

## • 腹部影像学 •

## DCE-MRI 及多 b 值 DWI 对卵巢上皮源性肿瘤良恶性的鉴别诊断价值

刘碧英, 林晓南, 张小镇, 张彩霞, 兰鹏, 何岩燕, 戚婉

**【摘要】 目的:**探讨动态对比增强 MRI(DCE-MRI)及多 b 值 DWI 对卵巢上皮源性肿瘤良恶性的鉴别诊断价值。**方法:**搜集经术后病理证实为卵巢上皮源性肿瘤的 39 例患者,术前行常规 MRI 平扫及增强、多 b 值 DWI 及 DCE-MRI 检查,与术后病理结果进行对照,分别测量卵巢肿瘤实性区域及囊性区域的 ADC 值及 DCE-MRI 定量参数。采用 ROC 曲线分析良恶性肿瘤的最佳诊断阈值及相对应的诊断敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和诊断符合率(ACC)。**结果:**卵巢良、恶性上皮源性肿瘤实性部分各组间 ADC 值及囊性部分各组间 ADC 值差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );DCE-MRI 定量参数转移常数( $K_{trans}$ )值、速率常数( $K_{ep}$ )值及血管外细胞外间隙容积比( $V_e$ )值在卵巢良、恶性上皮源性肿瘤实性部分中差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。ROC 曲线分析结果显示,当 b 值 =  $1200 \text{ s/mm}^2$  时具有最佳诊断效能,肿瘤实性部分 ADC 值的最佳诊断阈值为  $1149.9 \text{ mm}^2/\text{s}$ ,AUC 为 0.874,诊断敏感度、特异度为 88.2%、86.4%;肿瘤囊性部分 ADC 值的最佳诊断阈值为  $2640.2 \text{ mm}^2/\text{s}$ ,AUC 为 0.893,诊断敏感度、特异度为 73.7%、88.2%;DCE-MRI 定量参数  $K_{trans}$  值在 3 个定量参数中具有最高诊断效能,其最佳诊断阈值为  $0.0925 \text{ min}^{-1}$ ,AUC 为 0.840,诊断敏感度、特异度为 77.3%、82.4%。联合 DCE-MRI、多 b 值 DWI 可明显提高卵巢上皮源性肿瘤的诊断效能,敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、诊断符合率分别为 95.7%、100%、94.1%、100%、97.4%。**结论:**b 值 =  $1200 \text{ s/mm}^2$  时的 ADC 值及  $K_{trans}$  值对良、恶性卵巢上皮源性肿瘤具有较高的鉴别诊断效能,联合 DCE-MRI 及多 b 值 DWI 可明显提高卵巢上皮源性肿瘤的术前诊断符合率。

**【关键词】** 卵巢上皮源性肿瘤; 卵巢肿瘤; 扩散加权成像; DCE-MRI; 磁共振成像; ADC 值

**【中图分类号】** R737.11; R445.2 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)02-0216-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.02.013

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**DCE-MRI and multi-b-value DWI for differentiating benign from malignant ovarian epithelial tumor**

LIU Bi-ying, LIN Xiao-nan, ZHANG Xiao-zhen, et al. Department of Radiology, the People's Hospital of Fujian Traditional Chinese Medicine University, Fuzhou 350005, China

**【Abstract】 Objective:** To investigate the value of dynamic contrast enhanced-MR imaging (DCE-MRI) and multi-b-value diffusion weighted imaging (DWI) in differentiating malignant from benign ovarian epithelial tumor. **Methods:** 39 patients with ovarian epithelial tumor confirmed by postoperative pathology were collected. All patients underwent multi-b-value DWI and DCE-MRI. The apparent diffusion coefficient (ADC), and DCE-MRI quantitative parameters ( $K_{trans}$ ,  $K_{ep}$  and  $V_e$  values) were measured on solid and cystic portion of ovarian tumor, respectively. Receiver operating characteristic (ROC) curve was performed to determine diagnostic performance. **Results:** There were statistically significant differences in ADC values between benign and malignant ovarian epithelial tumor in both the solid and the cystic portion ( $P < 0.05$ ). DCE-MRI quantitative parameters had statistically significant differences in the solid portion of benign and malignant ovarian epithelial tumors ( $P < 0.05$ ). With b value of  $1200 \text{ s/mm}^2$  and thresholds of  $1149.9 \text{ mm}^2/\text{s}$  for ADC of solid portion, DWI had AUC, Se and Sp of 0.874, 88.2% and 86.4%, respectively; with thresholds of  $2640.2 \text{ mm}^2/\text{s}$  for ADC of cystic portion, DWI had AUC, Se and Sp of 0.893, 73.7% and 88.2%, respectively. For DCE-MRI,  $K_{trans}$  values

作者单位: 350005 福州, 福建中医药大学附属人民医院放射科

作者简介: 刘碧英(1976—), 女, 福州人, 硕士, 副主任医师, 主要从事 MRI 诊断工作。

通信作者: 戚婉, E-mail: 592231927@qq.com

基金项目: 福建省科技厅引导性项目(2018Y0045)

achieved the highest diagnostic efficiency among three quantitative parameters. With thresholds of  $0.0925 \text{ min}^{-1}$  for Ktrans, DWI had AUC, Se and Sp of, 0.840, 77.3% and 82.4%, respectively. The combination of DCE-MRI and multi-b-value DWI showed the best diagnostic performance for discrimination malignant from benign ovarian epithelial tumor with Se, Sp, PPV, NPV and ACC of 95.7%, 100%, 94.1%, 100% and 97.4%, respectively. **Conclusion:** ADC ( $b = 1200 \text{ s/mm}^2$ ) and Ktrans values may be valuable for differentiation of malignant from benign ovarian epithelial tumors. The combination of DCE-MRI with multi-b-value DWI can further improve the diagnostic performance.

