

·综述·

## $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 与 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI 在卵巢癌临床应用中的进展

张伟 于丽娟

150081, 哈尔滨医科大学附属肿瘤医院 PET/CT-MRI 中心

通信作者: 于丽娟, Email: yulijuan2003@126.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.05.010

**【摘要】** 卵巢癌是妇科恶性肿瘤中病死率最高的肿瘤。 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 在卵巢癌的诊断、分期、疗效及预后的评估上优于常规影像技术, 可以指导临床采取有针对性的治疗方案, 以获得更好的治疗效果。PET/MRI 是最近几年继 PET/CT 后投入临床应用的另外一种多模态影像技术, 因其多序列成像、软组织分辨率较高和辐射剂量较低, 对卵巢癌的诊治具有独特的优势。笔者对  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 和  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI 在卵巢癌中的临床应用进行综述。

**【关键词】** 正电子发射断层显像计算机断层摄影术; 正电子发射断层显像术; 磁共振成像; 卵巢肿瘤; 肿瘤转移; 复发

**基金项目:** 哈尔滨市科技厅科技创新基金(2016RAXYJ066)

### Advances in clinical application of $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT and $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI in ovarian cancer

Zhang Wei, Yu Lijuan

PET/CT-MRI Center, Harbin Medical University Cancer Hospital, Harbin 150081, China

Corresponding author: Yu Lijuan, Email: yulijuan2003@126.com

**【Abstract】** Among all gynecological malignancies, ovarian cancer has the highest mortality rate. In the diagnosis and staging of ovarian cancer,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT is superior to conventional imaging. It is used to assess the prognosis of patients with ovarian cancer and the curative effects of ovarian cancer treatments. In addition, it can be used to guide clinical treatment to improve therapeutic effect.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI is a multimodal imaging technique that has been recently applied in clinical practice. It exhibits unique advantages in the diagnosis of ovarian cancer given its characteristics of multiple-sequence imaging, high soft-tissue resolution, and low radiation dosage. This review presents an overview of the application of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT and  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI in the diagnosis and staging of ovarian cancer.

**【Key words】** Positron emission tomography computed tomography; Positron emission tomography; Magnetic resonance imaging; Ovarian neoplasms; Neoplasm metastasis; Recurrence

**Fund program:** Science and Technology Innovation Fund of Science and Technology Department of Harbin(2016RAXYJ066)

卵巢癌是病死率最高的妇科恶性肿瘤。与 CA125、超声、CT、MRI 等常规检查相比,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 对卵巢癌的诊断、分期、疗效及预后的评估具有明显的优势, 它既可以显示解剖结构以精确定位肿瘤, 又可以显示肿瘤细胞葡萄糖的代谢活性, 指导临床采取有针对性的治疗方案。与  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 相比,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI 有着更高的软组织分辨率, 并且其为多序列成像, 减少了辐射剂量。笔者对  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 及  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI

在卵巢癌中的临床应用进行综述。

### 1 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 与卵巢癌

#### 1.1 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 对卵巢癌的诊断及分期

卵巢癌的常规诊断包括血清肿瘤标志物 CA125 检查、超声、CT、MRI 等影像检查。CA125 诊断早期卵巢癌的灵敏度较高, 但其特异度较低, 容易出现假阳性结果。超声、CT 和 MRI 在卵巢癌的诊断上也都有各自的局限性, 对一些小病灶或复杂病

灶的定性存在困难。分子影像技术的杰出代表——PET/CT 在卵巢癌的诊治上具有明显优势。国内有文献报道, PET/CT 可精确鉴别卵巢良性肿瘤(包括卵巢巧克力囊肿、卵巢冠囊肿、卵巢浆液性囊腺瘤、卵巢黏液性囊腺瘤、子宫阔韧带肌瘤、良性畸胎瘤、卵巢黄体囊肿等)、恶性肿瘤(卵巢浆液性囊腺癌、卵巢内胚窦低分化腺癌等)及交界性肿瘤<sup>[1]</sup>。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 诊断卵巢恶性病变的灵敏度为 94.3%, 特异度为 77.1%, 阳性预测值为 89.2%, 阴性预测值为 87.1%, 特异度高于 CA125 检测的 37.1%, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 联合癌胚抗原、CA125 对卵巢癌诊断的特异度可提高至 91.4%<sup>[2]</sup>。Risum 等<sup>[3]</sup>对超声发现卵巢肿物且 CA125 升高的患者行 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 检查, PET/CT 对卵巢癌诊断及特异度分别为 100% 和 92%。另一项研究结果表明 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 鉴别卵巢良恶性肿瘤的准确率(92.1%) 高于盆腔超声(83.0%) 和腹盆腔 CT/盆腔 MRI(74.9%,  $P=0.013$ )<sup>[4]</sup>。

