

论 著

子宫内膜癌磁共振成像评估肌层浸润准确性的研究*

尚 盼^{1,*} 刘海燕²1.南京医科大学附属泰州人民医院妇产科
(江苏 泰州 225300)2.扬州大学附属医院妇产科
(江苏 扬州 225000)

【摘要】目的 旨在评估动态对比增强磁共振成像(DCE-MRI)和扩散加权成像(DWI)在子宫内膜癌诊断中的有效性。**方法** 回顾性研究54例子宫内膜癌患者的术前DWI和DCE-MRI影像资料,分析DWI/DCE-MRI所示的肌层浸润深度、动态增强特征、时间-信号强度曲线及ADC值,并与手术后的组织病理学结果进行了对比。**结果** 根据组织病理学检查的结果,诊断子宫内膜腺癌的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值分别为: DCE-MRI在I a、I b、II期的敏感性为93.0%、88.9%、100%;特异性为90.9%、93.3%、100%;准确性为92.6%、92.6%、100%;阳性预测值为97.6%、72.7%、100%;阴性预测值为76.9%、97.7%、100%。**结论** DWI和DCE-MRI有助于提高子宫内膜癌分期和病理分级的准确性。

【关键词】 动态对比增强磁共振成像;
扩散加权成像; 子宫内膜癌

【中图分类号】 R711.74

【文献标识码】 A

【基金项目】 2021年江苏省妇幼健康
科研项目(F202134)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.01.035

A Study on the Accuracy of Magnetic Resonance Imaging in Evaluating Myographic Infiltration in Endometrial Carcinoma*

SHANG Pan^{1,*}, LIU Hai-yan².1.Department of Obstetrics and Gynecology, Taizhou People's Hospital Affiliated to Nanjing
Medical University, Taizhou 225300, Jiangsu Province, China2.Department of Obstetrics and Gynecology, Affiliated Hospital of Yangzhou University, Yangzhou
225000, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the effectiveness of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) and diffusion-weighted imaging (DWI) in the diagnosis of endometrial cancer. **Methods** Preoperative DWI and DCE-MRI imaging data of 54 patients with endometrial carcinoma were retrospectively studied. The depth of myometrial infiltration, dynamic enhancement features, time-signal intensity curve and ADC values as shown by DWI/DCE-MRI were analyzed, and compared with the histopathological results after surgery. **Results** According to the results of histopathology, the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value in the diagnosis of endometrial adenocarcinoma were as follows: the sensitivity of DCE-MRI in Ia, Ib and Stage II was 93.0%, 88.9% and 100%, respectively; The specificity was 90.9%, 93.3% and 100%. The accuracy was 92.6%, 92.6%, 100%; The positive predictive values were 97.6%, 72.7% and 100%. The e negative predictive values were 76.9%, 97.7% and 100%. **Conclusion** DWI and DCE-MRI can improve the accuracy of endometrial carcinoma staging and pathological grade.

Keywords: Dynamic Contrast-enhanced Magnetic Resonance Imaging; Diffusion-weighted Imaging; Endometrial Cancer

子宫内膜癌治疗和预后受到国际妇产科联合会(FIGO)外科分期系统、病理类型、细胞分化、子宫肌层侵袭及肿瘤等级的影响^[1]。因此,改进术前影像学方法以界定高风险患者,以便量身定制主要外科治疗,在临床上至关重要^[2]。传统的磁共振成像(MRI)提供与肿瘤大小和疾病范围相关的重要信息,但在精确评估子宫肌层肿瘤侵袭深度、术前评估和预后方面存在困难^[3]。扩散加权成像(DWI)允许评估组织微结构,并在许多中心作为常规MRI的辅助工具,常规用于子宫内膜癌的术前分期^[4]。子宫内膜癌通常表现出限制性扩散,且表现扩散系数(ADC)值降低。动态对比增强(DCE)MRI是一种先进的动态成像技术,能够表征组织微血管结构^[5]。对于各种肿瘤,这种成像技术已被证明能够识别与治疗反应和生存相关的生物标志物。DWI和DCE-MRI在反映子宫内膜癌的组织学亚型和临床过程方面的潜力尚未完全阐明^[6]。本研究的目的是评估术前DWI/DCE-MRI结果(包括DCE-MRI特征、时间-信号强度曲线和扩散系数(ADC)值)与所有子宫内膜癌子宫切除标本中病理学发现之间的相关性,特别是与子宫肌层侵袭深度的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性研究2021年8月至2024年8月期间收集的54例子宫内膜癌患者的临床和影像学数据,纳入通过子宫刮宫/病理检查确诊的子宫内膜癌,以及接受MRI和DCE-MRI检查的患者。患者平均年龄为58.7岁(范围43~68岁),79.6%(43/54)的患者为绝经后女性。子宫内膜腺癌在83.3%(45/54)的病例中被发现,包括14例高度分化(G1)、28例中度分化(G2)和3例低度分化(G3)。

