



· 专家述评 ·



强金伟，复旦大学附属金山医院影像科主任，复旦大学二级教授、博士研究生导师、影像医学系副主任。多项学术任职：中华医学会放射学分会磁共振学组委员，中国医师协会放射医师分会泌尿生殖影像专业委员会委员，长三角妇儿影像医学专科联盟副会长，上海市抗癌协会肿瘤影像专业委员会副主任委员等。从事磁共振成像诊断多年，主持国家自然科学基金及市级多项课题，美国南加州大学访问学者，具有丰富的科研经历。主编《妇科影像学》《体部磁共振-泌尿生殖分册》，2019年作为“交界性卵巢肿瘤的磁共振成像诊断关键技术创新及其在妇科中的应用”第一完成人，获得上海医学科技奖二等奖。

子宫内膜异位相关妇科肿瘤的MRI研究进展

马凤华¹，强金伟²

1. 复旦大学附属妇产科医院放射科，上海 200011；
2. 复旦大学附属金山医院放射科，上海 201508

[摘要] 子宫内膜异位症（endometriosis, EM）相关妇科肿瘤是一类特殊的疾病，具有独特的影像学特征和治疗方案。根据发病部位，分为子宫内膜异位相关卵巢癌（endometriosis-associated ovarian cancer, EAO）和卵巢外EM相关恶性肿瘤。EAO最具提示意义的磁共振成像（magnetic resonance imaging, MRI）征象为T1加权成像（T1-weighted imaging, T1WI）高信号囊液中出现强化壁结节，弥散加权成像（diffusion-weighted imaging, DWI）弥散受限，T2加权成像（T2-weighted imaging, T2WI）阴影征消失；而卵巢外EM恶变约占25%，常见位置为子宫直肠陷凹、盆底或韧带，MRI恶性征象包括T2WI中等稍高信号，增强图像病灶显著强化，DWI弥散受限，增强后显著强化。先前深部EM病灶短期增大、实性成分增多并DWI弥散受限，高度提示恶变。总之，MRI在识别卵巢和卵巢外EM的恶变中起着关键作用，了解EM恶性转化的影像学特征对早期诊断并及时给予明确治疗至关重要。随着MRI技术进步、研究深入，以及非侵入性EM检测手段认知的提升，整体诊断水平将得到显著改善，有助于减少患者面临的诊断延误问题。

[关键词] 子宫内膜异位症；恶性转化；妇科肿瘤，磁共振成像

中图分类号：R737.33；R445.2 文献标志码：A

DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2025.04.002

基金项目：国家自然科学基金面上项目（82471943）。

利益冲突：作者声明无利益冲突。

伦理批件：2025-A030-01号。

知情同意：豁免。

引用本文：马凤华, 强金伟. 子宫内膜异位相关妇科肿瘤的MRI研究进展 [J]. 肿瘤影像学, 2025, 34(4): 312-322.

Funding: General Project of the National Natural Science Foundation of China (82471943).

Conflicts of interest: authors declare no conflicts of interest.

Ethical approval: JIEC2024-S45.

Informed consent: not required.

Cite this article: MA F H, QIANG J W. MRI research progress of endometriosis-associated gynecological tumors [J]. Oncoradiology, 2025, 34(4): 312-322.

MRI research progress of endometriosis-associated gynecological tumors MA Fenghua¹, QIANG Jinwei²
(1. Department of Radiology, Obstetrics & Gynecology Hospital, Fudan University, Shanghai 200011, China; 2. Department of Radiology, Jinshan Hospital, Fudan University, Shanghai 201508, China)

Correspondence to: QIANG Jinwei E-mail: dr.jinweiqiang@163.com

[Abstract] Endometriosis-associated gynecological tumors represent a distinct disease category with unique imaging features and management considerations. These tumors are categorized into two groups: endometriosis-associated ovarian cancer (EAO) and extraovarian endometriosis-associated malignancies. The most sensitive magnetic resonance imaging (MRI) feature for diagnosing

EAO is the presence of an enhancing mural nodule in a cystic lesion that shows high signal intensity on T1-weighted imaging (T1WI). Additional indicators of malignancy include restricted diffusion on diffusion-weighted imaging (DWI) and loss of the shading sign on T2-weighted imaging (T2WI). Approximately 25% of endometriosis-associated malignancies are extraovarian, most commonly arising in the rectovaginal space and rectosigmoid colon. MRI characteristics suggesting malignant transformation of extraovarian endometriosis include the development of solid masses in the cul-de-sac, pelvic floor or ligaments, characterized by intermediate signal intensity on T2WI, obvious enhancement on post-contrast images, restricted diffusion on DWI, and evidence of metastatic spread. A diagnosis of endometriosis-associated malignancy should be considered when MRI reveals such lesions in women with a previous of endometriosis, or when lesions with endometriotic characteristics coexist with malignant those showing malignant features. In conclusion, MRI plays a crucial role in both the diagnosis and differential diagnosis of endometriosis-related gynecological tumors. This review provided an overview of MRI findings associated with endometriosis-related gynecological tumors at different anatomical sites. Understanding the imaging characteristics of malignant transformation is essential for early detection and timely treatment. With continued advances in MRI technology and improved knowledge of non-invasive diagnostic approaches, the overall accuracy of detecting endometriosis-associated malignancies is expected improved significantly.

[**Key words**] Endometriosis; Malignant transformation; Gynecological tumor; Magnetic resonance imaging

子宫内膜异位症 (endometriosis, EM) 是指宫腔外出现子宫内膜腺体和间质。通常见于盆腔, 最常见的部位为卵巢, 其次为子宫直肠陷凹、直肠阴道隔、宫骶韧带等, 也累及包括肠道、泌尿道、横膈及胸膜腔等其他部位^[1]。EM相关肿瘤并不常见, 发病率占所有EM患者的1%^[2]。一项队列研究^[3]显示, 有EM病史的女性患卵巢癌的风险是无EM的女性的2~4倍, 而卵巢子宫内膜异位囊肿 (endometriotic cyst, EMC) 和深部浸润性EM的卵巢癌风险比普通人群高出近10倍。EM相关肿瘤是一类特殊的疾病, 具有独特的影像学特征和治疗方案, 通常比更常见的上皮性卵巢癌预后更好^[4]。根据发病部位, 分为两种类型: EM相关卵巢肿瘤和卵巢外EM相关恶性肿瘤。早期EM恶变隐匿性强、肿瘤缺乏典型影像学特征, 临床上难早期发现、诊治, 很多患者因此错过最佳治疗时机。目前影像中通过多模态磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 可为EM恶变诊断提供大量定性和定量的诊断信息, 尤其在恶变早期的识别中展现巨大的应用潜能^[5]。根据目前国内外文献^[6-7]报道, 功能MRI如弥散加权成像 (diffusion-weighted imaging, DWI)、动态对比增强MRI (dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI) 和 T_2^* 弛豫定量成像 (T_2^* mapping) 等, 以及影像组学 (Radiomics)、人工智能 (artificial intelligence, AI) 研究取得了一定的成果, 这