临床上 PET/CT 诊断病变良恶性常用  $SUV_{max}$ 。有研究表明, 良恶性病变的术前  $SUV_{max}$  有显著差异。当选择  $SUV_{max}=3.97$  为临界点区分良恶性病变时, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 的灵敏度和特异度分别为 95.1% 和 86.4%。Tanizaki 等<sup>[5]</sup>的研究表明, 选择  $SUV_{max}=2.9$  作为临界点时, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 的灵敏度为 80.6%, 特异度为 94.6%, 阳性预测值为 91.5%, 阴性预测值为 87.1%。

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 在卵巢癌分期中的优势已经被证实。据报道, 92% 患者的 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 分期与国际妇、产科联合会手术病理分期一致, 且 I 期、IV 期患者的 PET/CT 分期与国际妇、产科联合会手术病理分期的符合率均为 100%, III 期患者的符合率为 50%, II 期患者的符合率为 76%。II 期、III 期患者 PET/CT 诊断符合率相对较低的原因是 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 对大网膜、肝表面及膈顶种植灶的诊断灵敏度差, 阳性预测值偏低, 而卵巢肿瘤手术为全面探查的分期手术及肿瘤细胞减灭术, II、III 期误差对治疗决策影响不大<sup>[6]</sup>。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 在诊断腹膜后淋巴结转移方面显示出较高的灵敏度(93.33%)、特异度(95.83%)、准确率(94.87%)、阳性预测值(93.33%)及阴性预测值(95.83%), 对临床治疗具有较大的指导意义, 有利于协助临床评估是否需要行淋巴结清扫术<sup>[6]</sup>。PET/CT 和全身 CT

的分期与国际妇、产科联合会分期评估是相同的, 但与 CT 相比, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 能更精确地鉴别腹膜后淋巴结转移。对于转移灶的评估, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 的特异度优于 CT<sup>[7]</sup>。Yuan 等<sup>[8]</sup>的 Meta 分析也指出, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 在检测淋巴结转移方面比 CT 及 MRI 更准确, 其灵敏度和特异度分别为 73.2% 和 96.7%, CT 分别为 42.6% 和 95.0%, MRI 分别为 54.7% 和 88.3%。此外, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 在发现卵巢癌腹膜转移方面也有着不可忽略的优势。Rubini 等<sup>[9]</sup>对 51 例发生腹膜转移的 III~IV 期卵巢癌患者同时行 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 及增强 CT 检查, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 发现腹膜转移的灵敏度、特异度和准确率分别为 78.6%、91.3% 和 84.3%, 而增强 CT 分别为 53.6%、60.9% 和 56.9%; 对 35 例患者同时进行 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 和 CA125 检查, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 发现腹膜转移的灵敏度、特异度和准确率分别为 86.4%、84.6% 和 85.7%, CA125 分别为 81.8%、38.5% 和 65.7%。

## 1.2 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 对卵巢癌治疗反应及复发的评估

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 可用于评估新辅助治疗后的效果。Avril 等<sup>[10]</sup>的研究表明, <sup>18</sup>F-FDG PET 可以预测新辅助化疗第一个疗程后的早期反应。经过第一周期化疗后 SUV 下降超过 20%, 经过 3 个周期化疗后 SUV 下降超过 55%, 第一和第三周期治疗后的葡萄糖代谢情况与总体生存率的升高显著相关。

