

# PET/CT 在子宫内膜癌中的应用

刘豆豆 刘亦菲 张廷杰 程木华



**通讯作者简介:**程木华, 医学博士, 教授, 主任医师, 博士生导师。现任中山大学附属第三医院核医学科主任, 中山大学附属第三医院核医学教研室主任, 中山大学医学影像核医学课程负责人之一, 广东省中西医结合学会核医学专业委员会副主任委员, 广东省医疗行业协会医学影像管理分会的副主任委员, 中华医学会核医学分会治疗学组委员, 中国医学影像技术研究会核医学分会委员, 广东省医学会核医学分会常委, JNPC 杂志编委, 多个国内外杂志特邀审稿专家。精通单光子发射计算机体层摄影术/计算机 X 线体层扫描 (SPECT/CT)、正电子发射型计算机体层摄影术/计算机 X 线体层扫描 (PET/CT) 的各种疾病影像诊断及疑难杂症的影像分析; 擅长甲状腺系列疾病诊治, 尤其在甲状腺疾病的鉴别诊断, 甲状腺癌、甲状腺功能亢进<sup>131</sup>I 治疗和皮肤血管瘤敷贴治疗等方面具有丰富临床经验。主要从事分子核医学的基础及临床研究, 获得国家自然科学基金以及参与省部科研基金等支持的多个科研课题。近 5 年发表学术论文 60 多篇, 其中 SCI 杂志收录论文 10 多篇, 参编 6 本专著。1997 年获中山医科大学医疗成果三等奖 1 项, 2013 年获计算机软件著作权专利 1 项, 2014 年获广东省科技成果奖三等奖 1 项。

亢进<sup>131</sup>I 治疗和皮肤血管瘤敷贴治疗等方面具有丰富临床经验。主要从事分子核医学的基础及临床研究, 获得国家自然科学基金以及参与省部科研基金等支持的多个科研课题。近 5 年发表学术论文 60 多篇, 其中 SCI 杂志收录论文 10 多篇, 参编 6 本专著。1997 年获中山医科大学医疗成果三等奖 1 项, 2013 年获计算机软件著作权专利 1 项, 2014 年获广东省科技成果奖三等奖 1 项。

**【摘要】** 子宫内膜癌是妇科常见的恶性肿瘤之一, 总体预后较好, 准确的术前分期及评估子宫外受累风险决定了手术方式和范围。正电子发射型计算机体层摄影术/计算机体层扫描不仅在诊断子宫内膜癌盆腔、腹主动脉旁淋巴结转移、远处转移及评价预后、复发诊断等方面具有其独特的价值, 而且原发灶的最大标准摄取值、肿瘤代谢总体积和病灶总糖酵解量等参数更有望作为术前评估子宫内膜癌预后的重要无创性指标。

**【关键词】** 正电子发射体层摄影术; 子宫内膜癌; 复发; 淋巴结转移

**Application of PET/CT in endometrial carcinoma** Liu Doudou, Liu Yifei, Zhang Tingjie, Cheng Muhua. Department of Nuclear Medicine, the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China  
Corresponding author, Cheng Muhua, E-mail: chmarka@163.com

**【Abstract】** Endometrium carcinoma is one of the most common malignant tumors in gynecology, and the overall prognosis is good. Accurate preoperative staging and assessment of the risk of ectopic involvement determine the surgical approach and scope. PET/CT has a unique value in diagnosis of endometrium carcinoma, lymph node metastases of pelvic and para-aortic, distant metastasis, evaluating prognosis and recurrence diagnosis, etc. Furthermore, parameters such as maximum standard uptake value of primary lesion, total volume of cancer metabolism and total lesion glycolysis, etc, are expected to be the important non-invasive index to evaluate the prognosis of endometrial carcinoma.