1.2 方法 磁共振扫描成像前要求绝对禁食4至6小时,并保持部分充盈的膀胱,以减少运动伪影并区分子宫与邻近结构。所有患者均以仰卧位进行成像。MR图像在冠状面、矢状面和轴面获得。T1加权成像(T1WI)和T2加权成像(T2WI)的序列为Turbo Spin Echo。扫描参数为:轴面和矢状面的T1WI(TR 800 ms, TE 8.2 ms)以及T2WI(TR 4800 ms, TE 81 ms);冠状面的T2WI(TR 5000 ms, TE 120 ms);层厚为3.5 mm;间隙为1 mm;矩阵为1 mm;视野(FOV)为24 cm × 24 cm;激发次数为1;基础分辨率为320;相位分辨率为75%。b值选择为0和1000 s/mm²,以优化信噪比。扩散加权成像(DWI)的扫描参数为(TR 4000 ms, TE 78 ms):层厚为3.5 mm;间隙为1 mm;矩阵为1 mm;FOV为24 cm × 24 cm;激发次数为10;基础分辨率为128;相位分辨率为75%;b值为0和1000 s/mm²。对于动态对比增强磁共振成像(DCE-MR成像),使用矢状面T2WI的最佳平面。采用GRE T1WI(门控体积插值呼吸保持检查, VIBE)序列。扫描参数为:TR 4.07 ms; TE 1.86 ms;层厚为3.0 mm;间隙为0.72 mm;翻转角为15°;NEX为1;矩阵为320 × 192;FOV为38 cm × 38 cm;激发次数为20个相位(每个相位11秒),在没有间歇扫描的情况下获得。注射0.2 mmol/kg体重的对比剂作为快速注射(速度为2.5 mL/s),并在获得第一个相位后立即进行注射。其余相位在注射后获得。DCE MR成像在轴面、冠状面和矢状面上使用脂肪抑制序列FSE T1WI进行^[7]。

【第一作者】 尚 盼,女,主治医师,主要研究方向:妇科肿瘤。E-mail: 19211796532@163.com

【通讯作者】 尚 盼

ADC图谱是使用图像后处理工作站生成的。在肿瘤内随机选择两个或三个感兴趣区域(ROI), 避免选择子宫腔内的积液以及肿瘤周围的脂肪和血管。所选 ROI 的大小相似。所有图像由两位对肿瘤分期、组织学诊断和患者结果一无所知的放射科医生进行分析。未明显变形和伪影的DWI图像具有进行ADC测量的潜力。对于每位患者, 在诊断精度动态增强磁共振成像的横截面内, 定义一个尽可能大的圆形或椭圆形感兴趣区域, 避免子宫内腔液体以及周围的脂肪和血管。原始的动态增强图像被传输到图像后处理工作站, 并通过功能工具软件进行处理。定义一个圆形 ROI(直径为3~4毫米), 以尽可能清晰地显示肿瘤病灶内的病变位置, 同时避免血管和囊性肿瘤病变。如果对比剂增强不均匀, 则选择多个区域进行测量。最终分析使用信号最强的ROI。获取时间信号强度曲线(TIC)和最大对比增强信号强度(Simax)^[8]。患者接受了

全子宫切除术。所有病理标本均由在手术进行的医院的两位病理学家进行检查。

1.3 统计学方法 所有统计分析使用SPSS 17.0进行。数据以均值±标准差或比例形式呈现。统计显著性水平设定为 $P<0.05$ 。

2 结果

2.1 I a期子宫内膜癌患者的MR影像及病理图像分析

如图1所示, 一名56岁子宫内膜癌患者的MR影像及病理图像。a DWI显示高信号强度。b ADC显示低信号强度。c时间-信号强度曲线显示陡峭的上升段, 伴随高峰后进入平台期。d组织病理学检查提示为中等分化的子宫内膜腺癌, 分期为I a。

