

· 乳腺影像学 ·

体素内不相干运动联合扩散峰度成像模型对乳腺良恶性病灶的鉴别诊断价值

李嫣, 艾涛, 胡益祺, 严序, 夏黎明

【摘要】 目的:探讨体素内不相干运动(IVIM)技术联合扩散峰度成像(DKI)对乳腺良恶性病变的鉴别诊断价值。**方法:**137 例女性患者(共 153 个病灶)行双侧乳腺多 b 值 DWI 检查($b=0\sim 2000\text{ s/mm}^2$);分别使用 IVIM、DKI 模型获得病灶的真性扩散系数(D)、灌注相关扩散系数(D^*)、灌注分数(f)以及平均扩散峰度系数(MK)、平均扩散系数(MD)和 ADC 值。分析这些参数在乳腺良恶性病变中的变化规律,采用受试者工作特性曲线(ROC)评估各参数的诊断效能。**结果:**良恶性病灶的 D、f、MK、ADC 和 MD 值的中位数差异有统计学意义(P 值分别为 0.000、0.020、0.000、0.000 和 0.000),良恶性病灶 D^* 值的差异无统计学意义($P=0.480$)。D 值与和 MK、ADC 和 MD 值在鉴别乳腺良恶性病变中的可靠性相当,两两比较差异无统计学意义(P 值均大于 0.1)。当 MK 值及 D、ADC 和 MD 值的阈值分别取 0.8073 及 0.9536×10^{-3} 、 1.1436×10^{-3} 和 $1.5657\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$ 时,鉴别良恶性病灶的敏感度和特异度依次分别为(95.7%,84.2%)及(95.7%,81.6%)、(96.5%,84.2%)和(93.9%,84.2%)。ROC 曲线分析得出 D 值的诊断效能最大($\text{AUC}=0.91$)。联合 D 值和 MK 值的 AUC 达 0.92。**结论:**采用 IVIM 和 DKI 模型获得的相关参数有助于乳腺良恶性病灶的鉴别,以 IVIM 模型中的真性扩散系数的诊断敏感性和特异性较高,联合真性扩散系数和扩散峰度系数的诊断效能最高。

【关键词】 磁共振成像; 扩散加权成像; 体素内不相干运动; 扩散峰度成像; 乳腺肿瘤; 鉴别诊断

【中图分类号】 R737.9; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2016)12-1191-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2016.12.019

The value of IVIM-DKI model in differentiating benign from malignant breast lesions LI Yan, AI Tao, HU Yi-qi, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

【Abstract】 Objective: To study the diagnostic value of IVIM-DKI model MRI in differentiating benign from malignant breast lesions. **Methods:** 137 female patients (153 lesions in total) underwent multi-b value ($b=0\sim 2000\text{ s/mm}^2$) DWI scanning. Tissue diffusivity (D), pseudo-diffusivity (D^*), perfusion fraction (f) and mean diffusion kurtosis (MK), mean diffusivity (MD) and ADC were calculated using IVIM and DKI model. The difference of these parameters in benign and malignant breast lesions was analyzed statistically. The diagnostic performance of these parameters was evaluated by ROC analysis. **Results:** There were statistically significant differences between malignant and benign lesions in the diffusion parameters of median D, f, MK, ADC and MD value ($P=0.000, 0.020, 0.000, 0.000$ and 0.000 respectively). There was no statistically significant difference in D^* value ($P=0.480$). The reliability of D, MK, ADC and MD value for differential diagnosis of benign and malignant breast lesions was similar, there was no significant difference between any two of them ($P>0.05$). When the optimal threshold of MK, D, ADC and MD value was 0.8073, and 0.9536×10^{-3} , 1.1436×10^{-3} and $1.5657\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$, the corresponding diagnostic sensitivity and specificity were 95.7%, 84.2%; 95.7%, 81.6%; 96.5%, 84.2% and 93.9%, 84.2%, respectively. ROC analysis showed that the AUC of D value was 0.91 which was the highest one. By combining D with MK value for diagnosis, AUC was increased to 0.92. **Conclusion:** The parameters obtained from IVIM-DKI model are helpful to differential diagnosis of benign from malignant breast lesions. The D value obtained from IVIM model may have relatively high sensitivity and specificity, D Combined with MK value can obtain the best diagnostic performance.