卵巢癌患者治疗后复发率较高, 75%~80% 的 III 期患者及 90%~95% 的 IV 期患者 2 年内出现复发<sup>[11]</sup>, 60%~70% 的患者在 5 年内死亡<sup>[12]</sup>。肿瘤复发是决定预后的主要因素之一, 早期检测和复发部位的定位有助于制定最有利的治疗方案。血清 CA125 水平不提示关于肿瘤复发部位或复发程度的任何信息, 且其灵敏度较低。Yang 等<sup>[13]</sup>的研究表明, CA125 作为单一指标在观察卵巢癌复发中的灵敏度仅有 67.39%, 特异度 86.79%。大多数研究主张使用 PET/CT 检测卵巢癌复发, 因为它比 CA125 水平监测具有更高的准确率。有研究报道, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像诊断卵巢癌复发转移的灵敏度、准确率、特异度、阴性预测值及阳性预测值均高于血清 CA125 检测, 而 PET/CT 联合 CA125 对卵巢癌复发转移的诊断灵敏度(98.04%)、准确率(91.80%)、阳性预测值(100%)均高于单独使用 PET/CT(96.08%、

90.16%、98.00%)或血清 CA125(76.47%、75.41%、78.00%)检查<sup>[14]</sup>。另一项研究结果显示, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 对卵巢癌术后复发患者的检出灵敏度、特异度、准确率较高, 分别为 92.7%、90.0%、93.8%。在 47 例 CA125 升高的患者中, 有 44 例患者的 PET/CT 显像呈阳性, 可见 CA125 升高时, PET/CT 在发现隐匿病灶及转移病灶方面具有明显优势<sup>[15]</sup>。

一项 Meta 分析结果显示, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 检查诊断上皮性卵巢癌治疗后复发的灵敏度高于 MRI 及 CT 检查, 对肿瘤复发的检出率较高, 尤其是对 CA125 升高而 CT 和 MRI 检查均为阴性的患者更有意义<sup>[16]</sup>。16 例无症状的卵巢癌患者行细胞减灭术后 CA125 升高, PET/CT 扫描结果呈阳性, 其中 9 例患者病理结果证实为复发病灶, 5 例病理结果不明确, 半年后复查 CT 均发现阳性病灶, 其中 1 例因为半年后复查 CT 未显示病灶, 考虑 PET/CT 结果为假阳性, 但随访两年后发现其 PET 阳性区域有孤立病灶, 并证实为复发病灶<sup>[17]</sup>。这表明 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 可以早期发现卵巢癌复发。近年来的研究报告, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 诊断术后卵巢癌复发或转移的灵敏度、特异度、准确率、阴性预测值、阳性预测值分别为 87.86%、75.00%、84.45%、69.24%、90.63%<sup>[18]</sup>。淋巴结, 特别是腹部区域淋巴结是卵巢癌最常见的复发部位。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 可以检测肝脏、脾脏、肺、胸膜和骨髓中的远处转移以及其他难以预见的病变, 如膈上淋巴结转移<sup>[19]</sup>。

### 1.3 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 对卵巢癌预后的评估

卵巢癌患者的预后很大程度上取决于疾病的分期, 手术后最小残留病变是更长生存期的预测指标<sup>[20]</sup>, 手术后无残留病灶是整体生存的独立预测因素<sup>[21]</sup>。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 对卵巢癌预后的评估具有很高的临床价值。Nakamura 等<sup>[22]</sup>研究发现, 原发性肿瘤 SUV<sub>max</sub> 较低的患者较 SUV<sub>max</sub> 较高患者的总生存率和无病生存率更高。用于评估治疗反应和预后的 PET/CT 代谢参数包括 SUV<sub>max</sub>、代谢肿瘤体积和总病变糖酵解 (total lesion glycolysis, TLG)。一项研究结果显示<sup>[23]</sup>, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 测量的代谢肿瘤体积和 TLG 与无进展生存期的时间成反比。在另一项研究中, 全身 TLG 是上皮性卵巢癌独立的预后预测因子 (风险比=1.043, 95%CI: 1.01~1.078, P=0.011), 生存分析结果显示全身 TLG 增加与生存期缩短显著相关 (P<0.001)<sup>[24]</sup>。