2.2 II a期子宫内膜癌患者的MR影像及病理图像 具体如图2所示, 一名41岁子宫内膜癌患者的MR影像及病理图像。a DWI显示

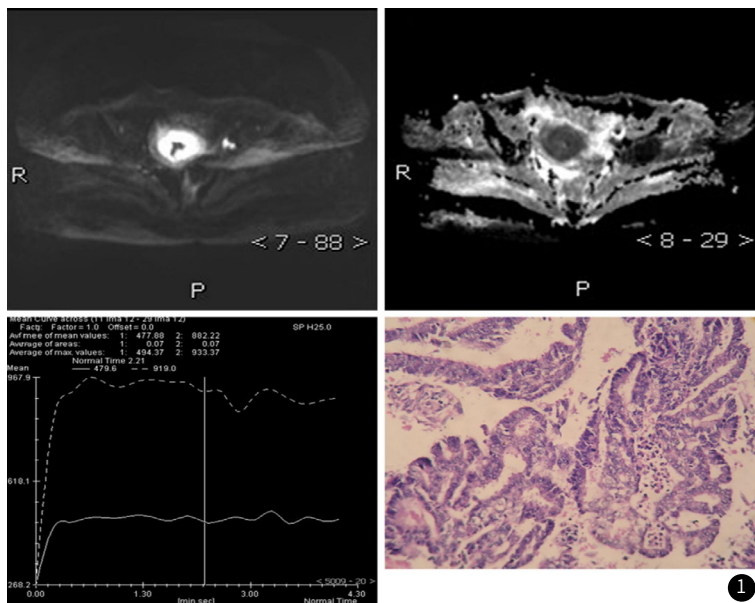


图1 I a期子宫内膜癌患者的MR影像及病理图像。

高信号强度。b ADC显示低信号强度。c 时间-信号强度曲线呈现陡峭的上升后随之平滑的下降。d 组织病理学检查提示为高度分化的子宫内膜腺癌, 处于II a期。

2.3 统计学分析 根据DWI结果, 发现83.3%(45/54)病例为子宫内膜腺癌, 其中高度分化(G1)14例, 中度分化(G2)28例, 低度分化的子宫内膜腺癌, 处于II a期。

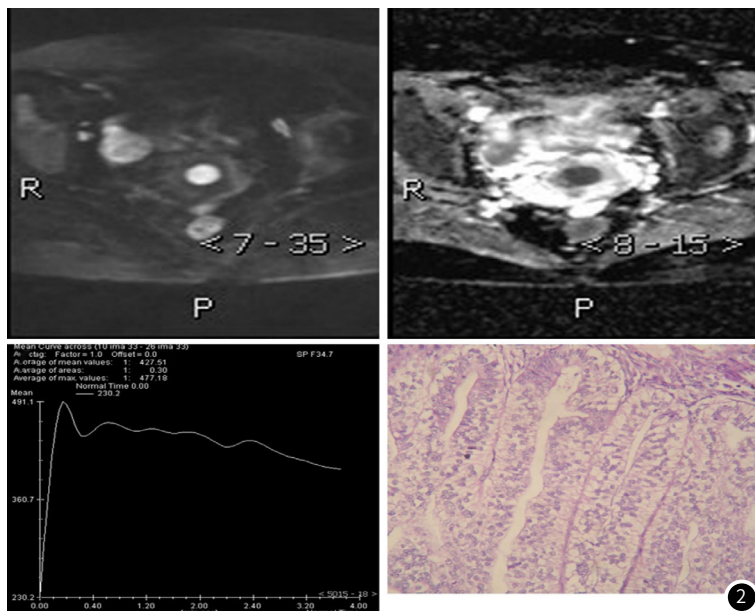


图2 II a期子宫内膜癌患者的MR影像及病理图像。

化(G3)3例。G1、G2和G3之间的内闭孔肌信号强度和ADC值没有统计学差异($P>0.05$)。G1与G2之间的ADC值具有统计学差异。术后组织病理检查显示,根据FIGO 2012分期标准,79.6%(43/54)患者处于Ia期,16.7%(9/54)处于Ib期,3.7%(2/54)处于II期。DCE-MRI结果显示,74.1%(40/54)患者处于Ia期,14.8%(8/54)处于Ib期,3.7%(2/54)处于II期。根据组织病理学检查的结果,诊断子宫内膜腺癌的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值分别为:DCE-MRI在Ia、Ib、II期的敏感性为93.0%、88.9%、100%;特异性为90.9%、93.3%、100%;准确性为92.6%、92.6%、100%;阳性预测值为97.6%、72.7%、100%;阴性预测值为76.9%、97.7%、100%。

