

## 核医学分子影像在卵巢癌诊疗中的应用

### Application of nuclear medicine molecular imaging in the diagnosis and treatment of ovarian cancer

Xue Yan, Liu Haiyan

引用本文:

薛妍, 刘海燕. 核医学分子影像在卵巢癌诊疗中的应用[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2023, 47(12): 774-780. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202302004-00364

Xue Yan, Liu Haiyan. Application of nuclear medicine molecular imaging in the diagnosis and treatment of ovarian cancer[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2023, 47(12): 774-780. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202302004-00364

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202302004-00364>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### [\$^{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](#)

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

国际放射医学核医学杂志. 2018, 42(5): 441-446 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.05.010>

#### [神经内分泌肿瘤核医学显像剂的研究进展](#)

Research progress of nuclear medicine imaging tracers for neuroendocrine neoplasma

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(9): 582-588 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201906012-00062>

#### [双源CT双能量心肌血池成像的应用及研究进展](#)

Application and research progress of dual-energy myocardial blood pool imaging by dual-source computed tomography

国际放射医学核医学杂志. 2018, 42(2): 173-176 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.02.013>

#### [核素显像在原发性醛固酮增多症患者中的应用](#)

Application of radionuclide imaging in patients with primary aldosteronism

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(5): 456-461 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.05.013>

#### [\$^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\$ -3PRGD<sub>2</sub> SPECT/CT分子影像在乳腺癌诊疗中的应用进展](#)

Progress of  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -3PRGD<sub>2</sub> SPECT/CT molecular imaging in the diagnosis and treatment of breast cancer

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(4): 251-256 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202012038-00040>

#### [磁共振弹性成像技术在肿瘤中的应用及研究进展](#)

Application and research progress of magnetic resonance elastography in cancer

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(2): 171-175 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.01.013>

## 核医学分子影像在卵巢癌诊疗中的应用

薛妍 刘海燕

山西医科大学第一医院核医学科, 太原 030001

通信作者: 刘海燕, Email: [liuhaiyan@sxmu.edu.cn](mailto:liuhaiyan@sxmu.edu.cn)

**【摘要】** 卵巢癌是女性生殖系统常见的恶性肿瘤之一, 早期诊断困难, 初次治疗后容易复发, 预后较差, 其诊疗仍面临着巨大挑战。影像学在卵巢癌的诊疗中是不可或缺的重要组成部分。其中, 核医学分子影像技术已经成为卵巢癌诊疗中极具潜力的非侵入性显像手段。PET/CT在卵巢癌的诊断、分期、治疗疗效、预后及复发的评估中应用广泛; PET/MRI因其较高的软组织分辨率和较低的辐射剂量, 在卵巢癌诊疗中表现出较大的优势; SPECT/CT也因多种新型放射性示踪剂的研发而在卵巢癌的诊疗中发挥着重要作用。笔者就PET/CT、PET/MRI及SPECT/CT在卵巢癌中的应用及研究进展进行综述, 以期进一步提高分子影像技术在卵巢癌诊疗中的价值。

**【关键词】** 卵巢肿瘤; 正电子发射断层显像术; 体层摄影术, X线计算机; 磁共振成像; 体层摄影术, 发射型计算机, 单光子

**基金项目:** 山西省新兴产业领军人才项目(202003); 山西省科技厅成果转化专项(201804D131042)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202302004-00364](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202302004-00364)

### Application of nuclear medicine molecular imaging in the diagnosis and treatment of ovarian cancer

Xue Yan, Liu Haiyan

Department of Nuclear Medicine, First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China

Corresponding author: Liu Haiyan, Email: [liuhaiyan@sxmu.edu.cn](mailto:liuhaiyan@sxmu.edu.cn)

**【Abstract】** Ovarian cancer is one of the common malignant tumors of female reproductive system. It is difficult to diagnose early, prone to relapse after initial treatment, and has a poor prognosis, so diagnosis and treatment still face great challenges. Imaging examination is an indispensable part in the diagnosis and treatment of ovarian cancer. Among them, nuclear medicine molecular imaging technology has become a highly potential non-invasive imaging method in the diagnosis and treatment of ovarian cancer. PET/CT has been widely used in the diagnosis, staging, treatment efficacy, prognosis, and recurrence evaluation of ovarian cancer. PET/MRI has shown significant advantages in the diagnosis and treatment of ovarian cancer due to its high soft tissue resolution and low radiation dose. SPECT/CT also plays an important role in the diagnosis and treatment of ovarian cancer due to the development of various new radioactive tracers. The authors review the application and research progress of PET/CT, PET/MRI and SPECT/CT about ovarian cancer, in order to further improve the value of molecular imaging technology in the diagnosis and treatment of ovarian cancer.

**【Key words】** Ovarian neoplasms; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Magnetic resonance imaging; Tomography, emission-computed, single-photon

**Fund programs:** Shanxi Emerging Industry Leading Talent Project (202003); Special Project for Achievement Transformation of Shanxi Provincial Department of Science and Technology (201804D131042)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202302004-00364](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202302004-00364)

卵巢癌是女性生殖系统常见的恶性肿瘤之一,在全球范围内,其在女性恶性肿瘤发病率及病死率中均居第8位,预后较差<sup>[1-2]</sup>。目前,我国卵巢癌的流行现状不容乐观,据2019年中国肿瘤登记年报<sup>[3]</sup>数据显示,2016年我国卵巢癌新发病例15115例,在中国女性恶性肿瘤发病病例中位居第11位;死亡病例7241例,在中国女性恶性肿瘤死因病例中位居第9位。卵巢癌症状出现较晚,早期可表现为无症状,诊断较为困难,且初次治疗后复发率高,严重威胁着女性的生命和健康<sup>[4]</sup>。世界卫生组织将卵巢癌按细胞来源分为3大类:上皮性肿瘤、生殖细胞肿瘤和性索间质肿瘤。其中,上皮性肿瘤最常见,约占卵巢癌的85%~90%,而高级别浆液性癌是上皮性肿瘤最常见的亚型<sup>[5]</sup>。