**【Key words】** Positron emission tomography; Endometrial carcinoma; Recurrence; Lymph node metastasis

子宫内膜癌 (EC) 是女性妇科常见的肿瘤之一, 约占女性总恶性肿瘤的 7%, 占女性生殖道

恶性肿瘤的 20% ~ 30%<sup>[1]</sup>。美国癌症协会最新数据, 2016 年预计 EC 新发 60 050 例 (7%)、死

亡 10 470 例 (4%)，其中预计新发人数已超过宫颈癌 (12 990 例)，是女性继乳腺癌、肺癌、结直肠癌外的第四大恶性肿瘤，占妇科恶性肿瘤的首位<sup>[2]</sup>。在我国，随着人均寿命的延长、饮食结构的改变、节育器和性激素替代治疗的应用，EC 发病率正逐年上升，2015 年预计 EC 的发生率和死亡率分别为 63.4/100 000 和 21.8/100 000<sup>[3]</sup>。EC 临床症状典型，75% 患者就诊时为早期，总体预后较好，I ~ IV 期的 5 年平均生存率分别为 85%、70%、50%、18%，但仍有 20% ~ 25% 的患者在 3 年内复发，合并区域盆腔淋巴结、腹主动脉旁淋巴结转移的 EC 患者生存率分别仅为 57.0%、49.4%<sup>[4-5]</sup>。

EC 分 I 型和 II 型，其中以 I 型最常见，约占 90%，好发于绝经早期，多在子宫内膜增生的基础上发生癌变，分化及预后良好；II 型为非子宫内膜样腺癌，包括浆液型乳头状癌、透明细胞癌及肉瘤等，好发于老年女性，预后差，较早发生转移或浸润。目前按 FIGO 分期及组织分化程度将 I 型 EC 分为 G1 ~ G3 级（高-中-低分化），低危指 I 型 G1 /G2 级 FIGO I A 期，中危指 I 型 G1 /G2 级 FIGO I B 期或 I 型 G3 级 FIGO I A 期，高危指 II 型 G3 级 FIGO I B 或 FIGO II ~ IV 期<sup>[6]</sup>。EC 治疗首选手术，术式的选择和范围取决于 EC 分期及子宫外受累的风险，因此术前准确地评估原发灶范围、子宫肌层浸润深度、子宫颈、子宫旁受累程度、淋巴结或远处转移情况，术后定期监测以评估复发、转移对手术方式的选择及判断预后至关重要。

### 一、EC<sup>18</sup>F-FDG PET 显像原理

与传统影像学检查相比，正电子发射型计算机断层摄影术/计算机断层扫描 (PET/CT) 在病变形态、解剖改变前便可发现代谢、功能的异常，从而可提前发现早期的病变。<sup>18</sup>F-氟代脱氧葡萄糖 (<sup>18</sup>F-FDG) PET 的主要原理是静脉注射的葡萄糖类似物 <sup>18</sup>F-FDG，通过细胞膜上的葡萄糖转运体进入细胞，被胞浆中的己糖激酶磷酸化，后者既不能被特异性的果糖-1-激酶进一步分解，也不能去磷酸化而溢出，故而长时间滞留于细胞内。胞浆中 6-磷酸-<sup>18</sup>F-FDG 的量反映了组织细胞的葡萄糖代谢水平，而大部分恶性肿瘤葡萄糖高代谢特点使其呈 <sup>18</sup>F-FDG 高摄取。正常子宫体呈低代谢，绝经前妇女的卵巢和子宫内膜 FDG 摄

取随月经周期呈生理性波动，排卵期和月经期子宫内膜的标准摄取值 (SUV) 通常高于增殖期和分泌期，而卵巢约 81% FDG 摄取在卵泡晚期及黄体早期增高。绝经后妇女的子宫内膜及卵巢摄取 <sup>18</sup>F-FDG 非常少，若绝经后子宫内膜或卵巢、附件局限性代谢增高，一般需要进行进一步检查或随访，而卵巢在排除良性病变前基本上考虑为恶性<sup>[7-10]</sup>。了解女性生殖系统在月经周期中各阶段摄取 <sup>18</sup>F-FDG 情况，对于子宫内膜的生理、病理性改变的鉴别至关重要。因此对于绝经前患者，PET/CT 检查的理想时间应是月经周期前或后。

