

子宫恶性肿瘤影像评估价值及进展

宁 刚

(四川大学华西第二医院放射科,成都 610041)

[中图法分类号] R737.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2018)32-4085-04



宁 刚

宫颈癌(cervical cancer, CC)在2018年WHO全球新发病例数估计为569 847例,死亡病例数为311 365例^[1];其中,85%的宫颈癌发生在欠发达国家及发展中国家。发达国家的妇科恶性肿瘤以宫体癌[主要是子宫内膜癌(endometrial carcinoma, EC)]最常见,其次是卵巢癌、宫颈癌。据美国癌症协会

(American Cancer Society, ACS)报告,女性新发妇科恶性肿瘤中EC约占50%,2018年新发病例为63 230例,死亡病例为11 350例;宫颈癌新发病例13 240例,死亡病例4 170例^[2]。我国的妇科恶性肿瘤中,发病率以宫颈癌最高(98.9%),其次是EC(63.4%);宫颈癌每年新发病例98 900例,死亡病例30 500例,死亡率为30.5%;EC每年新发病例63 400例,死亡病例21 800例,死亡率为21.8%^[3]。

与发达国家发病率下降的趋势相反,近年来,在我国宫颈癌、宫体癌发病率呈明显的上升趋势^[3]。中国大陆宫颈癌发病率明显升高,可能反映宫颈癌筛查不足,以及中国大陆刚批准人乳头瘤病毒(HPV)疫苗的临床应用;而且在可预见的未来,中国大陆与发达国家或地区在宫颈癌发病率趋势上的差距可能会继续存在。即便是在美国,2016年也只有49.5%的13~17岁女性接种了HPV疫苗。宫颈癌是20~39岁年轻女性癌症死亡的第二大主要原因^[2]。这表明需要加强年轻女性的宫颈癌筛查,并提高HPV疫苗接种率。

子宫恶性肿瘤通常通过手术、放疗、激素治疗和(或)化疗进行治疗,这取决于疾病的分期和组织学类型。子宫切除术(通常伴有双侧输卵管卵巢切除术)用于治疗72%的早期疾病患者,且大多数(64%)患有

晚期疾病的妇女在进行手术治疗后接受放疗和化疗。除了传统的开放式手术,近年来机器人技术开始应用于子宫肿瘤。然而,最近在一项针对早期宫颈癌患者的随机对照试验中,腹腔镜方法或机器人子宫切除术的生存率明显低于开放式手术方法;因此,在获得更多证据之前,患者及医生应该考虑不同手术方法的风险和受益^[4]。

1 子宫恶性肿瘤病理及影像特征

宫颈癌最常见的组织学类型是鳞状细胞癌,约占69%,腺癌及腺鳞癌约占25%,腺鳞癌同时具有腺状分化和鳞状分化,其预后结局可能比鳞状细胞癌和腺癌更差;其他组织学类型如神经内分泌癌或小细胞癌等少见类型约占6%,宫颈横纹肌肉瘤、原发性宫颈淋巴瘤和宫颈肉瘤很罕见。宫颈浸润癌的肿瘤微血管密度(MVD)值明显提高,并且在浸润性宫颈癌中与肿瘤的分化程度、浸润深度、临床分期及淋巴结有无转移密切关系。

子宫内膜样腺癌是EC最常见的类型,占宫体占位的90%以上,其余的组织学类型包括透明细胞癌、浆液性腺癌、黏液癌、腺鳞癌、肉瘤或癌肉瘤、移行细胞癌和未分化癌等。除病理类型外,根据癌细胞的异型性、核分裂象及腺体结构等还可以分为高分化(G_1)、中分化(G_2)和低分化(G_3)。最近有大型流行病学研究纳入了肥胖和激素等危险因素,并进行分子病理及病理分级的细化,癌症基因组图谱(the cancer genome atlas, TCGA)基于整体突变负担定义了4种类型的EC,分别是p53表达型、POLE和磷酸酶基因(PTEN)突变型、微卫星不稳定型和组织学类型^[5]。研究发现,EC分化程度越低其MVD表达越高,分期越晚其MVD值越高,MVD是评价EC预后不良的重要指标之一^[6]。

宫颈癌表现为类圆形或不规则形肿块, T_1WI 呈中低信号, T_2WI 呈中高信号,与低信号宫颈间质环和高信号宫颈管内膜、宫旁脂肪有良好的对比, T_2WI 压脂序列可以增加肿瘤与脂肪间的信号对比;DWI序列弥散受限呈高信号。 T_2WI 低信号的宫颈间质环中断是判断内生型宫颈癌宫颈肌层及宫旁受侵的主要征