## 2 <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 与卵巢癌

一项 Meta 分析评估了 <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 检测在妇科盆腔恶性肿瘤 (包括宫颈癌、卵巢癌和子宫内膜癌) 诊断、转移及侵袭中的作用, 结果表明, <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 诊断妇科恶性肿瘤的灵敏度和特异度分别为 95% (95%CI: 0.86~0.99) 和 95% (95%CI: 0.74~1.00), 具有较高的诊断价值<sup>[25]</sup>。大部分卵巢癌转移、侵袭部位的最大联合灵敏度和特异度 (Q 值) 以及汇总受试者工作特征曲线的曲线下面积均较高 (淋巴结转移的曲线下面积高达 0.9688, Q 值为 0.9180), 表明 <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 诊断转移侵袭病灶的总体准确率较高<sup>[25]</sup>。Grueneisen 等<sup>[26]</sup>对盆腔恶性肿瘤 (包括卵巢癌、宫颈癌和子宫内膜癌) 患者的研究显示, 使用 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 和 <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 检查 24 例患者, 发现其中 21 例肿瘤复发, 两种影像学检查检出肿瘤复发的准确率均为 95.24% (20/21)。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 检出病灶的灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为 82%、91%、84%、97% 和 58%, <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 分别为 85%、87%、86%、96% 和 63%, 两者间的差异无统计学意义。此外, 两种检查手段在恶性病灶和良性病灶的病灶-背景比值上的差异无统计学意义。

Kitajima 等<sup>[27]</sup>选取 30 例治疗后怀疑复发或转移的妇科恶性肿瘤患者 (宫颈癌 15 例, 卵巢癌 9 例, 子宫内膜癌 6 例), 研究比较了盆腔 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT、MRI 和 <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 在评估宫颈癌淋巴结转移和局部区域扩散中的表现, 结果提示 PET/MRI 具有与 MRI 相当的 T 分期能力以及与 PET/CT 相同的较高的 N 分期能力。PET/MRI 诊断盆腔局部复发的灵敏度及准确率均高于 PET/CT (87.5% vs. 50.0%, 93.3% vs. 73.3%), PET/MRI 与 PET/CT 在诊断淋巴结转移方面的灵敏度、特异度和准确率的差异无统计学意义。Queiroz 等<sup>[28]</sup>的研究也得到了相似的结果, 在原发妇科恶性肿瘤 (卵巢癌、宫颈癌、外阴癌、子宫内膜癌、子宫转移瘤、原发性腹膜癌) 的诊断方面, <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 的准确率高于 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT, 差异具有统计学意义 (P<0.001), 且 <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 能更好地勾画肿瘤轮廓。但两者发现区域淋巴结转移及腹膜转移的能力相近, 差异无统计学意义。

在对 71 例妇科肿瘤治疗后患者(宫颈癌 32 例, 卵巢癌 26 例, 子宫内膜癌 7 例, 外阴癌 4 例, 阴道癌 2 例)肿瘤复发的影像诊断中, 与单独行 MRI 相比,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI 对肿瘤复发患者的诊断准确率更高(100% vs. 83.6%,  $P < 0.01$ ), 与 PET/MRI 相比, MRI 检查未发现 4 例(共 15 例)盆腔复发患者, 8 例(共 40 例)远处转移患者被错误归类到局部复发组( $P < 0.001$ )<sup>[29]</sup>。另一项研究表明,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI 诊断妇科肿瘤(宫颈癌 18 例、卵巢癌 18 例、子宫内膜癌 2 例)盆腔局部复发的准确率高于 MRI (94.73% vs. 73.68%,  $P = 0.025$ )<sup>[30]</sup>。Beiderwellen 等<sup>[31]</sup>收集 19 例怀疑盆腔恶性肿瘤复发患者(卵巢癌 11 例, 宫颈癌 8 例), 研究结果表明,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 和  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI 均能正确识别所有恶性病变, 病灶显著性评分相近(PET/CT 为  $3.86 \pm 0.35$ , PET/MRI 为  $3.91 \pm 0.28$ ;  $P > 0.05$ )。与 PET/CT 相比, PET/MRI 在恶性( $P < 0.01$ )和良性病变( $P < 0.05$ )中的诊断可信度更高。另一项研究则认为, 在诊断盆腔骨转移及腹膜转移方面,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI、 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 与盆腔 MRI 之间的差异无统计学意义<sup>[30]</sup>。Bagade 等<sup>[32]</sup>在报道中支持使用 PET/CT 和 PET/MRI。相较于 PET/CT, PET/MRI 有其独特优势, 其对于肠管及输尿管相邻的淋巴结表现的更清晰, 同时 PET/MRI 还降低了患者的辐射剂量。与 PET/CT 相比, PET/MRI 既具备 MRI 的软组织高分辨率, 又可以通过 PET 获得分子和代谢等肿瘤学生物信息描述肿瘤的微环境, PET/MRI 的优势更为明显<sup>[33]</sup>。功能性的 MR 成像序列, 如弥散加权成像, 增加了组织细胞水平信息的获取, 可以将肿瘤异质性增加、囊性或坏死区域、治疗后纤维化或瘢痕部位与重要的肿瘤组织区分开来, 因此适用于卵巢癌的诊 断<sup>[33]</sup>。其他复杂序列, 如功能 MRI 和频谱成像均可与分子成像相结合, 为卵巢癌的诊断提供重要信息<sup>[34]</sup>。Xin 等<sup>[35]</sup>通过对 63 个腹部和骨盆病灶的 PET/CT 成像和 59 个 PET/MRI 成像进行对比, 认为 PET/MRI 的图像质量更高。此外, PET/MRI 还具备校正运动伪影等优点<sup>[36]</sup>。