目前,影像学检查在卵巢癌的临床诊疗中扮演着重要角色,不同的成像模式可为临床医师提供不同类型的信息。超声、CT、MRI等解剖成像可以提供器官、病变精细的解剖形态信息;核医学分子影像技术不但可以提供形态信息,而且可以提供组织生物化学的功能信息。笔者就PET/CT、PET/MRI及SPECT/CT在卵巢癌诊疗中的应用进展进行综述。

## 1 PET/CT在卵巢癌诊疗中的应用

### 1.1 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT在卵巢癌中的应用

PET/CT是一种非侵入性的影像学检查技术,通过PET功能显像与CT解剖学成像相结合,实现了功能代谢图像与解剖结构图像的融合,二者信息互补,弥补了PET空间分辨率较低的不足,同时可对PET图像进行精确的衰减校正<sup>[6]</sup>。其中,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT在肿瘤的诊断、分期、再分期和治疗反应评估中应用最广<sup>[7]</sup>。

#### 1.1.1 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT在卵巢癌初诊中的作用

卵巢肿瘤常见的影像学检查方法包括超声、CT和MRI。经阴道超声检查是诊断患者附件肿瘤原发部位及其良恶性肿瘤特征的首选影像学方法<sup>[4]</sup>。近年来,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT也同样应用于附件肿瘤的初诊。Takagi等<sup>[8]</sup>通过对63例卵巢肿瘤患者行<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像,分析病灶<sup>18</sup>F-FDG的摄取程度以鉴别诊断肿瘤的良恶性,结果显示,22例良性卵巢肿瘤患者的平均SUV<sub>max</sub>明显低于41例恶性卵巢肿瘤患者( $P<0.001$ ),且区分卵巢良恶性肿瘤的SUV<sub>max</sub>最佳临界值为3.97,灵敏度为95.1%,特异度为86.4%。Lee等<sup>[9]</sup>对46例卵巢肿瘤患者进行回顾性研究,分析糖类抗原125(CA125)水平、人附睾蛋白4(HE4)水平、卵巢恶性肿瘤风险算法(ROMA)评分和<sup>18</sup>F-FDG PET/CT对上皮性卵巢癌与良性肿瘤的鉴别诊断价值,结果显示,卵巢癌组患者的CA125水平、HE4水平、卵巢恶性肿瘤风险算法(ROMA)评分和SUV<sub>max</sub>的平均值均显著高于良性肿瘤组,且SUV<sub>max</sub>

在区分上皮性卵巢癌和卵巢良性肿瘤方面的准确率较高,SUV<sub>max</sub>的最佳临界值为7.1,灵敏度为85.7%,特异度为100%。上述结果提示<sup>18</sup>F-FDG PET/CT对良恶性卵巢肿瘤的鉴别诊断有一定价值。

同样,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT亦有助于鉴别卵巢交界性肿瘤和卵巢癌。Kim等<sup>[10]</sup>对经组织病理学检查证实的7例卵巢交界性肿瘤患者和6例早期恶性卵巢肿瘤患者术前均行<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像,结果显示,卵巢交界性肿瘤组的SUV<sub>max</sub>显著低于早期恶性肿瘤组( $P<0.05$ ),且SUV<sub>max</sub>的最佳临界值为3.7,灵敏度为83.3%,特异度为85.7%。但<sup>18</sup>F-FDG PET/CT在鉴别诊断卵巢交界性肿瘤和良性肿瘤方面仍存在着一定的局限性。例如Yamamoto等<sup>[11]</sup>对10例卵巢恶性肿瘤、4例交界性肿瘤和16例良性肿瘤患者进行<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像,结果表明,交界性肿瘤组患者的SUV<sub>max</sub>显著低于卵巢恶性肿瘤组( $2.0\pm 0.70$ 对 $9.32\pm 4.58$ , $P=0.005$ ),但与良性肿瘤组( $1.74\pm 1.44$ )相比,差异无统计学意义。同时Takagi等<sup>[8]</sup>对13例卵巢交界性肿瘤和22例良性肿瘤患者均行<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像,结果显示,交界性肿瘤与良性肿瘤平均SUV<sub>max</sub>间的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。因此,在初诊卵巢肿瘤时仍需参考超声和MRI的检查结果。

#### 1.1.2 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT在卵巢癌分期中的应用

卵巢癌分期主要依据国际妇产科联盟(FIGO)手术病理分期系统<sup>[5]</sup>,正确的分期对卵巢癌的治疗方式和治疗方案具有重要的指导作用。虽然手术分期是卵巢癌分期的“金标准”,但患者的初次治疗是基于影像学的术前分期评估<sup>[12]</sup>。

Han等<sup>[13]</sup>通过一项荟萃分析评估<sup>18</sup>F-FDG PET/CT在检测卵巢癌转移中的表现,结果显示,其诊断灵敏度为72%、特异度为93%。Mimoun等<sup>[14]</sup>将评估术前CT和<sup>18</sup>F-FDG PET/CT检测卵巢癌患者淋巴结转移准确性的研究进行荟萃分析,结果显示,术前CT评估淋巴结转移的灵敏度为47%、特异度为99%;<sup>18</sup>F-FDG PET/CT的诊断灵敏度为81%、特异度为96%。因此,术前<sup>18</sup>F-FDG PET/CT对检测卵巢癌淋巴结转移具有较高的灵敏度和特异度,有利于卵巢癌患者的分期和治疗前评估。

