

论 著

腹部DCE-MRI联合IVIM
诊断子宫内膜病变的临床价值*

黄 艳* 谢晓刚 杜舒曼

河南中医药大学第五临床医学院(郑州人民
医院)医学影像科 (河南 郑州 450000)

【摘要】目的 探究腹部磁共振成像动态对比增强成像(DCE-MRI)联合体素内不相干运动扩散加权成像(IVIM)诊断子宫内膜病变的临床价值。方法 选取2022年1月至2023年2月我院行MRI检查的子宫内膜病变患者82例,以病理结果为“金标准”,将患者分为良性组(49例)和恶性组(33例),比较两组DCE-MRI、IVIM参数差异,绘制ROC曲线分析DCE-MRI联合IVIM检测子宫内膜病变的诊断价值。结果 良性组体积转常数(K^{trans})、速率转常数(K_{ep})、体积分数(V_e)值低于恶性组($P<0.05$)。良性组慢速表观扩散系数(ADC-slow)、灌注分数(f)、水分子扩散分布指数(DDC)、扩散异质性指数(α)值高于恶性组,快速表观扩散系数(ADC-fast)值低于恶性组($P<0.05$)。ROC曲线分析显示:当 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、ADC-slow、ADC-fast、 f 、DDC、 α AUC分别为0.812、0.762、0.736、0.726、0.666、0.706、0.686、0.777时,约登指数最大,其截断值分别为0.45、0.86、0.51、0.47、12.69、0.37、1.02、0.66时,联合诊断AUC为0.894(95%CI: 0.812~0.975)、灵敏度84.8%、特异度93.9%、阳性预测值93.4%、阴性预测值86.2%均高于各参数单项检测($P<0.05$),诊断效能最佳。结论 腹部DCE-MRI联合IVIM可提高子宫内膜病变的诊断准确性,具有较高临床价值。

【关键词】腹部; 磁共振成像;
动态对比增强成像;
体素内不相干运动扩散加权成像;
子宫内膜病变

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】河南省医学科技攻关计划联合
共建项目(2018020731)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.09.039

Clinical Value of Abdominal DCE-MRI
Combined with IVIM in the Diagnosis of
Endometrial Lesions*

HUANG Yan*, XIE Xiao-gang, DU Shu-man.

Department of Medical Imaging, Henan University of Traditional Chinese Medicine Fifth Clinical
Medical College (Zhengzhou People's Hospital), Zhengzhou 450000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the clinical value of abdominal dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) combined with intravoxel incoherent motion imaging (IVIM) in the diagnosis of endometrial lesions. **Methods** Eighty-two patients with endometrial lesions who underwent MRI in our hospital from January 2022 to February 2023 were selected, and categorized into benign group ($n=49$) and malignant group ($n=33$) using pathological findings as the gold standard. The DCE-MRI and IVIM parameters were compared between two groups, and receiver operating characteristic curve (ROC) was plotted to evaluate the diagnostic value of DCE-MRI combined with IVIM in detecting endometrial lesions. **Results** The values of volume transfer constant (K^{trans}), rate transfer coefficient (K_{ep}) and extravascular extracellular volume fraction (V_e) of benign group were smaller than those of malignant group ($P<0.05$). The apparent diffusion coefficient (ADC) of pure diffusion (ADC-slow), perfusion fraction (f), distributed diffusion coefficient (DDC) and diffusion heterogeneity index (α) of benign group were larger than those of malignant group, while the ADC of pseudo-diffusion (ADC-fast) was smaller than that of malignant group ($P<0.05$). ROC curve indicated that an area under the curve (AUC) of 0.812, 0.762, 0.736, 0.726, 0.666, 0.706, 0.686 and 0.777 for K^{trans} , K_{ep} , V_e , ADC-slow, ADC-fast, f , DDC and α in detecting endometrial lesions provided the largest Youden index. A cutoff value of 0.45, 0.86, 0.51, 0.47, 12.69, 0.37, 1.02 and 0.66 for K^{trans} , K_{ep} , V_e , ADC-slow, ADC-fast, f , DDC and α resulted in an AUC, sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of 0.894 (95%CI: 0.812~0.975), 84.8%, 93.9%, 93.4% and 86.2%, suggesting that the combined test had better diagnostic efficacy than that of separate test ($P<0.05$). **Conclusion** The combined application of abdominal DCE-MRI and IVIM can improve the diagnostic accuracy of endometrial lesions and is of great clinical value.

