来对疾病的诊断提供量化指标<sup>[5,6]</sup>。研究表明b值对DWI图像的质量影响较大,通常b值越小,受组织微灌注的影响越大,反之,b值越大越能真实反映组织内水分子的弥散特性<sup>[4]</sup>。综合国内外文献研究<sup>[7,8]</sup>发现,选择b值为500s/mm<sup>2</sup>时,既能保证图像质量,又能得到相对稳定、较准确的ADC值。故本研究也选择较适宜b值500s/mm<sup>2</sup>对肝脏局灶性病变进行研究,得到了清晰的图像,同时所测量的ADC值相对稳定,与文献报道一致<sup>[9]</sup>。

### 3.2 局灶性肝脏病变的DWI表

表1 当b=500s/mm<sup>2</sup>时肝脏局灶性病变的ADC值(单位: ×10<sup>-3</sup>mm<sup>2</sup>/s)的比较( $\bar{x} \pm s$ )

	原发性肝细胞癌	周围型胆管细胞癌	肝转移瘤	正常肝脏	局灶性结节增生	肝血管瘤	肝囊肿
ADC值	0.93 ± 0.14	0.97 ± 0.15	1.06 ± 0.17	1.49 ± 0.14	1.53 ± 0.29	2.18 ± 0.23	3.15 ± 0.21
t值	0.2584	0.3607	3.3301	0.1963	4.6201	5.9735	
P值	0.549	0.773	0.001	0.4236	0.000	0.000	

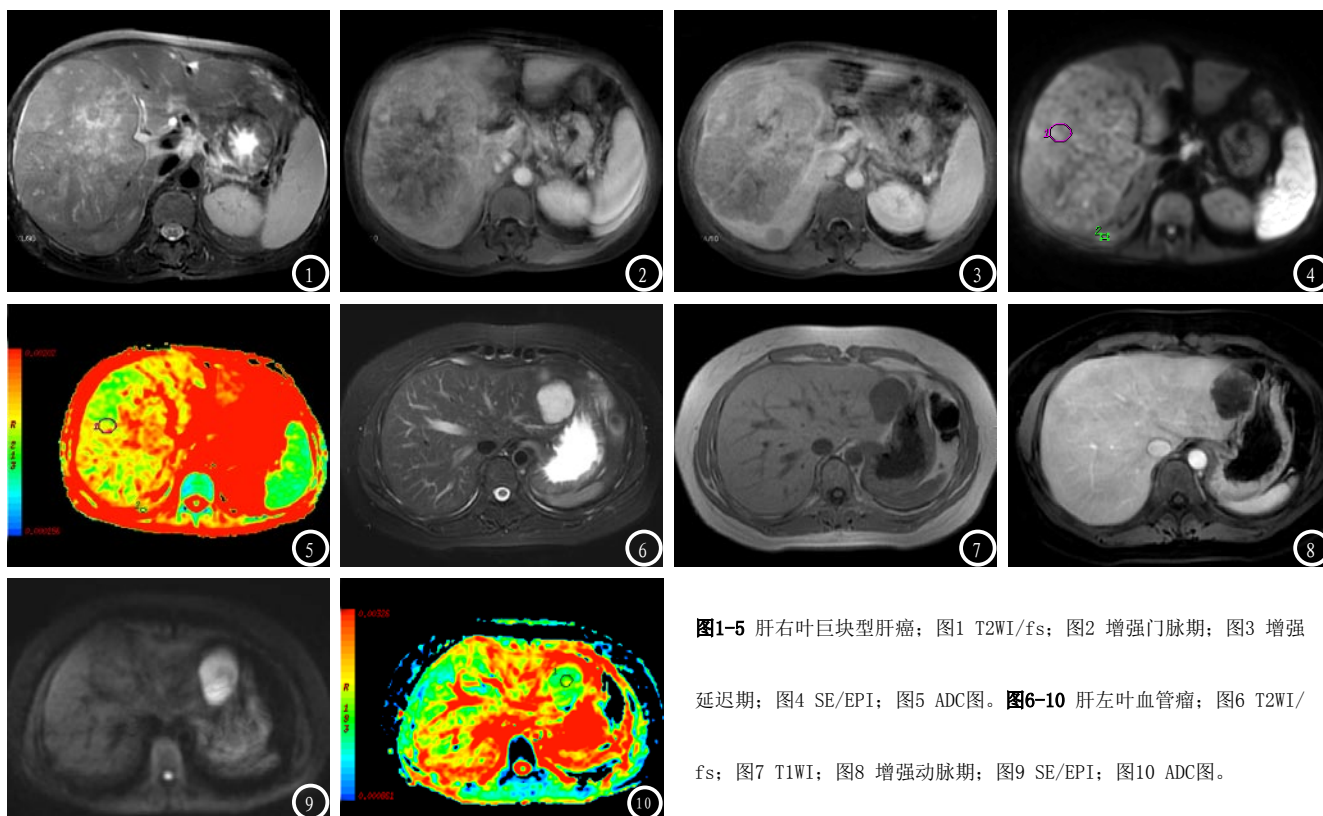


图1-5 肝右叶巨块型肝癌：图1 T2WI/fs；图2 增强门脉期；图3 增强延迟期；图4 SE/EPI；图5 ADC图。图6-10 肝左叶血管瘤：图6 T2WI/fs；图7 T1WI；图8 增强动脉期；图9 SE/EPI；图10 ADC图。