### 3 小结

$^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 可用于卵巢癌的诊断、分期和制定治疗方案, 评估治疗反应和预后。其在检测卵巢癌淋巴结转移和其他远处转移灶方面具有较高的

准确率。此外,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 可以预测化疗的早期疗效, 有助于有效地检测早期肿瘤复发, 为及时调整治疗方案提供依据。目前部分学者对  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI 在妇科恶性肿瘤的临床进展进行了综合研究, 且部分研究证实  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI 在肿瘤诊断、分期及评估肿瘤复发转移方面优于  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT, 是一种具有前景的影像学评估方法。但  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/MRI 单独对卵巢癌的临床分期及复发评估的临床研究还较少, 仍需要进一步的研究论证。

**利益冲突** 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展, 不涉及任何利益冲突。

**作者贡献声明** 张伟负责资料查询、整理、论文撰写; 于丽娟负责命题提出、论文设计、论文审阅、修改。

### 参 考 文 献

- [1] 章伟玲. PET/CT 在诊断卵巢良恶性及交界性肿瘤中的价值[J]. 医药论坛杂志, 2011, 32(24): 88-89.  
Zhang WL. Value of PET/CT in diagnosis of benign or malignant and borderline ovarian tumors[J]. J Med Forum, 2011, 32(24): 88-89.
- [2] 龚静, 刘陶, 王雅琴, 等. CEA 及 CA125 检测与 PET/CT 显像在诊断卵巢癌中的价值[J]. 实用妇产科杂志, 2016, 32(12): 946-947.  
Gong J, Liu T, Wang YQ, et al. The value of CEA and CA125 detection and PET/CT imaging in diagnosing ovarian cancer[J]. J Pract Obstet Gynecol, 2016, 32(12): 946-947.
- [3] Risum S, Høgdal C, Loft A, et al. The diagnostic value of PET/CT for primary ovarian cancer—a prospective study[J]. Gynecol Oncol, 2007, 105(1): 145-149. DOI: 10.1016/j.ygyno.2006.11.022.
- [4] Nam EJ, Yun MJ, Oh YT, et al. Diagnosis and staging of primary ovarian cancer: correlation between PET/CT, Doppler US, and CT or MRI[J]. Gynecol Oncol, 2010, 116(3): 389-394. DOI: 10.1016/j.ygyno.2009.10.059.
- [5] Tanizaki Y, Kobayashi A, Shiro M, et al. Diagnostic value of preoperative SUV<sub>max</sub> on FDG-PET/CT for the detection of ovarian cancer[J]. Int J Gynecol Cancer, 2014, 24(3): 454-460. DOI: 10.1097/IGC.0000000000000074.
- [6] 祝英杰, 杨宏英, 严志凌, 等.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 显像在卵巢肿瘤分期中的应用价值[J]. 昆明医科大学学报, 2014, 35(4): 79-82.  
Zhu YJ, Yang HY, Yan ZL, et al. Clinical Application of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in Staging of Ovarian Carcinoma[J]. J Kunming Med Univ, 2014, 35(4): 79-82.
- [7] Dauwen H, Van Calster B, Deroose CM, et al. PET/CT in the staging of patients with a pelvic mass suspicious for ovarian cancer [J]. Gynecol Oncol, 2013, 131(3): 694-700. DOI: 10.1016/j.ygyno.