**【Key words】** Ovarian epithelial tumors; Ovarian tumors; Diffusion weighted imaging; Dynamic contrast enhancement magnetic resonance imaging; Magnetic resonance imaging; Apparent diffusion coefficient values

卵巢肿瘤组织学种类复杂, 卵巢癌致死率高, 手术是卵巢肿瘤最常见的治疗方法, 其治疗方案取决于肿瘤的具体病理类型<sup>[1]</sup>; 虽术中冰冻可以诊断肿瘤良恶性, 但因肿瘤的多样性, 其对早期恶性肿瘤的诊断符合率仅为 81%, 交界性肿瘤仅为 60%~75%<sup>[2]</sup>, 故术前准确预测肿瘤类型是临床制定治疗方案的关键。MRI 软组织分辨率高, 可多方位多参数成像, 对卵巢肿瘤的诊断价值优于 CT、超声, 对卵巢结构及病变的显示具有突出优势<sup>[3]</sup>, 但有研究显示常规 MRI 平扫及增强扫描对卵巢囊实性病变的误诊率高达 28.6%<sup>[4]</sup>; 近年来, 国内外学者多采用动态增强半定量分析卵巢肿瘤的良恶性, 较少学者联合动态增强定量分析、多 b 值 DWI 来分析肿瘤良恶性, 且半定量分析过于依赖扫描方案, 不能准确反映生理变化。本研究联合采用多 b 值 DWI、动态对比增强磁共振成像 (dynamic contrast enhancement magnetic resonance imaging, DCE-MRI) 定量分析对卵巢上皮性肿瘤良恶性进行术前鉴别诊断, 旨在为临床医生制定治疗方案提供参考。

## 材料与方法

### 1. 病例资料

搜集 2018 年 9 月—2019 年 11 月本院术后病理证实为卵巢上皮性肿瘤患者 39 例, 其中良性肿瘤患者 22 例, 年龄 21~70 岁, 平均  $(46.9 \pm 2.95)$  岁; 恶性肿瘤患者 17 例, 年龄 36~79 岁, 平均  $(53.0 \pm 2.54)$  岁。病例纳入标准: ①卵巢上皮来源肿瘤; ②有完整的 MRI 影像资料; ③有完整的手术治疗记录及术后病理资料。病例排除标准: ①卵巢性索间质肿瘤、生殖类肿瘤、单囊的囊性灶; ②MRI 检查禁忌证; ③后处理失败或图像不全。术前 39 例患者均未行放、化疗等治疗, 与术后病理结果进行对照, 根据 WHO 2014 年卵巢肿瘤分类法, 分为良性、交界性及恶性, 本研究将卵巢交界性肿瘤归入恶性肿瘤。

### 2. 检查方法

MRI 检查采用 Siemens Verio 3.0T 超导型磁共

振扫描仪, 6 通道体表相控阵列线圈, 为减少呼吸运动伪影, 患者腹部加压沙袋。MRI 扫描序列及参数见表 1, DWI 检查 b 值分别取 0、400、800、1200、1600  $\text{s/mm}^2$ , 总扫描时间为 19.7 min。

### 3. 图像后处理

将所有 DWI 图像导入工作站, 生成 4 组 ADC 图, ROI 取类圆形, 面积尽量大, 参考平扫  $T_1$  WI、 $T_2$  WI、DWI 及延迟增强图像, 将 ROI 置于病灶信号较均匀的实性区, 尽可能避开囊变、坏死、出血区, 对于良性肿瘤将 ROI 置于囊壁 (囊与囊间的壁), 同理将 ROI 置于病灶囊性区分别测量其 ADC 值, 测量 2 次, 取其最低 ADC 值, 并对数据的一致性进行检验。所有卵巢肿瘤组间 ADC 图 (b 值取 400、800、1200、1600  $\text{s/mm}^2$ ) 所测实性部分的 ADC 值分别记为 A1、A2、A3、A4, 所测囊性部分的 ADC 值分别记为 A01、A02、A03、A04。

将 DCE-MRI 图像导入 Tissue 4D 工作站, 测量的定量参数值包括容量转移常数 (Ktrans) 值、速率常数 (Kep) 值及血管外细胞外间隙容积比 (Ve) 值, 测量 2 次取其平均值作为最终结果。