此外,在影像组学方面,目前已建立了一种使用PET显像预测原发性卵巢癌患者淋巴结转移的模型。该模型显示PET影像组学可有效地预测卵巢癌患者的淋巴结转移,对肿瘤分期和治疗方案具有重要的指导意义<sup>[15]</sup>。

#### 1.1.3 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT在评估卵巢癌预后及治疗反应中的应用

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT的代谢参数SUV<sub>max</sub>、病灶糖酵解总量(total lesion glycolysis, TLG)和肿瘤代谢体积(metabolic tumor volume, MTV)等可以为卵巢癌提供重要的预后信息

及评估卵巢癌对治疗的反应。

治疗前行<sup>18</sup>F-FDG PET/CT检查对卵巢癌的预后判断有一定的参考价值。Chung等<sup>[16]</sup>研究发现,治疗前卵巢癌患者的MTV和TLG较高与不良预后相关。另一项回顾性研究结果也表明,全身TLG是上皮性卵巢癌患者的独立预后因素,同时,随着全身TLG水平的提高,患者的生存时间明显缩短<sup>[17]</sup>。上述研究结果在Gallicchio等<sup>[18]</sup>的研究中得到了进一步验证。此外,Konishi等<sup>[19]</sup>在评估卵巢透明细胞癌治疗疗效的研究中发现,SUV<sub>max</sub>是预测预后的影响因素,SUV<sub>max</sub>较低的患者5年生存率显著高于SUV<sub>max</sub>较高的患者。

在评估卵巢癌首次复发时,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT定量代谢参数对预测预后具有同样的价值。Kim等<sup>[20]</sup>对56例复发的卵巢癌患者进行回顾性研究,结果显示,全身MTV和TLG均是影响预后的重要因素,且患者的MTV和TLG越低,其预后越好。Perrone等<sup>[21]</sup>对经<sup>18</sup>F-FDG PET/CT确诊的首次复发性上皮性卵巢癌患者的研究发现,SUV<sub>max</sub>与复发后生存期和总生存期相关,且SUV<sub>max</sub>>13为预后不良的因素。

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT还有助于预测卵巢癌患者对新辅助化疗(neoadjuvant chemotherapy, NACT)的疗效。Vallius等<sup>[22-23]</sup>发现,NACT后网膜SUV<sub>max</sub>的降低与NACT疗效有关,若SUV<sub>max</sub>下降<57%,则认为NACT对患者无效。Chung等<sup>[24]</sup>的研究结果表明,在NACT 1个周期后利用<sup>18</sup>F-FDG PET/CT进行早期评估,有助于预测晚期卵巢癌患者在间隔减瘤手术前对化疗的反应。且该团队后续又进行了NACT 3个周期后的<sup>18</sup>F-FDG PET/CT研究,结果显示,NACT 3个周期后经<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像评估为完全代谢反应的晚期高级别浆液性卵巢癌,其复发和死亡风险均降低<sup>[25]</sup>。

#### 1.1.4 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT在检测卵巢癌复发中的应用

卵巢癌复发率高,早期检测、早期发现不仅有利于预后,而且有助于确定患者的治疗计划。因此,在临床中检测卵巢癌复发至关重要。多数的研究表明,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像诊断卵巢癌复发转移的灵敏度为90.74%~100%、特异度为86.67%~98.20%、准确率为87.7%~98.3%<sup>[26-30]</sup>。

Chou等<sup>[31]</sup>进行了一项前瞻性、长期随访的研究,结果显示,与CT或MRI相比,44.1%的卵巢癌患者因行<sup>18</sup>F-FDG PET/CT检查发现了其他的复发部位而导致治疗计划的改变。Du等<sup>[32]</sup>研究发现,与CT相比,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT对肿瘤靶区勾画更准确,引导调强放射治疗复发性卵巢癌获得更好的短期治疗效果。因此,<sup>18</sup>F-FDG PET/CT在可疑或已知复发的卵巢癌治疗中具有重要价值,对确定复发情况、提供更好的治疗方案有积极作用。

#### 1.2 非<sup>18</sup>F-FDG显像剂PET显像在卵巢癌中的应用

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT是常用于肿瘤诊断的功能显像,但在

提供肿瘤的生物学特征信息方面存在局限性,且存在一定的假阳性和假阴性结果,故新的分子成像生物标志物应运而生,且已被用于评估肿瘤表型,其可以提供关于肿瘤表型的更详细的信息,以便个性化治疗并改善治疗效果。肿瘤表型特征包括细胞增殖、血管生成、缺氧、代谢、炎症和细胞凋亡,这些特征可能在单例或不同患者之间有很大的差异<sup>[33]</sup>。