3 讨论

在子宫内膜癌患者中,组织学肿瘤分级和肌层浸润深度与患者生存率之间存在显著相关性。当在子宫内膜活检中诊断出高级别肿瘤或在手术前识别出深层肌层浸润时,患者被认为处于高风险状态^[9]。影像生物标志物是检测和表征癌症以及制定治疗方案的重要工具^[10]。本研究表明,DWI/DCE-MRI检查为子宫内膜癌的分期和病理分级提供了相对精确的信息,从而为子宫内膜癌的治疗提供了指导。

有研究报告称^[11],高级别子宫内膜癌患者的ADC值通常低于低级别子宫内膜癌患者的ADC值。也有研究报告称^[12],较低的ADC值与较高分级的子宫内膜癌相关^[11]。G1、G2和G3的平均ADC值分别为 $(0.78 \pm 0.14) \times 10^{-3}$ 、 $(0.64 \pm 0.06) \times 10^{-3}$ 、 $(0.40 \pm 0.09) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。与之前的研究一致,高级别子宫内膜癌的ADC值显示出相较于低级别者的下降趋势,本研究中G1的ADC值 $(1.08 \pm 0.17 \text{ mm}^2/\text{s})$ 高于G2的ADC值 $(0.89 \pm 0.20 \text{ mm}^2/\text{s})$,且具有统计学差异($P<0.01$)^[13]。尽管一些研究者提出恶性肿瘤ADC值降低的确切机制尚未完全阐明,但可能与细胞密度增加有关^[8,14]。

总体而言,子宫内膜癌的ADC测量在手术前无创预测肿瘤分级方面似乎是有用的,这可能为制定治疗方案提供指导。然而,基于ADC值的组织学分级的精确术前估计仍然困难且复杂,考虑到各组织学分级之间的重叠^[15]。此外,本研究仅使用了两个b值,因此我们的结果无法提供准确的ADC测量。在某种程度上,它们展示了扩散系数变化的趋势^[16]。时间-信号强度曲线与血管性、血管通透性及细胞外液相关。晚期增强的程度依赖于血管中对对比剂(Gd-DTPA)分子的数量与血管丰富性、血液灌注率及肿瘤血管的通透性相关^[17]。早期增强反映了肿瘤的微血管密度及血管壁的通透性。通过分析感兴趣区域(ROI)的增强模式,我们可以推测肿瘤中的血管密度和通透性。目前普遍认为,II型曲线指示良性病变,I型曲线则为可疑恶性病变,而III型曲线则表明恶性病变^[18]。在本研究中,42例观察到陡峭的上升斜率后接平滑的下降斜率,而12例则表现为陡峭的上升斜率伴随高峰后接平台期。关于动态对比增强磁共振成像(DCE-MRI)是否能提高子宫内膜癌分期的准确性仍存在争议^[19]。有研究显示^[20],在84名患者中,动态增强未能改善诊断性能。有研究发现,钆的应用未能区分肿瘤的肌层浸润与正常肌层。本研究结果显示,DCE-MRI在诊断子宫内膜腺癌Ia、Ib、II期的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值分别为93.0%、88.9%、100%;90.9%、93.3%、100%;92.6%、92.6%、100%;97.6%、72.7%、100%;76.9%、97.7%、100%。利用MRI确定肿瘤是否扩展至宫颈同样至关重要。如果宫颈受到累及,手术范围必须扩大,或需在手术前进行放疗。尽管敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值均为100%,但仅有两例肿瘤扩展至宫颈^[21]。DWI-ADC与DCE-MRI在评估子宫内膜腺癌时的数据差异可能仅由于DWI测量的不准确。为解决此问题,我们将在进一步研究中考虑多种b值^[22]。此外,体积效应、外周空间现象以及ROI中可能包含的一些潜在血管病变也可能导致DWI/DCE-MRI解读与组织病理学发现之间的差异^[23]。

