

IVIM-DWI 在女性附件病变中的应用价值研究

杨盼盼, 弓静, 王莉, 陈士跃, 陆建平

【摘要】 目的:评估 IVIM-DWI 相关定量参数(ADC_{slow} 、 ADC_{fast} 、 f)和 DWI 单指数模型的定量参数($ADC_{standard}$) 在鉴别附件肿块良恶性中的诊断价值。**方法:**将 59 例行多 b 值(15 个 b 值, 范围 0~3500 s/mm²)DWI 检查并经临床(1 例)和病理证实(58 例)的附件肿块患者纳入研究, 其中附件恶性肿瘤 32 例, 良性病变 27 例。由两位医师分别测量病灶的各项定量参数值($ADC_{standard}$ 、 ADC_{slow} 、 ADC_{fast} 和 f)。采用组内相关系数(ICC)评估两位观察者之间各项参数测量值的一致性。采用两独立样本非参数 Mann Whitney U 检验或 t 检验对良恶性组之间各项定量参数值的差异进行分析。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析各项定量参数诊断附件恶性病变的诊断效能。**结果:**两位医师测量的各项 DWI 定量参数值的差异均无统计学意义($P>0.05$), 各项参数在两位医师间的一致性均较好(ICC 为 0.846~0.959)。四项定量参数中 $ADC_{standard}$ 、 ADC_{slow} 及 f 值在良恶性组之间的差异有统计学意义($P<0.05$)。ROC 曲线分析显示, $ADC_{standard}$ 、 ADC_{slow} 及 f 的曲线下面积分别为 0.890、0.893 和 0.630。**结论:**多 b 值 DWI 检查中 $ADC_{standard}$ 及 ADC_{slow} 对附件良恶性病变的鉴别诊断价值较高, 而 ADC_{fast} 和 f 的鉴别诊断价值相对较小。

【关键词】 附件病变; 卵巢肿瘤; 体素内不相干运动; 扩散加权成像; 表观扩散系数

【中图分类号】 R445.2; R737.31; R737.32 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2019)04-0450-06

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.04.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Value of intravoxel incoherent motion DWI in adnexal lesions YANG Pan-pan, GONG Jing, WANG Li, et al. Department of Radiology, Changhai Hospital, the Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

【Abstract】 Objective: To evaluate the diagnostic value of IVIM-DWI derived quantitative parameters (ADC_{slow} , ADC_{fast} and f) and monoexponential DWI parameter ($ADC_{standard}$) for differentiation of adnexal lesions. **Methods:** 59 cases with malignant adnexal lesions ($n=32$) and benign adnexal lesions ($n=27$) undergone DWI scan using 15 b-values (0~3500s/mm²) were included in this study. The quantitative parameters ($ADC_{standard}$, ADC_{slow} , ADC_{fast} and f) were measured by two observers independently. The inter-observer variability for the diffusion parameters was compared using the intra-class correlation coefficient (ICC). Mann-Whitney U test or t test were used for the comparison of diffusion parameters between benign and malignant lesions. The diagnostic performance of the quantitative parameters was studied and compared using receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results:** There were no statistic differences between the two doctors in terms of inter-observer variability. The inter-observer consistency for the quantitative parameters were excellent, and ICCs ranged from 0.846~0.959. Except for ADC_{fast} , the $ADC_{standard}$, ADC_{slow} and f values differed significantly between benign and malignant lesions ($P<0.05$), and the areas under the ROC curves for identification of malignant lesions based on the three quantitative parameters were 0.890, 0.893 and 0.630. **Conclusion:** $ADC_{standard}$ and ADC_{slow} obtained from DWI with multi-b values are useful in distinguishing benign and malignant adnexal lesions, but the diagnostic values of ADC_{fast} and f are relatively limited.

【Key words】 Adnexal lesions; Ovarian tumor; Intravoxel incoherent motion; Diffusion weighted imaging; Apparent diffusion coefficient