环氧酶1(cyclooxygenase-1, COX-1)的过度表达被认为是卵巢癌发生和发展的病理学标志。Uddin等<sup>[34]</sup>成功研发了一种基于咪唑酮的COX-1选择性抑制剂——FDF[3-(4-fluorophenyl)-5,5-dimethyl-4-(*p*-tolyl) furan-2(5*H*)-one],后运用新的合成方案合成<sup>18</sup>F-FDF,<sup>18</sup>F-FDF PET/CT显像提示其小鼠皮下和腹膜异种移植卵巢癌模型中显示出靶向摄取。Körhegyi等<sup>[35]</sup>研发了一种用于PET显像的以叶酸受体为靶向的<sup>68</sup>Ga标记的生物聚合物纳米颗粒显像剂,结果显示,其可有效检测卵巢癌小鼠模型中的肿瘤细胞。Long等<sup>[36]</sup>发现,与<sup>18</sup>F-FDG相比,<sup>68</sup>Ga-天冬氨酸-甘氨酸-精氨酸(asparagine-glycine-arginine, NGR)-精氨酸-甘氨酸-天冬氨酸(arginine-glycine-aspartic, RGD)具有较好的肿瘤靶向性、较低的炎症摄取和较高的肿瘤与本底比值。<sup>18</sup>F-fluorothantrate(<sup>18</sup>F-FTT)是一种用于PET显像的多聚腺苷二磷酸核糖聚合酶1[poly(ADP-ribose) polymerase 1, PARP-1]放射性示踪剂,从设计和临床前研究到首次人体显像研究,以及将<sup>18</sup>F-FTT作为基于成像的生物标志物检测乳腺癌和卵巢癌患者PARP-1表达水平的初步研究,结果均证实了<sup>18</sup>F-FTT的有效性<sup>[37]</sup>。成纤维细胞活化蛋白抑制剂(fibroblast activation protein inhibitor, FAPI)最近被研发用于PET显像和放射性配体治疗,以探究其在不同肿瘤亚型中的临床应用,研究人员发现,其在腹膜癌特别是在卵巢癌和胃癌中的检测方面成效显著<sup>[38]</sup>。此外,还有很多新型示踪剂被研发,如:<sup>18</sup>F-DCFpyL[2-(3-{1-羧基-5-[(6-<sup>18</sup>F)氟-吡啶-3-羰基]-胺基}-戊基)-脲基]-戊二酸]、<sup>11</sup>C-PS13[1,5-bis(4-methoxyphenyl)-3-(2,2,2-trifluoroethoxy)-1*H*-1,2,4-triazole]、<sup>18</sup>F-脱氧胸腺嘧啶核苷和<sup>11</sup>C-蛋氨酸等<sup>[39-42]</sup>。

## 2 PET/MRI在卵巢癌诊疗中的应用

研究人员在对众多肿瘤的研究中发现,PET/CT具有一定的局限性,即CT在软组织中的对比度低于MRI,且PET/CT的大部分辐射剂量主要来自CT扫描,而PET/MRI可弥补其在临床应用中的不足<sup>[43]</sup>,实现了PET与多序列、多参数的MRI结合,具有更高的组织分辨率及精确的定位能力,同时降低了电离辐射,在许多肿瘤实体中与PET/CT的诊断信息相互补充<sup>[44-45]</sup>。在妇科肿瘤中,PET/MRI因具备较高的软组织对比度而显示出比PET/CT更好的诊断性

能<sup>[46]</sup>。与 PET/CT 相比, PET/MRI 可以改善肿瘤分期, 影响临床决策和治疗策略, 从而对患者的预后产生重大影响<sup>[47]</sup>。

Tsuyoshi 等<sup>[48]</sup>对 103 例疑似卵巢癌患者分别行<sup>18</sup>F-FDG PET/MRI、增强 CT、增强 MRI 检查, 结果显示,<sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 较增强 MRI、增强 CT 具有更高的灵敏度和特异度, 这表明<sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 可能是一种可以替代 CT、MRI 等常规影像的检查方法。同时,<sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 检测肿瘤远处转移的灵敏度较增强 CT 更高, 这表明<sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 亦可用于改善肿瘤患者的治疗计划<sup>[48]</sup>。Jónsdóttir 等<sup>[49]</sup>应用<sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 和弥散加权 MRI 对卵巢癌和子宫内膜癌患者腹膜转移的程度进行评估, 结果显示, PET/MRI 在评估总腹膜癌指数方面优于弥散加权 MRI。Taylor 等<sup>[50]</sup>认为,<sup>18</sup>F-FDG PET/MRI 可以监测肿瘤免疫治疗的治疗反应, 并为其提供解剖学信息和代谢信息。此外, PET/MRI 具有较高的组织分辨率, 实现了对肿瘤的精确显示, 而且在立体定向伽马刀放疗中也具有重要价值<sup>[51]</sup>。因此, PET/MRI 在卵巢癌诊疗中具有重要作用, 其研究前景广阔。

### 3 SPECT/CT 在卵巢癌诊疗中的应用

与 PET 相比, SPECT 的成本更低, 在全球范围内的安装基数更大, 能够同时对不同种类放射性示踪剂进行显像, 且放射性核素的物理半衰期通常更长<sup>[52]</sup>。虽然 SPECT 在检测效率和空间分辨率方面不如 PET, 但越来越精确的校正技术和迭代重建方法提高了 SPECT/CT 的诊断能力。现已开发出多种 SPECT 放射性示踪剂, 包括诊断性放射性药物和(或)治疗性放射性药物<sup>[53]</sup>。

Hong 等<sup>[54]</sup>发现腺病毒介导的人表皮生长因子受体 2 (human epidermal growth factor receptor 2, HER2)-小干扰 RNA (siRNA) 联合顺铂能有效抑制 HER2 高表达的人卵巢癌异种移植瘤的生长, 并且<sup>131</sup>I 标记抗 HER2 单克隆抗体曲妥珠单抗可用于 HER2 高表达的卵巢癌模型的 SPECT 显像。Riad 等<sup>[55]</sup>利用放射性碘标记 PARP 抑制剂进行 SPECT 显像, 结果显示, 其可以对人卵巢癌移植瘤小鼠模型显像。此外, SPECT 显像剂的研发可能有助于在更大范围内实施卵巢癌的个性化治疗。有研究表明, 几丁质酶 3 样蛋白 1 在卵巢癌患者中高表达, 其又称为 YKL40, 因肽链氨基酸端为酪氨酸(tyrosine, Y)、赖氨酸(lysine, K)、亮氨酸(leucine, L)以及相对分子量为 40 000 而得名。通过放射性同位素<sup>177</sup>Lu 标记与 DTPA 螯合剂结合的 YKL40 中和抗体, 形成<sup>177</sup>Lu-DTPA-YKL40, 其可显著抑制卵巢癌移植瘤小鼠的肿瘤生长, 研究人员认为其可能是未来卵巢癌患者潜在的治疗药物<sup>[56]</sup>。

