

·综述·

¹⁸F-FDG PET 在原发性乳腺淋巴瘤诊疗中的应用进展

欧蕾 张春银

西南医科大学附属医院核医学科, 核医学与分子影像四川省重点实验室, 泸州 646000

通信作者: 张春银, Email: zhangchunyin345@sina.com

【摘要】 原发性乳腺淋巴瘤(PBL)是一种罕见的、原发于乳腺组织的恶性结外肿瘤, 其临床表现常缺乏特异性, 且病程进展较快, 早期诊断有利于改善患者预后。¹⁸F-氟脱氧葡萄糖(FDG) PET 作为一种日趋成熟的分子影像技术, 联合 CT 或 MRI 对 PBL 具有较高的诊断灵敏度和准确率, 且在 PBL 的分期和疗效评价中具有重要价值。笔者就¹⁸F-FDG PET 在 PBL 诊疗中的应用进展进行综述。

【关键词】 淋巴瘤; 氟脱氧葡萄糖 F18; 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

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202004037-00033](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202004037-00033)

Application progress of ¹⁸F-FDG PET in the diagnosis and treatment of primary breast lymphoma

Ou Lei, Zhang Chunyin

Department of Nuclear Medicine, the Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Nuclear Medicine and Molecular Imaging Key Laboratory of Sichuan Province, Luzhou 646000, China

Corresponding author: Zhang Chunyin, Email: zhangchunyin345@sina.com

【Abstract】 Primary breast lymphoma (PBL) is a rare malignant extranodal tumor originating in the mammary gland. The clinical manifestations of PBL are often lack of specificity, and the course of the disease progresses rapidly. Early diagnosis is beneficial to improve the prognosis of patients. As an increasingly mature molecular imaging technology, ¹⁸F-fluorodeoxyglucose (FDG) PET combined with CT or MRI has high diagnostic sensitivity and accuracy for PBL, and has important value in cancer staging and efficacy evaluation. This paper reviews the application progress of ¹⁸F-FDG PET in the diagnosis and treatment of PBL.

【Key words】 Lymphoma; Fluorodeoxyglucose F18; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Magnetic resonance imaging

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202004037-00033](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202004037-00033)

原发性乳腺淋巴瘤(primary breast lymphoma, PBL)是一种原发于乳腺组织的结外淋巴瘤, 其发病率很低, 占乳腺恶性肿瘤的 0.04%~0.53%, 在非霍奇金淋巴瘤中的占比<1%, 仅占结外淋巴瘤的 1.7%~2.2%, 其最常见的病理亚型是弥漫大 B 细胞淋巴瘤。PBL 主要表现为单侧无痛性乳腺肿块, 亦有 11% 左右的患者出现双侧乳腺受累^[1]。虽然 PBL 相对少见, 但其在全球的发病率在过去 40 年呈上升及年轻化趋势^[2]。PBL 的发病机制尚未明确, 有研究表明, 其可能来源于黏膜相关的淋巴组织

或邻近乳腺导管和乳腺小叶的淋巴组织, 甚至可能来源于乳腺内淋巴结^[3]。PBL 的治疗方法有别于其他乳腺肿瘤, 化疗和放疗是其主要的治疗方法。乳腺钼靶和超声是乳腺肿瘤诊疗中常用的影像学检查方法, 但它们对 PBL 的诊断缺乏特异性, 很难鉴别 PBL 与其他乳腺肿瘤。尽管活体组织病理学检查是诊断 PBL 的“金标准”, 但其仍存在 3 个方面的局限性: (1)无法提供全身的病灶信息; (2)需要有足够的组织作为检查样本才能做出准确的诊断, 但行包块切除手术获得检查样本的方法对患者造成

的创伤较大;③采用细针抽吸和芯针获得的检查样本大小有限,使诊断具有挑战性^[4]。¹⁸F-FDG PET显像能够反映肿瘤细胞增殖和代谢等特点,联合CT和MRI可获得清晰的解剖结构图像,可帮助临床医师更好地了解病变的特点和解剖学细节,从而进一步提高诊断PBL的准确率和灵敏度,使患者得到及时有效的治疗,并改善预后。