作者单位: 200433 上海, 第二军医大学附属长海医院影像科

作者简介: 杨盼盼(1987-), 女, 河南禹州人, 硕士, 主治医师, 主要从事女性盆腔肿瘤 MRI 的诊断。

通讯作者: 王莉, E-mail: wangli_changhai@163.com

女性附件区病变包括卵巢肿瘤及附件区肿瘤样病变,通常包括如下几类:卵巢肿瘤、单纯性卵巢囊肿、子宫内膜异位囊肿、附件炎性病变及阔韧带平滑肌瘤等,其中以卵巢肿瘤最为常见。不同的附件肿块治疗方案不同,术前准确判断病变的良恶性具有重要意义。女性附件病变的组织学类型繁多,常存在“同病异影”、“异病同影”的现象,良恶性病变的鉴别诊断较困难。DWI 已经广泛应用于卵巢肿瘤的定性诊断和恶性程度的评估。传统的 DWI 技术大多基于双 b 值单指数模型,不能区分水分子扩散和微循环灌注两种信息。体素内不相干运动(intravoxel incoherent motion, IVIM) DWI 通过多 b 值序列,采用双指数曲线拟合组织内信号衰减,所得参数可分别反映水分子扩散和毛细血管网内血液流动所致的扩散信息。本研究旨在探讨基于多 b 值 DWI 序列的单指数模型拟合参数 $ADC_{standard}$ 和 IVIM 模型拟合的相关定量参数(ADC_{slow} 、 ADC_{fast} 、f)在鉴别良恶性附件肿块中的诊断价值。

材料与方法

1. 一般资料

回顾性分析 2016 年 2 月—2017 年 1 月行 MR 盆腔检查的 59 例附件肿块患者的临床和影像资料。其中恶性病变 32 例,平均年龄为(54.6 ± 11.2)岁;良性病变 27 例,平均年龄为(46.0 ± 12.4)岁。除 1 例结肠癌合并卵巢转移瘤系经临床及影像检查明确诊断外,其余病例均经手术病理证实。32 例恶性病变包括卵巢上皮癌 24 例(高级别浆液性腺癌 23 例,低级别浆液性腺癌 1 例)、转移瘤 2 例、颗粒细胞瘤 2 例、畸胎瘤恶变鳞状细胞癌 1 例和交界性上皮性肿瘤 3 例(交界性黏液性囊腺瘤 1 例,交界性黏液性囊腺瘤伴上皮内癌 2 例);27 例良性病变包括化脓性炎症 5 例、阔韧带平滑肌瘤 8 例、卵泡膜纤维瘤 8 例及囊腺瘤 6 例(浆液性囊腺瘤 5 例、黏液性囊腺瘤 1 例)。

纳入标准:①有完整的 MRI 平扫和增强扫描及多 b 值 DWI 检查资料;②病灶内具有实性成分,使得测量 ROI 能大于 50 mm^2 ;③行 MRI 检查前未接受过穿刺检查、放化疗或手术治疗。排除标准:①子宫内膜异位囊肿及成熟囊性畸胎瘤;②单纯囊性病灶;③ DWI 图像上伪影较大,无法测量扩散参数。

2. 检查方法

使用 GE Signa HDxt V16.0 3.0T 磁共振成像仪,嵌入式体部线圈用于信号激发,8 通道体部相控阵线圈用于信号接收。主要扫描序列和参数如下。横轴面 FSE- T_1 WI、矢状面和横轴面抑脂 FSE T_2 WI;层厚 5 mm,层间距 1 mm,视野 $35 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$;横轴面多 b 值 DWI;单次激发平面回波技术,TR 4800 ms,TE

93.7 ms,视野 $37 \text{ cm} \times 37 \text{ cm}$,层厚 5 mm,层间距 1 mm,扩散梯度沿 3 个正交方向施加,共选取 15 个 b 值(0、50、100、150、200、400、600、800、1000、1250、1500、1750、2000、3000 和 3500 s/mm^2);横轴面、矢状面和冠状面增强扫描;肝脏容积快速成像(liver acquisition with volume acceleration flexible, LAVA-FLEX)序列,层厚 5 mm,视野 $34 \text{ cm} \times 34 \text{ cm}$,经静脉内高压团注对比剂 Gd-DTPA(剂量 0.2 mL/kg ,注射流率 2.0 mL/s),注射完成后采用相同流率注射 10~15 mL 生理盐水。

3. 图像后处理和分析

利用 GE 工作站自带软件(Function Tool 9.4.05)进行多 b 值数据的后处理,采用单指数模型可获得标准表观扩散系数($ADC_{standard}$)伪彩图,采用双指数模型可获得的慢速扩散系数(ADC_{slow})、快速扩散系数(ADC_{fast})和灌注分数(f)伪彩图。由两位有 5 年以上影像诊断经验的放射科医师在不知道病理结果的情况下独立完成阅片和测量,有双侧附件肿块者选择较大的一侧进行测量。参考 T_2 WI 及增强图像,于 DWI 图像($b = 1000 \text{ s/mm}^2$)上在病灶的实性区内勾画 ROI ($>50 \text{ mm}^2$),避开病灶边缘以及病灶内部的囊变、坏死和出血区。随后软件自动将其关联到各项扩散参数的伪彩图上,分别测量病灶的 $ADC_{standard}$ 、 ADC_{slow} 、 ADC_{fast} 和 f 值。取两位医师测量值的平均值作为各项参数的最终测量值。