总之,DWI和DCE-MRI有助于提高子宫内膜癌的分期和病理分级的准确性,可能为子宫内膜癌的治疗提供指导,并更精确地评估预后。

参考文献

- [1] LIU L, JI X, LIANG C, et al. An MRI-based radiomics nomogram to predict progression-free survival in patients with endometrial cancer [J]. *Future Oncol*, 2024; 1-15.
- [2] VAN VYNCKT L, TUMMERS P, DENYS H, et al. Performance of MRI for detection of \geq pT1b disease in local staging of endometrial cancer [J]. *Cancers (Basel)*, 2024, 16 (6).
- [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] 徐瑜, 李文, 邓凯. 体素内不相干运动扩散加权成像在子宫内膜癌中的研究进展 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2024, 22 (7): 182-183.
- [5] 禹华, 黄超群, 沈方方, 等. 表观扩散系数术前鉴别I型和II型子宫内膜癌的价值研究 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2023, 21 (3): 127-129.
- [6] 禹海贺, 赵亚影, 屈娟娟, 等. 经阴道彩色多普勒超声、动态对比增强磁共振成像联合血清DKK1、CA724、NLR对子宫内膜癌的诊断价值研究 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2023, 21 (7): 147-150.
- [7] ESPEDAL H, FASMER K E, BERG H F, et al. MRI radiomics captures early treatment response in patient-derived organoid endometrial cancer mouse models [J]. *Front Oncol*, 2024, 14: 1334541.
- [8] WANG Y, LIU W, LU Y, et al. Fully automated identification of lymph node metastases and lymphovascular invasion in endometrial cancer from multi-parametric MRI by deep learning [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2024.
- [9] LIN Y, WU R C, LIN Y C, et al. Endometrial cancer risk stratification using MRI radiomics: corroborating with choline metabolism [J]. *Cancer Imaging*, 2024, 24 (1): 112.
- [10] AKCAY A, GULTEKIN M A, ALTINTAS F, et al. Updated endometrial cancer FIGO staging: the role of MRI in determining newly included histopathological criteria [J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2024, 49 (10): 3711-3721.
- [11] NING Y, LIU W, WANG H, et al. Determination of p53abn endometrial cancer: a multitask analysis using radiological-clinical nomogram on MRI [J]. *Br J Radiol*, 2024, 97 (1157): 954-963.
- [12] LIYANAGE A, CARDOZA S, KASABIA D, et al. Accuracy of MRI in predicting deep myometrial invasion in endometrial cancer and the influence of leiomyoma, adenomyosis and the microcystic elongated and fragmented tumour pattern [J]. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 2024, 68 (3): 235-242.
- [13] TACHIBANA M, NOGAMI M, INOUE I J, et al. Time-synchronized 2-deoxy-2-[18F] fluoro-D-glucose PET/MRI with MR-active trigger and Bayesian penalized likelihood reconstruction: Diagnostic utility for locoregional extension of endometrial cancer [J]. *Eur J Radiol*, 2024, 179: 111678.
- [14] 巫丽平. 腹腔镜联合腹主动脉旁淋巴结清扫术治疗子宫内膜癌的临床疗效 [J]. *罕少疾病杂志*, 2024, 31 (01): 86-87+92.
- [15] LI X, MARCUS D, RUSSELL J, et al. Weibull parametric model for survival analysis in women with endometrial cancer using clinical and T2-weighted MRI radiomic features [J]. *BMC Med Res Methodol*, 2024, 24 (1): 107.
- [16] CIANCIO F F, INSALACO G, MILLAN S, et al. Stage II endometrial cancer: The diagnostic power of hysteroscopic excisional biopsy and MRI in the pre-operative cervical stroma assessment [J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2024, 298: 140-145.
- [17] YOSHIDA M, SAIDA T, MORI K, et al. Comparison of preoperative diagnostic performance between dual-energy CT, conventional CT, and MRI in endometrial cancer [J]. *Pol J Radiol*, 2024, 89: e358-e367.
- [18] SHIH I L, YEN R F, CHEN C A, et al. PET/MRI in endometrial cancer: imaging biomarkers are associated with disease progression and overall survival [J]. *Acad Radiol*, 2024, 31 (3): 939-950.
- [19] EJIMA F, FUKUKURA Y, KAMIMURA K, et al. Oscillating gradient diffusion-weighted MRI for risk stratification of uterine endometrial cancer [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2024, 60 (1): 67-77.
- [20] SONG J, JIANG X, LU Y, et al. Multi-modality MRI radiomics phenotypes in intermediate-high risk endometrial cancer: correlations with histopathology and prognosis [J]. *Jpn J Radiol*, 2024.
- [21] JIA Y, HOU L, ZHAO J, et al. Radiomics analysis of multiparametric MRI for preoperative prediction of microsatellite instability status in endometrial cancer: a dual-center study [J]. *Front Oncol*, 2024, 14: 1333020.
- [22] WANG J J, ZHANG X H, GUO X H, et al. Prediction of Lymphovascular Space Invasion in Endometrial Cancer based on Multi-parameter MRI Radiomics Model [J]. *Curr Med Imaging*, 2024.
- [23] 曹莉, 江立千, 包杰. 子宫内膜癌血清CA125水平与CA19-9检测在临床病理分期中的价值研究 [J]. *罕少疾病杂志*, 2024, 31 (08): 88-89.

(收稿日期: 2024-10-09)

(校对编辑: 韩敏求)