1 ¹⁸F-FDG PET 诊断 PBL 的显像机制

PBL是一种实体恶性肿瘤,其生长和进展主要依赖于糖酵解过程,但与正常细胞不同,即使在有氧条件下,肿瘤细胞也更倾向于将葡萄糖代谢为乳酸,其主要机制为蛋白激酶B(AKT)编码基因、人髓细胞增生原癌基因(MYC)、大鼠肉瘤病毒癌基因同源物基因(RAS)等癌基因的激活或肿瘤抑制因子(如p53抑癌基因)的突变和丢失,这使得磷酸戊糖途径的抑制解除,机体大量消耗葡萄糖进行生物合成,从而进一步促进肿瘤的快速生长。因此,相对于正常细胞,肿瘤细胞即使在低氧条件下也能维持较高的糖酵解速率^[5]。¹⁸F-FDG是一种结构类似于天然葡萄糖的小分子化合物,其代谢过程与葡萄糖相似,能够示踪葡萄糖的摄取和磷酸化过程。但与葡萄糖-6-磷酸不同,¹⁸F-FDG通过葡萄糖转运蛋白跨细胞膜运输,在己糖激酶的作用下被磷酸化为¹⁸F-FDG-6-PO₄后,不能进一步进行糖酵解,只能滞留在肿瘤细胞内。¹⁸F-FDG PET显像可反映PBL细胞的糖代谢水平,这是¹⁸F-FDG作为PET显像细胞能量代谢示踪剂的基础^[6]。有研究表明,PBL病灶有很高的¹⁸F-FDG摄取,可表现为弥漫性摄取、环状摄取或强灶性摄取^[7]。¹⁸F-FDG是诊断PBL最常用的PET显像剂,用于PBL诊断的其他PET显像剂鲜有报道。

2 ¹⁸F-FDG PET 在 PBL 诊断中的应用

2.1 ¹⁸F-FDG PET/CT

PBL最早由Wiseman和Liao^[8]于1972年定义,其诊断标准如下:(1)组织病理学取材足够充分;(2)乳腺为原发灶;(3)无其他部位淋巴瘤病史,且骨髓穿刺检查结果正常;(4)发病同时或后期有同侧腋窝淋巴结受累,在Ann-Arbor分期中仅包括I期或III期的患者^[9]。¹⁸F-FDG PET/CT在提供病灶形态特征等基本信息的同时,还能显示病灶的代谢

情况,其诊断PBL的灵敏度往往比乳腺钼靶和超声检查更高。据报道,有PBL患者在¹⁸F-FDG PET/CT显像中表现为双侧病灶高代谢,而乳腺钼靶和超声检查结果均为阴性^[10]。Santra等^[11]在一项研究中详细描述了PBL的¹⁸F-FDG PET/CT影像学表现,14例PBL患者共计16个病灶在¹⁸F-FDG PET/CT显像中均表现为边界清楚的肿块,其中,88%的病灶呈弥漫性均质摄取,12%的病灶呈环状摄取,环状摄取主要是因为病灶中央出现细胞坏死或出血,故表现为低代谢,上述影像学表现对PBL的诊断具有一定价值。目前,¹⁸F-FDG PET/CT已成为大多数PBL患者诊断、分期和随访的首选影像学手段,其诊断准确率为80%~90%^[12]。在上述Santra等^[11]的研究中,所有PBL病灶的¹⁸F-FDG PET/CT显像结果均为阳性,其诊断灵敏度为100%。但是¹⁸F-FDG PET/CT对PBL病灶的诊断仍有局限性,Yang等^[13]的研究结果表明,¹⁸F-FDG PET/CT对长径<5 mm的PBL原发灶的诊断灵敏度仅为53%,而对长径>20 mm的病灶的诊断灵敏度几乎可达到100%。因此,病灶大小是影响¹⁸F-FDG PET/CT对PBL诊断灵敏度的重要因素。