作者简介:宁刚(1965—),教授,主任医师,四川大学华西第二医院放射科主任。四川省学术和技术带头人;成都医学会放射专科分会主任委员;四川省医学会放射专委会副主任委员兼妇儿学组组长;中华医学会放射学分会儿科学组副组长,儿科学分会放射学组副组长;中国医师协会青春期分会委员,放射医师分会委员兼儿科专业委员会副主任委员;四川省医师协会放射医师分会副会长。在妇儿影像诊断方面,尤其是妇科肿瘤影像评估、产前影像诊断即母胎MRI影像诊断及小儿生长发育影像评价等方面做了一些工作。发表论文100余篇;作为副主编或编委参编包括人民卫生出版社、高教出版社“十一五”及“十三五”规划教材在内的医学著作10余部;先后主持包括国家科技部重点研发项目等各级纵向科研基金资助项目共10项。

象。EC 磁共振成像(MRI)平扫在 T_1 WI 序列上显示较正常内膜呈稍低信号,在 T_2 WI 序列上表现为高于子宫肌层低于正常内膜的混杂中偏高信号,DWI 序列弥散受限呈高信号;宫腔可能扩张,内膜可不均匀增厚。 T_2 WI 序列低信号结合带的完整性是判断肿瘤是否浸润肌层的重要标志,尤其是子宫体器官轴位扫描对于判断肿瘤浸润深度非常重要。

对比剂在肿瘤中的循环受到血管的数量和分布、血管的通透性、血管外间隙、血流灌注量、相对血容量等因素的影响,对比剂首先分布于血管中,然后进入血管外间隙并逐渐达到平衡,肿瘤增强是对比剂在血管内外积聚的结果。

宫颈恶性肿瘤增强扫描时早期迅速强化,早于宫颈肌层,强化曲线呈快进慢出型,持续强化。MRI 检查中晚期宫颈癌不仅能清楚地显示宫颈肿块的大小、范围、密度和轮廓,还可观察有无侵犯宫旁组织、肛提肌、闭孔内肌及梨状肌,是否浸润膀胱、直肠,有无输尿管扩张和(或)肾盂积水,可以了解盆、腹腔是否有淋巴结转移或其他器官的转移。

EC 早期强化时相(对比剂注射后 0~1 min),内膜癌病灶区轻度强化,早于结合带;平衡期(2~3 min)子宫肌层强化,强化程度明显强于癌灶区;延迟强化(4~5 min)时宫颈间质发生强化,病变区包括内膜癌浸润的区域为弱强化,信号明显低于肌层^[7]。肿瘤和肌层的最大对比度在平衡期实现,通常是对比剂注射后的 50~120 s;子宫体器官轴位动态增强及延迟强化对于判断肿瘤浸润深度有重要意义。

2 临床国际妇产联盟(FIGO)分期的影像表现及淋巴结评估

子宫恶性肿瘤目前广泛使用修订版的 2009 年 FIGO 分期。宫颈癌主要发生在发展中国家,目前仍采用 FIGO 临床分期,辅助检查仅限于阴道镜检查、活检、宫颈锥切术、膀胱镜和直肠乙状结肠镜检查,影像学 and 手术分期不纳入分期评估。MRI、CT 或正电子发射断层显像-CT(PET-CT)等影像检查和手术分期常常用于指导治疗方案设计。临床分期与手术分期相比,I b 期患者错误率高达 32%,III 期患者错误率高达 65%^[8]。EC 的 FIGO 分期中两个重要预后指标是肌层浸润深度和组织病理学分类;影像学检查原则为盆腔 MRI 及 CT 检查均显示增强扫描,胸部 CT 不要求增强,重视 MRI 对宫体占位的局部评估,PET-CT 的应用价值不如宫颈癌。

2.1 MRI

MRI 扫描范围早期以盆腔为主,除了常规的轴位、冠状位及矢状位之外,宫颈或宫体斜轴位(器官轴位)非常重要;中晚期应包括上中腹部,了解肝脾实质有无转移,以及肾门水平腹主动脉旁有无淋巴结转移。

虽然宫颈癌 FIGO 分期不包括影像学所见,但影像学是临床评估的重要补充。MRI 对宫颈癌分期、预后评估、治疗反应、肿瘤复发及潜在并发症的评估非常重要。放射科医师必须熟悉新的 FIGO 分期系统。宫颈癌 MRI 评估肿瘤向基质浸润深度的准确度为