【Key words】 Diffusion-weighted Imaging; Diffusion kurtosis imaging; Intra-voxel incoherent motion; Breast neoplasm; Differential diagnosis

扩散加权成像能够通过观察不同 b 值条件下病灶信号强度衰减的情况以及测量扩散系数值来辅助鉴别

良恶性病灶。而且,针对特定的成像方案还出现了多种数学模型从不同方面揭示微观结构的扩散信息,进一步提升 DWI 技术在临床诊断中的应用价值。其中,基于微循环灌注效应的体素内不相干运动(intra-voxel incoherent motion, IVIM)和描绘组织内非正态分布水分子扩散的扩散峰度成像(diffusion kurtosis im-

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(李嫣、艾涛、胡益祺、夏黎明); 200000 上海,西门子医疗东北亚科研合作部(严序)

作者简介: 李嫣(1986—),女,湖北鄂州人,硕士,住院医师,主要从事乳腺及心胸影像诊断工作。

通讯作者: 夏黎明, E-mail: cjr_xialiming@vip.163.com

aging,DKI)模型成为目前乳腺 DWI 研究的热点。IVIM 模型既能无创地反映肿瘤组织的血管生成情况,又能有效去除灌注因素的影响,能真实反映组织内水分子扩散的情况,进而可较准确地评估肿瘤的良恶性。Baron 等^[1]认为灌注效应对于正常乳腺组织扩散加权成像信号的影响可忽略,但对于乳腺癌病灶信号特点的影响则比较明显。DKI 模型通过对病变平均扩散率(mean diffusivity, MD)和平均扩散峰度值(mean diffusion kurtosis, MK)的定量测量,更真实反映乳腺肿瘤微环境的扩散特征,显著提高乳腺病变诊断和鉴别诊断的准确性。目前,关于乳腺良恶性病灶鉴别的 DKI 和 IVIM 研究均有所报道,但联合 IVIM 和 DKI 模型的分析国内尚未见报道。本研究拟通过较大样本的回顾性分析,系统评估 IVIM/DKI 联合模型各参数在乳腺良恶性病变中的鉴别诊断价值。

材料与方法

1. 一般资料

对 2014 年 11 月—2015 年 10 月在本院行乳腺 MRI 检查的患者的病例资料进行回顾性分析。纳入标准:乳腺良恶性病灶经手术病理证实,术前行多 b 值 DWI 检查;DWI 图像上病灶呈肿块样,且最小径线 ≥ 5 mm;无术前活检、术前放化疗的病史。剔除其高 b 值 DWI 图像质量较差的患者后,共有 137 例患者(153 个病灶)纳入本研究,其中良性病灶 38 个,恶性病灶 115 个;良性病灶包括纤维腺瘤 30 个,良性叶状肿瘤 3 个,乳腺炎 5 个;恶性病灶包括浸润性导管癌 104 个,导管原位癌 7 个,恶性叶状肿瘤 1 个,神经内分泌癌 2 个,混合性黏液癌 1 个。

2. 检查方法

使用 Siemens Skyra 3.0T 超导磁共振成像仪及 16 通道双侧乳腺专用相控阵线圈。患者取俯卧位,双侧乳腺自然悬垂于乳腺线圈内。多 b 值 DWI 扫描参数:TR 6800 ms, TE 98 ms, 矩阵 188×188 , 视野 $32 \text{ cm} \times 32 \text{ cm}$, 层厚 5 mm, 读出带宽 1478 Hz。b 值分别为 0、50、100、150、200、300、500、800、1000 和 2000 s/mm^2 , 激励次数 1~4, 扫描时间 5 min 26 s。

3. 数据后处理

所有图像均传到后处理工作站,由 2 位放射科医师在对病理结果不知情的情况下共同阅片和分析数据。通过第三方软件(DKI_tool_0_2_2, Siemens)自动生成 IVIM/DKI 模型相关参数图。选取病灶的最大层面,在信号强度最高的 DWI(DWI_{max})图上手动勾画感兴趣区(region of interest, ROI),避开明显的出血、坏死及囊变区,软件即自动生成各参数值,包括 IVIM 模型的真性扩散系数(D)、灌注相关扩散系数