Keywords: Abdomen; Magnetic Resonance Imaging; Dynamic Contrast-enhanced Imaging; Intravoxel Incoherent Motion Imaging; Endometrial Lesions

子宫内膜病变是指子宫内膜组织发生异常改变的一类疾病,包括子宫内膜增生、子宫内膜异位症、子宫内膜腺肌症及子宫内膜癌等,这可能导致月经不调、不孕、反复流产等妇科问题,严重威胁女性生命健康^[1-3]。早发现、早治疗是改善子宫内膜病变患者预后的重要环节。磁共振成像可对患者子宫内膜病变的组织特征、类型、形态、位置和血供情况进行清晰观察,具有高分辨率、非侵入性、多平面重建、多参数评估等优势^[4]。有研究表明,磁共振成像对子宫内膜良恶性病变的诊断和鉴别提供重要影像学信息^[5]。腹部磁共振成像动态对比增强成像(dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging, DCE-MRI)是指腹部动态增强磁共振成像,通过注射造影剂观察子宫和附件的血供情况,可检测子宫内膜病变的血流灌注情况和异常血管生成^[6]。体素内不相干运动扩散加权成像(intravoxel incoherent motion, IVIM)是一种通过测量组织中水分子的扩散和微循环对其进行定量评估的磁共振成像技术,在评估子宫内膜病变时,IVIM可以提供关于血流灌注和组织扩散的信息^[7]。现阶段临床上腹部DCE-MRI和IVIM对子宫内膜病变有关研究主要为单项研究,两者联合诊断临床价值并未明确。为此,本研究通过探讨腹部DCE-MRI联合IVIM诊断子宫内膜病变的临床价值,以期能够为指导治疗和改善患者预后提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1月至2023年2月我院行MRI检查的子宫内膜病变患者82例。

纳入标准:首次发病,绝经前患者表现为月经量过多、阴道分泌物较多,绝经后患者有阴道出血症状;有详细病理检测结果;两组均接受磁共振平扫及IVIM序列扫描、DCE-MRI检查。排除标准:血液疾病;严重肝、肾功能不全;心脑血管疾病;近4周内有药物治疗史、子宫手术史。以病理结果为金标准,将患者分为良性组(49例,年龄27~64(41.37±5.63)岁,绝经前29例、绝经后20例,子宫内膜增生20例、子宫内膜息肉29例)和恶性组(33例,年龄27~63(41.44±5.65)岁,绝经前20例、绝经后13例,子宫内膜样癌31例、未分化癌2例),两组年龄、绝经情况比较,差异无统计学意义($P>0.05$),本研究经医学伦理委员会审批同意。

1.2 方法

1.2.1 磁共振检查:选择卧位,采用德国西门子Magnetom Verio 3.0T进行平扫,体部8通道相控阵线圈,范围骶髂关节至耻骨联合水平,检查前嘱咐患者禁食5~6h,适度憋

【第一作者】黄 艳,女,副主任医师,主要研究方向:腹部影像诊断学。E-mail: huangyan10191@163.com

【通讯作者】黄 艳

尿。参数： T_1 加权成像：重复时间560 ms，回波时间6.8 ms； T_2 加权成像：重复时间3460 ms，回波时间85.6 ms，层厚5 mm，层间隔0.3 mm，视野38cm×38 cm，矩阵256×384。

1.2.2 斜轴位弥散加权成像：重复时间4000 ms，回波时间60.3ms，视野400mm，矩阵120×120，层厚5 mm，激励12次，b值取0s/mm²、700s/mm²，矩阵130×96，视野38cm×38cm。

1.2.3 DCE-MRI：设置参数：重复时间4.4ms，回波时间0.9 ms，层厚4mm，视野38cm×38cm，矩阵256×384；注射对比剂之前完成3°、6°、9°、12°、15°等方向翻转角扫描，得到T1 mapping参数；在12°翻转角时进行动态DCE-MRI扫描，对比剂为二乙烯三胺戊乙酸钆(拜耳先灵医药)，剂量为0.1mmol/kg，流速2.0mL/s，将第2个时相扫描开始时刻作为注射时间，同流速注射20mL生理盐水，总扫描时间320s，总时相40个。