### 二、PET/CT 在 EC 原发灶的应用价值

分段诊断刮宫和宫腔镜检查为术前诊断 EC 类型和级别的金标准，但不能判断肌层浸润的深度及周围侵犯情况，不能用于分期，同时分段诊刮为非直视下操作，诊刮组织物有限，其准确度易受影响，特别是 EC 合并子宫内膜不典型复杂性增生时容易漏诊，因此术前需结合影像学检查评价 EC 的范围<sup>[11]</sup>。恶性肿瘤细胞增殖快，糖酵解增高，典型的 EC 在 PET/CT 上常表现为增厚的子宫内膜或肿块，<sup>18</sup>F-FDG 高摄取。但是子宫内膜增生、子宫内膜炎、子宫内膜息肉及宫腔积液等良性病变也摄取 <sup>18</sup>F-FDG，呈假阳性<sup>[12]</sup>。继发于子宫内膜增生基础上的小灶性癌变 (部分 I A)，由于 PET 空间分辨率较低，当肿瘤细胞尚不足以表现出糖代谢改变时呈假阴性。Kakhki 等<sup>[13]</sup>的荟萃分析中发现虽然 PET/CT 在诊断 EC 原发灶的敏感度和特异度高达 81.8% (77.9% ~ 85.3%) 和 89.8% (79.2% ~ 96.2%)，但是仍不推荐 PET/CT 作为 EC 筛查及原发灶初始诊断的首选影像学检查方法。因为 MRI 对 EC 肌层浸润深度的诊断准确度高达 90% 以上，Gallego 等<sup>[14]</sup>在 51 例 EC 患者的前瞻性研究中，发现表观弥散系数 (ADC) 诊断子宫肌层浸润深度与术中冰冻切片的准确度一致，均为 90.2%，比 MRI 常规序列准确度更高，甚至提出若术前行 MRI 常规序列 + 弥散加权成像 (DWI) + ADC 图，将有望免去冰冻组织切片检查。

### 三、PET/CT 在 EC 分期中的应用价值

子宫肌层浸润的深度决定 EC 的临床分期，小于 50% 为 I A 期，大于 50% 为 I B 期，I B 期提示患者中-高危，大约 30% I B 期患者发生淋巴结转移，而淋巴结转移是预后不良的指征。

PET/CT 评价肌层受累深度仍有一定的局限性,特别是 I A 期。Antonsen 等<sup>[15]</sup>分析了 318 例 I A ~ IV B EC 患者 PET/CT、MRI 和二维超声的表现,同时对比了均行 3 种影像学检查的 133 例患者诊断肿瘤浸润程度的情况,其中 PET/CT 的敏感度、特异度及准确度分别 88.9%、43.5%、63.9%,MRI 和二维超声相应为 88.9%、57%、66.7% 和 69.4%、74.4%、73.2%,PET/CT 及 MRI 有相似的功效,二维超声虽然敏感度相对较低,但是特异度和准确度最高,PET/CT 及 MRI 的阴性预测值均在 92% 以上,提示 PET/CT 可以筛选出无深肌层浸润的患者,从而避免过度手术,特别是育龄期及一般情况差的患者。在宫颈侵犯方面,三者特异度和准确度均较高,但是敏感度均较低。

研究表明,区域淋巴结转移是影响 EC 预后的重要因素,FIGO 建议把盆腔淋巴结转移评为 III C1 期,主动脉旁淋巴结转移评为 III C2 期,而腹腔或腹股沟区淋巴结转移评为 IV 期。对淋巴结转移灶早期、准确的判断在 EC 分期上至关重要。PET/CT 作为无创的检查,结合病灶代谢及解剖的优势,可在术前发现常规 CT 及 MRI 未能确诊的、在淋巴结形态及密度改变前的 5 ~ 9 mm 微小淋巴结转移灶,以及单纯的腹主动脉旁淋巴结转移和肠系膜、腹腔等远处隐匿性的转移灶。虽然有学者认为,MRI 在诊断淋巴结转移上有一定的优势,但是 Park 等<sup>[16]</sup>分析比较 53 例患者的 PET/CT 和 MRI 表现,发现无论是盆腔淋巴结还是腹主动脉旁淋巴结,PET/CT 均较 MRI 有较高的敏感度和特异度。Antosen 等<sup>[15]</sup>的研究也证实 PET/CT 较 MRI 的敏感度更高 (85.7% *vs.* 57.1%)。但是 Kitajima 等<sup>[17]</sup>却发现磁共振弥散加权成像 (DWI) 较 PET/CT 有较高的敏感度 (83% *vs.* 38%),但是特异度 (51% *vs.* 96%) 及准确度 (57% *vs.* 86%) 均较低,这可能与 DWI 主要反映的是细胞内水分子扩散有关,DWI 的信号受细胞密度、细胞膜完整性以及 T<sub>2</sub> 信号的影响,若细胞密度足够高或者存在 T<sub>2</sub> 穿透效应,即使正常的淋巴结也可表现为高信号。Kakhki 等<sup>[13]</sup>分析 16 篇文章,结果显示 PET/CT 诊断淋巴结转移的敏感度虽然仅有 72.3%,但是特异度和准确度却高达 92.9% 和 95%。Crivellaro 等<sup>[18]</sup>比较了 76 例临床 I 期高危 EC 患者术后