(D^*)和灌注分数(f),以及 DKI 模型的 MK、MD 和 ADC。DKI tool 软件计算可获得各参数在勾画的 ROI 中所有位点的均数、中位值、10%~90%百分位数值,本研究经过初期测试,发现 DKI tool 软件给出的每个 ROI 内每个位点的数值(包括均数、中位数、最大值和最小值等)中,以中位数的鉴别效果最佳,因此每个 ROI 内的数据统一选取中位数进行统计。所有 ROI 的数据采用均数 $\pm$ 标准差的形式进行分析。

4. 数据分析

采用 SPSS V19.0 软件对 IVIM/DKI 模型获得的各项参数进行统计学分析。经 K-S 拟合优度检验,良恶性病变的 2 组样本数据均为正态分布,故采用独立样本的 Student's *t* 检验分析各参数值在良恶性病变之间的差异是否存在统计学意义。使用 logistic 回归分析评估 IVIM/DKI 模型获得的各项参数对鉴别乳腺良恶性病灶的价值。利用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)评估各参数的临界值及其诊断效能。采用 Pearson 相关分析研究 IVIM 与 DKI 模型各参数之间的相关性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 良恶性病灶的 IVIM 模型参数特征

本研究中乳腺良恶性病灶的 IVIM 模型相关参数的测量结果见表 1、图 1~2。独立样本 *t* 检验结果显示,恶性病变的 D 值低于良性病变,差异有高度统计学意义($P < 0.001$);恶性病变的 f 值高于良性病变,差异有统计学意义($P < 0.05$);乳腺良恶性病变 D^* 值的差异无统计学意义($P > 0.05$)。

IVIM 模型各项参数鉴别良恶性病灶的 ROC 见图 3。D 值的曲线下面积(area under curve, AUC)为 0.91(95%可信区间 0.88~0.99), D^* 值的 AUC 为 0.55(95%可信区间 0.47~0.63),f 值的 AUC 为 0.64(95%可信区间 0.53~0.75)。D 值的诊断效能较高,可作为鉴别乳腺良恶性病变的独立指标;以 $0.9536 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 作为诊断阈值,其敏感度为 95.7%,特异度为 84.2%。

表 1 良恶性病灶 IVIM 模型参数的测量结果

IVIM 参数	良性病灶 (n=38)	恶性病灶 (n=115)	P 值
$D(\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$	1.22 ± 0.40	0.69 ± 0.15	0.000
$D^*(\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$	7.51 ± 2.12	7.79 ± 1.95	0.480
f	$13.43\% \pm 4.03\%$	$15.21\% \pm 3.87\%$	0.020