77.0%,判断宫旁侵犯的准确度为 83.3%,淋巴结转移的准确度为 86.0%,分期的准确度为 86.0%。与妇科检查相比,MRI 对宫颈癌分期判断的准确度、特异度及灵敏度均更高,尤其对 I b₁ 以上的分期其符合率更高,但仅凭 MRI 不足以诊断 I a 期宫颈癌。宫颈癌 FIGO 分期不包括淋巴结,然而,淋巴结转移是宫颈癌最重要的预后因素之一;MRI 对淋巴结转移检测的准确度较低,灵敏度为 38%~89%,特异度为 78%~99%^[8]。

MRI 在 EC 术前分期,判断肌层是否受侵及浸润深度(I 期),宫颈间质是否受累(II 期),有无局部或区域扩散或淋巴结转移(III 期),有无侵犯膀胱、直肠或远处转移(IV 期),尤其在判断年轻女性 EC 能否保留生育功能等方面具有重要价值。MRI 可以准确评估 EC 肌层浸润深度,宫体斜轴位 T_2 WI 联合动态增强(DCE-MRI)被认为是判断 EC 分期的最佳方法;DWI 通常作为 T_2 WI 和 DCE-MRI 的辅助手段^[9]。对于早期 EC 而言,影响预后的最重要指标是肌层浸润程度;宫颈浸润是一个独立的预后因素,其能影响预后、生存率 and 治疗方法。有研究表明,MRI 判断 EC 分期的灵敏度、特异度和准确度, T_2 WI 平扫分别为 85.7%、75.0%、81.8%,增强扫描分别为 100.0%、62.5%、86.4%^[9-10]。

EC III c 期以淋巴结转移为特征,分为盆腔(III c₁ 期)或主动脉旁(III c₂ 期)淋巴结转移。MRI 对于判断淋巴结转移的灵敏度较低;评估主要基于大小判断,其中盆腔淋巴结的短轴直径大于 0.8 cm,主动脉旁淋巴结的短轴直径大于 1.0 cm 表明肿瘤受累。其他形态学特征包括圆形、针状边缘、信号类似于原发肿瘤的信号及灶性坏死等,提示小淋巴结转移^[9]。DWI 序列表现扩散系数(ADC)测定有助于判断淋巴结转移,然而良恶性淋巴结的 ADC 值存在明显的重叠,因此目前仅作为辅助诊断^[9]。

2.2 DCE-MRI

通过 DCE-MRI 检查发现,治疗前肿瘤的血管转移常数(K-trans)、速率常数(Kep)、血管外细胞外间隙容积比(Ve)与治疗末肿瘤消退率均呈正相关。并且,在 K-trans 伪彩图上能直观地观察到感兴趣区内的血供情况;肿瘤组织血供丰富,含氧量高,对放疗更为敏感;而低灌注区域含氧量低,易对放疗产生抵抗作用。表明 DCE-MRI 定量参数可以预测宫颈癌的治疗敏感度,有可能为宫颈癌的个体化治疗提供依据。

最新研究成果表明, T_2 WI 联合 DCE-MRI 被认为是判断 EC 局部分期的最佳方法^[9]。DCE-MRI 是利用钆对比剂进入组织微循环后引起的血流动力学变化,通过磁共振反复成像对感兴趣区进行半定量和定量分析,得到肿瘤微循环的灌注量、通透性、血管外的细胞外间隙容积等参数,用以评估器官或组织特性,肿瘤微血管的功能和肿瘤组织在体内的血管生成特点,还可以进一步分析评估疗效^[9,11-12]。HALDORSEN 等^[12]发现,DCE-MRI 的定量灌注参数血流速度(Fb)与微血管增殖呈负相关,血管表面通透

性(PS)和 K-trans 与肿瘤体积呈正相关,微血管增生、低血流量和低渗透等缺氧因素是支持预后不良的指标。对于 EC 肌层浸润深度的判断,动态增强可以将 T₂WI 序列的正确率从 78% 提高至 92%^[13]。

2.3 PET-CT ¹⁸F-氟脱氧葡萄糖(¹⁸F-FDG) PET-CT 的灵敏度高,肿瘤组织摄取¹⁸F-FDG,病灶区代谢浓聚,易于在较早期发现病灶及转移淋巴结。一项关于浸润性宫颈癌的 Meta 分析发现,不同影像检查方法检测淋巴结转移的灵敏度和特异度:PET 为 75%、98%,MRI 为 56%、93%,CT 为 58%、92%,PET-CT 检测淋巴结转移的效能(灵敏度为 84%,特异度为 95%)可能比单纯行 PET 扫描更高。