病理与 PET/CT 显像结果,发现诊断淋巴结转移的敏感度达 78.6%,但是特异度和阴性预测值高达 98.4% 和 95.3%,并且淋巴结转移与原发灶最大标准摄取值 (SUV<sub>max</sub>)、肿瘤代谢总体积 (MTV)、病灶总糖酵解量 (TLG) 相关。多项研究均表明,PET/CT 在诊断淋巴结转移中有较高的特异度,但是敏感度相对稍低,可能是病灶摄取 FDG 的量受病灶葡萄糖转运体、己糖激酶、葡萄糖-6-磷酸酶的水平影响,只有当病灶含有足够的肿瘤细胞 (10<sup>4</sup> ~ 10<sup>7</sup>) 才能使增强的葡萄糖代谢在 PET/CT 上表现出来,而对低级别或组织学为浆液型或黏蛋白型癌的检出率欠佳<sup>[19]</sup>。

在初始诊断时,4% ~ 6% 的 EC 患者已经发生远处转移<sup>[5]</sup>。Kakhki 等<sup>[13]</sup>报道,PET/CT 诊断转移灶的敏感度和特异度均在 95% 以上,Grisaru 等<sup>[20]</sup>的研究发现 PET/CT 诊断转移灶的准确度高达 100%,比同期传统影像学 (MRI, CT, 超声) 多发现 28% 的病灶,这主要是因为 PET/CT 为全身显像,其对病灶的检出率较局部检查更高,特别是隐匿的、非常规位置的病灶,比如网膜、腹盆腔外组织 (锁骨上淋巴结、纵隔淋巴结等) 以及肌肉内转移灶,Ho 等<sup>[21]</sup>和 Ortas 等<sup>[22]</sup>就分别报道了经 PET/CT 发现 EC 右侧棘突旁肌肉内转移及早期 EC 仅腹股沟淋巴结转移的少见病例,而这些特殊部位的远处转移灶往往是传统影像学检查容易忽略的。

四、PET/CT 评估 EC 疗效、复发及其预后的价值

EC 缺乏特异性的肿瘤标记物,使临床评估疗效、监测复发和转移有一定的困难,PET/CT 在病灶大小变化的基础上结合 SUV 的变化反映疗效。Nishiyama 等<sup>[23]</sup>发现利用病灶<sup>18</sup>F-FDG 摄取变化评价治疗反应的敏感度和特异度高达 90% 和 80%。Sharma 等<sup>[24]</sup>随访了 101 例怀疑复发的 EC 患者 (51 例复发),PET/CT 诊断复发的敏感度、特异度及准确度分别达 88.9%、93.6% 和 91%,其中 76 例患者在 1 个月内同时给予传统影像学检查 (CI) 评价复发与否,发现 PET/CT 相对 CT (包括增强 CT) 和 (或) MRI 对治疗后可疑复发的患者在诊断复发时有更高的特异度 (96.4% *vs.* 62%)、准确度 (92.1% *vs.* 76.3%)、阳性预测值 (97.7% *vs.* 78.4%) 和阴性预测值 (84.3% *vs.* 72%),但

是两者的敏感度相当 (89.5% vs. 85.1%)。Kadkhodayan 等<sup>[25]</sup>报道 PET/CT 诊断 EC 治疗后复发的敏感度高达 95.8%，特异度为 92.5%，并改变了 22% ~ 35% 患者的治疗方式。Ozcan Kara 等<sup>[26]</sup>的研究也证实了这点，该研究中 PET/CT 诊断 EC 治疗后复发的敏感度更高达 100%，敏感度及准确度明显优于传统影像及肿瘤标记物糖链抗原 125。鉴于低剂量 CT 较差的组织分辨率，很多临床工作者建议采用 PET 结合增强 CT 评估 EC 复发，但是 Kitajima 等<sup>[27]</sup>对比了 PET 增强 CT 与低剂量 CT，发现两者在评价复发方面无明显差异。