2.2 ¹⁸F-FDG PET/MRI

MRI具有较高的软组织对比度,其中,多定量参数MRI对软组织具有较高的灵敏度,如弥散加权成像可探测水分子的微观运动,其测得的表观扩散系数对细胞密度、膜完整性和组织微结构的灵敏度较高。联合应用多定量参数MRI可以帮助临床医师使用相关指标评估PBL的异质性程度,促使¹⁸F-FDG PET/MRI在成像的维度上提供更多PBL生物学特征的信息,从而减少不必要的活体组织病理学检查^[14-15]。PBL在MRI成像中具有一定特点,在既往的报道中,PBL在T1加权成像中表现为低信号或等信号肿块,在T2加权成像中呈高信号^[16]。近年来,出现了结合动态对比增强MRI和PET的新型PET/MRI混合技术,其在病变检出的灵敏度和病灶的边缘评价等方面均优于PET/CT,且特异度较高^[17]。Kong和Cho^[18]发现,高摄取¹⁸F-FDG的PBL病灶边缘有穿透血管,实质内多为结节状,间隔有强化,这是¹⁸F-FDG PET/MRI诊断PBL的重要依据,且与Zhou等^[19]的研究结论相符。Kong和Cho^[18]还认为,对¹⁸F-FDG摄取较高的PBL在增强MRI成像中具有快速强化和流出型表现,而

对¹⁸F-FDG摄取较低的PBL则具有延迟强化或平台型表现, 这些信息均是¹⁸F-FDG PET/MRI诊断PBL的有力依据。由于MRI具有可增强软组织对比度、提供肿瘤生物学信息和降低辐射剂量的优势, 故其比¹⁸F-FDG PET/CT具有更高的潜在诊断价值, 是一种前景较好的诊断和鉴别PBL的分子影像技术。

3 ¹⁸F-FDG PET在PBL分期和分级中的应用

肿瘤治疗前的准确分期是患者得到有效临床治疗的前提。¹⁸F-FDG PET/CT或¹⁸F-FDG PET/MRI经一次显像即可显示患者全身的病灶, 尤其在转移灶的检出方面具有优势, 其不但为临床医师制定治疗方案提供了可靠依据, 而且在PBL患者的初始分期、治疗反应评估以及再分期中具有重要价值。汤泊和丁重阳^[20]通过¹⁸F-FDG PET/CT明确了15例PBL患者的分期, 其中, 4例患者为I期, 11例患者为II期, 2类患者的SUV平均值分别为21.27和11.52, 他们认为, 不能通过病灶对¹⁸F-FDG摄取的高低判断分期, 病灶的累及范围才是分期的标准。由于PBL的罕见性, 在PBL诊疗中应用¹⁸F-FDG PET/MRI的报道较少, 但Plecha和Faulhaber^[17]在一篇关于¹⁸F-FDG PET/MRI在乳腺肿瘤中应用的综述中指出, ¹⁸F-FDG PET/MRI对乳腺肿瘤的分期准确率与¹⁸F-FDG PET/CT相当, 而对于处于进展期的乳腺肿瘤, 应用动态对比增强MRI配合多参数成像序列可提高分期和再分期的准确率, 从而优于¹⁸F-FDG PET/CT。为了评估乳腺病灶的良恶性, 美国放射学会建立了乳腺影像报告和数据库系统(breast imaging reporting and data system, BI-RADS)对乳腺疾病进行分级。张白露和周清华^[21]应用超声、钼靶和¹⁸F-FDG PET/CT对PBL进行诊断和BI-RADS分级, 结果表明, ¹⁸F-FDG PET/CT将乳腺病灶分为BI-RADS 5级的比率达53%, 其对恶性肿瘤具有较高的诊断价值, 而应用超声和钼靶检查的比率分别为39%和25%, 这与Wienbeck等^[22]的研究结论相符。以上研究结果表明, ¹⁸F-FDG PET是评估肿瘤侵袭性的有力工具。Soussan等^[23]的研究结果表明, 对¹⁸F-FDG PET图像进行纹理分析可评估肿瘤的异质性, 其在鉴别肿瘤的良恶性方面具有重要价值。因此, ¹⁸F-FDG PET在PBL的分期和分级中非常有潜力。