此外, SPECT 显像在卵巢癌诊断中的研究发展迅速。Lindner 等<sup>[57]</sup>使用<sup>99m</sup>Tc<sup>m</sup>-FAPI-34 对卵巢和胰腺转移癌患者

行 SPECT 显像, 结果显示,<sup>99m</sup>Tc<sup>m</sup>-FAPI-34 在肿瘤内聚集, 与<sup>68</sup>Ga-FAPI-46 PET/CT 显像结果一致。因此, 在 PET 显像应用受限的情况下,<sup>99m</sup>Tc<sup>m</sup>-FAPI-34 是一种有效的 SPECT 诊断示踪剂。

### 4 小结与展望

PET/CT 对卵巢癌的诊断、分期、预后、治疗评估及复发具有重要价值。尽管 PET/CT 对原发肿瘤中交界性肿瘤与良性肿瘤的诊断作用有限, 但对肿瘤转移的诊断具有较高的准确性。并且 PET/CT 能够预测预后, 评估患者对化疗的治疗反应, 可有效检测和定位早期肿瘤复发, 对优化治疗计划具有重要作用。PET/MRI 也因其具有高软组织分辨率、多序列成像及更低的辐射而广泛应用于卵巢癌的诊疗中, 未来需要更多研究来分析其对卵巢癌的作用。同样, SPECT/CT 在卵巢癌的诊断、辅助治疗、检测治疗效果等方面也不断发展。此外, 不断发展的放射组学正成为研究的热点, 为我们提供了一个新的方向。未来, 随着靶向治疗和放射性示踪剂的不断发展, 必将极大提高 PET/CT、PET/MRI 及 SPECT/CT 等显像技术在卵巢癌诊疗中的作用。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 薛妍负责文献的收集、综述的撰写; 刘海燕负责综述撰写的指导与审阅

### 参 考 文 献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71(3): 209–249. DOI: 10.3322/caac.21660.
- [2] Momenimovahed Z, Tiznobaik A, Taheri S, et al. Ovarian cancer in the world: epidemiology and risk factors[J]. *Int J Womens Health*, 2019, 11: 287–299. DOI: 10.2147/IJWH.S197604.
- [3] 赫捷, 魏文强, 张思维, 等. 2019 年中国肿瘤登记年报[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2021: 170–173.  
He J, Wei WQ, Zhang SW, et al. 2019 annual report of China cancer registry[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2021: 170–173.
- [4] Delgado Bolton RC, Aide N, Colletti PM, et al. EANM guideline on the role of 2-[<sup>18</sup>F]FDG PET/CT in diagnosis, staging, prognostic value, therapy assessment and restaging of ovarian cancer, endorsed by the American College of Nuclear Medicine (ACNM), the Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI) and the International Atomic Energy Agency (IAEA)[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2021, 48(10): 3286–3302. DOI: 10.1007/s00259-021-05450-9.
- [5] Prat J, FIGO committee on gynecologic oncology. Staging