PET/CT 不仅可提供影像资料，还可进行定量分析，其中常用定量指标为  $SUV_{max}$ ，与肿瘤的增殖、侵袭性以及葡萄糖转运体的表达有关。多项研究发现，原发灶  $SUV_{max}$  越高，病灶侵袭性越强、预后越差、越易复发或转移<sup>[7,28-32]</sup>。Nakamura 等<sup>[30]</sup>随访了 106 例 EC 患者，发现原发灶  $SUV_{max}$  较高的患者无疾病进展生存率及总体生存率均低于原发灶  $SUV_{max}$  相对低的患者，Ⅲ、Ⅳ期患者尤为明显。多项研究证实原发灶  $SUV_{max}$  是总生存率的独立预后因素，并且原发灶  $SUV_{max}$  在 16.42 ~ 18.51 为判断预后的截断值<sup>[30-32]</sup>。但是， $SUV_{max}$  仅代表肿瘤单一的代谢最活跃点，不能评估整个肿瘤负荷，故而有学者提出了其他的定量指标，例如 MTV 和 TLG。Liu 等<sup>[33]</sup>收集了 15 例 IVB 期患者治疗前的 PET/CT，发现 MTV 和 TLG 可很好地预测总生存率，当 MTV 大于 450 ml 时预后非常差，需要更积极的治疗方式，但是该研究样本量太少并且有选择性偏倚。Shim 等<sup>[34]</sup>分析了 84 例 I ~ IV 期 EC 患者术前 MTV 与 TLG，当  $MTV \geq 17.15$  ml、 $TLG \geq 56.43$  时，患者更易发生淋巴结转移及术后复发，是预测肿瘤复发的独立因素。但是，目前有关 MTV 和 TLG 在 EC 中应用的研究比较少，并且尚无勾画 MTV 的统一标准，使得这 2 个参数在临床上应用仍受到一定的限制。

## 五、展 望

PET/CT 在 EC 盆腔、腹主动脉旁淋巴结转移、远处转移及评价预后、复发诊断等方面具有其独特的价值，不仅可以指导手术方式的选择，避免不必要的过度手术，而且原发灶  $SUV_{max}$ 、MTV、TLG 更有望作为一种术前评估预后的重要

无创性参数。但是，PET/CT 显像在 EC 术前诊断存在不足，即便在子宫肌层浸润方面，其效能仅与 MRI 相似。但是，将 PET/CT 与 MRI 设备的结合应用，不仅弥补了 PET/CT 在评估原发灶浸润范围的不足，提高了单纯 MRI 诊断淋巴结转移的准确度，而且最大化地降低了术后盆腔结构紊乱对鉴别肿瘤复发的影响，增加了肝脏转移瘤检出的敏感度。也许将来 PET/MRI 有可能为 EC 的诊断开创新的格局。