### 4. 统计学分析

采用 SPSS 18.0 软件进行统计学分析。计量数据以均值  $\pm$  标准差表示, 对计量数据进行正态性检验, 符合正态分布的两组数据之间的比较采用两独立样本  $t$  检验, 不符合正态分布者采用 Mann-Whitney  $U$  检验。以术后病理结果为金标准, 利用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线分析相关参数的曲线下面积 (area under curve, AUC), 以 Youden 指数最大值为临界点确立诊断最佳阈值及其相应的诊断敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、诊断符合率。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 1. 术后病理结果

39 例卵巢肿瘤均为上皮来源 (图 1~3), 良性 22

表 1 MRI 扫描序列及参数

| 参数      | T <sub>1</sub> WI | T <sub>2</sub> WI |         | T <sub>1</sub> WI | CE T <sub>1</sub> WI | DWI     |
|---------|-------------------|-------------------|---------|-------------------|----------------------|---------|
|         | 轴面                | 轴面                | 矢状面     |                   |                      |         |
| 序列      | TSE               | FS-TSE            | TSE     | VIBE              | VIBE                 |         |
| TR(ms)  | 450               | 2511.9            | 3310    | 4.09              | 5.08                 | 5000    |
| TE(ms)  | 12                | 87                | 91      | 1.39              | 1.77                 | 77      |
| 视野(mm)  | 250×250           | 250×250           | 230×230 | 260×260           | 260×260              | 306×306 |
| 层厚(mm)  | 5                 | 5                 | 4       | 3.5               | 3.5                  | 5       |
| 翻转角(°)  |                   |                   |         | 2°及 15°           | 15°                  |         |
| 采集次数(次) |                   |                   |         |                   | 35                   |         |

例,其中黏液性囊腺瘤 5 例,浆液性囊腺瘤 14 例,黏浆液性囊腺瘤 3 例;恶性肿瘤 17 例,其中交界性 2 例,浆液性囊腺癌 5 例,子宫内膜样癌 5 例,黏液性囊腺癌 3 例,透明细胞癌 2 例。

## 2.MRI 诊断结果

由两位经验丰富的主治医师分析常规 MRI 图像并做出术前诊断,与术后病理结果进行对照,计算得出诊断敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、诊断符合率分别为 88.2%、90.9%、88.2%、90.9%、89.7%(4 例误诊)。

## 3.多 b 值 DWI 定量参数 ADC 值、DCE-MRI 定量参数结果及统计分析结果

卵巢肿瘤良性组与恶性组的 A1、A2、A3、A4、A01、A02、A03、A04 值差异均有统计学意义( $P<0.05$ ,表 2),两组间的动态增强定量参数 Ktrans 值、Kep 值及 Ve 值差异均有统计学意义( $P<0.05$ ,表 3)。

表 2 卵巢良、恶性肿瘤实性区、囊性区 ADC 值比较 (mm<sup>2</sup>/s)

| 指标  | 良性(22 例)      | 恶性(17 例)      | t 值/Z 值 | P 值   |
|-----|---------------|---------------|---------|-------|
| A1  | 1739.3±566.5  | 1167.5±255.7  | -3.861  | 0     |
| A2  | 1706.0±570.9  | 1074.4±312.6  | -4.103  | 0     |
| A3  | 1516.8±478.9  | 917.2±271.3   | -4.651  | 0     |
| A4  | 1448.5(533.3) | 825.5(64.9)   | -3.654  | 0     |
| A01 | 2882.5(257.4) | 2653.3(245.1) | -3.682  | 0     |
| A02 | 2843.6(54.5)  | 2514.3(338.4) | -3.115  | 0.002 |
| A03 | 2783.1(178.9) | 2404.2(65.4)  | -4.163  | 0     |
| A04 | 2350.6(180.5) | 2062.1(55.7)  | -4.022  | 0     |

注:A1、A2、A3 数据符合正态分布,组间比较采用两独立样本 t 检验;A4、A01、A02、A03、A04 数据不符合正态分布,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。

表 3 卵巢良、恶性肿瘤间 DCE-MRI 定量参数比较

| 参数    | 良性(22 例)     | 恶性(17 例)     | Z 值    | P 值   |
|-------|--------------|--------------|--------|-------|
| Ktran | 0.545(0.064) | 0.16(0.281)  | -3.597 | 0     |
| Kep   | 0.217(0.327) | 0.432(0.429) | -2.535 | 0.011 |
| Ve    | 0.361(0.373) | 0.581(0.351) | -2.337 | 0.019 |

## 4.ROC 曲线分析各定量参数的诊断效能

ROC 曲线分析结果显示,A3、A03 及 Ktrans 值具有较高的诊断效能。A3 的 AUC 值为 0.874,在实性病灶各测量值中最高,具有最高的诊断效能;A03 的 AUC 值为 0.893,在囊性病灶各测量值中最高,具有最高的诊断效能。Ktrans 的 AUC 值为 0.840,在 DCE-MRI 各定量参数中最高,具有最高的诊断效能(表 4)。