4. 统计学分析

使用 SPSS 19.0 和 MedCalc 统计学软件进行统计分析。定量资料采用均数±标准差表示。两位医师测量结果的比较采用配对 t 检验(符合正态分布及方差齐)或配对 Wilcoxon 符号秩检验(符合偏态分布或方差不齐)。采用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)评估两位医师之间测量结果的一致性。对良性组与恶性组之间各项参数值的比较采用两独立样本 t 检验(符合正态分布及方差齐)或非参数 Mann Whitney U 检验(符合偏态分布或方差不齐)。绘制各项扩散参数的 ROC 曲线,评估其鉴别附件良恶性病变的诊断效能。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

1. 两位医师测量值的一致性比较

两位医师对各项 DWI 参数的测量结果及比较见表 1。两位医师测量的四项 DWI 定量参数值比较,差异均无统计学意义($P < 0.05$)。信度分析结果显示,两位医师测量的各项参数值均具有较好的一致性,其中以 $ADC_{standard}$ 和 ADC_{slow} 的观察者间一致性较高。

表 1 两位医师对多 b 值 DWI 参数的测量结果及比较

参数	医生 1	医生 2	Z 值	P 值	ICC 值 (95%CI)
ADC _{standard} ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	0.86 $\pm$ 0.30	0.83 $\pm$ 0.29	-1.608	0.108	0.959(0.932~0.976)
ADC _{slow} ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	0.57 $\pm$ 0.16	0.55 $\pm$ 0.16	-1.347	0.178	0.949(0.915~0.970)
ADC _{fast} ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	3.55 $\pm$ 0.93	3.59 $\pm$ 0.91	-0.240	0.810	0.846(0.741~0.908)
f	0.41 $\pm$ 0.07	0.41 $\pm$ 0.08	-0.404	0.686	0.885(0.806~0.932)

表 2 附件病变良性组和恶性组多 b 值 DWI 定量参数比较

参数	良性组	恶性组	统计量	P 值
ADC _{standard} ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	1.04 $\pm$ 0.32	0.68 $\pm$ 0.11	Z=-5.128	<0.001
ADC _{slow} ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	0.66 $\pm$ 0.17	0.48 $\pm$ 0.06	Z=-5.166	<0.001
ADC _{fast} ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	3.44 $\pm$ 0.72	3.69 $\pm$ 0.95	t=1.112	0.271
f	0.39 $\pm$ 0.07	0.43 $\pm$ 0.07	t=2.179	0.033

2. 多 b 值 DWI 定量参数对附件良恶性病变的诊断价值

良、恶性附件病变的 4 项多 b 值 DWI 定量参数测量结果及比较见表 2。除 ADC_{fast} 外, ADC_{standard}、ADC_{slow} 和 f 值在良恶性组间的差异具有统计学意义 ($P<0.05$), 恶性组的 ADC_{standard} 和 ADC_{slow} 的均值小于良性组 (图 1、2)。两组内 ADC_{standard} 测量值较 ADC_{slow} 测量值高。

多 b 值 DWI 定量参数在鉴别附件良恶性病变中的诊断效能相关参数值见表 3。其中, ADC_{standard} 和 ADC_{slow} 对附件良恶性病变的鉴别具有较高的诊断效能, 曲线下面积分别为 0.890、0.893; 而 ADC_{fast} 和 f 的诊断效能相对较低, AUC 分别为 0.623 和 0.630 (图 3)。

表 3 多 b 值 DWI 定量参数鉴别附件良恶性病变的诊断效能分析

参数	AUC	临界值	敏感度 (%)	特异度 (%)
ADC _{standard}	0.890	0.73	69	96
ADC _{slow}	0.893	0.52	75	100
ADC _{fast}	0.623	3.20	88	52
f	0.630	0.35	91	33

注: ADC_{standard}、ADC_{slow} 和 ADC_{fast} 的临界值的单位为 $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

讨 论

Le 等^[1] 首次提出体素内不相干运动 (IVIM) 理论, 水分子的扩散运动和微循环内血液的无规律运动被称为不相干运动。IVIM-DWI 通过多 b 值 DWI 序列, 采用双指数曲线拟合组织内信号衰减, 所得参数可