- 2013.08.020.
- [ 8 ] Yuan Y, Gu ZX, Tao XF, et al. Computer tomography, magnetic resonance imaging, and positron emission tomography or positron emission tomography/computer tomography for detection of metastatic lymph nodes in patients with ovarian cancer: a meta-analysis[J]. *Eur J Radiol*, 2012, 81(5): 1002–1006. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.01.112.
- [ 9 ] Rubini G, Altini C, Notaristefano A, et al. Role of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in diagnosing peritoneal carcinomatosis in the restaging of patient with ovarian cancer as compared to contrast enhanced CT and tumor marker Ca-125[J]. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*, 2014, 33(1): 22–27. DOI: 10.1016/j.rem.2013.06.008.
- [ 10 ] Avril N, Sassen S, Schmalfeldt B, et al. Prediction of response to neoadjuvant chemotherapy by sequential F-18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in patients with advanced-stage ovarian cancer[J]. *J Clin Oncol*, 2005, 23(30): 7445–7453. DOI: 10.1200/JCO.2005.06.965.
- [ 11 ] Antunovic L, Cimitan M, Borsatti E, et al. Revisiting the clinical value of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in detection of recurrent epithelial ovarian carcinomas: correlation with histology, serum CA-125 assay, and conventional radiological modalities[J/OL]. *Clin Nucl Med*, 2012, 37(8): e184–188[2018–01–17]. <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=22785525>. DOI: 10.1097/RLU.0b013e31825b2583.
- [ 12 ] Lu KH, Skates S, Hernandez MA, et al. A 2-stage ovarian cancer screening strategy using the Risk of Ovarian Cancer Algorithm (ROCA) identifies early-stage incident cancers and demonstrates high positive predictive value[J]. *Cancer*, 2013, 119(19): 3454–3461. DOI: 10.1002/cncr.28183.
- [ 13 ] Yang ZJ, Zhao BB, Li L. The significance of the change pattern of serum CA125 level for judging prognosis and diagnosing recurrences of epithelial ovarian cancer[J]. *J Ovarian Res*, 2016, 9(1): 57. DOI: 10.1186/s13048-016-0266-3.
- [ 14 ] 李敏, 李绪清, 颜士杰, 等. <sup>18</sup>F-脱氧葡萄糖 PET/CT 联合 CA125 在诊断卵巢癌复发转移中的应用价值[J]. *重庆医科大学学报*, 2017, 42(12): 1635–1638. DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.001417.  
Li M, Li XQ, Yan SJ, et al. The value of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT combined with CA125 in the diagnosis of ovarian cancer recurrence and metastasis[J]. *J Chongqing Med Univ*, 2017, 42(12): 1635–1638.
- [ 15 ] Evangelista L, Palma MD, Gregianin M, et al. Diagnostic and prognostic evaluation of fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography and its correlation with serum cancer antigen-125 (CA125) in a large cohort of ovarian cancer patients[J]. *J Turk Ger Gynecol Assoc*, 2015, 16(3): 137–144. DOI: 10.5152/jtgga.2015.15251.
- [ 16 ] 廖胜斌, 李力, 阳志军. 影像学检查对卵巢上皮性癌治疗后复发诊断价值的 Meta 分析[J]. *中国癌症防治杂志*, 2016, 8(2): 113–119. DOI: 10.3969/j.issn.1674-5671.2016.02.10.  
Liao SB, Li L, Yang ZJ. Diagnostic value of imaging techniques for detecting epithelial ovarian cancer recurrence: a Meta analysis [J]. *Chin J Oncol Prev and Treat*, 2016, 8(2): 113–119.
- [ 17 ] 李鹏, 赵卫威, 杨建伟. <sup>18</sup>F-FDG PET-CT 在探测卵巢癌术后复发与转移中的应用价值[J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2012, 36(6): 348–351. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2012.06.007.  
Li P, Zhao WW, Yang JW. <sup>18</sup>F-FDG PET-CT imaging in the detection of recurrent and metastasis ovarian cancer[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2012, 36(6): 348–351.
- [ 18 ] 智生芳, 毕伟, 黄晓红, 等. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 对卵巢癌患者术后复发、转移的诊断敏感性及其准确性研究[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2016, 14(2): 100–102. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.02.032.  
Zhi SF, Bi W, Huang XH, et al. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT for the diagnosis sensitivity and accuracy of postoperative recurrence and metastasis in patients with ovarian cancer[J]. *Chin J CT and MRI*, 2016, 14(2): 100–102.
- [ 19 ] Dragosavac S, Derchain S, Caserta NM, et al. Staging recurrent ovarian cancer with <sup>18</sup>F-FDG PET/CT[J]. *Oncol Lett*, 2013, 5(2): 593–597. DOI: 10.3892/ol.2012.1075.
- [ 20 ] Musto A, Grassetto G, Marzola MC, et al. Management of epithelial ovarian cancer from diagnosis to restaging: an overview of the role of imaging techniques with particular regard to the contribution of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT[J]. *Nucl Med Commun*, 2014, 35(6): 588–597. DOI: 10.1097/MNM.000000000000091.
- [ 21 ] Vergote I, Amant F, Kristensen G, et al. Primary surgery or neoadjuvant chemotherapy followed by interval debulking surgery in advanced ovarian cancer[J]. *Eur J Cancer*, 2011, 47 Suppl 3: S88–92. DOI: 10.1016/S0959-8049(11)70152-6.
- [ 22 ] Nakamura K, Hongo A, Kodama J, et al. The pretreatment of maximum standardized uptake values(SUV<sub>max</sub>) of the primary tumor is predictor for poor prognosis for patients with epithelial ovarian cancer[J]. *Acta Med Okayama*, 2012, 66(1): 53–60. DOI: 10.18926/AMO/48081.
- [ 23 ] Lee JW, Cho A, Lee JH, et al. The role of metabolic tumor volume and total lesion glycolysis on <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in the prognosis of epithelial ovarian cancer[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2014, 41(10): 1898–1906. DOI: 10.1007/s00259-014-2803-x.
- [ 24 ] Liao S, Lan X, Cao G, et al. Prognostic predictive value of total lesion glycolysis from <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in post-surgical patients with epithelial ovarian cancer[J]. *Clin Nucl Med*, 2013, 38(9): 715–720. DOI: 10.1097/RLU.0b013e31829f57fa.
- [ 25 ] Nie J, Zhang J, Gao J, et al. Diagnostic role of <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI in patients with gynecological malignancies of the pelvis: A systematic review and meta-analysis[J/OL]. *PLoS One*, 2017, 12(5): e0175401 [2018–01–16]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0720048X15300838?via%3Dihub>. DOI: 10.1371/journal.pone.0175401.
- [ 26 ] Grueneisen J, Schaarschmidt BM, Heubner M, et al. Implementation of FAST-PET/MRI for whole-body staging of female patients with recurrent pelvic malignancies: A comparison to PET/CT[J]. *Eur J Radiol*, 2015, 84(11): 2097–2102. DOI: 10.1016/j.ejrad.2015.08.010.