**现** 选择图像相对稳定、ADC值较准确的b值为500s/mm<sup>2</sup>，利用不同肝脏病变有着不同的组织结构特点，活体组织中水分子的运动受生物膜及体液中的大分子限制，不同组织结构和分子环境对水分子运动的限制程度也不同，从而使DWI表现反映一些病变的病理、生理和生化特点。本研究发现肝癌、转移瘤、局灶性结节增生、血管瘤和肝囊肿的DWI图像表现各有其特征。肝癌表现为均匀或不均匀的结节状、团块状高信号，部分病灶较正常肝实质信号稍高，中央液化、坏死呈低信号，但原发性肝细胞癌与周围型胆管细胞癌从DWI图像信号上差别不明显；肝转移瘤以环状高信号为主，中央稍低信号；肝局灶性结节增生表现为稍高信号或等信号；肝血管瘤呈均匀高信号；肝囊肿DWI信号较正常肝实质稍高。反映其病变组织成分、细胞大小及血供情况。肝脏恶性肿瘤肝细胞癌，胆管细胞癌和转移瘤的ADC值比较无统计学意义。局灶性结

节增生为中央瘢痕向外放射形成，纤维间隔围绕无亚型性的肝细胞形成结节，其细胞大小和形态与周围肝实质相差不多，DWI信号强度与肝脏基本一致。肝良性病变血管瘤内主要含有血液，血液较囊肿液体黏度高，因此常表现为较低高信号。囊肿是由液体成分构成，水分子扩散基本不受限制，在低b值的DWI图像上显示为高信号或较高信号，在高b值的DWI图像上，肝囊肿信号衰竭幅度很明显，信号降低甚至低于肝脏信号。

**3.3 局灶性肝脏病变DWI鉴别诊断价值** ADC值是描述DWI序列的一个定量参数，对肝脏局灶性病灶特点的描述及病灶扩散有重要价值，一定程度反映病变的病理、生理和生化特点。一些研究也表明，水分子的弥散在活体组织内与组织的空间结构有关，细胞成分越多，间隙越小，水分子弥散运动越受限，ADC值越小；水分子的弥散运动越强，ADC值越大，ADC值有助于对局

灶性肝脏病变的良恶性鉴别诊断<sup>[10, 11]</sup>，因此，通过测量局灶性病变的ADC值能从微观水平对病变的鉴别诊断提供信息。但ADC值的测量也受很多因素的影响，与使用不同厂家、机型、扫描线圈、扫描序列，特别是不同的b值选择，导致测量结果的差异较大。本组研究选用b值为500s/mm<sup>2</sup>时，原发性肝细胞癌、周围型胆管细胞癌、转移瘤、局灶性结节增生、血管瘤和囊肿的ADC值分别为 $(0.93 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(0.97 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.06 \pm 0.17) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.53 \pm 0.29) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(2.18 \pm 0.23) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 和 $(3.15 \pm 0.21) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ，正常肝脏的ADC值为 $(1.49 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。比较原发性肝细胞癌、周围型胆管细胞癌与转移瘤的ADC值均小于正常肝实质，血管瘤和囊肿的ADC值大于正常肝实质，差异具有统计学意义；原发性肝细胞癌、周围型胆管细胞癌与转移瘤的ADC值之间也无统计学差异，



与多数研究结果一致<sup>[12]</sup>。肝局灶性结节增生相对较少见,国内外关于其ADC值的报道较少,本研究所测ADC值与正常实质之间无统计学差异。肝血管瘤和肝囊肿是肝脏的常见病、多发病,磁共振平扫和增强都很有特点,但在相对经济落后的基层单位,很多患者不愿意做增强扫描,给影像工作者诊断带来一定困难,可根据DWI图像表现特点,可以对其鉴别。因此,对肝脏局灶性占位性病变,通常恶性肿瘤(肝癌和转移瘤)的ADC值明显低与肝脏,良性病变(局灶性结节增生、血管瘤和囊肿)的ADC值等于或高于肝脏,良恶性病变的ADC值有明显差异,ADC值可用于鉴别肝脏良、恶性病变。于德新等<sup>[13]</sup>应用3.0T磁共振选择b值为500s/mm<sup>2</sup>对正常肝脏、良性病变和恶性病变进行检测,结果发现良恶性病变的ADC值之间有显著统计学差异,本研究也得到了类似结果。

总之,不同局灶性肝脏病变DWI表现不同,其ADC值之间也存在差异,恶性病变的ADC值小于良性病变。磁共振扩散加权成像、ADC值测定及其变化规律,能比较准确的判断局灶性肝脏病变的性质,对其诊断及鉴别诊断有帮助。但本组研究胆管细胞癌和肝