有研究发现,¹⁸F-FDG PET-CT 对于早期 EC 显示的特异度和准确度不高,尤其是对于肿瘤小于 1.0 cm,肌层浸润小于 0.3 cm 的 I_a 期 EC,多无明显的¹⁸F-FDG 摄取;且由于早期 EC 淋巴结转移率低,PET-CT 评估淋巴结转移的获益率也较低。PET-CT 在中晚期肿瘤淋巴结转移和远处转移分期上优于 MRI。而术后随访监测肿瘤残余、复发或转移的灵敏度、特异度和准确度分别为 100.0%、92.3% 和 95.7%^[14]。因此,PET-CT 推荐用于中晚期子宫肿瘤,判断盆腔或腹部有无异常淋巴结。目前的欧洲泌尿生殖放射协会(ESUR)指南支持美国国立综合癌症网络(NC-CN)指南,建议 PET-CT 仅在临床怀疑子宫外转移的情况下才进行分期^[9]。PET-CT 可以用于晚期 EC 分期,以及随访监测及时发现肿瘤的残余、复发或转移,有助于制订诊疗计划、疗效及预后判断。此外,也有研究表明 PET-CT 的标准化摄取值(SUV)与 EC 患者的生存率明显相关,高 SUV 患者的生存率明显低于低 SUV 患者;术前 SUV 高的 EC 患者复发概率明显高于低 SUV 患者^[14]。

LUCIA 等^[15] 研究预测¹⁸F-FDG PET-CT 及 MRI 对局部晚期宫颈癌放化疗的预后,多因素分析发现 PET 中的灰度不均匀性 GLRLM 和 DWI MRI ADC 图中的熵 GLCM 作为独立预后因素,这些参数预测局部晚期宫颈癌放化疗预后的能力明显高于临床参数,在试验队列中,预测复发的准确度为 94%。

HAN 等^[16] 在一项系统回顾及 Meta 分析中发现,以宫颈癌患者无复发无进展的无事件生存(event-free survival, EFS)和总生存率(overall survival, OS)为终点,多亚组分层分析临床病理和 PET-CT 变量,研究基于体积的¹⁸F-FDG PET-CT 参数,包括代谢肿瘤体积(metabolic tumor volume, MTV)和总病变糖酵解(total lesion glycolysis, TLG)的预后价值。结果发现,高 MTV 和 TLG 患者预后更差,合并风险比(HRs)为 5.89 (95% CI: 3.85~9.01) 和 5.82 (95% CI: 3.62~9.35)。在多个亚组分层分析中,MTV 和 TLG 对 EFS 的预后价值一致显著,合并 HRs 值分别为 5.08~7.30 和 4.80~15.83。

以上多项研究均表明,对于宫颈癌患者,¹⁸F-FDG PET-CT 的影像组学特征,以肿瘤体积为基础的 FDG PET-CT 参数等都是子宫癌患者预后判断的重要因

素。期待 PET-MR 未来能够整合形态学、功能和代谢信息,以促进局部和远处转移的评估。

3 保留生育功能的评估价值

任何子宫切除术都会导致不孕。双侧卵巢切除术会导致绝经前妇女绝经,导致潮热、盗汗、阴道干燥和骨质疏松等症状。宫颈癌保留生育功能者仅限于 I_a 期和 I_{b1} 期育龄期鳞状细胞癌患者,且无淋巴结转移;不推荐小细胞癌和腺癌。术前首选盆腔 MRI 以评估宫颈病灶范围,以及病灶和宫颈管内口的距离(若有 MRI 检查禁忌证者行经阴道超声检查)。I_{b1} 期可根据临床症状、可疑转移病灶或淋巴结转移,选择考虑全身 PET-CT 或胸部、腹部、盆腔 CT 检查。行胸部平片或 CT 平扫检查评估肺部有无异常。

保留生育力的手术选择包括锥形切除术和根治性宫颈切除术,宫颈切除术后进行宫颈环扎术。I_{a1} 期患者仅行部分宫颈及宫颈管组织锥切;切缘至少有 0.3 cm 的阴性。I_{b1} 期鳞癌患者肿瘤直径:≤2 cm 者可选择经阴道行广泛性宫颈切除术;>2~4 cm 者应行经腹或经腹腔镜、机器人辅助腹腔镜的广泛性宫颈切除术。术后持续性异常宫颈细胞学涂片或 HPV 感染患者在完成生育后切除子宫。