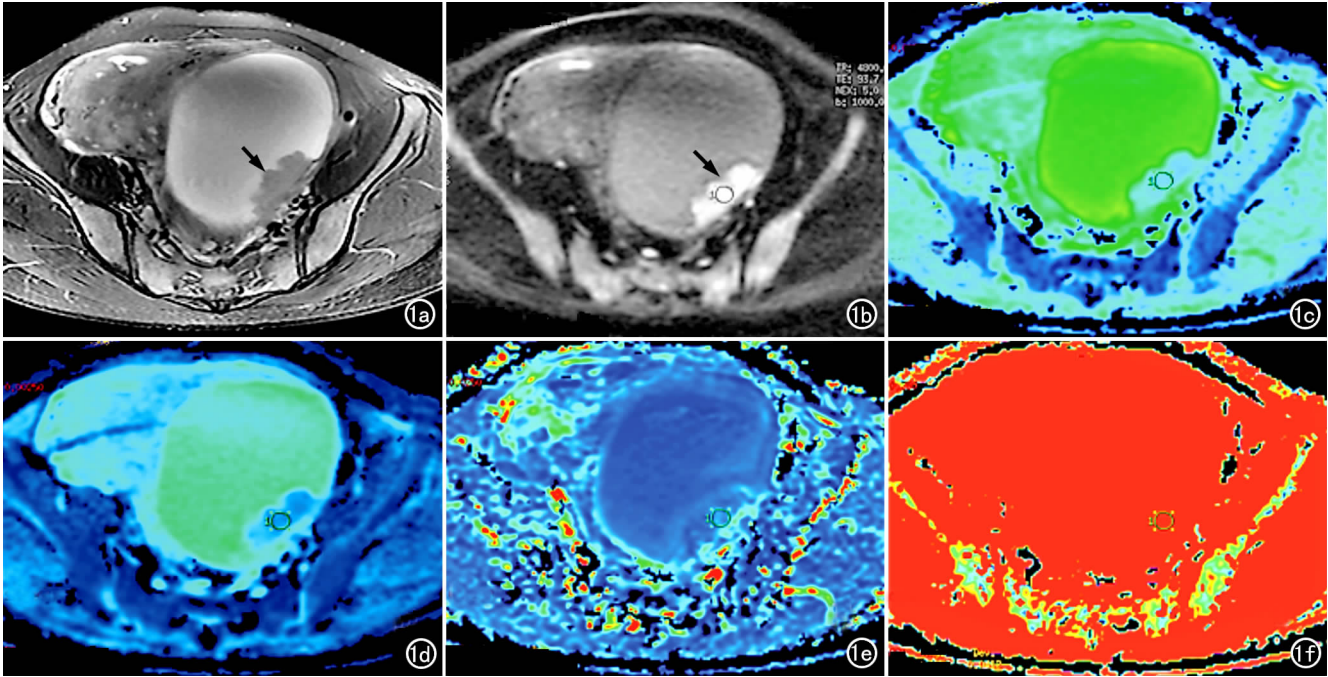


图 1 女, 42 岁, 左侧卵巢高级别浆液性腺癌。a) T₂WI 示左侧卵巢内囊实性肿块, 实性部分呈稍高信号 (箭); b) DWI (b=1000s/mm²) 示肿块实性部分呈高信号 (箭), 在肿块的实性区内勾画 ROI; c) ADC_{standard} 伪彩图, 病灶实性部分的 ADC_{standard} 值较低 ($0.65 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) 呈蓝色; d) ADC_{slow} 伪彩图, 病灶实性部分的 ADC_{slow} 值较低 ($0.42 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) 呈蓝色; e) ADC_{fast} 图, 病灶实性部分的 ADC_{fast} 值较低 ($3.76 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) 呈蓝色; f) 伪彩图, 病灶实性部分的 f 值 (0.43) 较高呈红色。