局灶性结节增生收集病例较少,统计结果可信度不高,有待进一步收集病例。

### 参考文献

- [1] Kwee TC, Takahara T, Ochiai R, et al. Diffusion-weighted whole-body imaging with background body signal suppression (DWIBS): features and potential applications in oncology [J]. Eur Radiol, 2008, 18: 1937-1952.
- [2] Chow LC, Bammer R, Moseley ME, et al. Single breath hold diffusion-weighted imaging of the abdomen. [J]. Magn Reson Imaging, 2003, 18: 377-382.
- [3] Boulanger Y, Amara M, Lepanto L, et al. Diffusion-weighted MR imaging of the liver of hepatitis C patients. NMR Biomed, 2003, 16: 132-136.
- [4] Yamada I, Aung W, Himeno Y, et al. Diffusion Coefficients in Abdominal Organs and Hepatic Lesions: Evaluation with Intravoxel Incoherent Motion Echo-planar MR Imaging [J]. Radiology, 1999, 210: 617-623.
- [5] Chenevert TL, Brunberg JA, Pipe JG. Anisotropic diffusion in human white matter: demonstration with MR techniques in vivo [J]. Radiology, 1990, 177: 401-405.
- [6] 祝新, 王德杭, 朱斌. 磁共振扩散加权成像在肝占位病变中的应用 [J]. 医学研究生学报, 2004, 17: 936-938.
- [7] 杨沛钦, 郑晓林, 徐辉雄, 等. 肝脏扩

散加权成像方法研究 [J]. 临床放射学杂志, 2006, 25 (8): 738-741.

- [8] 胡兴荣, 崔显念, 胡启托, 等. 肝纤维化MRI弥散加权成像的初步研究 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2011, 9: 8-10.
- [9] Ichikawa T, Haradome H, Hachiya J, et al. Diffusion-weighted MR imaging with single-shot echo-planar imaging in the upper abdomen: preliminary clinical experience in 61 patients [J]. Abdom Imaging, 1999, 24: 456-461.
- [10] Chandarana H, Taouli B. Diffusion-weighted MRI and liver metastases. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2010, 18: 451-464.
- [11] 张虎, 秦东京, 姜兴岳, 等. 磁共振弥散加权成像对肝脏常见占位性病变诊断应用价值的研究 [J]. 中华临床医师杂志 (电子版), 2012, 6: 81-83.
- [12] Gourtsoyianni S, Papanikolaou N, Yarmenitis S, et al. Respiratory gated diffusion-weighted imaging of the liver: value of apparent diffusion coefficient measurements in the differentiation between most commonly encountered benign and malignant focal liver lesions [J]. Eur Radiol, 2008; 18 (3): 486-492.
- [13] 于德新, 李传福, 张晓明, 等. 3.0 T 磁共振弥散成像对肝脏恶性局灶性病变诊断的价值 [J]. 山东大学学报 (医学版), 2006, 44 (5): 496-500.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2016-01-06

(上接第 48 页)

MRS代谢物含量不同, 具有鉴别诊断价值。

### 参考文献

- [1] 张福康, 冯仕庭, 陈境弟, 等. 肺结核球和炎性假瘤CT动态增强扫描的表现 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2011, 09 (2): 32-34.
- [2] 董科, 陈献国, 郭晓华, 等. 孤立性肺结节术前MSCT图像后处理并钩丝定位 [J]. 放射学实践, 2013, 28 (3): 356-358

- [3] 蔡春仙, 赵世胜, 林丽萍, 等. 磁共振STIR-EPI序列在肺良恶性结节鉴别诊断中的应用 [J]. 实用医学影像杂志, 2011, 12 (6): 358-361
- [4] 牛磊, 朱蒙蒙, 王明皓, 等. 1H-MRS在颅内常见肿瘤中的临床应用 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2014, (3): 32-36.
- [5] 唐以军, 卢进昌, 罗强等. 48例肺部炎性假瘤患者内科治疗体会 [J]. 临床肺科杂志, 2012, 17 (9): 1643-1644.
- [6] 张福康, 冯仕庭, 陈境弟, 等. 肺结核球和炎性假瘤CT动态增强扫描的表现 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2011, 09 (2): 32-34.
- [7] 李智勇, 张婷婷, 李梦颖, 等. 磁共振动态增强曲线在孤立性肺结节诊

疗中的应用研究 [J]. 实用医学杂志, 2012, 28 (22): 3790-3792

- [8] 周洪彬, 邓宇, 蓝日辉, 等. 胸部炎性肌纤维母细胞瘤的影像学表现 [J]. 罕少疾病杂志, 2011, 18 (4): 19-22
- [9] 邢刚, 郭德安, 廉宗激, 等. 中央型肺癌MRI检查及征象分析 [J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2011, 9 (2): 111-114
- [10] 杨春山, 肖湘生, 李惠民. 孤立性肺结节质子MR波谱的初步研究 [J]. 中华放射学杂志, 2005, 39 (1): 17-21.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2016-01-08