表 4 DWI、DCE-MRI 相关定量参数诊断效能的 ROC 曲线分析结果

| 指标     | youden 指数 | 阈值     | AUC(95%CI)         | 敏感度(%) | 特异度(%) | P 值   |
|--------|-----------|--------|--------------------|--------|--------|-------|
| A1     | 0.556     | 1240.6 | 0.824(0.688~0.960) | 64.7   | 91.9   | 0.001 |
| A2     | 0.715     | 1222.1 | 0.85(0.72~0.981)   | 82.4   | 90.9   | 0     |
| A3     | 0.646     | 1149.8 | 0.874(0.757~0.991) | 88.2   | 86.4   | 0     |
| A4     | 0.746     | 1005.4 | 0.845(0.709~0.981) | 88.2   | 86.4   | 0     |
| A01    | 0.688     | 2745.2 | 0.848(0.708~0.987) | 82.4   | 86.4   | 0     |
| A02    | 0.524     | 2681.2 | 0.794(0.643~0.946) | 70.6   | 81.8   | 0.002 |
| A03    | 0.746     | 2642.0 | 0.893(0.762~1.00)  | 88.2   | 86.4   | 0     |
| A04    | 0.609     | 2288.9 | 0.880(0.773~0.986) | 88.2   | 73.7   | 0     |
| Ktrans | 0.597     | 0.0925 | 0.840(0.717~0.962) | 82.4   | 77.3   | 0     |
| Kep    | 0.401     | 0.2373 | 0.739(0.585~0.894) | 76.5   | 63.6   | 0.011 |
| Ve     | 0.460     | 0.466  | 0.721(0.560~0.882) | 82.4   | 63.6   | 0.019 |

联合常规 MRI、DWI 及 DCE-MRI 进行诊断,良、恶性卵巢上皮性肿瘤的诊断敏感度提高至 100%,阳性预测值上升至 94.1%,诊断符合率达 97.4%,两者联合可明显提高卵巢良、恶性肿瘤的诊断效能(表 5)。

表 5 各检查方法对良、恶性卵巢上皮性肿瘤的诊断效能 (%)

| 检查方法            | 敏感度  | 特异度  | 阳性预测值 | 阴性预测值 | 诊断符合率 |
|-----------------|------|------|-------|-------|-------|
| 常规 MRI 平扫+增强    | 88.2 | 90.9 | 88.2  | 90.9  | 89.7  |
| DWI             | 83.3 | 86.4 | 88.2  | 86.4  | 87.2  |
| DCE-MRI         | 77.8 | 85.7 | 82.4  | 82.1  | 82.1  |
| MRI+DWI+DCE-MRI | 100  | 95.7 | 94.1  | 100   | 97.4  |

## 讨 论

DWI 和 DCE-MRI 可以在分子水平及血液动力学方面对卵巢良恶性肿瘤进行诊断及鉴别诊断<sup>[5]</sup>,卵巢肿瘤病理类型较多,已有较多学者对卵巢肿瘤良恶性的鉴别诊断进行了研究,但较少学者联合应用多 b 值 DWI 及 DCE-MRI 对卵巢肿瘤的具体病理分类进行深入研究。本文联合应用多 b 值 DWI 及 DCE-MRI 对良恶性卵巢上皮性肿瘤进行诊断及鉴别诊断。

### 1.卵巢上皮性肿瘤的多 b 值 DWI 特点

DWI 序列从微观结构无创性监测活体组织情况,反映了组织的病理及代谢情况,可以通过测量 ADC 值来量化 DWI,卵巢肿瘤实性部分恶性程度越高,细胞越密集,限制了水分子运动,扩散受限,因而 ADC 值越低,DWI 信号越高<sup>[6-7]</sup>,李海明等<sup>[6]</sup>采用不同 DWI 模型,如单指数 DWI、体素内不相干运动(intravoxel incoherent motion,IVIM)及扩散峰度成像(diffusion kurtosis imaging,DKI),但有学者认为通过传统 DWI 的信号强度与 b 值之间的单指数关系计算的 ADC 值