1.2.4 IVIM：斜轴位(同常规磁共振检查一致)，参数：重复时间2000ms，回波时间60.3ms，b值取0s/mm²、700s/mm²，矩阵256×384，视野40cm×400cm，层厚6mm。

1.2.5 图像分析：将DCE-MRI和IVIM图像传输至Syngo图像处理工作站，由2名5年以上磁共振成像工作经验影像科医师进行阅片、图像测量及处理。良性组与恶性组DCE-MRI、IVIM在斜轴位b值为700s/mm²手动勾画出子宫内膜病变最大层面感兴趣区。尽量避开囊变、出血、坏死、血管区域，将感兴趣区复制在各个参数伪彩图中，测量3次取平均值，最终结果为2名医师测量结果平均值。DCE-MRI参数为：体积转运常数(K^{trans})、速率转运常数(K_{ep})、体积分数(V_e)，IVIM参数为：慢速表现扩散系数(ADC-slow)、快速表现扩散系数(ADC-fast)、灌注分数(f)、水分子扩散分布指数(DDC)、扩散异质性指数(α)。

1.3 观察指标 比较两组DCE-MRI参数(K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e)和IVIM参数(ADC-slow、ADC-fast、f、DDC、 α)；采用ROC曲线分析DCE-MRI参数与IVIM参数对子宫内膜病变诊断价值；采用组内相关系数评估2名医师测量 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、ADC-slow、ADC-fast、f、DDC、 α 值的一致性。

1.4 统计学方法 采用SPSS 26.0软件处理数据。对符合正态分布的计量数据用($\bar{x} \pm s$)表示，两组比较行独立样本t检验，计数资料采用%表示，比较行 χ^2 检验，采用ROC曲线分析DCE-MRI参数与IVIM参数对子宫内膜病变诊断价值，采用组内相关系数评估2

名医师测量DCE-MRI参数与IVIM参数一致性。 $P<0.05$ 差异为有统计学意义。

2 结果

2.1 两组DCE-MRI参数比较 良性组 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 值低于恶性组($P<0.05$)，见表1。

表1两组DCE-MRI参数比较			
组别	$K^{trans}(\text{min})$	$K_{ep}(\text{min})$	V_e
良性组(n=49)	0.33±0.04	0.75±0.09	0.39±0.05
恶性组(n=33)	0.68±0.08	1.08±0.12	0.64±0.07
t	24.914	14.220	18.873
P	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 两组IVIM参数比较 良性组ADC-slow、f、DDC、 α 值高于恶性组，ADC-fast值低于恶性组($P<0.05$)，见表2。

2.3 DCE-MRI及IVIM参数诊断结果 病理结果检出良性49例，恶性33例， K^{trans} 检出良性41例、恶性26例与其一致； K_{ep} 检出良性39例、恶性24例与其一致； V_e 检出良性35例、恶性25例与其一致；ADC-slow检出良性40例、恶性21例与其一致；ADC-fast检出良性43例、恶性15例与其一致；f检出良性38例、恶性21例与其一致；DDC检出良性37例、恶性21例与其一致； α 检出良性39例、恶性25例与其一致，见表3。

2.4 DCE-MRI及IVIM参数联合诊断价值 ROC曲线分析显示：当 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、ADC-slow、ADC-fast、f、DDC、 α AUC分别为0.812、0.762、0.736、0.726、0.666、0.706、0.686、0.777、0.894时，约登指数最大，其截断值分别为0.45、0.86、0.51、0.47、12.69、0.37、1.02、0.66时，联合诊断AUC为0.894(95%CI: 0.812~0.975)、灵敏度84.8%、特异度93.9%、阳性预测值93.4%、阴性预测值86.2%均高于各参数单项检测($P<0.05$)，DCE-MRI及IVIM参数联合诊断良恶性效能最佳，见表4、图1-3。

2.5 2名医师阅片一致性 2名医师测量 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、ADC-slow、ADC-fast、f、DDC、 α 值的组内相关系数分别为(0.622、0.521、0.458、0.460、0.353、0.414、0.391、0.542)，一致性良好(组内相关系数 ≥ 0.75)。