2. 良恶性病灶的 DKI 模型参数特征

本研究中乳腺良恶性病灶的 DKI 模型相关参数的测量结果见表 2、图 1~2。

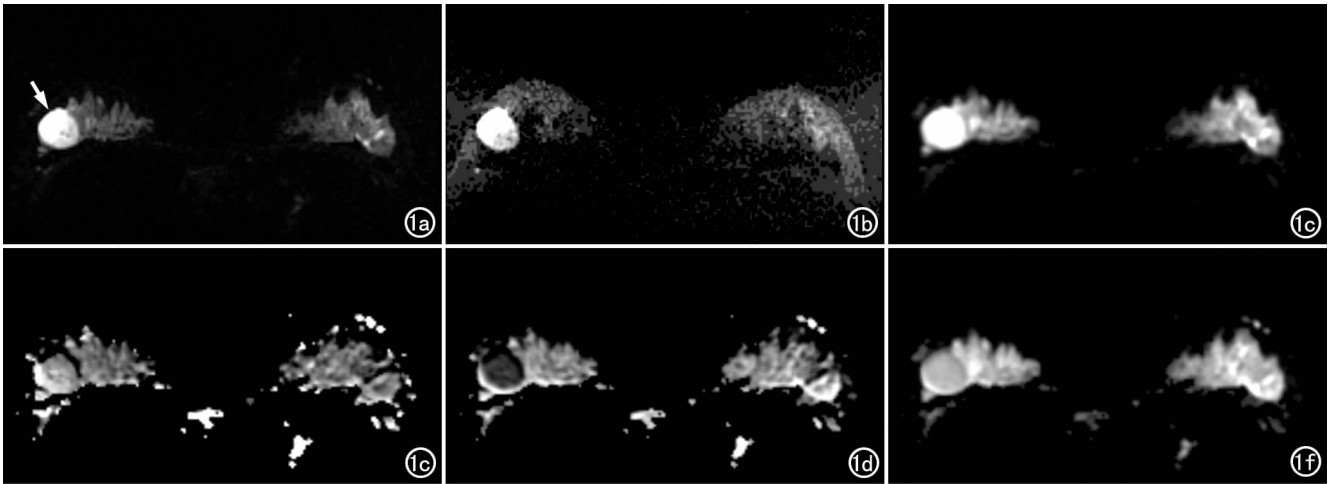


图 1 女,24 岁,纤维腺瘤(白箭)。a) $b=0\text{ s/mm}^2$ 的 DWI 图,右乳约 9 点钟方向可见一类圆形肿块,边界清晰,边缘光整,呈均匀高信号(箭);b) $b=2000\text{ s/mm}^2$ 的 DWI 图,肿块在高 b 值 DWI 上呈稍欠均匀等信号; c) IVIM 模型 D 图,病灶的 D 值为 $1.30\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$; d) IVIM 模型 D^* 图,病灶 D^* 值为 $9.41\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$; e) IVIM 模型 f 图,病灶的 f 值为 11.0%; f) DKI 模型 MD 图,病灶的 MD 值为 $1.77\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$; g) DKI 模型 MK 图,病灶的 MK 值为 0.60。

表 2 良恶性病灶 DKI 模型参数的测量结果

DKI 参数	良性病灶	恶性病灶	P 值
$ADC(\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s})$	1.39 ± 0.43	0.82 ± 0.18	0.000
$MD(\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s})$	1.80 ± 0.46	1.18 ± 0.26	0.000
MK	0.72 ± 0.22	1.10 ± 0.20	0.000

独立样本 t 检验结果显示,恶性病变的 ADC 值和 MD 值低于良性病变,差异有统计学意义 ($P<0.001$);恶性病变的 MK 值高于良性病变,差异有统计学意义 ($P<0.001$)。

DKI 模型各参数鉴别良恶性病灶的 ROC 见图 3。

ADC 值的 AUC 为 0.91(95%可信区间 0.85~0.95),以 $1.1436\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$ 为诊断阈值,其敏感度为 96.5%,特异度为 84.2%;MD 值的 AUC 为 0.89(95%可信区间 0.83~0.94),以 $1.5657\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$ 为诊断阈值,其敏感度为 93.9%,特异度为 84.2%;MK 值的 AUC 为 0.90(95%可信区间 0.85~0.95),以 0.8073 为诊断阈值,其敏感度为 95.7%,特异度为 81.6%。DKI 模型三个参数均具有较好的鉴别诊断效能。