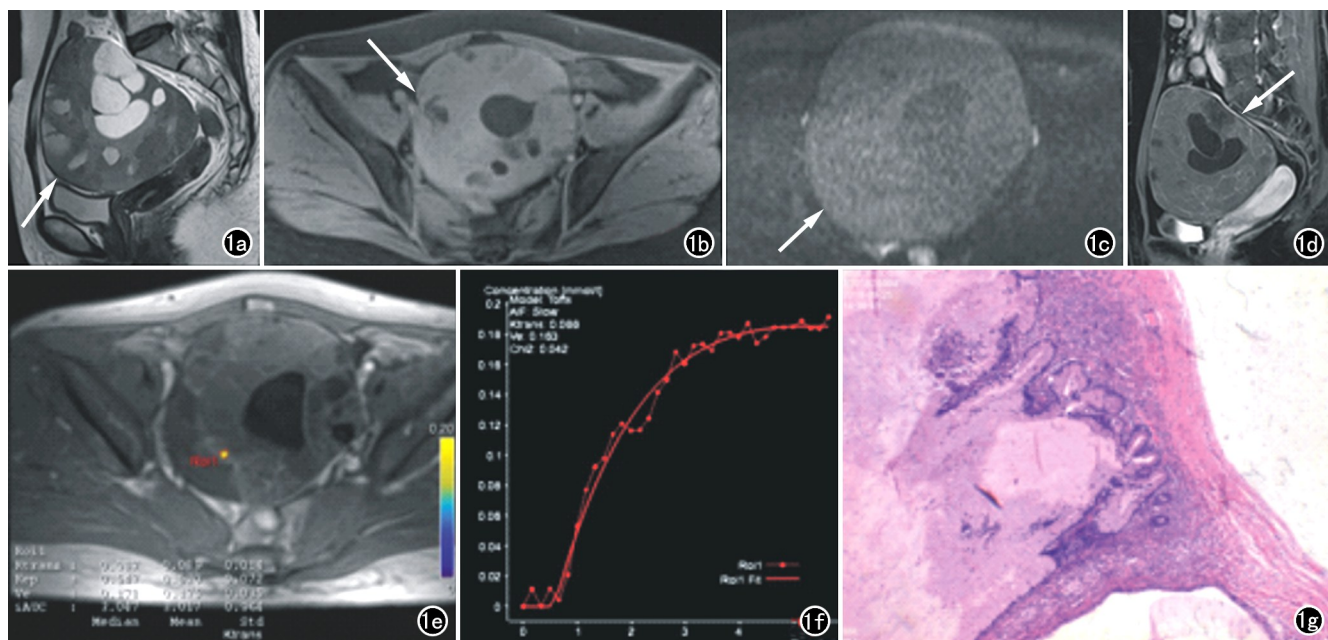


图1 黏液性囊腺瘤患者,女,53岁。a)T<sub>2</sub>WI示囊性多房呈高低混杂信号(箭);b)T<sub>1</sub>WI脂肪抑制序列示多发囊状分隔的多房结构,呈高低混杂信号(箭);c)b值取1200s/mm<sup>2</sup>的DWI图像,病灶内未见高信号(箭);d)动态增强扫描示病灶囊壁及分隔强化,囊性灶未见强化(箭);e)后处理得出定量参数K<sub>trans</sub>值、K<sub>ep</sub>值及V<sub>e</sub>值;f)TIC曲线为I型,提示病灶为良性;g)病理诊断为黏液性囊腺瘤,低倍镜下见多囊性结构,囊壁被覆单层浆液性上皮,细胞核位于基底部,异型性不明显(×40,HE)。

虽然单一,但稳定性较好<sup>[8]</sup>。故本研究利用ADC值作为研究参数,发现卵巢上皮性肿瘤中恶性组的ADC值明显低于良性组,差异具有统计学意义,这与相关研究结果一致<sup>[7,9,10]</sup>,且病灶实性与囊性部分分界随着b值的增加,病变组织与正常组织间、囊实性病灶间的对比度逐渐增加,显示更为清楚,但当b值超过

1200 s/mm<sup>2</sup>后,信噪比降低,囊实性病灶的对比度减低;统计学分析结果显示当b值取1200 s/mm<sup>2</sup>时,病灶实性及囊性部分ADC值的曲线下面积最大,分别为0.874和0.893,实性灶ADC值 $< 1.148 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 及囊性灶 $< 2.642 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时倾向于恶性。有学者利用DWI鉴别诊断卵巢复杂性肿瘤的