- classification for cancer of the ovary, fallopian tube, and peritoneum[J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2014, 124(1): 1–5. DOI: [10.1016/j.ijgo.2013.10.001](https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2013.10.001).
- [6] Tsai YJ, Liu C. Pitfalls on PET/CT due to artifacts and instrumentation[J]. *Semin Nucl Med*, 2021, 51(6): 646–656. DOI: [10.1053/j.semnuclmed.2021.06.015](https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2021.06.015).
- [7] Boellaard R, Delgado-Bolton R, Oyen WJ, et al. FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2015, 42(2): 328–354. DOI: [10.1007/s00259-014-2961-x](https://doi.org/10.1007/s00259-014-2961-x).
- [8] Takagi H, Sakamoto J, Osaka Y, et al. Utility of <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose-positron emission tomography in the differential diagnosis of benign and malignant gynaecological tumours[J]. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 2018, 62(4): 471–479. DOI: [10.1111/1754-9485.12707](https://doi.org/10.1111/1754-9485.12707).
- [9] Lee SS, Park JS, Lee KB, et al. Diagnostic performance of F-18 FDG PET/CT compared with CA125, HE4, and ROMA for epithelial ovarian cancer[J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2021, 22(4): 1123–1127. DOI: [10.31557/APJCP.2021.22.4.1123](https://doi.org/10.31557/APJCP.2021.22.4.1123).
- [10] Kim C, Chung HH, Oh SW, et al. Differential diagnosis of borderline ovarian tumors from stage I malignant ovarian tumors using FDG PET/CT[J]. *Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 47(2): 81–88. DOI: [10.1007/s13139-013-0197-5](https://doi.org/10.1007/s13139-013-0197-5).
- [11] Yamamoto Y, Oguri H, Yamada R, et al. Preoperative evaluation of pelvic masses with combined <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography and computed tomography[J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2008, 102(2): 124–127. DOI: [10.1016/j.ijgo.2008.02.019](https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2008.02.019).
- [12] Castellani F, Nganga EC, Dumas L, et al. Imaging in the preoperative staging of ovarian cancer[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2019, 44(2): 685–696. DOI: [10.1007/s00261-018-1779-6](https://doi.org/10.1007/s00261-018-1779-6).
- [13] Han S, Woo S, Suh CH, et al. Performance of pre-treatment <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography for detecting metastasis in ovarian cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Gynecol Oncol*, 2018, 29(6): e98. DOI: [10.3802/jgo.2018.29.e98](https://doi.org/10.3802/jgo.2018.29.e98).
- [14] Mimoun C, Rouzier R, Benifla JL, et al. Preoperative CT or PET/CT to assess pelvic and para-aortic lymph node status in epithelial ovarian cancer? A systematic review and meta-analysis[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2021, 11(10): 1748. DOI: [10.3390/diagnostics11101748](https://doi.org/10.3390/diagnostics11101748).
- [15] Yao H, Zhang X. Prediction model of residual neural network for pathological confirmed lymph Node metastasis of ovarian cancer[J]. *Biomed Res Int*, 2022, 2022: 9646846. DOI: [10.1155/2022/9646846](https://doi.org/10.1155/2022/9646846).
- [16] Chung HH, Kwon HW, Kang KW, et al. Prognostic value of preoperative metabolic tumor volume and total lesion glycolysis in patients with epithelial ovarian cancer[J]. *Ann Surg Oncol*, 2012, 19(6): 1966–1972. DOI: [10.1245/s10434-011-2153-x](https://doi.org/10.1245/s10434-011-2153-x).
- [17] 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](https://doi.org/10.1097/RLU.0b013e31829f57fa).
- [18] Gallicchio R, Nardelli A, Venetucci A, et al. F-18 FDG PET/CT metabolic tumor volume predicts overall survival in patients with disseminated epithelial ovarian cancer[J]. *Eur J Radiol*, 2017, 93: 107–113. DOI: [10.1016/j.ejrad.2017.05.036](https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.05.036).
- [19] Konishi H, Takehara K, Kojima A, et al. Maximum standardized uptake value of fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography is a prognostic factor in ovarian clear cell adenocarcinoma[J]. *Int J Gynecol Cancer*, 2014, 24(7): 1190–1194. DOI: [10.1097/IGC.0000000000000180](https://doi.org/10.1097/IGC.0000000000000180).
- [20] Kim CY, Jeong SY, Chong GO, et al. Quantitative metabolic parameters measured on F-18 FDG PET/CT predict survival after relapse in patients with relapsed epithelial ovarian cancer[J]. *Gynecol Oncol*, 2015, 136(3): 498–504. DOI: [10.1016/j.ygyno.2014.12.032](https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2014.12.032).
- [21] Perrone AM, Dondi G, Lima GM, et al. Potential prognostic role of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in invasive epithelial ovarian cancer relapse. A preliminary study[J]. *Cancers (Basel)*, 2019, 11(5): 713. DOI: [10.3390/cancers11050713](https://doi.org/10.3390/cancers11050713).
- [22] Vallius T, Peter A, Auranen A, et al. <sup>18</sup>F-FDG-PET/CT can identify histopathological non-responders to platinum-based neoadjuvant chemotherapy in advanced epithelial ovarian cancer[J]. *Gynecol Oncol*, 2016, 140(1): 29–35. DOI: [10.1016/j.ygyno.2015.10.018](https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2015.10.018).
- [23] Vallius T, Hynninen J, Kemppainen J, et al. <sup>18</sup>F-FDG-PET/CT based total metabolic tumor volume change during neoadjuvant chemotherapy predicts outcome in advanced epithelial ovarian cancer[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2018, 45(7): 1224–1232. DOI: [10.1007/s00259-018-3961-z](https://doi.org/10.1007/s00259-018-3961-z).
- [24] Chung YS, Kim HS, Lee JY, et al. Early assessment of response to neoadjuvant chemotherapy with <sup>18</sup>F-FDG-PET/CT in patients with advanced-stage ovarian cancer[J]. *Cancer Res Treat*, 2020, 52(4): 1211–1218. DOI: [10.4143/crt.2019.506](https://doi.org/10.4143/crt.2019.506).
- [25] Chung YS, Kim Y, Kim HS, et al. Prognostic value of complete metabolic response on <sup>18</sup>F-FDG-PET/CT after three cycles of neoadjuvant chemotherapy in advanced high-grade serous ovarian cancer[J]. *J Gynecol Oncol*, 2022, 33(3): e28. DOI: [10.3802/jgo.2022.33.e28](https://doi.org/10.3802/jgo.2022.33.e28).
- [26] García-Talavera P, Alejo E, Arias P, et al. <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in ovarian cancer recurrence: clinical impact, correlation with ceCT and CA-125, and prognostic value[J]. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol (Engl Ed)*, 2021, 40(4): 207–213. DOI: [10.1016/j.remnie.2020.09.011](https://doi.org/10.1016/j.remnie.2020.09.011).
- [27] Sun J, Cui XW, Li YS, et al. The value of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT imaging combined with detection of CA125 and HE4 in the diagnosis of recurrence and metastasis of ovarian cancer[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2020, 24(13): 7276–7283. DOI: [10.26355/eurrev\\_202007\\_21882](https://doi.org/10.26355/eurrev_202007_21882).