## 参 考 文 献

- [1] 杨晓辉, 李小毛. 发病年龄对子宫内膜癌预后的影响. 广东医学, 2015, 36 (7): 1033-1036.
- [2] Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2016. CA Cancer J Clin, 2016, 66 (1): 7-30.
- [3] Chen W, Zheng R, Baade PD, Zhang S, Zeng H, Bray F, Jemal A, Yu XQ, He J. Cancer statistics in China, 2015. CA Cancer J Clin, 2016, 66 (2): 115-132.
- [4] Ascher SM, Reinhold C. Imaging of cancer of the endometrium. Radiol Clin North Am, 2002, 40 (3): 563-576.
- [5] Lewin SN, Herzog TJ, Barrena Medel NI, Deutsch I, Burke WM, Sun X, Wright JD. Comparative performance of the 2009 international Federation of gynecology and obstetrics' staging system for uterine corpus cancer. Obstet Gynecol, 2010, 116 (5): 1141-1149.
- [6] Tirumani SH, Shanbhogue AK, Prasad SR. Current concepts in the diagnosis and management of endometrial and cervical carcinomas. Radiol Clin North Am, 2013, 51 (6): 1087-1110.
- [7] Lerman H, Metser U, Grisaru D, Fishman A, Lievshitz G, Even-Sapir E. Normal and abnormal <sup>18</sup>F-FDG endometrial and ovarian uptake in pre- and postmenopausal patients; assessment by PET/CT. J Nucl Med, 2004, 45 (2): 266-271.
- [8] Liu Y. Benign ovarian and endometrial uptake on FDG PET-CT: patterns and pitfalls. Ann Nucl Med, 2009, 23 (2): 107-112.
- [9] Nishizawa S, Inubushi M, Okada H. Physiological <sup>18</sup>F-FDG uptake in the ovaries and uterus of healthy female volunteers. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2005, 32 (5): 549-556.
- [10] Kim SK, Kang KW, Roh JW, Sim JS, Lee ES, Park SY. Incidental ovarian <sup>18</sup>F-FDG accumulation on PET: correlation with the menstrual cycle. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2005, 32 (7): 757-763.
- [11] 刘穗玲, 李小毛. 分段诊断性刮宫在子宫内膜癌中应用的再认识. 新医学, 2011, 42 (11): 701-704.
- [12] Amit A, Person O, Keidar Z. FDG PET/CT in monitoring response to treatment in gynecological malignancies. Curr Opin Obstet Gynecol, 2013, 25 (1): 17-22.
- [13] Kakhki VR, Shahriari S, Treglia G, Hasanazadeh M, Zakavi SR, Yousefi Z, Kadkhodayan S, Sadeghi R. Diagnostic performance of fluorine 18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging for detection of primary lesion and staging of endometrial