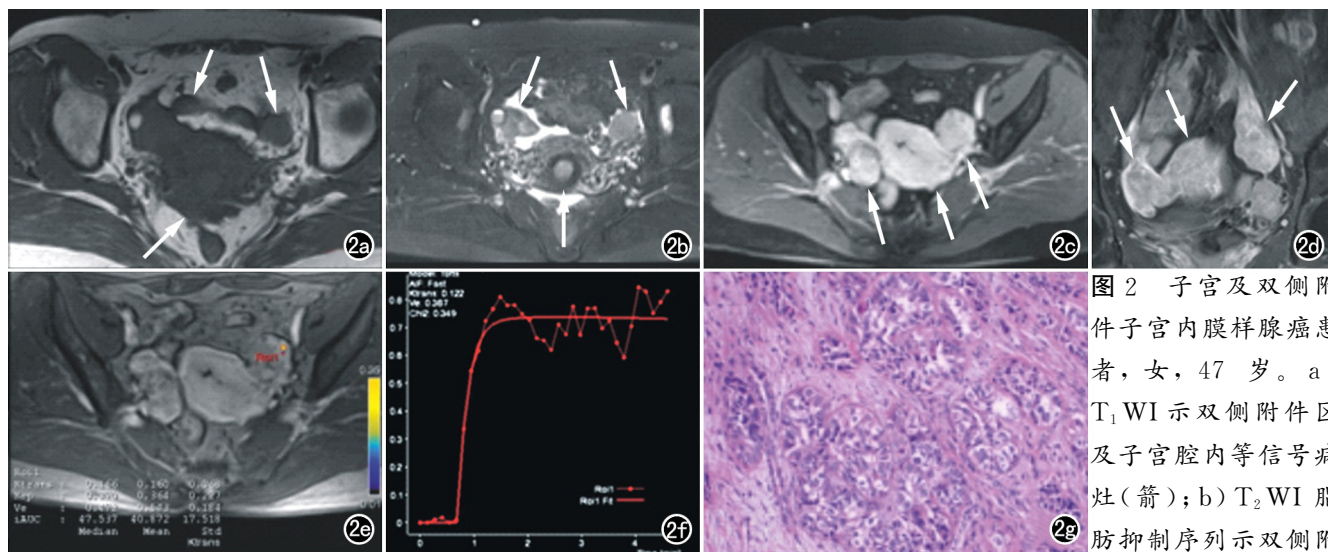


图2 子宫及双侧附件子宫内膜样腺癌患者,女,47岁。a)T<sub>1</sub>WI示双侧附件区及子宫腔内等信号病灶(箭);b)T<sub>2</sub>WI脂肪抑制序列示双侧附件区及子宫腔内稍高信号灶,信号尚均匀(箭);c)常规MRI增强扫描轴面示病灶呈明显均匀强化(箭);d)常规MRI增强扫描矢状面示病灶呈明显均匀强化(箭);e)动态增强及后处理得出定量参数K<sub>trans</sub>值、K<sub>ep</sub>值及V<sub>e</sub>值;f)TIC曲线呈III型,提示病灶为恶性;g)病理诊断为子宫及双侧附件子宫内膜样腺癌,镜下示子宫内膜样腺体背靠背排列,腺体拥挤呈膨胀性生长,最大径>5mm(×100,HE)。

件区及子宫腔内稍高信号灶,信号尚均匀(箭);c)常规MRI增强扫描轴面示病灶呈明显均匀强化(箭);d)常规MRI增强扫描矢状面示病灶呈明显均匀强化(箭);e)动态增强及后处理得出定量参数K<sub>trans</sub>值、K<sub>ep</sub>值及V<sub>e</sub>值;f)TIC曲线呈III型,提示病灶为恶性;g)病理诊断为子宫及双侧附件子宫内膜样腺癌,镜下示子宫内膜样腺体背靠背排列,腺体拥挤呈膨胀性生长,最大径>5mm(×100,HE)。

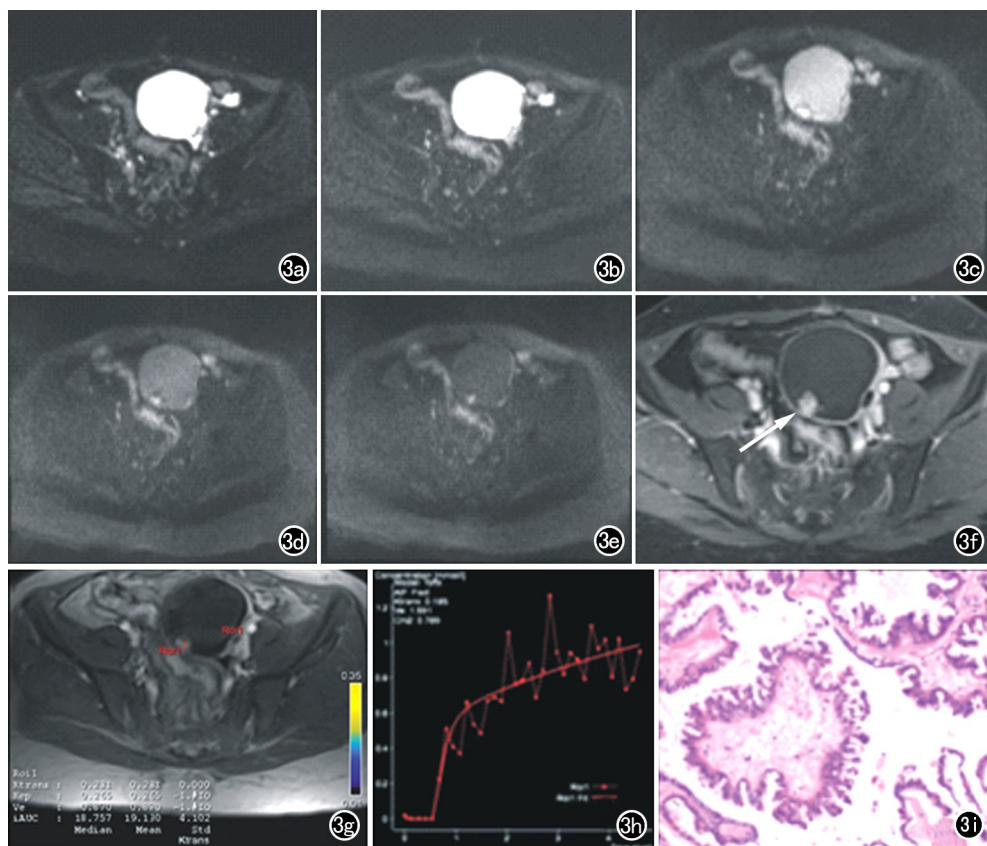


图3 左卵巢浆液性乳头状交界性肿瘤患者,女,30岁。a~e)为b值取0、400、800、1200、1600s/mm<sup>2</sup>时的DWI图像,随着b值升高,病灶囊实性分界更为清楚。a) b值取0的DWI图像;b) b值取400s/mm<sup>2</sup>的DWI图像;c) b值取800s/mm<sup>2</sup>的DWI图像;d) b值取1200s/mm<sup>2</sup>的DWI图像;e) b值取1600s/mm<sup>2</sup>的DWI图像;f) 动态增强扫描示囊性灶内一明显强化壁结节(箭);g) 动态增强后处理得出定量参数Ktrans值、Kep值及Ve值;h) TIC曲线呈I型,提示病灶为良性;i) 病理诊断为左卵巢浆液性乳头状交界性肿瘤,镜下可见粗大的分支乳头结构及微乳头,被覆复层浆液性上皮,细胞轻度异型(×200,HE)。