- [28] Gadducci A, Simonetti E, Manca G, et al. Positron emission tomography/computed tomography in platinum-sensitive recurrent ovarian cancer: a single-center Italian study[J]. *Anticancer Res*, 2020, 40(4): 2191–2197. DOI: [10.21873/anticancer.14180](https://doi.org/10.21873/anticancer.14180).
- [29] Lee YJ, Kim YM, Jung PS, et al. Diagnostic value of integrated <sup>18</sup>F-fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography/computed tomography in recurrent epithelial ovarian cancer: accuracy of patient selection for secondary cytoreduction in 134 patients[J]. *J Gynecol Oncol*, 2018, 29(3): e36. DOI: [10.3802/jgo.2018.29.e36](https://doi.org/10.3802/jgo.2018.29.e36).
- [30] Han EJ, Park HL, Lee YS, et al. Clinical usefulness of post-treatment FDG PET/CT in patients with ovarian malignancy[J]. *Ann Nucl Med*, 2016, 30(9): 600–607. DOI: [10.1007/s12149-016-1100-0](https://doi.org/10.1007/s12149-016-1100-0).
- [31] Chou HH, Chen CY, Liu FY, et al. Positron emission tomography in the management of documented or suspected recurrent ovarian cancer[J]. *J Formos Med Assoc*, 2017, 116(11): 869–879. DOI: [10.1016/j.jfma.2016.12.007](https://doi.org/10.1016/j.jfma.2016.12.007).
- [32] Du XL, Jiang T, Sheng XG, et al. PET/CT scanning guided intensity-modulated radiotherapy in treatment of recurrent ovarian cancer[J]. *Eur J Radiol*, 2012, 81(11): 3551–3556. DOI: [10.1016/j.ejrad.2012.03.016](https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2012.03.016).
- [33] Ponisio MR, Dehdashti F. A role of PET agents beyond FDG in gynecology[J]. *Semin Nucl Med*, 2019, 49(6): 501–511. DOI: [10.1053/j.semnuclmed.2019.06.008](https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2019.06.008).
- [34] Uddin MJ, Wilson AJ, Crews BC, et al. Discovery of furanone-based radiopharmaceuticals for diagnostic targeting of COX-1 in ovarian cancer[J]. *ACS Omega*, 2019, 4(5): 9251–9261. DOI: [10.1021/acsomega.9b01093](https://doi.org/10.1021/acsomega.9b01093).
- [35] Körhegyi Z, Rózsa D, Hajdu I, et al. Synthesis of <sup>68</sup>Ga-labeled biopolymer-based nanoparticle imaging agents for positron-emission tomography[J]. *Anticancer Res*, 2019, 39(5): 2415–2427. DOI: [10.21873/anticancer.13359](https://doi.org/10.21873/anticancer.13359).
- [36] Long Y, Shao F, Ji H, et al. Evaluation of a CD13 and integrin  $\alpha_3\beta_3$  dual-receptor targeted tracer <sup>68</sup>Ga-NGR-RGD for ovarian tumor imaging: comparison with <sup>18</sup>F-FDG[J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 884554. DOI: [10.3389/fonc.2022.884554](https://doi.org/10.3389/fonc.2022.884554).
- [37] Lee HS, Schwarz SW, Schubert EK, et al. The development of <sup>18</sup>F fluorothantrate: a PET radiotracer for imaging poly (ADP-ribose) polymerase-1[J]. *Radiol Imaging Cancer*, 2022, 4(1): e210070. DOI: [10.1148/rycan.210070](https://doi.org/10.1148/rycan.210070).
- [38] Gilardi L, Airò Farulla LS, Demirci E, et al. Imaging cancer-associated fibroblasts (CAFs) with FAPi PET[J]. *Biomedicines*, 2022, 10(3): 523. DOI: [10.3390/biomedicines10030523](https://doi.org/10.3390/biomedicines10030523).
- [39] Metser U, Kulanthaivelu R, Chawla T, et al. <sup>18</sup>F-DCFPyL PET/CT in advanced high-grade epithelial ovarian cancer: a prospective pilot study[J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 1025475. DOI: [10.3389/fonc.2022.1025475](https://doi.org/10.3389/fonc.2022.1025475).
- [40] Boyle AJ, Tong J, Zoghbi SS, et al. Repurposing <sup>11</sup>C-PS13 for PET imaging of cyclooxygenase-1 in ovarian cancer xenograft mouse models[J]. *J Nucl Med*, 2021, 62(5): 665–668. DOI: [10.2967/jnumed.120.249367](https://doi.org/10.2967/jnumed.120.249367).
- [41] Shen G, Ma H, Pang F, et al. Correlations of <sup>18</sup>F-FDG and <sup>18</sup>F-FLT uptake on PET with Ki-67 expression in patients with lung cancer: a meta-analysis[J]. *Acta Radiol*, 2018, 59(2): 188–195. DOI: [10.1177/0284185117706609](https://doi.org/10.1177/0284185117706609).
- [42] Kołodziej M, Bober B, Saracyn M, et al. The role of PET/CT with <sup>11</sup>C-methionine in contemporary nuclear medicine[J]. *Wiad Lek*, 2020, 73(9 cz. 2): 2076–2079.
- [43] Riola-Parada C, García-Cañamaque L, Pérez-Dueñas V, et al. Simultaneous PET/MRI vs PET/CT in oncology. A systematic review[J]. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*, 2016, 35(5): 306–312. DOI: [10.1016/j.rem.2016.06.001](https://doi.org/10.1016/j.rem.2016.06.001).
- [44] 李亚明. 一体化全身 PET/MR 设备: 现代医学影像学的新利器[J]. *中国医学影像技术*, 2021, 37(11): 1601–1603. DOI: [10.13929/j.issn.1003-3289.2021.11.001](https://doi.org/10.13929/j.issn.1003-3289.2021.11.001).
- Li YM. Intergrated whole body PET/MRI: a new modality of modern medical imaging[J]. *Chin J Med Imaging Technol*, 2021, 37(11): 1601–1603. DOI: [10.13929/j.issn.1003-3289.2021.11.001](https://doi.org/10.13929/j.issn.1003-3289.2021.11.001).
- [45] 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](https://doi.org/10.1002/jmri.25711).
- [46] Zheng M, Xie D, Pan C, et al. Diagnostic value of <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI in recurrent pelvis malignancies of female patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *Nucl Med Commun*, 2018, 39(6): 479–485. DOI: [10.1097/MNM.0000000000000839](https://doi.org/10.1097/MNM.0000000000000839).
- [47] Nguyen NC, Beriwal S, Moon CH, et al. Diagnostic value of FDG PET/MRI in females with pelvic malignancy—a systematic review of the literature[J]. *Front Oncol*, 2020, 10: 519440. DOI: [10.3389/fonc.2020.519440](https://doi.org/10.3389/fonc.2020.519440).
- [48] Tsuyoshi H, Tsujikawa T, Yamada S, et al. Diagnostic value of [<sup>18</sup>F]FDG PET/MRI for staging in patients with ovarian cancer[J]. *EJNMMI Res*, 2020, 10(1): 117. DOI: [10.1186/s13550-020-00712-3](https://doi.org/10.1186/s13550-020-00712-3).
- [49] Jónsdóttir B, Ripoll MA, Bergman A, et al. Validation of <sup>18</sup>F-FDG PET/MRI and diffusion-weighted MRI for estimating the extent of peritoneal carcinomatosis in ovarian and endometrial cancer—a pilot study[J]. *Cancer Imaging*, 2021, 21(1): 34. DOI: [10.1186/s40644-021-00399-2](https://doi.org/10.1186/s40644-021-00399-2).
- [50] Taylor EN, Wilson CM, Franco S, et al. Monitoring therapeutic responses to silicified cancer cell immunotherapy using PET/MRI in a mouse model of disseminated ovarian cancer[J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(18): 10525. DOI: [10.3390/ijms231810525](https://doi.org/10.3390/ijms231810525).
- [51] Jung TY, Jung S, Ryu HS, et al. The application of magnetic resonance imaging-deformed <sup>11</sup>C-methionine-positron emission tomography images in stereotactic radiosurgery[J]. *Stereotact Funct Neurosurg*, 2019, 97(4): 217–224. DOI: [10.1159/000503732](https://doi.org/10.1159/000503732).