4 ¹⁸F-FDG PET/CT在鉴别PBL与原发性和原发性乳腺癌中的应用

乳腺癌是全球女性中最常见的恶性肿瘤, 也是导致女性癌症病死的主要原因, 约占女性癌症病死总人数的15%^[24]。对于纤维腺组织致密的乳腺, 传统钼靶诊断的灵敏度有限。超声虽然可以鉴别实性与囊性病变, 但是难以鉴别PBL与乳腺癌。虽然MRI对软组织具有很高的灵敏度, 但其对PBL和乳腺癌的诊断特异度较低, 且PBL的临床表现与乳腺癌相似, 故常导致误诊。PBL与乳腺癌的治疗方式明显不同, 乳腺癌的标准治疗包括手术、放疗、化疗、激素治疗和靶向治疗, 大多数早期的乳腺癌患者主要通过手术切除肿瘤^[25], 故鉴别PBL与乳腺癌对于为患者提供合适的治疗至关重要。PBL在¹⁸F-FDG PET显像中具有一定特征性, 多数病灶表现为肿块或结节, 边界较清楚, 分叶和毛刺不明显, 钙化及乳头凹陷少见; 联合MRI增强扫描, 通常表现为轻度不均匀强化, 这与原发性乳腺癌的典型影像学表现不一致^[9,26]。以上信息可提示临床医师在鉴别诊断的过程中注意患者患有PBL的可能性。Ou等^[27]首次应用¹⁸F-FDG PET影像组学方法建模鉴别了PBL与乳腺癌, 研究结果表明, 结合¹⁸F-FDG PET/CT图像、放射学特征和SUV建立的模型具有最高的鉴别诊断准确率, 同时, 综合分析患者的年龄、性别和体质指数等临床特征, 可以进一步提高鉴别诊断的准确率。此外, 总病变糖酵解作为SUV的指标之一, 是鉴别2种疾病的重要因素。有研究表明, 总病变糖酵解与反映细胞增殖活性的增殖细胞核抗原Ki-67指数高度相关, 而PBL比原发性乳腺癌的增殖活性更高^[28]。汤泊和丁重阳^[20]报道的15例PBL患者的平均SUV_{max}=13.9, 叶慧等^[29]报道的37例原发性乳腺癌患者的SUV_{max}为2.2~8.4, 由此可见, PBL对¹⁸F-FDG的摄取可能高于原发性乳腺癌。有研究表明, ¹⁸F-FDG摄取可反映肿瘤潜在的生物学差异, 这可能与PBL和原发性乳腺癌在细胞增殖、坏死、出血和组织结构等方面的不同有关^[30], 但PBL与原发性乳腺癌的鉴别目前仍主要依靠活体组织病理学检查^[31]。由于PBL较为罕见, 相关研究的样本量较小, 未来还需更大样本量的研究进行探索和验证, 尽管如此, ¹⁸F-FDG PET的SUV和纹理参