些多模态MRI技术在EM及其恶变诊断中显示较大发展潜能。MRI在识别卵巢和卵巢外EM的恶性转化中起着关键作用, 本文将详述不同部位EM相关肿瘤的MRI特征性表现, 以期帮助临床医师早期诊断EM相关肿瘤, 并给予患者适当的治疗。

1 EM的临床病理学特征

近年来, EM发病率日益增高, 越来越多的学者认为EM, 尤其EMC, 是一种肿瘤性疾病, 具有恶性潜能。病理学上EM呈良性形态学表现, 但临床表现具有浸润、种植生长、破坏周围组织、远处转移和易复发的特点。EM恶变的基础研究已取得阶段性成果, 其致病因素主要包括类固醇激素作用、炎症反应与免疫阴道、氧化应激、基因突变, 其中基因突变、微卫星不稳定性及炎症机制被确认为致癌的关键驱动因素^[8-10]。Sampson^[11]在1925年首次提出子宫内膜异位相关卵巢癌 (endometriosis-associated ovarian cancer, EAO) 可能起源于EM的前提, 其3个原始病理学诊断标准至今仍在使用: ① 卵巢EM和卵巢癌共存的证据; ② 排除来自其他来源的转移; ③ 肿瘤中存在子宫内膜间质和上皮腺体。后来, 将肿瘤内EM病变和卵巢癌组织形态学上具有相似性, 并存在EM病变向卵巢癌转变的组织学证据作为第4个标准^[12]。

病理学上, EM相关的肿瘤可以分为3种类型: ① 上皮性卵巢癌 (子宫内膜样癌和透明细

胞癌); ② 其他米勒管型肿瘤(米勒管型交界性浆黏液性肿瘤); ③ 肉瘤(腺肉瘤和子宫内
膜间质肉瘤)。现代基因组测序研究^[8-10, 13]表
明, 相同的基因突变在EMC和EAOC中均能通过
组织学检测到*ARID1A*、*PI3KCA*以及*PTEN*杂合
性缺失, 这些基因突变为EAOC与EMC之间的克
隆关系提供了明确的证据。EM恶变风险的临床
特征: ① EM病史时间长(>10年); ② 年龄
≥49岁或<30岁; ③ 绝经后EM; ④ 具有高雌激
素水平或接受无孕激素对抗的雌激素补充治疗;
⑤ 肿块大于9 cm; ⑥ 与EM相关的不孕病史;
⑦ 糖类抗原(carbohydrate antigen, CA) 125大
于200 IU/mL。

2 EM相关卵巢肿瘤及其MRI特征

卵巢是EM发生恶性肿瘤最常见的部位, 占
EM相关肿瘤的80%^[10]。卵巢EMC, 也称巧克
力囊肿(chocolate cysts), 纤维性壁内衬有功能
性子宫内膜组织, 因连续月经周期中囊液中积累
大量血液分解产物, 而具有独特的MRI特征。典
型的EMC表现为椭圆形单房或多房囊性灶, T1
加权成像(T1-weighted imaging, T1WI)及T2加
权成像(T2-weighted imaging, T2WI)均呈高信
号, T1脂肪抑制序列中, 则表现为均匀的高信号
强度(亮灯泡征)。部分EMC T2WI呈现中等稍
低信号, 这种现象被称为“T2阴影效应”, 是由
于囊肿内反复出血、信号强度降低所致, 该特征
的特异度超过90%^[11]。当发生EMC恶变时, 强
化的壁结节是最灵敏的MRI特征, 其他特征如T2
阴影的丢失或缺失、壁结节(>3 cm)以及囊肿
不断增大等提示恶变, 但不具特异性^[5, 14-15]。
因受T1脂肪抑制高信号囊液影响, 壁结节有时难
以识别, 梯度回波序列的对比增强动态减影图像
和脂肪饱和增强前后T1WI剪影图像有助于区分
真正强化的实性壁结节^[15]。肿瘤分泌的非血性
液体稀释了陈旧血液, 导致T2阴影效应降低或缺
失。目前公认的EAOC主要组织学类型包括卵巢
子宫内膜样癌和透明细胞癌以及少见的卵巢交界
性浆黏液性肿瘤(seromucinous borderline ovarian
tumor, SMBOT)。与浆液性和黏液性肿瘤等常
见良性及交界性肿瘤不同, 子宫内膜样癌和透

明细胞癌均与Lynch综合征相关, 常伴发EM, 透
明细胞癌和子宫内膜样癌的EM并发症发生率较
高, >70%^[14]。

2.1 卵巢子宫内膜样癌

卵巢子宫内膜样癌约占所有卵巢癌的10%,
EMC相关子宫内膜样癌患者通常年龄较小, 最
常见于40~50岁女性, 比其他亚型卵巢癌的患者年
轻10~20岁。高达42%的子宫内膜样癌患者与EM
相关, 由于多数肿瘤发现于早期, 分级较低, 因
此总生存率显著提高, 预后较好。肉眼观察可
见, 肿瘤表面光滑, 呈质地松软的团块状, 实性
成分部分填充囊腔, 源自EMC恶变者, 切面可见
1个或多个囊腔内含血性液体。典型组织学特征
表现为由小至大的背对背腺体结构, 呈现迷宫样
分支或筛状排列。腺体通常由假复层核的复层柱
状上皮衬里, 可见破坏性生长伴间质浸润和间质
瘤样/炎性反应, 病理学诊断关键在于同时存在
EM和卵巢癌成分。17%为双侧肿瘤, 常为椭圆
形、囊性为主肿块, 囊壁伴多发大小不等的壁结
节或乳头状突起, 环囊壁分布^[16], 肿块呈单房
囊性比多房囊性更常见。因半数子宫内膜样癌源
自EMC, 囊液常呈T1WI高信号, 实性成分T1WI
呈相对稍低信号结节(图1), 完全实性肿块少
见, 切面呈棕红色, 有出血及坏死。

2.2 卵巢透明细胞癌

卵巢透明细胞癌在北美洲人群占有卵巢
癌的5%~10%, 在东亚人群中更常见, 发病率较
子宫内膜样癌高^[3], 好发于近50岁或50岁以
上的围绝经期女性。与子宫内膜样癌类似, 透明
细胞癌常常发现于疾病早期(I或II期), 伴
发EM, 预后相对较好。肿块呈实性、囊性混合
型, 及以囊性为主并伴有内膜异位囊肿内衬结
节的类型, 镜下呈现管状囊性、乳头状和实性等
多种病理学表现, 其由透明、嗜酸性、扁平或钉
状细胞构成, 具有中度至显著的细胞学异型性, 并
可见砂粒体和嗜酸性透明小体。其典型MRI表现
为单房囊性肿块伴单个或多个大小不等的实性乳
头状突起(图2)。因内膜异位灶周期性出血,
囊液常呈T1WI等或高信号, T2WI高信号。实性
成分较多时呈囊实性肿块, 约1/3的透明细胞癌