表2 两组IVIM参数比较

组别	ADC-slow($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	ADC-fast($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	f	DDC($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	α
良性组(n=49)	0.59±0.07	10.97±1.31	0.42±0.05	1.23±0.14	0.71±0.08
恶性组(n=33)	0.44±0.05	15.64±1.87	0.32±0.03	0.77±0.09	0.65±0.07
t	10.611	13.307	10.296	16.678	3.498
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表3 DCE-MRI及IVIM参数诊断结果

病理结果	K^{trans}			K_{ep}			V_e			ADC-slow		
	良性	恶性	合计	良性	恶性	合计	良性	恶性	合计	良性	恶性	合计
良性	41	8	49	39	10	49	35	14	49	40	9	49
恶性	7	26	33	9	24	33	8	25	33	12	21	33
合计	48	34	-	48	34	-	43	39	-	52	30	-

续表3

病理结果	ADC-fast			f			DDC			α		
	良性	恶性	合计	良性	恶性	合计	良性	恶性	合计	良性	恶性	合计
良性	43	6	49	38	11	49	37	12	49	39	10	49
恶性	18	15	33	12	21	33	12	21	33	8	25	33
合计	61	21	-	50	32	-	49	33	-	47	35	-

表4 DCE-MRI及IVIM参数联合诊断价值

参数	截断值	约登指数	AUC	灵敏度	特异度	阳性预测值	阴性预测值	95%CI
K^{trans}	0.45	0.625	0.812	78.8	83.7	76.5	85.4	0.711~0.913
K_{ep}	0.86	0.523	0.762	72.7	79.6	70.6	81.3	0.651~0.872
V_e	0.51	0.472	0.736	75.8	71.4	64.1	81.4	0.623~0.848
ADC-slow	0.47	0.452	0.726	63.6	81.6	70.0	76.9	0.610~0.843
ADC-fast	12.69	0.333	0.666	45.5	87.8	71.4	70.5	0.542~0.791
f	0.37	0.412	0.706	63.6	77.6	65.6	76.0	0.588~0.824
DDC	1.02	0.371	0.686	63.6	73.5	63.6	75.5	0.566~0.806
α	0.66	0.554	0.777	75.8	79.6	71.4	82.9	0.669~0.884
联合	-	0.787	0.894	84.8	93.9	93.4	86.2	0.812~0.975