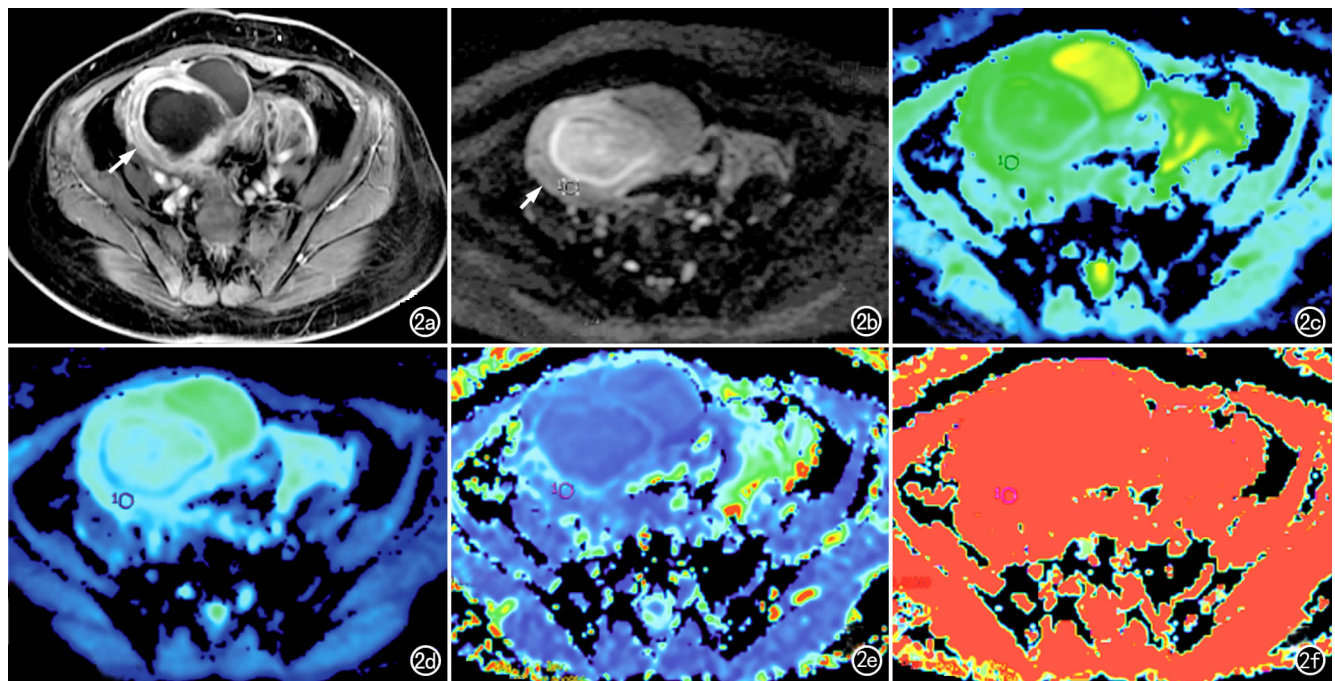


图 2 女,43 岁,右侧卵巢化脓性炎症。a)对比增强 T_1 WI 示右侧附件区囊实性肿块,囊壁明显增厚并强化(箭);b) DWI ($b=1000\text{s/mm}^2$) 示肿块实性部分呈低信号(箭),在其内勾画 ROI,囊液呈稍高信号;c) ADC_{standard} 伪彩图,示病灶的 ADC_{standard} 值 ($0.97 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$) 较高呈蓝绿色;d) ADC_{slow} 伪彩图,示病灶的 ADC_{slow} 值 ($0.62 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$) 稍高呈浅蓝色;e) ADC_{fast} 伪彩图,示病灶的 ADC_{fast} 值 ($4.56 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$) 稍高呈蓝绿色;f) f 伪彩图,示病灶的 f 值 (0.57) 较高呈红色。

分别反映水分子扩散运动和毛细血管网内血液流动所致的扩散效应^[2]。IVIM-DWI 模型的计算公式为:

$$S/S_0 = f \times \exp(-b \times ADC_{\text{fast}}) + (1-f) \exp(-b \times ADC_{\text{slow}}) \quad (1)$$

其中, S_0 为 $b=0$ 时的信号强度, S 为不同 b 值下的信号强度, ADC_{slow} 称为真性扩散系数(也称慢扩散系数),主要反映单纯水分子扩散成分; ADC_{fast} 称为假性扩散系数,也称快扩散系数,反映的是微循环灌注状态; f 为灌注分数,大小介于 0 到 1 之间,翻译的是微循环灌注在 DWI 信号衰减中所占的比重。根据 IVIM-

DWI 模型可以得到 ADC_{slow} 、 ADC_{fast} 和 f 等相关参数^[3]。

目前 IVIM-DWI 的临床应用主要集中在良恶性肿瘤的鉴别、恶性肿瘤的分期及慢性代谢性疾病的分级等,在头颈部、乳腺、肝脏、胰腺、宫颈及前列腺等方面的应用较多^[4-7],而在卵巢肿瘤中的应用相对较少^[8-10]。本研究通过分析 IVIM-DWI 相关定量参数 (ADC_{slow} 、 ADC_{fast} 、 f) 和单指数模型定量参数 (ADC_{standard}) 的测量值在良恶性附件肿块间的差异及个参数的鉴别诊断效能,发现 ADC_{standard} 及 ADC_{slow} 对附件良恶性病变的鉴别诊断有较高价值,而 ADC_{fast} 和 f 的鉴别诊断能力有限。