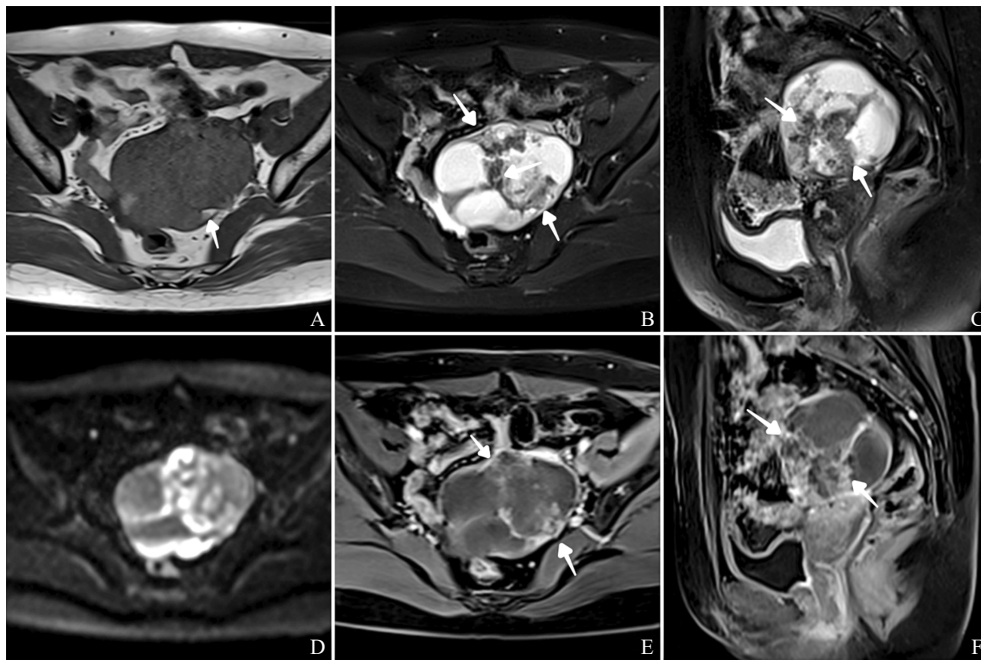


图1 典型病例1 (患者, 女性, 57岁, 左侧卵巢内膜样癌 I 级, 起源于内膜样囊肿) MRI 图像

Fig.1 Typical case 1 (patient, female, 57 years old, left ovarian endometrioid carcinoma grade I, originating from an endometriotic cyst)

MRI images

A: 横断位T1WI显示肿块呈等低信号, 局部少量高信号 (箭头所示); B、C: 横断位和矢状位T2WI显示囊内实性成分环囊壁及分隔分布 (箭头所示), 等-稍高信号; D: DWI ($b=1\ 000\ \text{s/mm}^2$) 实性成分弥散受限; E、F: 横断位及矢状位T1WI压脂增强显示实性成分及分隔较明显强化。

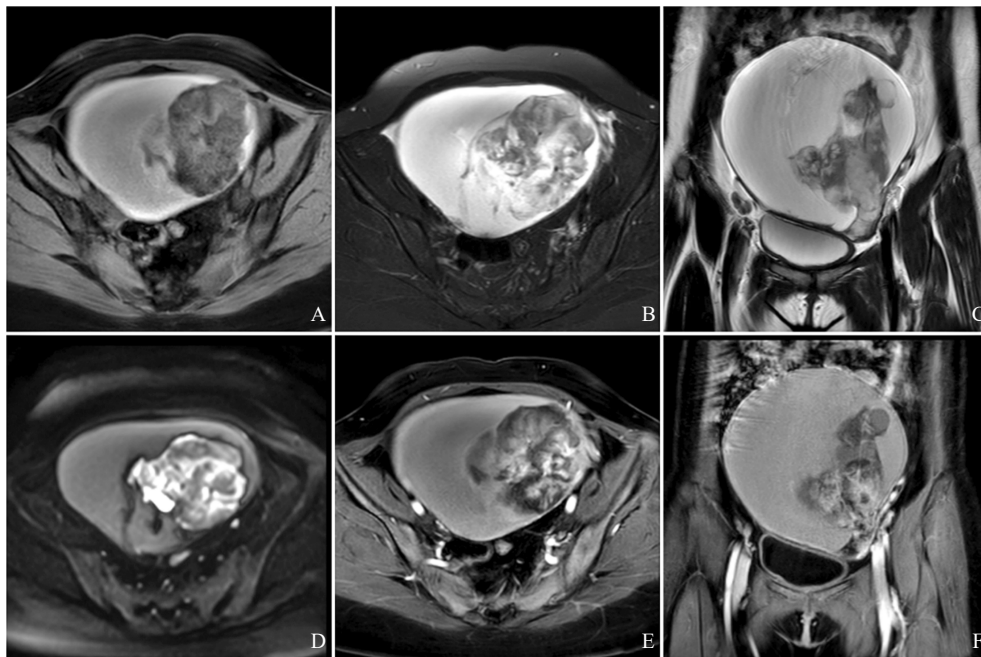


图2 典型病例2 (患者, 女性, 27岁, 左侧卵巢透明细胞癌, 起源于内膜样囊肿) MRI 图像

Fig.2 Typical case 2 (patient, female, 27 years old, ovarian clear cell carcinoma originating from an endometriotic cyst) MRI images

A: 横断位T1WI显示肿块呈囊实性, 囊性成分高信号, 实性成分低信号; B、C: 横断位和矢状位T2WI压脂显示囊性成分呈高信号, 实性成分呈稍高信号; D: DWI ($b=1\ 000\ \text{s/mm}^2$) 实性成分显著弥散受限; E、F: 横断位及矢状位T1WI压脂增强显示实性成分不均匀明显强化。

呈完全实性肿块, DWI明显弥散受限, 增强后明显强化, 与高级别浆液性癌或子宫内膜样癌常为中度强化有所不同^[17]。尽管尚无特征性MRI征象鉴别子宫内膜样癌与卵巢透明细胞癌或其他恶性肿瘤, 提示可能为卵巢透明细胞癌的影像学特征包括肿块体积更大, DWI弥散受限、表观弥散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC) 值偏高, 代表局灶性、偏心性或息肉样生长模式。相比之下, 子宫内膜样癌体积偏小, 多发壁结节、异质性高的混合肿块, 呈多灶性、同心圆或基底广泛的结节生长模式^[14-19]。