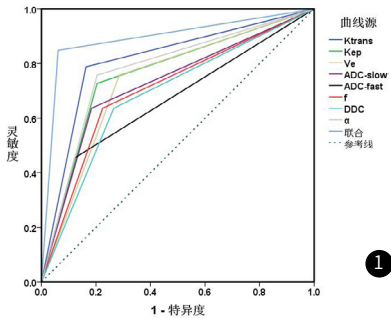


图1 DCE-MRI及IVIM参数联合诊断子宫内膜病变ROC曲线

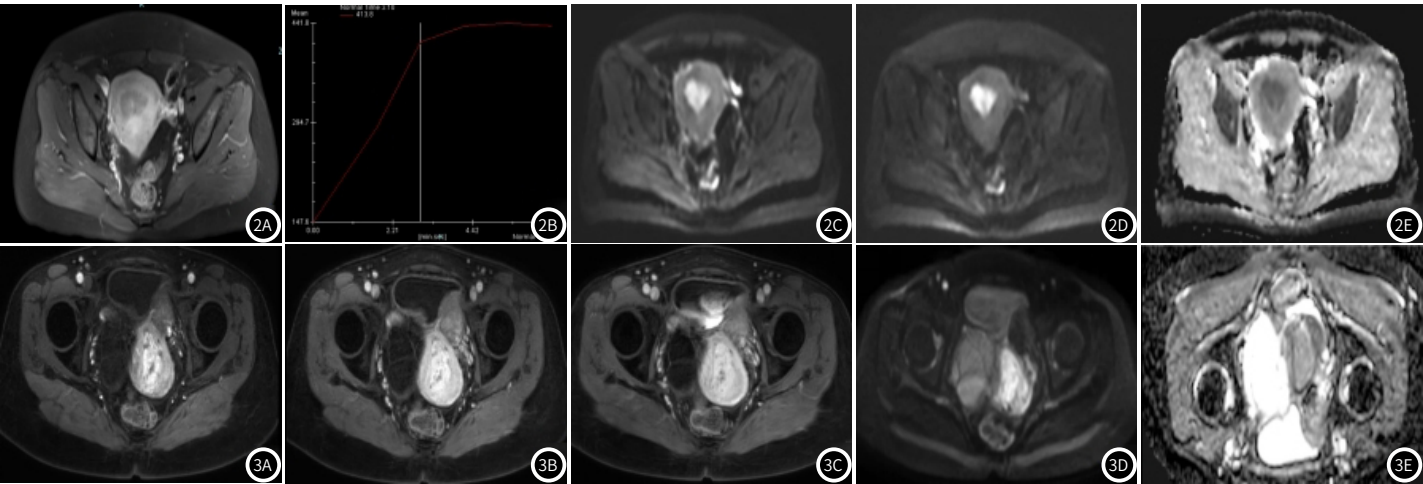


图2A-2E 患者女，53岁，子宫内膜腺癌。图2A 盆腔子宫DCE-MRI图像：子宫内膜不均匀增厚，最厚约为2.0cm，增强不均匀明显强化；图2B TIC曲线，平台型；图2C-2E IVIM-DWI (b值0，700s/mm²)及ADC图：DWI呈高信号，ADC呈低信号。
图3A-3E 患者女，50岁，子宫内膜息肉。图3A-3C 盆腔子宫DCE-MRI图像：子宫内膜呈肿块样增厚，病灶边界清楚，与子宫肌层分界清，增强呈持续明显强化；图3D-3E DWI及ADC图：DWI呈高信号，ADC呈低信号。

3 讨论

磁共振成像作为现阶段应用广泛的影像学检查方式，可行多方位、多参数成像，对软组织分辨率显著高于超声及CT，故能清晰、完整显示子宫内膜病变范围、大小、类型等^[8-10]。尤其是近年来磁共振成像技术不断优化升级，DCE-MRI、IVIM等功能在子宫内膜病变中应用日趋增多^[11-13]，极大程度避免了常规磁共振成像仅从解剖形态学方面评估子宫内膜病变的不足。

K^{trans} 反映了血管通透性和血流灌注量的信息，较高的 K^{trans} 值通常表示血管通透性增加和血流灌注量增加。 K_{ep} 反映了对比剂的清除速度，较高的 K_{ep} 值通常表示对比剂从组织间质返回到血管内的速度更快。 V_e 是指组织间质中的血浆体积分数，即血浆在组织间质中的占比， V_e 值越高表示组织间质中血浆的体积分数更高，可能与血管生成增加和组织结构改变有关。这些参数提供了血管通透性、血流灌注和组织结构的定量信息，常用于评估肿瘤的血供情况、恶性程度和治疗反应等^[14-15]。本研究结果显示，良性组DCE-MRI参数 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 值低于恶性组。提示DCE-MRI参数在子宫内膜良恶性病变中具有明显差异，对子宫内膜病变具有一定诊断价值，与王鹏飞等^[16]研究存在相似之处。原因可能是恶性病变的细胞增殖速度较快，需要更多的营养和氧气供应，因此恶性病变通常伴有血管生成的增加，导致更多血液进入恶性病变组织，增加了血管通透性和血管灌注量^[17]，从而导致 K^{trans} 和 K_{ep} 的增加。其次，恶性病变组织中的血管通透性通常比良性病变组织更高，是由于恶性病变细胞产生的血管生成因子和其他生物活性物质的作用，导致血管壁的通透性增加^[18]，使对比剂更容易从血管进入恶性病变组织，从而导致 K^{trans} 和 K_{ep} 的增加。最后，恶性病