良恶性,发现良、恶性组间差异无统计学意义<sup>[11]</sup>,分析原因是未对卵巢肿瘤具体病理分类进行分析。既往研究多集中于肿瘤实性部分的研究,少有学者研究卵巢肿瘤囊性部分ADC值在鉴别良恶性肿瘤方面是否有价值。Roussel等<sup>[12]</sup>认为无论T<sub>2</sub>WI还是ADC值对卵巢囊性肿瘤均无鉴别诊断价值,囊性部分的ADC值主要与液体粘滞度有关。本研究发现肿瘤囊性部分ADC值在良、恶性组间差异具有统计学意义,推测原因笔者认为恶性肿瘤内的囊性灶粘稠度高或伴出血导致水分子自由运动受限,ADC值较良性肿瘤内的囊性灶低,此结论还有待于扩大样本量继续研究。本研究中肿瘤实性部分的研究结论与既往研究相同<sup>[8-9]</sup>,可作为良、恶性肿瘤的鉴别诊断定量指标,且b值为1200 s/mm<sup>2</sup>时具最佳诊断效能。

## 2. 卵巢上皮性肿瘤的DCE-MRI特点

DCE-MRI定量分析是一种显示活体组织中肿瘤微循环变化的非侵袭性检查方法,已被应用于颅脑、前列腺、乳腺、宫颈及卵巢疾病的诊断中<sup>[13-14]</sup>,DCE-MRI通过显示对比剂随时间推移从肿瘤中廓清的过程,间接反映肿瘤的微循环改变,有利于肿瘤的良恶性判断<sup>[15-16]</sup>。容量转移常数(Ktrans)是反映血流、血管通透性和微血管密度的重要定量参数,其值表示对比剂由血管内扩散至血管外的速率<sup>[17]</sup>,其值越高,肿瘤恶性程度越高。速率常数(Kep)值表示组织内对比剂重回血管内的速度,取决于肿瘤微血管的通透性。

Ktrans值、Kep值及血管外细胞外间隙容积比(Ve)值三者间的关系如下:  $Kep = Ktrans / Ve$ 。本研究结果显示Ktrans值、Kep值在恶性肿瘤中明显高于良性肿瘤,分析原因为恶性肿瘤血管发育不成熟,缺乏肌层使血管通透性增高,故对比剂易进入肿瘤组织间隙,良性肿瘤血管相对成熟,接近正常血管通透性。本研究结果显示Ktrans值具有最佳诊断效能, $>0.093 \text{ min}^{-1}$ 时倾向于恶性。DCE-MRI还可获得TIC曲线,曲线类型分为3型,此方法简单,但其易受样本及观察者的经验影响而出现偏差,曲线类型的诊断效能不高,本研究发现TIC曲线为I型提示良性病变,而病理结果为交界性肿瘤,且既往研究发现II型曲线在良恶性肿瘤中存在较大数量重叠<sup>[18-19]</sup>。

## 3. DCE-MRI和多b值DWI的联合应用价值

常规MRI具有良好的软组织分辨率,可多参数成像,但在诊断肿瘤的形态学特征上具有重叠性和主观性。有研究发现当肿瘤体积较小(直径 $<2 \text{ cm}$ )时,常规MRI平扫对肿瘤内分隔及结节常显示不清,此时根据形态学表现判断肿瘤良恶性的误诊率较高<sup>[20]</sup>。DWI通过测量ADC值可初步判断卵巢肿瘤的良恶性,再结合DCE-MRI的定量参数,两者联合应用可明显提高卵巢良恶性肿瘤的诊断效能,本研究中两者联合的诊断敏感度、特异度及诊断符合率分别为100%、95.7%和97.4%。本研究将卵巢肿瘤的定量诊断阈值进行量化,认为b值为1200 s/mm<sup>2</sup>时肿瘤实性部分

ADC 值  $< 1.148 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  倾向于恶性肿瘤, Ktrans 值  $> 0.093 \text{ min}^{-1}$  倾向于恶性肿瘤, 对于病灶同时应用这两个量化指标, 互为补充, 可明显提高卵巢肿瘤的诊断符合率。

本研究存在以下局限性: ①因交界性肿瘤样本量较少, 归入恶性肿瘤组, 可能对研究结果有一定影响。②本研究为单中心研究, 样本量较少, 还需进一步扩大样本量以提高统计可信度。