2.3 SMBOT

SMBOT是一种罕见的交界性卵巢肿瘤 (borderline ovarian tumor, BOT) 亚型, 以各种米勒型上皮组织和“无定形细胞”的混合物为特征, 通常与EM有关。具有与浆液性BOT非常相似的特征, 如乳头状形态、双侧性 (20%~40%的患者) 和腹膜种植 (约20%的患者)^[20-21]。文献^[22]报道, 31%~35% SMBOT起源于EMC。SMBOT可见于各年龄段女性, 平均发病年龄与其他类型交界性肿瘤相仿, 低于卵巢癌15岁左右。患者通常无临床症状, 多数

为体检时偶然发现, 肿瘤标志物多无异常。大体病理上, 通常具有类似于浆液性BOT的纤维分支结构, 间质核心由复层上皮衬里, 呈现乳头状结构并伴有簇状生长; 镜下, 上皮组织有多种类型, 包括黏液上皮、浆液性上皮和子宫内膜样上皮, 以及透明细胞、鳞状细胞和所谓的中性上皮, 基质核心常呈水肿状, 其典型特征是多形性细胞浸润。笔者总结了62例69个浆液性BOT的MRI表现, 发现1/3来源于EMC。实性肿块占10%, 囊性为主肿块占62%, 囊实性肿块占28%。囊液呈高低混杂信号, 乳头状突起T2WI呈稍低信号、高信号或显著高信号 (可能与病理学所见间质核心水肿相关), 比例大致相仿 (图3); 实性成分ADC值 $(1.31\sim 2.87) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ [平均 $(2.02 \pm 0.29) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$] (图4), 囊液ADC值 $(1.46\sim 2.89) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ [平均 $(2.18 \pm 0.35) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$]; 增强后实性成分轻度强化约16%, 中度强化28%, 明显强化56%。总之, SMBOT典型MRI表现为单房、双房或多房囊性肿块伴乳头状突起, 乳头状突起T2WI呈高信号, ADC值较高, 囊液信号多变, 常含T1WI高信号囊液。

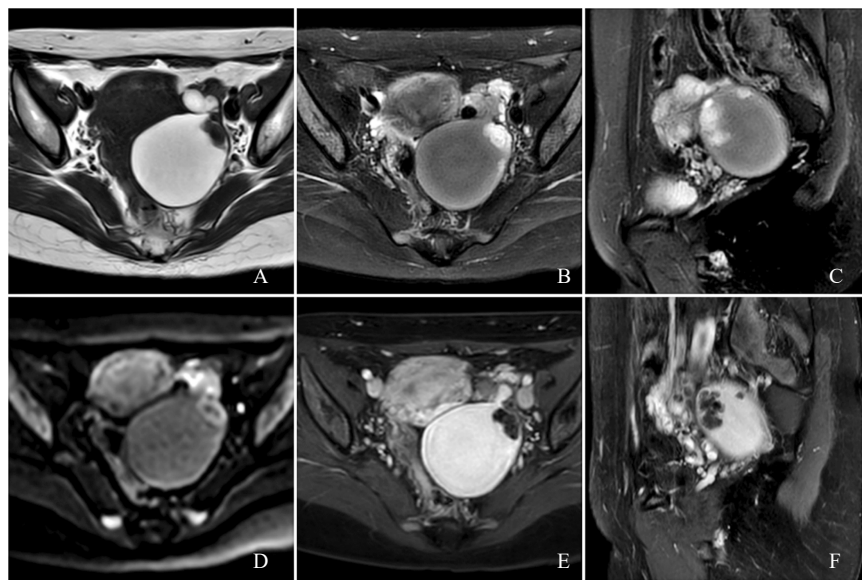


图3 典型病例3 (患者, 女性, 35岁, 卵巢内膜异位囊肿术后10年检查发现左侧卵巢囊块, 左侧SMBOT, 起源于内膜样囊肿) MRI图像

Fig.3 Typical case 3 (patient, female, 35 years old, left ovarian cyst was found after 10 years of endometrioma surgery, left SMBOT, originated from endometrioid cyst) MRI images

A: 横断位T1WI显示肿块呈囊性为主伴壁结节, 囊液呈高信号, 壁结节呈低信号; B、C横断位和矢状位T2WI压脂显示囊液呈中等稍低信号 (T2阴影征), 壁结节呈显著高信号; D: DWI ($b=1\ 000 \text{ s}/\text{mm}^2$) 壁结节无明显弥散受限; E、F: 横断位及矢状位T1WI压脂增强显示壁结节 (箭头所示) 轻度边缘强化。

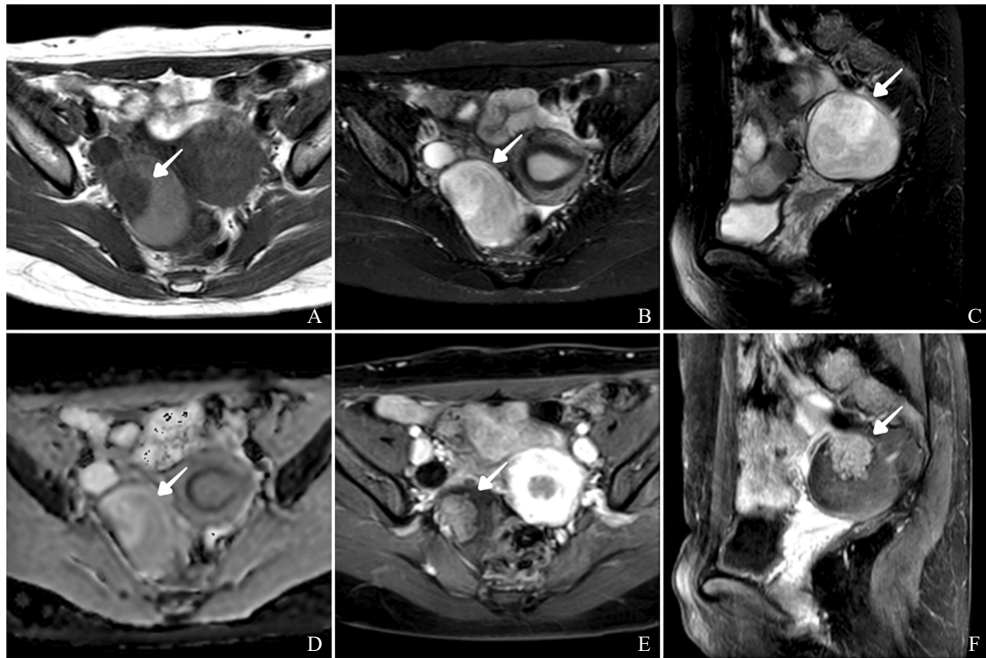


图4 典型病例4 (患者, 女性, 30岁, 体检发现卵巢囊肿2个月, 右侧SMBOT, 起源于内膜样囊肿) MRI图像

Fig.4 Typical case 4 (patient, female, 35 years old, an ovarian cystic mass for two months, right SMBOT, originated from endometrioid cyst)