- [27] Kitajima K, Suenaga Y, Ueno Y, et al. Value of fusion of PET and MRI in the detection of intra-pelvic recurrence of gynecological tumor: comparison with <sup>18</sup>F-FDG contrast-enhanced PET/CT and pelvic MRI[J]. *Ann Nucl Med*, 2014, 28(1): 25–32. DOI: 10.1007/s12149-013-0777-6.
- [28] Queiroz MA, Kubik-Huch RA, Hauser N, et al. PET/MRI and PET/CT in advanced gynaecological tumours: initial experience and comparison[J]. *Eur Radiol*, 2015, 25(8): 2222–2230. DOI: 10.1007/s00330-015-3657-8.
- [29] Sawicki LM, Kirchner J, Grueneisen J, et al. Comparison of <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI and MRI alone for whole-body staging and potential impact on therapeutic management of women with suspected recurrent pelvic cancer: a follow-up study[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2018, 45(4): 622–629. DOI: 10.1007/s00259-017-3881-3.
- [30] 李绍东, 高晶晶, 胡春峰, 等. PET/MRI 融合图像诊断妇科恶性肿瘤盆腔复发[J]. *中国医学影像技术*, 2016, 32(10): 1555–1559. DOI: 10.13929/j.1003-3289.2016.10.022.  
Li SD, Gao JJ, Hu CF, et al. PET/MRI fusion imaging diagnosis of gynecological malignant tumor pelvic recurrence[J]. *Chin J Med Imaging Tech*, 2016, 32(10): 1555–1559.
- [31] Beiderwellen K, Grueneisen J, Ruhlmann V, et al. [<sup>18</sup>F]FDG PET/MRI vs. PET/CT for whole-body staging in patients with recurrent malignancies of the female pelvis: initial results[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2015, 42(1): 56–65. DOI: 10.1007/s00259-014-2902-8.
- [32] Bagade S, Fowler KJ, Schwarz JK, et al. PET/MRI Evaluation of Gynecologic Malignancies and Prostate Cancer[J]. *Semin Nucl Med*, 2015, 45(4): 293–303. DOI: 10.1053/j.semnuclmed.2015.03.005.
- [33] Partovi S, Kohan A, Rubbert C, et al. Clinical oncologic applications of PET/MRI: a new horizon[J]. *Am J Nucl Med Mol Imaging*, 2014, 4(2): 202–212.
- [34] Kitajima K, Murakami K, Sakamoto S, et al. Present and future of FDG-PET/CT in ovarian cancer[J]. *Ann Nucl Med*, 2011, 25(3): 155–164. DOI: 10.1007/s12149-010-0449-8.
- [35] Xin J, Ma Q, Guo Q, et al. PET/MRI with diagnostic MR sequences vs PET/CT in the detection of abdominal and pelvic cancer[J]. *Eur J Radio*, 2016, 85(4): 751–759. DOI: 10.1016/j.ejrad.2016.01.010.
- [36] Ehman EC, Johnson GB, Villanueva-Meyer JE, et al. PET/MRI: Where Might It Replace PET/CT?[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2017, 46(5): 1247–1262. DOI: 10.1002/jmri.25711.