MRI 为临床纳入保留生育功能的 EC 患者能提供非常重要的信息。目前公认的纳入标准:患者年龄小于或等于 40 岁,FIGO 分期为 I_a 期,肿瘤仅局限在子宫内腔间,未侵犯结合带或其他器官组织,病理为高分化子宫内膜样腺癌(G₁),对孕酮治疗敏感,并且发展为晚期疾病的可能性较小。影像检查首选盆腔 MRI 排除子宫肌层浸润,或评估局部受侵的程度(若有 MRI 检查禁忌证者行经阴道超声检查);如果基于临床症状,或有可疑转移性病灶,考虑全身 PET-CT 扫描或行其他影像学检查。行胸部平片或 CT 平扫检查评估肺部有无异常。

影像学随访原则:宫颈癌术后 6 个月行盆腔 MRI 平扫及增强扫描,之后的 2~3 年每年复查 1 次;若怀疑复发,考虑行全身 PET-CT 检查;根据临床症状及复发、转移选择其他影像学检查。EC 患者化疗后半若肿瘤持续存在,需复查盆腔 MRI;若基于临床症状,或可疑转移性病灶,可选择其他影像学检查。

4 子宫肿瘤影像学

WU 等^[17] 用 3.0 T 磁共振多参数 MRI,从每个图像序列中得到 66 个影像组学特征,评估宫颈鳞状细胞癌的肿瘤分级、淋巴血管间隙浸润(LVSI)和淋巴结转移。结果发现鉴别 LVSI 时,常规影像解剖图像、DWI 及渗透参数的受试者工作特征(ROC)曲线下面积(AUC)为 0.659~0.814, Ve 表现出最佳判别值。鉴别淋巴结转移和肿瘤分级的 ROC AUC 分别为 0.747~0.850、0.668~0.757。而功能图对宫颈鳞癌病理特征的判别值优于常规影像解剖图像,ADC 图对淋巴结转移的判别值最好, Ve 图对 LVSI 和肿瘤分级的判别值最好。

UENO 等^[18] 用模型分析提取 180 个 EC 的 MRI 纹理特征,最后保留了 11 个深部子宫肌层浸润

(DMI)特征、12 个 LVSI 特征和 16 个组织学高级别 EC 特征。结果发现,内膜癌肌层浸润深度纹理特征分析 ROC AUC 为 0.8,灵敏度、特异度、准确度分别为 79.3%、82.3%、81.0%;高年资医生读片判断 DMI 的灵敏度、特异度、准确度分别为 84.5%、82.3%、83.2%。结果表明,纹理分析模型显示出与富有经验的放射科医生相似的诊断准确性。此外,LVSI 特征的分析 AUC 为 0.8,灵敏度、特异度、准确度分别为 80.9%、72.5%、80.9%;高级别肿瘤的纹理特征分析 AUC 为 0.83,灵敏度、特异度、准确度分别为 81.0%、76.8%、78.1%。尽管从研究结果来看,MRI 纹理特征显示了与 DMI、LVSI 和高级别肿瘤的关联,但是在纹理分析用于实际临床决策之前,可能还需要更多的证据。

总之,宫颈癌是发展中国家最常见的妇科恶性肿瘤,EC 是发达国家最常见的妇科恶性肿瘤。肿瘤的大小、局部扩散情况及组织病理学类型是制订子宫恶性肿瘤治疗计划,以及能否保留患者生育功能的重要因素。影像学检查对于子宫恶性肿瘤的评估尽管目前还存在一定争议,但不可否认,影像学检查对于治疗前分期、判断有无远处转移及淋巴结转移、制订治疗计划,以及对于判断预后及治疗后随访都具有重要价值。子宫恶性肿瘤的影像学检查建议首选 MRI 平扫及动态增强扫描,增强 CT 或 PET-CT 根据具体情况合理选择。尽管近年来影像组学的研究结果看起来很有希望,对肿瘤特征、病理分级及预后判断有一定的价值,但在其能够被独立的数据集验证之前,应该谨慎地解释。纹理分析在用于实际临床决策之前,还需要更多的证据。相信随着进一步的技术完善和标准化,该技术可能成为子宫恶性肿瘤患者术前风险分层评估的重要综合工具之一。