MRI images

A: 横断位T1WI显示右侧卵巢囊性为主肿块伴壁结节, 囊液呈高信号, 壁结节呈低信号; B、C: 横断位和矢状位T2WI压脂显示囊液呈高信号, 壁结节呈显著高信号; D: ADC图中壁结节ADC约 $2.462 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; E、F: 横断位及矢状位T1WI压脂增强显示壁结节明显强化 (箭头所示)。

2.4 卵巢外EM恶变相关肿瘤的MRI特征

2.4.1 盆腔卵巢外EM的MRI表现

一般而言, 凡是EM可能发生的部位均可能出现恶变或癌前病变。EM恶变绝大多数发生于卵巢, 占75~82%, 其余18%~25%发生于卵巢外^[23]。卵巢外EM的恶变常见位置包括直肠阴道隔36%, 结直肠部位11%, 膀胱9%, 阴道7%, 盆腔韧带4%, 脐部4%, 宫颈4%, 输卵管4%。典型的直肠阴道隔或结直肠部位的EM, 称为深部内膜异位症, 由含纤维的间质和内膜异位的腺体组成, 反复的月经周期会导致这些植入物出血, 从而引发炎症反应, 并随着时间的推移形成纤维化反应。因此, MRI表现为局部软组织增厚, 通常无明显边界, 呈浸润性生长方式, T1WI及T2WI均以低信号为主, T1WI出现点片状高信号识别为出血成分可增加诊断的特异度^[22]。浸润性直肠乙状结肠的深部内膜异位症病程较长、病灶较大时, MRI表现为沿肠壁上下分布的、以子宫直肠陷凹为中心的扇形T2WI低

信号肿块, 表面被覆T2WI高信号肠黏膜, 称为蘑菇帽征 (mushroom cap sign)。而这些部位的深部内膜异位症恶变时, MRI通常表现为T1WI和T2WI中等信号强度的不规则实性肿块或囊实性肿块, 多数DWI弥散受限, 注入造影剂后病灶通常明显强化。当T1WI, 尤其T1脂肪抑制序列出现点片状高信号, 可增加诊断准确度。既往诊断为EM的病变出现恶变相关的MRI特征时, 或MRI图像同时观察到具有EM特征的病变和另一具有恶性特征的病变时, 应考虑诊断为EM相关的恶性肿瘤^[14, 23-24]。

笔者在妇科疑难患者MDT讨论中遇到2例年轻患者, 有多次EM手术史, 其中1例恶变为腺肉瘤, 表现为子宫周围弥漫性实性为主肿块 (图5), 另1例恶变为内膜间质肉瘤, 表现为盆腹腔巨大不规则囊实性肿块伴内部明显坏死 (图6)。典型EM病灶出现持续性增长和浸润现象, 并伴有上述影像学特征时, 需警惕恶性病变的可能性。

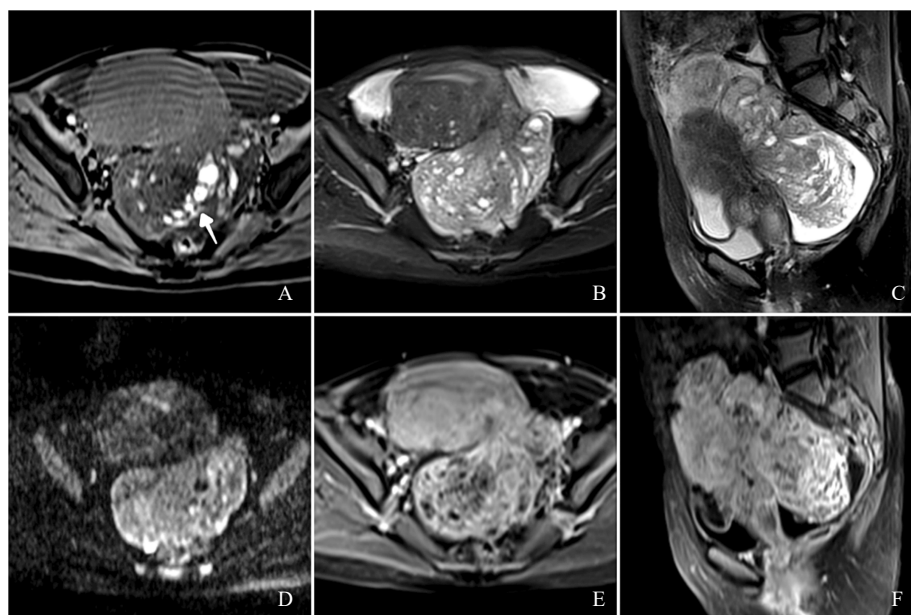


图5 典型病例5 (患者, 女性, 48岁, 卵巢内膜异位囊肿手术史5年, 低级别子宫腺肉瘤, 来源于子宫腺肌病) MRI图像

Fig.5 Typical case 5 (patient, female, 48 years old, a 5-year history of ovarian endometrioma surgery, low-grade uterine adenocarcinoma, originating from uterine adenomyosis) MRI images

A: 横断位T1WI显示子宫左后方不规则形囊实性肿块, 实性成分呈低信号, 囊性成分呈散在点状、小囊状高信号(箭头所示); B、C: 横断位和矢状位T2WI压脂显示囊性成分呈高信号, 实性成分呈中等稍高信号, 子宫后壁见典型腺肌病; D: DWI ($b=1\ 000\ \text{s}/\text{mm}^2$)显示肿瘤弥散受限; E、F: 横断位及矢状位T1WI压脂增强显示实性成分明显强化, 呈蜂窝状表现。