综上所述, DWI 和 DCE-MRI 检查有助于卵巢良恶性肿瘤的鉴别诊断, 可互为补充, 本研究尝试多 b 值及高 b 值用于卵巢肿瘤的诊断且结合 DCE-MRI 定量参数, 两者联合应用可明显提高诊断符合率, 可为临床医生制定治疗方案提供重要帮助。

#### 参考文献:

- [1] Morgan RJ, Armstrong DK, Alvarez RD, et al. Ovarian Cancer, Version 1.2016, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology [J]. J Natl Compr Canc Netw, 2016, 14(9): 1134-1163.
- [2] Song T, Choi CH, Kim HJ, et al. Accuracy of frozen section diagnosis of borderline ovarian tumors [J]. Gynecol Oncol, 2011, 122(1): 127-131.
- [3] Foti PV, Attina G, Spadola S, et al. MR imaging of ovarian masses: classification and differential diagnosis [J]. Insights Imaging, 2016, 7(1): 21-41.
- [4] 雷维民, 张东友, 韩瑞. 卵巢多房囊性病变的 MRI 误诊分析 (附 14 例报道) [J]. 放射学实践, 2015, 30(2): 161-164.
- [5] 赵文俐, 王建康, 郭红云, 等. 卵巢良性肿瘤病理结果与 MRI 影像特征的相关性 [J]. 实用放射学杂志, 2016, 32(8): 1250-1253.
- [6] 李海明, 赵书会, 强金伟, 等. 多 b 值 DWI 鉴别诊断交界性与恶性上皮性卵巢肿瘤 [J]. 中国医学影像技术, 2018, 34(7): 1050-1054.
- [7] Pi S, Cao R, Qiang JW, et al. Utility of DWI with quantitative ADC values in ovarian tumors: a meta-analysis of diagnostic test performance [J]. Acta Radiol, 2018, 59(11): 1386-1394.
- [8] 曹崑, 王帅, 赵博, 等. 3.0T 磁共振多 b 值扩散加权成像 A 值反映宫颈鳞癌强化和分化程度的可行性 [J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(3): 423-427.
- [9] 崔云惠, 朱绍成, 李泓亭, 等. IVIM 对上皮源性卵巢肿瘤良恶性鉴别的诊断价值及与 ki-67 表达的相关性 [J]. 磁共振成像, 2020, 11

(1): 45-49.

- [10] 王丽芳, 宋晓丽, 牛金亮, 等. DK1 定量参数对卵巢良恶性肿瘤的鉴别价值及其与 Ki-67 的相关性研究 [J]. 磁共振成像, 2019, 10(8): 589-593.
- [11] 方如旗, 曹代荣, 翁淑萍, 等. 磁共振动态增强及扩散加权成像对复杂性卵巢肿瘤定性诊断的价值 [J]. 临床放射学杂志, 2014, 33(11): 1705-1709.
- [12] Roussel A, Thomassin-Naggara I, Darai E, et al. Value of diffusion-weighted imaging in the evaluation of adnexal tumors [J]. J Radiol, 2009, 90(1): 589-596.
- [13] Azahaf M, Haberley M, Betrouni N, et al. Impact of arterial input function selection on the accuracy of dynamic contrast-enhanced MRI quantitative analysis for the diagnosis of clinically significant prostate cancer [J]. J Magn Reson Imaging, 2016, 43(3): 737-749.
- [14] Thomassin-Naggara I, Soualhi N, Balvay D, et al. Quantifying tumor vascular heterogeneity with DCE-MRI in complex adnexal masses: a preliminary study [J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 46(6): 1776-1785.
- [15] 方俊华, 闵祥瑞, 冯朝燕, 等. 磁共振灌注加权成像定量参数在前列腺外周带前列腺癌鉴别诊断中的价值 [J]. 磁共振成像, 2015, 6(2): 136-140.
- [16] Berkovic MC, Cacev T, Ivkovic TC, et al. High VEGF serum values are associated with locoregional spread of gastroenteropancreatic neuroendocrine tumors (GEP-NETs) [J]. Mol Cell Endocrinol, 2016, 15(4): 61-68.
- [17] Garcia-Figueiras R, Padhani AR, Beer AJ, et al. Imaging of tumor angiogenesis for radiologists—Part 1: biological and technical basis [J]. Curr Probl Diagn Radiol, 2015, 44(5): 407-424.
- [18] Kazerooni AF, Malek M, Haghighatkhah H, et al. Semiquantitative dynamic contrast-enhanced MRI for accurate classification of complex adnexal masses [J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 45(2): 418-427.
- [19] Kandukuri SR, Rao J. FIGO 2013 staging system for ovarian cancer: what is new in comparison to the 1988 staging system? [J]. Curr Opin Obstet Gynecol, 2015, 27(1): 48-52.
- [20] 金兴兴, 岳巍, 韩东明, 等. 薄层小视野高分辨 MRI 结合 DCE-MRI 对卵巢肿瘤的诊断价值 [J]. 放射学实践, 2016, 31(4): 369-372.

(收稿日期: 2020-06-07 修回日期: 2020-09-22)