(收稿日期: 2018-01-17)



(上接第 440 页)

- Obstructive Disease[J]. *Circulation*, 2017, 135(6): 566–577. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.023266.
- [23] Marroquin OC, Holubkov R, Edmundowicz D, et al. Heterogeneity of microvascular dysfunction in women with chest pain not attributable to coronary artery disease: implications for clinical practice[J]. *Am Heart J*, 2003, 145(4): 628–635. DOI: 10.1067/mhj.2003.95.
- [24] Westergren HU, Michaëlsson E, Blomster JI, et al. Determinants of coronary flow reserve in non-diabetic patients with chest pain without myocardial perfusion defects[J/OL]. *PLoS One*, 2017, 12(4): e0176511[2018-01-14]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176511>. DOI: 10.1371/journal.pone.0176511.
- [25] Di Carli MF, Janisse J, Grunberger G, et al. Role of chronic hyper-glycemia in the pathogenesis of coronary microvascular dysfunction in diabetes[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2003, 41(8): 1387–1393. DOI: org/10.1016/S0735-1097(03)00166-9.
- [26] Murthy VL, Naya M, Foster CR, et al. Association between coronary vascular dysfunction and cardiac mortality in patients with and without diabetes mellitus[J]. *Circulation*, 2012, 126(15): 1858–1868. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.120402.
- [27] Murthy VL, Naya M, Taqueti VR, et al. Effects of sex on coronary microvascular dysfunction and cardiac outcomes[J]. *Circulation*, 2014, 129(24): 2518–2527. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.008507.
- [28] Taqueti VR, Solomon SD, Shah AM, et al. Coronary microvascular dysfunction and future risk of heart failure with preserved ejection fraction[J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(10): 840–849. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx721.
- [29] Naya M, Murthy VL, Taqueti VR, et al. Preserved coronary flow reserve effectively excludes high-risk coronary artery disease on angiography[J]. *J Nucl Med* 2014, 55: 248–55. 10.2967/jnumed.113.121442.
- [30] Taqueti VR, Hachamovitch R, Murthy VL, et al. Global coronary flow reserve is associated with adverse cardiovascular events independently of luminal angiographic severity and modifies the effect of early revascularization[J]. *Circulation*, 2015, 131(1): 19–27. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.011939.
- [31] Gupta S, Gupta MM. No reflow phenomenon in percutaneous coronary interventions in ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *Indian Heart J*, 2016, 68(4): 539–551. DOI: 10.1016/j.ihj.2016.04.006.
- [32] Brosh D, Assali AR, Mager A, et al. Effect of no-reflow during primary percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction on six-month mortality[J]. *Am J Cardiol*, 2007, 99(4): 442–445. DOI: org/10.1016/j.amjcard.2006.08.054.

(收稿日期: 2018-01-15)