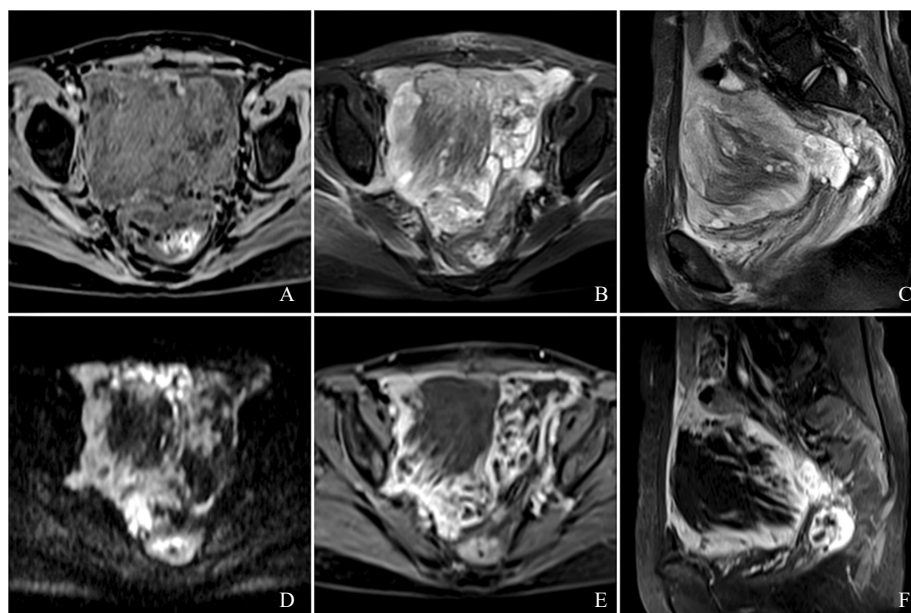


图6 典型病例6 (患者, 女性, 50岁, 因EM多次盆腔手术史及肠梗阻手术史, 子宫外低级别间质肉瘤, 来源于EM) MRI图像

Fig.6 Typical case 6 (patient, female, 50 years old, multiple pelvic surgery history and intestinal obstruction surgery history due to EM, low-grade stromal sarcoma outside the uterus, originated from EM) MRI images

A: 横断位T1WI显示子宫左后方不规则形囊实性肿块, 实性成分低信号, 囊性成分呈散在点状、小囊状高信号(箭头所示); B、C: 横断位和矢状位T2WI压脂显示囊性成分呈高信号, 实性成分呈中等稍高信号, 子宫后壁见典型腺肌病; D: DWI ($b=1\ 000\ \text{s}/\text{mm}^2$)显示肿瘤弥散受限; E、F: 横断位及矢状位T1WI压脂增强显示实性成分明显强化, 呈蜂窝状表现。

2.4.2 腹壁EM恶变

腹壁子宫内膜异位症 (abdominal wall endometriosis, AWEM) 是指具有生长功能的子宫内膜组织 (腺体和间质) 异位到腹膜外的腹壁组织。腹部手术瘢痕发展成EM的概率为0.3%~1.0%，这些患者中，AWEM恶变的发生率约为1%，尤其是在剖宫产瘢痕中^[25]。AWEM多数位于腹壁手术区域或腹直肌附近的斑片状混杂信号病灶，T1WI高低混杂信号，T2WI低信号

表现，DWI无弥散受限，增强后图像可清晰显示AWEM累及的范围，病灶多数显著强化。由于手术瘢痕EM较为罕见，文献中未见其特定的影像学特征。笔者在妇科疑难病理MDT讨论中遇到2例AWEM恶变患者，病灶均呈囊实性肿块 (图7)，信号较混杂，T1WI呈等低信号为主，局部夹杂点片状或囊性区高信号，囊性成分T2WI阴影征消失，呈明显高信号；实性成分呈中等稍高信号，DWI弥散受限，增强后呈显著强化。

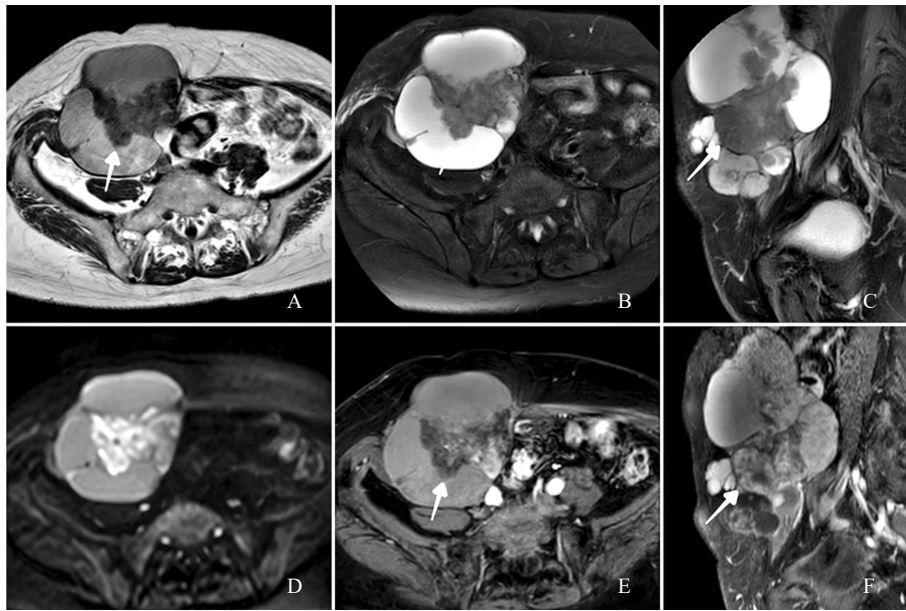


图7 典型病例7 (患者, 女性, 55岁, 发现腹壁肿块半月余, 腹壁透明细胞癌, 来源于腹壁EM) MRI图像

Fig.7 Typical case 7 (patient, female, 55 years old, a mass in the abdominal wall for more than half a month, clear cell carcinoma from the abdominal wall EM) MRI images

A: 横断位T1WI显示腹壁边缘清晰囊实性肿块 (箭头所示); B、C: 横断位和矢状位T2WI压脂囊液呈高信号, 实性成分呈中等稍高信号; D: DWI ($b=1\ 000\ \text{s/mm}^2$) 显示实性成分弥散受限; E、F: 横断位及矢状位T1WI压脂增强显示实性成分呈不均匀中度—明显强化。

3 子宫EM相关肿瘤的诊断思路与鉴别诊断

EM相关恶性肿瘤根据发病位置不同诊断思路各异。卵巢EMC是最常见的EM, EAOC最常见的病理学类型为卵巢子宫内膜样癌及透明细胞癌, 因周期性出血, 囊液T1WI大多数呈高信号, 脂肪抑制亦呈高信号, 以此与卵巢畸胎瘤相鉴别, 最具提示意义的征象为T1WI高信号囊液出现T1WI低信号附壁结节, 壁结节大小不等, DWI可弥散受限, 增强后壁结节可显著强化。其他辅助特征如大量腹水或腹膜种植, 也提示

恶性可能。其次为SMBOT, 与上皮性卵巢癌相比, 其囊液信号多变, 乳头状突起T2WI可呈显著高信号, DWI弥散受限不明显, ADC值较高。总之, 以卵巢EMC中出现强化壁结节为依据诊断EM相关恶性肿瘤的灵敏度可达97%, 但不具特异性 (56%)^[5], 需要结合DWI是否弥散受限、腹膜是否有种植病灶等征象综合考虑。卵巢外EM恶变患者通常先前有深部EM病史, 病灶短期内增大或实变, 呈实性或囊实性肿块, 原囊性灶T1WI高信号变成等低信号, 原T2WI低信号升