本组结果显示病变的 ADC_{standard} 值均大于相应的 ADC_{slow} 值,间接表明单指数模型测得的 ADC_{standard} 值不仅仅反映了单纯水分子扩散效应,还受到微循环灌注的影响, ADC_{slow} 是 ADC_{standard} 的一部分。良性病变的 ADC_{standard} 和 ADC_{slow} 测量值均大于恶性病变,与文献报道基本一致^[9,11],说明恶性病变中水分子扩散受限程度较良性病变更加明显,这与附件恶性肿瘤中细胞异常增殖、排列紧密、且细胞核增大、核质比增大等病理特点有关。与申洋等^[9]的研究结果不同,本研究中发现 ADC_{standard} 和 ADC_{slow} 对鉴别良恶性附件肿块的诊断效能更高,笔者认为这种差异可能是因为研究中所纳入的附件病变的病理类型不同所致,本研究中将

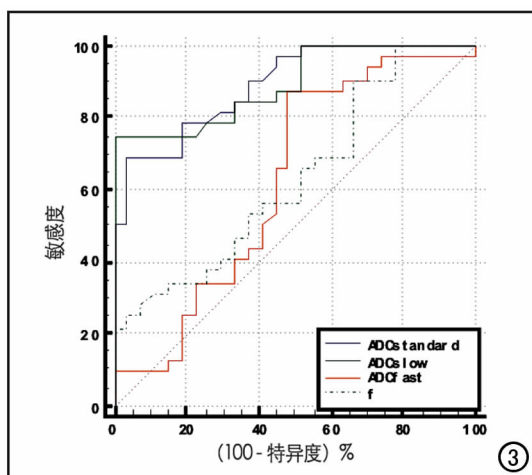


图 3 多 b 值 DWI 定量参数鉴别附件良恶性病变的 ROC 曲线。

良性病变中的成熟畸胎瘤剔除了,因成熟畸胎瘤在 DWI 序列上容易与恶性肿瘤混淆;另外,ADC_{slow} 的 ROC 曲线下面积稍大于 ADC_{standard},从一定程度上反映了 ADC_{slow} 可能更加接近真正的水分子扩散情况。

本研究中,定量参数 f 虽然在良恶性附件病变之间的差异有统计学意义($P=0.033$),但其 ROC 曲线下面积为 0.630,诊断效能较低;而另一灌注相关参数 ADC_{fast} 的测量值在良恶性附件病变之间的差异无统计学意义。提示 ADC_{fast} 和 f 在良恶性附件病变中的鉴别诊断价值不大,这一结果与文献报道基本一致^[9]。一般来说,附件恶性肿瘤多表现为中度~明显强化,呈相对的富血供表现,而良性组病变中大多数病变表现为轻度强化,呈相对的乏血供表现。根据 IVIM-DWI 模型理论,ADC_{fast} 和 f 分别与组织内的血流速度和血流量相关^[2-3],恶性病变的 ADC_{fast} 与 f 值应大于良性组。从本研究结果来看,恶性组的 ADC_{fast} 和 f 值均稍大于良性组,与此理论基本相符,但 ADC_{fast} 在良恶性病变之间的差异并无统计学意义,f 的诊断效能较低。笔者考虑上述表现可能与以下原因相关:一是良性组中病变类型较多,虽然大部分良性病变的强化程度较弱,但是也有部分炎性病变及阔韧带肌瘤血供丰富、强化程度较高,这些病变可能会导致良性组中 f 与 ADC_{fast} 值增大;二是目前 IVIM 灌注参数与病理学指标或动态增强灌注参数之间的关系尚不明确,相关研究结果存在争议^[13-19],有待与病理学、其它灌注方法进行深入地对照分析,进一步明确 IVIM 相关参数的实际意义。

本研究中比较了不同观察者对多 b 值扩散参数测量结果的一致性,结果显示两位观察者间的一致性良好,ICC 均达到了 0.8 以上,为 IVIM-DWI 在附件病变的研究提供了数据支持。本研究所有病例均使用同一台 3.0T MR 仪、相同的多 b 值组合 DWI 序列、而且每例患者只进行了一次检查,因此获得的各项定量参数值相对稳定。有研究中对同一组患者进行不同 b 值组合、不同时间点的 DWI 检查,对比发现 IVIM-DWI 相关定量参数的测量值存在一定的不稳定性,尤其是 ADC_{fast} 和 f 值,因此对 IVIM-DWI 定量参数的稳定性有待进一步研究^[20-21]。

本研究存在一定的局限性:①本研究为回顾性研究,入组的良恶性病变的病理类型较多,不同病变之间存在异质性;②IVIM 模型参数的稳定性和重复性较单指数模型差^[8,20-21],本研究未进行不同时间、不同机型 MRI、不同 b 值组合下定量参数的可重复性检验;③本研究未行动态增强扫描,未能分析 IVIM 灌注参数与动态增强扫描相关参数之间的关系,有待今后进一步研究;④数据的测量可能存在一定的误差。