数对 PBL 与原发性乳腺癌的鉴别仍有很高的潜在价值。

5 ^{18}F -FDG PET 在 PBL 疗效及预后评估中的应用

Jabbour 等^[32]认为, 尽管目前没有最新的 PBL 治疗标准指南, 但乳腺切除术也不是很好的治疗方法, 因为其既不能提高患者的生存率, 也不能降低疾病复发的风险, 且大范围的手术可能会导致更高的并发症发生率。目前, 化疗是治疗 PBL 的重要方法, 临床中常用的治疗方案是环磷酰胺+阿霉素+长春新碱+强的松(CHOP)方案。有研究结果表明, 对于弥漫大 B 细胞淋巴瘤患者, 在上述化疗方案的基础上加用利妥昔单抗并联合放疗可降低疾病的复发率, 并改善患者预后^[33]。及时评估治疗效果对改善患者预后具有积极作用, ^{18}F -FDG PET/CT 和 ^{18}F -FDG PET/MRI 可从分子水平和功能方面反映 PBL 细胞对 ^{18}F -FDG 的摄取情况, 从而在解剖结构出现变化之前反映治疗效果, 比传统的 CT 或 MRI 更具有优势, 故 ^{18}F -FDG PET 在评估疗效和患者预后方面比解剖学成像方法更加准确^[34]。Santra 等^[11]对 6 例接受化疗的 PBL 患者行 ^{18}F -FDG PET 随访研究, 经化疗后, 患者 ^{18}F -FDG PET 图像中可测量病灶的 ^{18}F -FDG 摄取均消失, 显示出完全代谢缓解, 这表明 ^{18}F -FDG PET 对 PBL 患者的疗效监测具有重要作用。在最新的一项研究中, Zhao 等^[35]利用 $\beta 2$ 微球蛋白与肿瘤负荷及侵袭性的密切关系, 结合 ^{18}F -FDG PET/CT 的定量功能参数对 PBL 患者的预后进行评估, 结果表明, 基线肿瘤代谢总体积联合 $\beta 2$ 微球蛋白可准确预测患者预后, 从而使可能进展或复发风险较高的患者得到更有效的治疗, 这也进一步证明了 ^{18}F -FDG PET 对 PBL 患者的预后评估具有重要参考价值。此外, 若肿瘤在化疗期间或化疗后持续摄取 ^{18}F -FDG, 则说明该药物治疗方案效果欠佳, 可能是用药剂量不够或疗程较短, 也可能是治疗无效或病灶复发, 可见 ^{18}F -FDG PET 可预测肿瘤的化疗反应, 从而指导临床中个体化治疗方案的选择, 以减轻患者在治疗过程中的痛苦^[36]。接受化疗或放疗的患者, 由于炎症细胞浸润增加, ^{18}F -FDG 摄取也会升高, 故为了监测治疗效果, 早期疗效预测可以在 2~3 个化疗周期后进行, 但临床上多选择在化疗或放疗后的 4~6 周内进行, 以避免出现假阳性结果^[37]。

6 小结与展望

综上所述, ^{18}F -FDG PET 在 PBL 的诊断、分期、再分期以及疗效评估等方面具有重要价值。虽然仅凭 ^{18}F -FDG PET 显像不能作出明确诊断, 但影像学结果对于 PBL 病灶范围的确定以及治疗计划的制定具有重要意义。未来, ^{18}F -FDG PET/MRI 可能在 PBL 的诊断和分期中发挥关键作用。随着更多肿瘤生物标志物的发现, 对 PBL 具有高度特异性的新型 PET 显像剂的开发将是研究的重要方向。此外, 由于 PBL 较为罕见, 目前相关研究的样本量较小, 特别是 ^{18}F -FDG PET 影像组学在 PBL 与原发性乳腺癌鉴别中的价值还需进行更多大量深入的研究, 以达到降低患者误诊率、把握最佳治疗时机和争取最佳治疗策略的目的。

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 欧蕾负责文献的检索、综述的撰写与修订; 张春银负责命题的提出、综述的指导与审阅。

参 考 文 献

- [1] Moura C, Leite MI, Parreira R, et al. Primary breast lymphoma[J/OL]. J Surg Case Rep, 2020, 2020(1): rjz405[2020-04-20]. <https://academic.oup.com/jscr/article/2020/1/rjz405/5706871>. DOI: 10.1093/jscr/rjz405.
- [2] Thomas A, Link BK, Altekruze S, et al. Primary breast lymphoma in the United States: 1975–2013[J]. J Natl Cancer Inst, 2017, 109(6): djw294. DOI: 10.1093/jnci/djw294.
- [3] Nicholson BT, Bhatti RM, Glassman L. Extranodal lymphoma of the breast[J]. Radiol Clin North Am, 2016, 54(4): 711–726. DOI: 10.1016/j.rcl.2016.03.005.
- [4] Frederiksen JK, Sharma M, Casulo C, et al. Systematic review of the effectiveness of fine-needle aspiration and/or core needle biopsy for subclassifying lymphoma[J]. Arch Pathol Lab Med, 2015, 139(2): 245–251. DOI: 10.5858/arpa.2013-0674-RA.
- [5] Vaupel P, Schmidberger H, Mayer A. The Warburg effect: essential part of metabolic reprogramming and central contributor to cancer progression[J]. Int J Radiat Biol, 2019, 95(7): 912–919. DOI: 10.1080/09553002.2019.1589653.
- [6] Rahman WT, Wale DJ, Viglianti BL, et al. The impact of infection and inflammation in oncologic ^{18}F -FDG PET/CT imaging[J]. Biomed Pharmacother, 2019, 117: 109168. DOI: 10.1016/j.biopha.2019.109168.
- [7] Kim DH, Jeong JY, Lee SW, et al. ^{18}F -FDG PET/CT finding of