高, 呈稍高信号, DWI弥散受限, 增强后显著强化。MRI鉴别诊断卵巢外EM恶变时, 主要是与原发器官起源的恶性肿瘤相鉴别, 如结直肠EM恶变与原发性结直肠癌, 阴道EM恶变与阴道鳞状细胞癌, 以及膀胱EM恶变与尿路上皮癌的鉴别, 而证实病灶内存在EM是MRI鉴别的关键影像学特征。

卵巢EM相关恶性肿瘤诊断时, 需要规避以下诊断陷阱^[15, 23-24]。① 血块暗点征 (clot dark spot sign): T2WI卵巢囊肿内存在一个界限清晰、明显低信号的病灶, 对应于囊肿周期性出血的凝血块。这种征象可用于区分卵巢EMC和出血性囊肿, 后者通常不存在血块暗点征。囊内血凝块DWI可能显示异常信号强度, 类似于壁结节; 然而, 血凝块通常在注射造影剂后不会强化, 而EMC恶变时附壁结节增强后出现强化。② 息肉状内膜异位症 (polypoid endometriosis): 息肉样EM不常见, 多见于围绝经期或绝经后女性, 约50%的患者有接受内分泌治疗史。多数位于子宫直肠陷凹或卵巢, 呈息肉状肿块, T2WI呈不均高信号, 信号与子宫内膜息肉相仿, DWI弥散不受限, 增强后可显著蜂窝状强化。③ 蜕膜样变的卵巢EMC (decidualized endometriomas): 多见于妊娠期女性, 先前有卵巢EMC病史。壁结节T2WI信号强度较高, 与正常子宫内膜信号相似, T1WI囊液高信号背景下呈低信号, 通常无DWI弥散受限表现, 以此与卵巢恶性肿瘤相鉴别。

4 子宫EM相关肿瘤的MRI研究进展

欧洲泌尿生殖系统放射学会 (European Society of Urogenital Radiology, ESUR) 指南中, 指明超声检查是评估盆腔EM的一线诊疗方式, 但在视野和操作性依赖性方面具有局限性, 当随访过程中出现以下复杂情况时, 如病灶体积短期迅速增大、囊内出现不规则实性壁结节或分隔增厚、病灶内探及异常血流信号等, 需警惕EM发生恶变, MRI检查成为进一步评估的首选诊疗方式^[26]。MRI作为一种具有高分辨率的无

创性检查手段, 以其多模态、多参数的成像模式, 可提供大量病灶相关信息, 有助于精准影像学诊断和临床确定合理的手术干预时间。近年来, 越来越多的MRI序列和新技术应用于EM恶变为EAOC的诊疗中, 包括传统的T1WI、T1脂肪抑制、T2WI序列, 以及功能性MRI如DWI、DCE-MRI等序列, 目前影像组学也在该领域取得了一定的研究成果^[15, 23-27]。传统序列中“T2阴影消失征”, 随访过程中EMC体积增大, 新增壁结节或不规则增厚分隔等征象, 提示EM恶变可能; 此外一些研究者, 通过对比囊肿内壁结节的“高度”和“高宽比”可能为鉴别EAOC与EMC提供一种新的潜在诊断信息^[6]。而DWI可观察囊内是否具有弥散受限的实性成分, 减影DCE-MRI可消除病灶内T1高信号背景对微小结节显示的干扰, 发现真正的强化结节或实性成分呈Ⅲ型流出型曲线^[5-6, 23-27]。

EM恶变相对少见, 但通过多种MRI序列的综合应用可大幅提高对其的诊断效能。相较于传统影像学成像而言, 影像组学是一种多学科交叉、各种影像技术相融合的技术, 其研究方法及流程主要包括4个部分, 分别为影像图像获取、图像分割、特征提取和筛选、构建模型^[28]。Song等^[28]基于DCE-MRI构建的组学模型对卵巢良性、交界性、恶性肿瘤具有良好的区分效果。此外, 影像组学还可与基因组学相结合, 形成被称为放射基因组学的新研究方向, 这使得我们能够对肿瘤的生物特征进行更全面、精准且个性化的评估。通过整合影像组学特征、基因组变量及其病理关联知识来追踪肿瘤异质性, 这种研究方法能更有效地监测肿瘤演变过程和治疗效果, 从而为优化个性化治疗方案提供科学依据。AI已成为从医学影像、病理学图像以及基因组学、转录组学、蛋白质组学和代谢组学数据等多源信息中提取高通量数据的关键技术。AI通过区分良性与恶性肿瘤实现精准诊疗, 并在卵巢癌预后评估方面取得显著成效。总之, AI不断地发展、成熟和完善, 有望为EAOC的早期诊断、精准治疗和

预后评估提供更有效、更可靠的支持^[29-30]。

5 总结与展望

综上所述，起源于EM的卵巢癌是一种不同于其他上皮性卵巢癌（如浆液性和黏液性癌）的疾病类型。EAOC是一种独特的疾病，其发病年龄比经典卵巢癌更早，主要累及女性良性EM患者。EMC病灶体积短期迅速增大、囊内出现不规则实性壁结节或分隔增厚、病灶内探及异常血流信号等，需警惕EM发生恶变，而强化的壁结节是EMC恶变的最灵敏的MRI影像学特征。了解EM恶性转化的影像学特征对早期诊断和及时明确治疗方案至关重要。典型的卵巢外EM相关恶性肿瘤主要表现为T1WI高信号背景的囊实性肿块，实性区DWI弥散受限，显著强化。随着MRI技术进步、研究深入，以及非侵入性EM检测手段认知的提升，整体诊断水平将得到显著改善，有助于减少患者面临的诊断延误问题。

第一作者：

马凤华（ORCID:0000-0002-6486-8058），医学博士，副主任医师。

通信作者：

强金伟（ORCID:0000-0002-6327-1401），医学博士，主任医师，复旦大学二级教授、博士研究生导师、影像医学系副主任，E-mail: dr.jinweiqiang@163.com。

作者贡献声明：

马凤华：完成初步文稿书写；强金伟：完成文稿的最终修订。

[参 考 文 献]