参考文献

- [1] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Source: the global cancer observatory 2018. The fact sheets provide a snapshot of the burden of cancer in a selected country or region, or a global overview for a given cancer type[EB/OL]. [2018-10-22]. <http://gco.iarc.fr/today/data/fact-sheets/cancers/23-Cervix-Uteri-fact-sheet.pdf>.
- [2] SIEGEL R L, MILLER K D, JEMAL A. Cancer statistics, 2018[J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(1): 7-30.
- [3] CHEN W, ZHENG R, BAADA P D, et al. Cancer statistics in China, 2015[J]. *CA Cancer J Clin*, 2016, 66(2): 115-132.
- [4] RAMIREZ P T, FRUMOVITZ M, PAREJA R, et al. Phase III randomized trial of laparoscopic or robotic versus abdominal hysterectomy in patients with early-stage cervical cancer: LACC trial[J]. *Gynecol Oncol*, 2018, 149 Suppl 1: 245.
- [5] SUAREZ A A, FELIX A S, COHN D E. Bokhman redux: endometrial cancer "types" in the 21st century[J]. *Gynecol Oncol*, 2017, 144(2): 243-249.
- [6] GUSET G, COSTI S, LAZAR E, et al. Expression of vascular endothelial growth factor (VEGF) and assessment of microvascular density with CD34 as prognostic markers for endometrial carcinoma[J]. *Rom J Morphol Embryol*, 2010, 51(4): 677-682.
- [7] SALAA E, ROCKALL A, RANGARAJAN D, et al. The role of dynamic contrast-enhanced and diffusion weighted magnetic resonance imaging in the female pelvis[J]. *Eur J Radiol*, 2010, 76(3): 367-385.
- [8] BALLEYGUIER C, SALA E, DA CUNHA T, et al. Staging of uterine cervical cancer with MRI: guidelines of the European Society of Urogenital Radiology[J]. *Eur Radiol*, 2011, 21(5): 1102-1110.
- [9] NOUGARET S, HORTA M, SALA E, et al. Endometrial cancer MRI staging: updated guidelines of the European society of urogenital radiology[J/OL]. *Eur Radiol*, 2018; 1-14. (2018-07-11) [2018-10-22]. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5515-y>.
- [10] ZHENG L, ZHENG S, YUAN X, et al. Comparison of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging with T2-weighted imaging for preoperative staging of early endometrial carcinoma [J]. *Onco Targets Ther*, 2015, 8: 1743-1751.
- [11] KALLEHAUGE J F, TANDERUP K, DUAN C, et al. Tracer kinetic model selection for dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging of locally advanced cervical cancer[J]. *Acta Oncol*, 2014, 53(8): 1064-1072.
- [12] HALDORSEN I S, STEFANSSON I, GRÜNER R, et al. Increased microvascular proliferation is negatively correlated to tumour blood flow and is associated with unfavourable outcome in endometrial carcinomas[J]. *Br J Cancer*, 2014, 110(1): 107-114.
- [13] SALA E, CRAWFORD R, SENIOR E, et al. Added value of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging in predicting advanced stage disease in patients with endometrial carcinoma[J]. *Int J Gynecol Cancer*, 2009, 19(1): 141-146.
- [14] 孙娜, 赵晋华, 乔文礼, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 在子宫内膜癌诊断和随访中的临床价值[J]. *中国医学计算机成像杂志*, 2013, 19(3): 278-281.
- [15] LUCIA F, VISVIKIS D, DESSEROIT M C, et al. Prediction of outcome using pretreatment ¹⁸F-FDG PET/CT and MRI radiomics in locally advanced cervical cancer treated with chemoradiotherapy[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2018, 45(5): 768-786.
- [16] HAN S, KIM H, KIM Y J, et al. Prognostic value of volume-based metabolic parameters of ¹⁸F-FDG PET/CT in uterine cervical cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2018, 211(5): 1-10.
- [17] WU Q, SHI D, DOU S, et al. Radiomics analysis of multiparametric MRI evaluates the pathological features of cervical squamous cell carcinoma[J/OL]. *J Magn Reson Imaging*, 2018; 26301. (2018-09-19) [2018-10-22]. <https://doi.org/10.1002/jmri.26301>.
- [18] UENO Y, FORGHANI B, FORGHANI R, et al. Endometrial carcinoma: MR imaging-based texture model for preoperative risk stratification-A preliminary analysis[J]. *Radiology*, 2017, 284(3): 748-757.