3. IVIM/DKI 模型联合分析

IVIM 模型的 D 值及 DKI 模型的 MK、MD 和

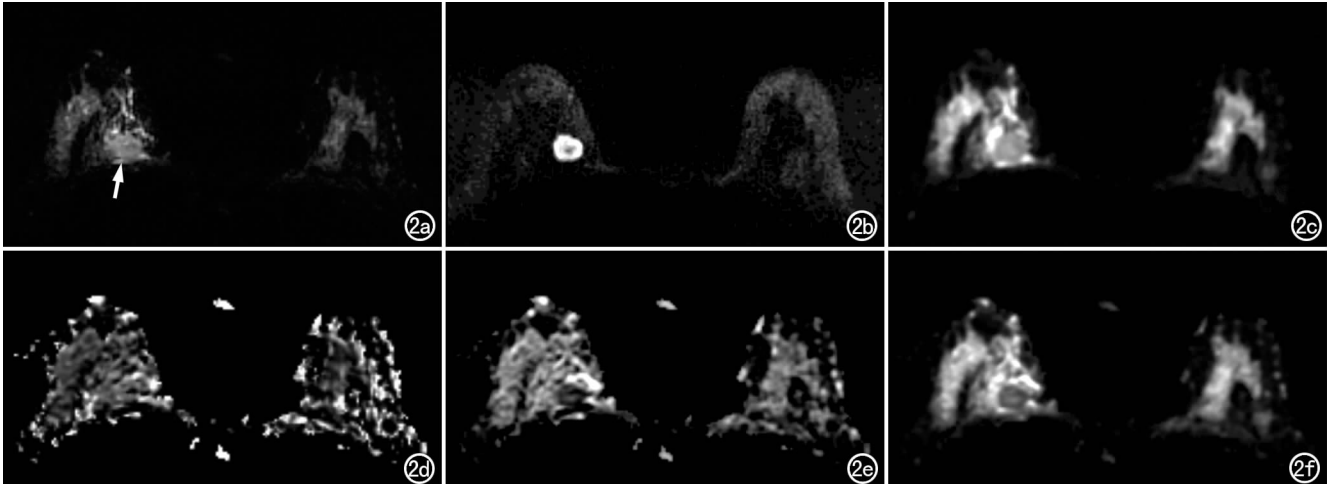


图 2 女,52 岁,浸润性导管癌(箭头)。a) $b=0\text{ s/mm}^2$ 的 DWI 图,右乳约 3 点钟方向可见一椭圆形肿块,边界欠清晰,边缘不光整,呈均匀稍高信号(箭);b) $b=2000\text{ s/mm}^2$ 的 DWI 图,肿块在高 b 值图像上呈稍高信号,内部信号不均匀(箭); c) IVIM 模型 D 图,病灶的 D 值为 $0.69\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$; d) IVIM 模型 D^* 图,病灶的 D^* 值为 $8.75\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$; e) IVIM 模型 f 图,示病灶的 f 值为 13.0%; f) DKI 模型 MD 图,示病灶的 MD 值为 $1.12\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$; g) DKI 模型 MK 图,示病灶的 MK 值为 1.05。

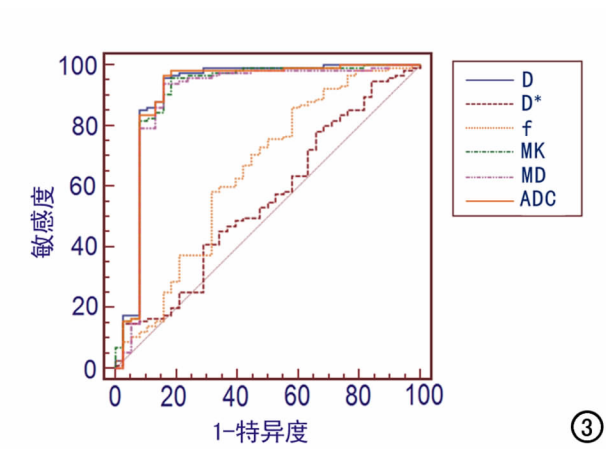


图 3 IVIM/DKI 模型参数 D、D*、f、MK、MD 和 ADC 值的 ROC，AUC 分别为 0.91、0.55、0.64、0.90、0.89 和 0.91。

ADC 值在鉴别乳腺良恶性病变方面的可靠性相当，两两比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。多因素 Logistic 分析结果显示 (表 3)，联合 D 值和 MK 值的诊断效能最高 (AUC=0.920, 95% 可信区间 0.87~0.96)。

Pearson 相关性分析结果显示，IVIM 模型的 D 值与 DKI 模型的 ADC、MD 值之间的相关系数 r 值分别为 0.993 和 0.940，实际显著性水平均为 0.000，说明上述参数之间存在显著线性正相关关系。

表 3 联合 IVIM 和 DKI 参数诊断效能的多因素 Logistic 分析

联合参数模型	AUC	95%CI
D+MK	0.920	0.87~0.96
D+ADC	0.917	0.86~0.96
D+MD	0.915	0.86~0.95
ADC+MD	0.912	0.86~0.95
MK+ADC	0.903	0.84~0.94
MK+MD	0.903	0.85~0.95

讨 论

生物组织中水分子扩散并不遵循正态分布，传统 DWI 模型所得到的 ADC 值实际上受到组织内水分子扩散和微循环灌注两类因素的影响，其在乳腺良恶性病变中数据存在一定重叠。Le Bihan 等^[2]首先提出了基于体素内不相干运动 (IVIM) 模型的 DWI。该模型运用双指数模型将组织中扩散和灌注两类成分分开来进行研究，从而能更好地反映病灶内部的情况。扩散峰度成像则基于生物组织内水分子扩散是非正态分布的，体素内组织成分越复杂，水分子扩散受限程度越大，非正态扩散的程度就越显著。DKI 以扩散峰度系数 (K) 来反映偏离正态分布的程度，进而反映结构受限及组织成分的复杂程度^[3]。