综上所述,单指数模型定量参数 ADC_{standard} 及双指数模型定量参数 ADC_{slow} 值有助于附件良恶性病变的鉴别诊断,ADC_{slow} 的诊断效能略高于 ADC_{standard},而 ADC_{fast} 及 f 对附件良恶性病变的鉴别诊断价值不大。

参考文献:

- [1] Le BD, Breton E, Lallemand D, et al. MR imaging of intravoxel incoherent motions: application to diffusion and perfusion in neurologic disorders[J]. Radiology, 1986, 161(2): 401-407.
- [2] Le BD, 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] Le BD. What can we see with IVIM MRI[J]. Neuroimage, 2017, 187: 56-67.
- [4] 程楠, 吕星海, 任克, 等. IVIM-DWI 多模型参数分析对宫颈癌的诊断价值[J]. 放射学实践, 2017, 32(2): 157-161.
- [5] 张天月, 汪登斌, 王丽君, 等. IVIM 磁共振成像对乳腺非肿块强化病变的诊断价值[J]. 放射学实践, 2017, 32(3): 242-247.
- [6] Woo S, Lee JM, Yoon JH, et al. Intravoxel incoherent motion diffusion-weighted MR imaging of hepatocellular carcinoma: correlation with enhancement degree and histologic grade[J]. Radiology, 2014, 270(3): 758-767.
- [7] Valerio M, Zini C, Fierro D, et al. 3T multiparametric MRI of the prostate: does intravoxel incoherent motion diffusion imaging have a role in the detection and stratification of prostate cancer in the peripheral zone[J]. Eur J Radiol, 2016, 85(4): 790-794.
- [8] Winfield JM, deSouza NM, Priest AN, et al. Modelling DW-MRI data from primary and metastatic ovarian tumours [J]. Eur Radiol, 2015, 25(7): 2033-2040.
- [9] 申洋, 周延, 何为, 等. 基于 IVIM 模型的扩散加权成像和动态增强核磁共振在卵巢肿瘤良恶性鉴别中的应用价值[J]. 临床放射学杂志, 2016, 35(3): 410-414.
- [10] 王丰, 周延, 王玉湘, 等. MR 扩散加权成像单指数模型及体素内不相干运动模型参数直方图对上皮性卵巢癌分型的价值[J]. 中华放射学杂志, 2016, 30(10): 768-773.
- [11] Yuan X, Guo L, Du W, et al. Diagnostic accuracy of DWI in patients with ovarian cancer: a meta-analysis [J/OL]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(19): e6659. <http://dx.doi.org/10.1097/MD.0000000000006659>.
- [12] Federau C. Intravoxel incoherent motion MRI as a means to measure in vivo perfusion: a review of the evidence[J/OL]. NMR Biomed, 2017, 30(11): e3780. <https://doi.org/10.1002/nbm.3780>.
- [13] Li JL, Ye WT, Liu ZY, et al. Comparison of microvascular perfusion evaluation among IVIM-DWI, CT perfusion imaging and histological microvessel density in rabbit liver VX2 tumors [J]. Magn Reson Imaging, 2018, 46(1): 64-69.
- [14] Lee HJ, Rha SY, Chung YE, et al. Tumor perfusion-related parameter of diffusion-weighted magnetic resonance imaging: correlation with histological microvessel density [J]. Magn Reson Med, 2014, 71(4): 1554-1558.
- [15] Klau M, Mayer P, Bergmann F, et al. Correlation of histological vessel characteristics and diffusion-weighted imaging intravoxel incoherent motion-derived parameters in pancreatic ductal adenocarcinoma [J]. Eur Radiol, 2018, 28(12): 3555-3565.

carcinomas and pancreatic neuroendocrine tumors[J]. Invest Radiol, 2015, 50(11): 792-797.

[16] Le BD, Turner R. The capillary network: a link between IVIM and classical perfusion[J]. Magn Reson Med, 1992, 27(1): 171-178.

[17] Choi IY, Lee SS, Sung YS, et al. Intravoxel incoherent motion diffusion-weighted imaging for characterizing focal hepatic lesions: correlation with lesion enhancement[J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 45(6): 1589-1598.

[18] 钟志伟,何建勋,李新春,等. 实验兔肝脏体内不相干运动-扩散加权成像与 CT 灌注参数的相关性探讨[J]. 实用放射学杂志, 2016, 32(6): 955-958.

[19] Müller MF, Prasad PV, Edelman RR. Can the IVIM model be used for renal perfusion imaging[J]. Eur J Radiol, 1998, 26(3): 297-303.