- [52] Bailey DL, Willowson KP. Quantitative SPECT/CT: SPECT joins PET as a quantitative imaging modality[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2014, 41 Suppl 1: S17–25. DOI: [10.1007/s00259-013-2542-4](https://doi.org/10.1007/s00259-013-2542-4).
- [53] Van den Wyngaert T, Elvas F, De Schepper S, et al. SPECT/CT: standing on the shoulders of giants, it is time to reach for the sky![J]. *J Nucl Med*, 2020, 61(9): 1284–1291. DOI: [10.2967/jnumed.119.236943](https://doi.org/10.2967/jnumed.119.236943).
- [54] Hong Z, Mao X, You J, et al. An evaluation of HER2-positive ovarian carcinoma xenografts: from a novel therapy to a noninvasive monitoring method[J]. *Cancer Biother Radiopharm*, 2018, 33(9): 411–419. DOI: [10.1089/cbr.2018.2516](https://doi.org/10.1089/cbr.2018.2516).
- [55] Riad A, Gitto SB, Lee H, et al. PARP theranostic auger emitters are cytotoxic in BRCA mutant ovarian cancer and viable tumors from ovarian cancer patients enable ex-vivo screening of tumor response[J]. *Molecules*, 2020, 25(24): 6029. DOI: [10.3390/molecules25246029](https://doi.org/10.3390/molecules25246029).
- [56] Chang MC, Chiang PF, Kuo YJ, et al. Develop companion radiopharmaceutical YKL40 antibodies as potential theranostic agents for epithelial ovarian cancer[J]. *Biomed Pharmacother*, 2022, 155: 113668. DOI: [10.1016/j.biopha.2022.113668](https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113668).
- [57] Lindner T, Altmann A, Krämer S, et al. Design and development of  $^{99m}\text{Tc}$ -labeled FAPI tracers for SPECT imaging and  $^{188}\text{Re}$  therapy[J]. *J Nucl Med*, 2020, 61(10): 1507–1513. DOI: [10.2967/jnumed.119.239731](https://doi.org/10.2967/jnumed.119.239731).

(收稿日期: 2023-02-02)

## · 读者 · 作者 · 编者 ·

### 论文作者署名和工作单位的基本要求

1. 直接参与选题、设计、研究、观察、资料分析与解释或撰写文稿关键内容，能对文稿内容负责，并同意文稿发表者，才可作为作者署名。仅参与获得资金或收集资料者不能列为作者，仅对科研课题或临床科室进行一般管理者也不宜列为作者。来稿决定刊用后，应请全体作者在《中华医学会系列杂志论文授权书》上逐一签名，将论文专有使用权授予中华医学会。

2. 作者姓名的排序不分院所、科室，统一按对本文贡献大小的顺序排列在题名之下。作者排序应由全体作者讨论后在投稿前确定，投稿后一般不得改动。

3. 作者单位名称应使用全称，并具体到科室，包括所在省、自治区、城市名(省会城市可以略去省名)和邮政编码。凡以“中国人民解放军”开头的单位名称，“中国人民”字样可以省略(例如：解放军第二五二医院内科)；军区总医院和军医大学名称可以进一步省略“解放军”字样(例如：北京军区总医院，第三军医大学)。省会及名城(如大连、鞍山、大庆、齐齐哈尔、锦州、唐山、保定、包头、大同、青岛、开封、洛阳、徐州、延安、宁波、苏州、厦门、瑞金、深圳、桂林等)的医院和所有医学院校均不加省名。省、自治区等行政区划名要写全称。例如：“山东省某县”、“内蒙古自治区某旗”，不要写“山东某县”、“内蒙古某旗”。

4. 与国外人员共同研究完成的论文，应共同署名，并在文内注明研究进行及完成的单位名称。外国作者姓名及单位应标注原文。

5. 英文摘要中我国作者的姓名用汉语拼音字母标注。汉族作者姓名姓在前，复姓连写，全部大写；名在后，首字母大写；名不缩写，姓与名之间空一格。对于复姓或双名的汉语拼音音节界限易混淆者，应加隔音号“’”。少数民族作者姓名按照民族习俗，用汉语拼音字母音译转写，分连次序依民族习惯。我国香港、澳门、台湾地区作者姓名的书写方式应尊重其传统习惯。外国作者的姓名写法遵从国际惯例。英文摘要中的作者单位著录应与中文一致，并应在邮政编码后加注国名。

6. 署名作者在 2 人以上(含 2 人)及以集体作者署名时，应标注通信作者(Corresponding author)和 Email。集体作者成员姓名可标注于文末与参考文献之间。

本刊编辑部