变组织的间质通常比良性病变组织更为紧密和不规则，这种组织结构的改变导致了更高的细胞间隙和更高的细胞外 V_e ，从而导致 V_e 的增加。

ADC-slow表示水分子在组织中慢速扩散的速度，主要反映了组织细胞的水分子运动情况，对应于组织的微结构和细胞密度。ADC-fast表示水分子在组织中快速扩散的速度，主要反映了组织中自由水分子的运动情况，对应于组织的间隙和血管空隙。f是指血流对总信号的贡献比例，能反映组织中的血流灌注情况，对应于组织的血管密度和血流速度。DDC是指慢扩散成分中可分离的部分，可表示组织中慢扩散成分的纯净度，对应于组织的微结构和细胞密度。 α 表示IVIM模型中快扩散成分和慢扩散成分之间的衰减关系，其能够反映组织中快扩散成分和慢扩散成分的相对贡献比例。以上参数可提供关于组织的扩散和灌注特征的定量信息，有助于评估组织的微结构、血流灌注和肿瘤的恶性程度等^[19-20]。本研究结果显示，良性组ADC-slow、f、DDC、 α 值高于恶性组，ADC-fast值低于恶性组，这与Zhang等^[21]研究报道相符。分析原因如下：由于ADC-slow主要反映了组织细胞的水分子运动情况，恶性病变中细胞密度较高^[22]，水分子扩散速度较慢，故ADC-slow值较大。f反映了组织中的血流灌注情况，恶性病变中血流灌注量较高，加之恶性病变中的慢扩散成分可能更纯净^[23]，即f、DDC值较大，这可能与恶性病变中细胞的紧密排列和组织结构的改变有关。恶性病变中快扩散成分和慢扩散成分之间的衰减关系可能不同于良性病变^[24]， α 值反映了快扩散成分和慢扩散成分之间的相对贡献比例，恶性病变中可能存在更大的 α 值。总之，子宫内膜恶性

病变和良性病变在ADC-slow、f、DDC和 α 值上的差异主要反映了其细胞密度、血流灌注、组织结构和扩散特性的差异,这些差异可以通过ADC-fast值的变化来进一步区分恶性和良性病变。

本研究ROC曲线分析结果显示,当 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、ADC-slow、ADC-fast、f、DDC、 α AUC分别为0.812、0.762、0.736、0.726、0.666、0.706、0.686、0.777、0.894时,约登指数最大,其截断值分别为0.45、0.86、0.51、0.47、12.69、0.37、1.02、0.66时,联合诊断AUC为0.894(95%CI: 0.812~0.975)、灵敏度84.8%、特异度93.9%、阳性预测值93.4%、阴性预测值86.2%均高于各参数单项检测,诊断效能最佳。可能是因为单独应用各参数检查子宫内膜良恶性病变时,感兴趣区定义和病变组织血供及微环境复杂性对各参数值产生影响,进而引起较高的假阳性或假阴性结果,而联合检查可弥补单一检查的不足,DCE-MRI可以观察到子宫内膜病变的血流灌注情况,而IVIM可以进一步提供关于微循环的信息,从而更全面地评估病变的血供状态,进而增加诊断灵敏度并保持一定特异度,提升诊断效能。

综上所述,腹部DCE-MRI联合IVIM可提高子宫内膜病变的诊断准确性,具有较高临床价值。本研究不足之处在于在感兴趣区选择了病变最大层面,且避开囊变、出血、坏死、血管区域,这降低了病变组织异质性,其次为纳入病例较少实验结果可能有一定偏倚。后续研究将会优化扫描方案,扩大病例纳入范围,进一步验证。

参考文献

- [1]王新,刘洋,梁娜,等.一种预测子宫内膜病变患者内膜病理类型的临床模型[J].世界科学技术-中医药现代化,2022,24(6):2513-2520.
- [2]刘向东,闫松果,孙世松.CT、MRI诊断盆腔子宫内膜异位症的应用价值[J].罕少疾病杂志,2022,29(6):94-95.
- [3]杨川桦,姜萍,谢刚.子宫内膜癌增强MRI定量参数变化与临床特征的关系及对预后的预测价值分析[J].中国CT和MRI杂志,2024,22(3):148-151.
- [4]李宁,朱辛茹.子宫内膜良恶性病变的MRI特点及ADC值与病理的相关性分析[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(1):111-113,124.
- [5]柳丽,何悦明,杨振涛.表观扩散系数及其离散系数在诊断子宫内膜良恶性病变中的应用[J].医学影像学杂志,2022,32(6):1010-1014.
- [6]韩茜茜,卜岛.DCE-MRI定量参数对子宫内膜癌的诊断价值及与临床病理因素的相关性[J].影像科学与光化学,2021,39(1):50-55.
- [7]刘旺毅,闫瑞芳,任继鹏,等.体素内不相干运动和动态增强MRI对早期子宫内膜癌与子宫内膜息肉的鉴别诊断[J].中国医学影像学杂志,2023,31(1):65-71.
- [8]王福倩,邓玲玲,穆新暖,等.MRI对卵巢子宫内膜异位囊肿的诊断价值分析[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(11):140-142.
- [9]官燕玲,陈俊,陈雯,等.MSCT联合MRI对子宫内膜癌临床分期的诊断价值[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(5):79-8185.
- [10]周永钢,薛鹏,张莹坤.DWI联合MRI动态增强扫描在诊断子宫内膜癌中的价值分析[J].罕少疾病杂志,2021,28(5):72-74.