[20] Kakite S, Dyvorne H, Besa C, et al. Hepatocellular carcinoma: short-term reproducibility of apparent diffusion coefficient and intravoxel incoherent motion parameters at 3.0T[J]. J Magn Reson Imaging, 2015, 41(1): 149-156.

[21] Merisaari H, Movahedi P, Perez IM, et al. Fitting methods for intravoxel incoherent motion imaging of prostate cancer on region of interest level: repeatability and gleason score prediction[J]. Magn Reson Med, 2017, 77(3): 1249-1264.

(收稿日期: 2018-06-24 修回日期: 2018-11-23)

本刊可直接使用的医学缩略语

医学论文中正确、合理使用专业名词可以精简文字, 节省篇幅, 使文章精炼易懂。现将放射学专业领域为大家所熟知的专业名词缩略语公布如下(按照英文首字母顺序排列), 以后本刊在论文中将对这一类缩略语不再注释其英文全称和中文。

- ADC (apparent diffusion coefficient): 表观扩散系数
- ALT: 丙氨酸转氨酶; AST: 天冬氨酸转氨酶
- BF (blood flow): 血流量
- BOLD (blood oxygenation level dependent): 血氧水平依赖
- BV (blood volume): 血容量
- b: 扩散梯度因子
- CAG (coronary angiography): 冠状动脉造影
- CPR (curve planar reformation): 曲面重组
- CR (computed radiography): 计算机 X 线摄影术
- CT (computed tomography): 计算机体层成像
- CTA (computed tomography angiography): CT 血管成像
- CTPI (CT perfusion imaging): CT 灌注成像
- DICOM (digital imaging and communication in medicine): 医学数字成像和传输
- DR (digital radiography): 数字化 X 线摄影术
- DSA (digital subtraction angiography): 数字减影血管造影
- DWI (diffusion weighted imaging): 扩散加权成像
- DTI (diffusion tensor imaging): 扩散张量成像
- ECG (electrocardiography): 心电图
- EPI (echo planar imaging): 回波平面成像
- ERCP (endoscopic retrograde cholangiopancreatography): 经内镜逆行胰胆管造影术
- ETL (echo train length): 回波链长度
- FLAIR (fluid attenuation inversion recovery): 液体衰减反转恢复
- FLASH (fast low angel shot): 快速小角度激发
- FOV (field of view): 视野
- FSE (fast spin echo): 快速自旋回波
- fMRI (functional magnetic resonance imaging): 功能磁共振成像
- IR (inversion recovery): 反转恢复
- Gd-DTPA: 钆喷替酸葡甲胺
- GRE (gradient echo): 梯度回波
- HE 染色: 苏木素-伊红染色
- HRCT (high resolution CT): 高分辨率 CT
- MPR (multi-planar reformation): 多平面重组

- MIP (maximum intensity projection): 最大密(强)度投影
- MinIP (minimum intensity projection): 最小密(强)度投影
- MRA (magnetic resonance angiography): 磁共振血管成像
- MRI (magnetic resonance imaging): 磁共振成像
- MRS (magnetic resonance spectroscopy): 磁共振波谱学
- MRCP (magnetic resonance cholangiopancreatography): 磁共振胰胆管成像
- MSCT (multi-slice spiral CT): 多层螺旋 CT
- MTT (mean transit time): 平均通过时间
- NEX (number of excitation): 激励次数
- PACS (picture archiving and communication system): 图像存储与传输系统
- PC (phase contrast): 相位对比法
- PET (positron emission tomography): 正电子发射计算机体层成像
- PS (surface permeability): 表面通透性
- ROC 曲线 (receiver operating characteristic curve): 受试者操作特征曲线
- SPECT (single photon emission computed tomography): 单光子发射计算机体层摄影术
- PWI (perfusion weighted imaging): 灌注加权成像
- ROI (region of interest): 兴趣区
- SE (spin echo): 自旋回波
- STIR (short time inversion recovery): 短时反转恢复
- TACE (transcatheter arterial chemoembolization): 经导管动脉化疗栓塞术
- T₁ WI (T₁ weighted image): T₁ 加权像
- T₂ WI (T₂ weighted image): T₂ 加权像
- TE (time of echo): 回波时间
- TI (time of inversion): 反转时间
- TR (time of repetition): 重复时间
- TOF (time of flight): 时间飞跃法
- TSE (turbo spin echo): 快速自旋回波
- VR (volume rendering): 容积再现
- WHO (World Health Organization): 世界卫生组织
- NAA (N-acetylaspartate): N-乙酰天门冬氨酸
- Cho (choline): 胆碱
- Cr (creatinine): 肌酐