- [1] HIRSCH M, BEGUM M R, PANIZ É, et al. Diagnosis and management of endometriosis: a systematic review of international and national guidelines [J] . BJOG, 2018, 125(5): 556–564.
- [2] WEI J J, WILLIAM J, BULUN S. Endometriosis and ovarian cancer: a review of clinical, pathologic, and molecular aspects [J] . Int J Gynecol Pathol, 2011, 30(6): 553–568.
- [3] BARNARD M E, FARLAND L V, YAN B, et al. Endometriosis typology and ovarian cancer risk [J] . JAMA, 2024, 332(6): 482–489.
- [4] BENOIT L, ARNOULD L, CHEYNEL N, et al. Malignant extraovarian endometriosis: a review [J] . Eur J Surg Oncol, 2006, 32(1): 6–11.
- [5] RADZYNSKI L, BOYER L, KOSSAI M, et al. Pictorial essay: MRI evaluation of endometriosis-associated neoplasms [J] . Insights Imaging, 2023, 14(1): 144.
- [6] TANASE Y, KAWAGUCHI R, TAKAHAMA J, et al. Factors that differentiate between endometriosis-associated ovarian cancer and benign ovarian endometriosis with mural nodules [J] . Magn Reson Med Sci, 2018, 17(3): 231–237.
- [7] CHAO X P, WANG S, LANG J H, et al. The application of risk models based on machine learning to predict endometriosis-associated ovarian cancer in patients with endometriosis [J] . Acta Obstet Gynecol Scand, 2022, 101(12): 1440–1449.
- [8] NEZHAT F, APOSTOL R, MAHMOUD M, et al. Malignant transformation of endometriosis and its clinical significance [J] . Fertil Steril, 2014, 102(2): 342–344.
- [9] IOANNIDOU A, SAKELLARIOU M, SARLI V, et al. New evidence about malignant transformation of endometriosis—a systematic review [J] . J Clin Med, 2025, 14(9): 2975.
- [10] SAMARTZIS E P, INTIDHAR LABIDI-GALY S, MOSCHETTA M, et al. Endometriosis-associated ovarian carcinomas: insights into pathogenesis, diagnostics, and therapeutic targets—a narrative review [J] . Ann Transl Med, 2020, 8(24): 1712.
- [11] SAMPSON J A. Endometrial carcinoma of the ovary arising in endometrial tissue in that organ [J] . Am J Obstet Gynecol, 1925, 9(1): 111–114.
- [12] SCOTT R B. Malignant changes in endometriosis [J] . Obstet Gynecol, 1953, 2(3): 283–289.
- [13] PEARCE C L, TEMPLEMAN C, ROSSING M A, et al. Association between endometriosis and risk of histological subtypes of ovarian cancer: a pooled analysis of case-control studies [J] . Lancet Oncol, 2012, 13(4): 385–394.
- [14] SAIDA T, MORI K, ISHIGURO T, et al. Differences in the position of endometriosis-associated and non-associated ovarian cancer relative to the uterus [J] . Insights Imaging, 2023, 14(1): 136.
- [15] MCDERMOTT S, OEI T N, IYER V R, et al. MR imaging of malignancies arising in endometriomas and extraovarian endometriosis [J] . Radiographics, 2012, 32(3): 845–863.
- [16] LI H M, QIANG J W, XIA G L, et al. Primary ovarian endometrioid adenocarcinoma: magnetic resonance imaging findings including a preliminary observation on diffusion-weighted imaging [J] . J Comput Assist Tomogr, 2015, 39(3): 401–405.
- [17] 马凤华, 强金伟. 卵巢肿瘤的MRI表现 [J] . 中华放射学杂志, 2024, 58(2): 238–242.
MA F H, QIANG J W. MRI features of ovarian tumors [J] . Chin J Radiol, 2024, 58(2): 238–242.
- [18] MORIOKA S, KAWAGUCHI R, YAMADA Y, et al. Magnetic resonance imaging findings for discriminating clear cell carcinoma and endometrioid carcinoma of the ovary [J] . J Ovarian Res, 2019, 12(1): 20.
- [19] MORI T, KATO H, KAWAGUCHI M, et al. A comparative analysis of MRI findings in endometrial cancer: differentiation

- between endometrioid adenocarcinoma, serous carcinoma, and clear cell carcinoma [J] . *Eur Radiol*, 2022, 32(6): 4128–4136.
- [20] CHEUNG A N, ELLENSON L K, GILLKS C B, et al. Tumors of ovary. In: WHO Classification of Female Genital Tumors [M] . 5th ed. Lyon, France: IARC, 2020, 31–167.
- [21] HAUPTMANN S, FRIEDRICH K, REDLINE R, et al. Ovarian borderline tumors in the 2014 WHO classification: evolving concepts and diagnostic criteria [J] . *Virchows Arch*, 2017, 470(2): 125–142.
- [22] TAYLOR J, GLENN MCCLUGGAGE W. Ovarian seromucinous carcinoma: report of a series of a newly categorized and uncommon neoplasm [J] . *Am J Surg Pathol*, 2015, 39(7): 983–992.
- [23] VANBUREN W, FELDMAN M, SHENOY–BHANGLE A S, et al. Radiology state-of-the-art review: endometriosis imaging interpretation and reporting [J] . *Radiology*, 2024, 312(3): e233482.
- [24] ROBINSON K A, MENIAS C O, CHEN L W, et al. Understanding malignant transformation of endometriosis: imaging features with pathologic correlation [J] . *Abdom Radiol (NY)*, 2020, 45(6): 1762–1775.
- [25] ALAERT J, LANCELLE M, TIMMERMANS M, et al. Malignancy in abdominal wall endometriosis: is there a way to avoid it? A systematic review [J] . *J Clin Med*, 2024, 13(8): 2282.
- [26] THOMASSIN–NAGGARA I, DOLCIAMI M, CHAMIE L P, et al. ESUR consensus MRI for endometriosis: protocol, lexicon, and compartment–based analysis [J] . *Eur Radiol*, 2025. [Online ahead of print] .
- [27] THOMASSIN–NAGGARA I, PONCELET E, JALAGUIER–COUDRAY A, et al. Ovarian–adnexal reporting data system magnetic resonance imaging (O–RADS MRI) score for risk stratification of sonographically indeterminate adnexal masses [J] . *JAMA Netw Open*, 2020, 3(1): e1919896.
- [28] SONG X L, REN J L, ZHAO D, et al. Radiomics derived from dynamic contrast–enhanced MRI pharmacokinetic protocol features: the value of precision diagnosis ovarian neoplasms [J] . *Eur Radiol*, 2021, 31(1): 368–378.
- [29] ZENG S, WANG X L, YANG H. Radiomics and radiogenomics: extracting more information from medical images for the diagnosis and prognostic prediction of ovarian cancer [J] . *Mil Med Res*, 2024, 11(1): 77.
- [30] PANICO C, AVESANI G, ZORMPAS–PETRIDIS K, et al. Radiomics and radiogenomics of ovarian cancer: implications for treatment monitoring and clinical management [J] . *Radiol Clin North Am*, 2023, 61(4): 749–760.
- (收稿日期: 2025–07–09 修回日期: 2025–08–07)