- [11]Ota T,Tsuyoyama T,Onishi H,et al.Diagnostic accuracy of MRI for evaluating myometrial invasion in endometrial cancer:a comparison of MUSE-DWI,rFOV-DWI,and DCE-MRI[J].Radiol Med,2023,128(6):629-643.
- [12]Li Y,Lin CY,Qi YF,et al.Three-dimensional turbo-spin-echo amide proton transfer-weighted and intravoxel incoherent motion MR imaging for type I endometrial carcinoma:correlation with Ki-67 proliferation status[J].Magn Reson Imaging,2021,78(12):18-24.
- [13]刘洁,张利.子宫内膜息肉、I期子宫内膜癌不同MR序列信号特征及与病理对照研究[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(12):135-136,147.
- [14]Bülbül HM,Bülbül O,Sarolu S,et al.Relationships between DCE-MRI,DWI,and ^{18}F -FDG PET/CT Parameters with tumor grade and stage in patients with head and neck squamous cell carcinoma[J].Mol Imaging Radionucl Ther,2021,30(3):177-186.
- [15]Vidiri A,Gangemi E,Ruberto E,et al.Correlation between histogram-based DCE-MRI parameters and ^{18}F -FDG PET values in oropharyngeal squamous cell carcinoma:evaluation in primary tumors and metastatic nodes[J].PLoS One,2020,15(3):e0229611.
- [16]王鹏飞,赵丹,杨莹,等.DWI、DCE-MRI参数值对I型与II型子宫内膜癌的鉴别诊断及与Ki-67、P53的关系[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(4):137-139.
- [17]Ye Z,Ning G,Li X,et al.Endometrial carcinoma:use of tracer kinetic modeling of dynamic contrast-enhanced MRI for preoperative risk assessment[J].Cancer Imaging,2022,22(1):14.
- [18]Wang H,Yan R,Li Z,et al.Quantitative dynamic contrast-enhanced parameters and intravoxel incoherent motion facilitate the prediction of TP53 status and risk stratification of early-stage endometrial carcinoma[J].Radiol Oncol,2023,57(2):257-269.
- [19]Jin YN,Zhang Y,Cheng JL,et al.Monoexponential,bexponential,and stretched-exponential models using diffusion-weighted imaging:a quantitative differentiation of breast lesions at 3.0T[J].J Magn Reson Imaging,2019,50(5):1461-1467.
- [20]田士峰,刘爱莲,陈安良,等.体素内不相干运动多模型参数鉴别I期子宫内膜癌与子宫内膜息肉[J].中国医学影像技术,2019,35(12):1856-1860.
- [21]Zhang G,Yan R,Liu W,et al.Use of biexponential and stretched exponential models of intravoxel incoherent motion and dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging to assess the proliferation of endometrial carcinoma[J].Quant Imaging Med Surg,2023,13(4):2568-2581.
- [22]张树茂,王全民,杨光杰,等.磁共振成像常规序列联合弥散加权成像多模型定量参数对子宫内膜癌及病理学分期的诊断研究[J].中国临床医生杂志,2022,50(8):968-971.
- [23]尹希,吴慧,高阳,等.不同弥散模型对子宫内膜癌诊断及分级的价值[J].临床放射学杂志,2019,38(10):1904-1908.
- [24]任继鹏,张梦,刘旺毅,等.体素内不相干运动MRI多模型参数评估子宫内膜样腺癌微卫星不稳定状态[J].国际医学放射学杂志,2023,46(4):396-401.

(收稿日期:2023-10-25)

(校对编辑:翁佳鸿)