- cancer patients: systematic review and meta-analysis of the literature. *Int J Gynecol Cancer*, 2013, 23 (9): 1536-1543.
- [14] Gallego JC, Porta A, Pardo MC, Fernández C. Evaluation of myometrial invasion in endometrial cancer: comparison of diffusion-weighted magnetic resonance and intraoperative frozen sections. *Abdom Imaging*, 2014, 39 (5): 1021-1026.
- [15] Antonsen SL, Jensen LN, Loft A, Berthelsen AK, Costa J, Tabor A, Qvist I, Hansen MR, Fisker R, Andersen ES, Sperling L, Nielsen AL, Asmussen J, Høgdall E, Fagö-Olsen CL, Christensen IJ, Nedergaard L, Jochumsen K, Høgdall C. MRI, PET/CT and ultrasound in the preoperative staging of endometrial cancer - a multicenter prospective comparative study. *Gynecol Oncol*, 2013, 128 (2): 300-308.
- [16] Park JY, Kim EN, Kim DY, Suh DS, Kim JH, Kim YM, Kim YT, Nam JH. Comparison of the validity of magnetic resonance imaging and positron emission tomography/computed tomography in the preoperative evaluation of patients with uterine corpus cancer. *Gynecol Oncol*, 2008, 108 (3): 486-492.
- [17] Kitajima K, Yamasaki E, Kaji Y, Murakami K, Sugimura K. Comparison of DWI and PET/CT in evaluation of lymph node metastasis in uterine cancer. *World J Radiol*, 2012, 4 (5): 207-214.
- [18] Crivellaro C, Signorelli M, Guerra L, De Ponti E, Pirovano C, Fruscio R, Elisei F, Montanelli L, Buda A, Messa C. Tailoring systematic lymphadenectomy in high-risk clinical early stage endometrial cancer: the role of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT. *Gynecol Oncol*, 2013, 130 (2): 306-311.
- [19] Fischer BM, Olsen MW, Ley CD, Klausen TL, Mortensen J, Højgaard L, Kristjansen PE. How few cancer cells can be detected by positron emission tomography? A frequent question addressed by an in vitro study. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2006, 33 (6): 697-702.
- [20] Grisaru D, Almog B, Levine C, Metser U, Fishman A, Lerman H, Lessing JB, Even-Sapir E. The diagnostic accuracy of  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose PET/CT in patients with gynecological malignancies. *Gynecol Oncol*, 2004, 94 (3): 680-684.
- [21] Ho L, Sheth S, Seto J. Intramuscular metastasis of endometrial carcinoma on FDG PET/CT. *Clin Nucl Med*, 2010, 35 (8): 607-609.
- [22] Otaç F, Taşkın S. Inguinal recurrence of early stage endometrial cancer after 7 months of surgical staging: the role of PET-CT in diagnosis and management. *Int J Clin Oncol*, 2012, 17 (3): 283-285.
- [23] Nishiyama Y, Yamamoto Y, Kanenishi K, Ohno M, Hata T, Kushida Y, Haba R, Ohkawa M. Monitoring the neoadjuvant therapy response in gynecological cancer patients using FDG PET. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2008, 35 (2): 287-295.
- [24] Sharma P, Kumar R, Singh H, Jeph S, Sharma DN, Bal C, Malhotra A. Carcinoma endometrium: role of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT for detection of suspected recurrence. *Clin Nucl Med*, 2012, 37 (7): 649-655.
- [25] Kadkhodayan S, Shahriari S, Treglia G, Yousefi Z, Sadeghi R. Accuracy of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET imaging in the follow up of endometrial cancer patients: systematic review and meta-analysis of the literature. *Gynecol Oncol*, 2013, 128 (2): 397-404.
- [26] Ozcan Kara P, Kara T, Kaya B, Kara Gedik G, Sari O. The value of FDG-PET/CT in the post-treatment evaluation of endometrial carcinoma: a comparison of PET/CT findings with conventional imaging and CA125 as a tumour marker. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*, 2012, 31 (5): 257-260.
- [27] Kitajima K, Suzuki K, Nakamoto Y, Onishi Y, Sakamoto S, Senda M, Kita M, Sugimura K. Low-dose non-enhanced CT versus full-dose contrast-enhanced CT in integrated PET/CT studies for the diagnosis of uterine cancer recurrence. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2010, 37 (8): 1490-1498.
- [28] Antonsen SL, Loft A, Fisker R, Nielsen AL, Andersen ES, Høgdall E, Tabor A, Jochumsen K, Fagö-Olsen CL, Asmussen J, Berthelsen AK, Christensen IJ, Høgdall C.  $\text{SUV}_{\text{max}}$  of  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT as a predictor of high-risk endometrial cancer patients. *Gynecol Oncol*, 2011, 129 (2): 298-303.
- [29] Kitajima K, Kita M, Suzuki K, Senda M, Nakamoto Y, Sugimura K. Prognostic significance of  $\text{SUV}_{\text{max}}$  (maximum standardized uptake value) measured by  $^{18}\text{F}$  FDG PET/CT in endometrial cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2012, 39 (5): 840-845.
- [30] Nakamura K, Hongo A, Kodama J, Hiratsuma Y. The measurement of  $\text{SUV}_{\text{max}}$  of the primary tumor is predictive of prognosis for patients with endometrial cancer. *Gynecol Oncol*, 2011, 123 (1): 82-87.
- [31] Nakamura K, Joja I, Fukushima C, Haruma T, Hayashi C, Kusumoto T, Seki N, Hongo A, Hiratsuma Y. The preoperative  $\text{SUV}_{\text{max}}$  is superior to  $\text{ADC}_{\text{min}}$  of the primary tumour as a predictor of disease recurrence and survival in patients with endometrial cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 40 (1): 52-60.
- [32] Walentowicz-Sadlecka M, Malkowski B, Walentowicz P, Sadlecki P, Marszałek A, Pietrzak T, Grabiec M. The preoperative maximum standardized uptake value measured by  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT as an independent prognostic factor of overall survival in endometrial cancer patients. *Biomed Res Int*, 2014, 2014: 234813.
- [33] Liu FY, Chao A, Lai CH, Chou HH, Yen TC. Metabolic tumor volume by  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT is prognostic for stage IVB endometrial carcinoma. *Gynecol Oncol*, 2012, 125 (3): 566-571.
- [34] Shim SH, Kim DY, Lee DY, Lee SW, Park JY, Lee JJ, Kim JH, Kim YM, Kim YT, Nam JH. Metabolic tumour volume and total lesion glycolysis, measured using preoperative  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT, predict the recurrence of endometrial cancer. *BJOG*, 2014, 121 (9): 1097-1106.

(收稿日期: 2016-05-05)

(本文编辑: 林燕薇)