本研究采用 IVIM/DKI 模型对乳腺良恶性病变进行对照分析，结果显示恶性病变的 MK 值明显高于良性病变，这与恶性病变内组织成分的复杂程度高、细

胞密集等特点有关，这一结果与 Iima 等^[4]和 Wu 等^[5]的研究结果基本一致；恶性病灶的 D、ADC 和 MD 值显著低于良性病灶，这一结果与许多学者的研究结果基本一致^[6-8]，分析原因为恶性肿瘤细胞密度大、间隙小，限制了水分子的自由扩散。IVIM 模型的 D 值与 DKI 模型的 ADC 和 MD 值之间有着高度的线性正相关关系，猜测 ADC 可能代表单纯扩散系数，MD 可能代表平均扩散系数，这需要进一步佐证。

本研究中恶性病灶的 f 值高于良性病灶，表明恶性肿瘤的微循环灌注特点为血容量高、血管化程度更高，但本研究得到的 f 值 (13.43%±4.03%) 较其它研究中测得的 f 值高^[8-9]。Lemke 等^[10]的研究结果显示数据采集过程中短 TE 值可能会产生较低的 f 值，本研究选取的 TE 较长，另外 b 值的选取、模型参数的数学计算方法等都会影响 f 值。本研究中 ROI 的选取主要是在 b 值最高的 DWI 图上勾画，这与其它研究中有所不同。此外，在勾画 ROI 时均排除了肿块的边缘，这样做可以减少部分容积效应和运动伪影的影响，并且在实际操作中减少了软件计算 IVIM 参数时的出错，但也可能导致所测量的 f 值降低，因为肿块周边的血管常较中心多。

本研究结果显示，两类病变 D* 值的差异无统计学意义，D* 值在良恶性病变之间存在较大重叠。分析原因是 D* 值受到微循环灌注中毛细血管的数量和血流速度的影响。许多学者认为 D* 测量的可重复性较差^[11]，尽管本研究中样本量较大，但结果仍显示 D* 值在良恶性病灶之间差异无统计学意义，表明其诊断效能低，或需要进一步的研究分析原因。

本组数据经统计分析，诊断乳腺恶性病灶的阈值： $D\leq 0.9536\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ ，诊断敏感度为 95.7%，特异度 84.2%； $MK>0.8073$ ，诊断敏感度 95.7%，特异度 81.6%； $ADC\leq 1.1436\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ ，敏感度 96.5%，特异度 84.2%； $MD\leq 1.5657\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ ，诊断敏感度 93.9%，特异度 84.2%。恶性病灶较良性病灶的 D 值更低，f 值和 MK 值更高，说明恶性肿瘤的水分子扩散受限、微循环灌注高以及内部结构复杂程度高，使其表现出与良性病灶不同的特点，上述指标具有较高的诊断敏感性和特异性。联合 D 值和 MK 值的诊断效能达到 0.92，能有效鉴别乳腺良恶性病灶。另外，高 MK 值、低 D 值的区域反映肿瘤的恶性特点，可指导活检时选择取材部位。

综上所述，IVIM/DKI 模型获得的参数有助于乳腺良恶性病变的鉴别，但 IVIM 模型的参数中 f 值和 D* 值的诊断效能不高，IVIM 模型的 D 值和 DKI 模型的 MK 值的鉴别诊断效能 (敏感性和特异性) 较高，联合二者的诊断效能更高。预期可使用 IVIM/DKI 模

型进行深入研究,如分析各参数与乳腺癌的免疫组化指标之间的相关性以及预测患者的预后等。

参考文献:

- [1] Baron P, Dorrius MD, Kappert P, et al. Diffusion-weighted imaging of normal fibroglandular breast tissue: influence of microperfusion and fat suppression technique on the apparent diffusion coefficient[J]. NMR Biomed, 2010, 23(4): 399-405.
- [2] Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, et al. Separation of diffusion and perfusion in intravoxel incoherent motion MR imaging[J]. Radiology, 1988, 168(2): 497-505.
- [3] Nogueira L, Brandao S, Matos E, et al. Application of the diffusion kurtosis model for the study of breast lesions[J]. Eur Radiol, 2014, 24(6): 1197-1203.
- [4] Iima M, Yano K, Kataoka M, et al. Quantitative non-Gaussian diffusion and intravoxel incoherent motion magnetic resonance imaging: differentiation of malignant and benign breast lesions[J]. Invest radiol, 2015, 50(4): 205-211.
- [5] Wu LG, Zhang J, Chang S, et al. Characterization of breast tumors using diffusion kurtosis imaging(DKI)[J/OL]. PloS one, 2014, 9(11): e113240. DOI: 10.1371/journal.pone.0113240. ecollection. 2014.
- [6] 车树楠, 崔晓琳, 李静, 等. MR 扩散加权成像像素内不相干运动模型对于乳腺良恶性病变诊断价值的研究[J]. 磁共振成像, 2015, 7(6): 506-512.
- [7] 王庆军, 李小娟, 张静, 等. 磁共振体素内不相干运动对于肿块样乳腺良恶性病变的诊断价值[J]. 中华临床医师, 2014, 19(8): 3438-3443.
- [8] Liu C, Liang C, Liu Z, et al. Intravoxel incoherent motion (IVIM) in evaluation of breast lesions: comparison with conventional DWI[J]. Eur J Radiol, 2013, 82(12): 782-789.
- [9] Bokacheva L, Kaplan JB, Giri DD, et al. Intravoxel incoherent motion diffusion-weighted MRI at 3.0T differentiates malignant breast lesions from benign lesions and breast parenchyma[J]. J Magn Reson Imaging, 2014, 40(4): 813-823.
- [10] Lemke A, Laun FB, Simon D, et al. An in vivo verification of the intravoxel incoherent motion effect in diffusion-weighted imaging of the abdomen[J]. Magn reson Med, 2010, 64(6): 1580-1585.
- [11] Dyvorne HA, Galea N, Nevers T, et al. Diffusion-weighted imaging of the liver with multiple b values: effect of diffusion gradient polarity and breathing acquisition on image quality and intravoxel incoherent motion parameters—a pilot study[J]. Radiology, 2013, 266(3): 920-929.

(收稿日期: 2016-09-05 修回日期: 2016-10-12)

《实用放射学杂志》2017 年征订启事

《实用放射学杂志》是国内外公开发行的医学影像学学术期刊,创刊于 1985 年,中国标准连续出版物号:ISSN 1002-1671 CN 61-1107/R。本刊坚持以学术性为前提,注重理论与实践相结合,学术性与实用性相结合,面向基层,突出实用的办刊宗旨,全面报道 X 线、计算机 X 线摄影(CR)、数字 X 线摄影(DR)、数字减影血管造影(DSA)、计算机体层成像(CT)、磁共振成像(MRI)、介入放射学、影像技术学等方面的新知识、新成果,是医学影像学发展和学术交流的良好平台。

主要栏目:中枢神经放射学、头颈部放射学、胸部放射学、乳腺放射学、腹部放射学、骨骼肌肉放射学、泌尿生殖放射学、血管放射学、小儿放射学、介入放射学、影像技术学、实验研究、综述、述评、计算机在医学影像学中的应用、继续教育、讲座、短篇论著、经验交流、病例报道等。本刊载文信息量大、内容新颖、实用性强,对临床工作指导意义大,读者对象主要为从事医疗、教学及科研的广大医学影像学工作者。

本刊为中国期刊方阵双效期刊,中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊),中国科学引文数据库收录期刊,《中文核心期刊要目总览》收录期刊,中国生物医学文献数据库收录期刊,中国科技期刊精品数据库收录期刊,万方数据全文收录期刊,美国《剑桥科学文摘》收录期刊,美国《化学文摘》收录期刊,美国《乌利希期刊指南》收录期刊,《日本科学技术振兴机构数据库》收录期刊,波兰《哥白尼索引》收录期刊,WHO 西太平洋地区医学索引收录期刊。

本刊为月刊,大 16 开本,每期定价 12 元,全年 144 元。可随时到当地邮局订阅,邮发代号:52-93,也可向本刊编辑部直接邮购,免邮寄费。

编辑部地址:710068 陕西省西安市环城南路西段 20 号海联大厦 605 室

联系电话:029-82122004 029-82122003(传真)

投稿网站:www.syfsxzz.com.cn