- bilateral primary breast mucosa-associated lymphoid tissue lymphoma[J]. *Clin Nucl Med*, 2015, 40(2): e148–e149. DOI: [10.1097/RLU.0000000000000545](https://doi.org/10.1097/RLU.0000000000000545).
- [8] Wiseman C, Liao KT. Primary lymphoma of the breast[J]. *Cancer*, 1972, 29(6): 1705–1712. DOI: [10.1002/1097-0142\(197206\)29:6<1705::aid-cnrcr2820290640>3.0.co;2-i](https://doi.org/10.1002/1097-0142(197206)29:6<1705::aid-cnrcr2820290640>3.0.co;2-i).
- [9] Picasso R, Tagliafico A, Calabrese M, et al. Primary and secondary breast lymphoma: focus on epidemiology and imaging features[J]. *Pathol Oncol Res*, 2020, 26(3): 1483–1488. DOI: [10.1007/s12253-019-00730-0](https://doi.org/10.1007/s12253-019-00730-0).
- [10] Jung HK, Kim EK, Yun MJ, et al. Bilateral breasts involvement in Burkitt's lymphoma detected only by FDG-PET[J]. *Clin Imaging*, 2006, 30(1): 57–59. DOI: [10.1016/j.clinimag.2005.08.001](https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2005.08.001).
- [11] Santra A, Kumar R, Reddy R, et al. FDG PET-CT in the management of primary breast lymphoma[J]. *Clin Nucl Med*, 2009, 34(12): 848–853. DOI: [10.1097/RLU.0b013e3181becdfc](https://doi.org/10.1097/RLU.0b013e3181becdfc).
- [12] Raj SD, Shurafa M, Shah Z, et al. Primary and secondary breast lymphoma: clinical, pathologic, and multimodality imaging review[J]. *Radiographics*, 2019, 39(3): 610–625. DOI: [10.1148/rg.2019180097](https://doi.org/10.1148/rg.2019180097).
- [13] Yang WT, Lane DL, Le-Petross HT, et al. Breast lymphoma: imaging findings of 32 tumors in 27 patients[J]. *Radiology*, 2007, 245(3): 692–702. DOI: [10.1148/radiol.2452061726](https://doi.org/10.1148/radiol.2452061726).
- [14] Rosenkrantz AB, Friedman K, Chandarana H, et al. Current status of hybrid PET/MRI in oncologic imaging[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2016, 206(1): 162–172. DOI: [10.2214/AJR.15.14968](https://doi.org/10.2214/AJR.15.14968).
- [15] 石琴, 张文, 付志明, 等. 肿块型与非肿块型乳腺癌 MRI 弥散加权成像表现扩散系数与分子生物学指标的相关性研究[J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2020, 44(4): 225–230. DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-201903008-00019](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201903008-00019).
- Shi Q, Zhang W, Fu ZM, et al. Study on the correlation between MRI diffusion-weighted imaging apparent diffusion coefficient and molecular biological indexes of mass-like and non-mass-like breast cancer[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2020, 44(4): 225–230. DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-201903008-00019](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201903008-00019).
- [16] Maurya V, Singh G, Ram B, et al. Multimodality imaging features of primary breast lymphoma — a rare entity[J]. *Indian J Radiol Imaging*, 2019, 29(1): 85–88. DOI: [10.4103/ijri.IJRI_344_18](https://doi.org/10.4103/ijri.IJRI_344_18).
- [17] Plecha DM, Faulhaber P. PET/MRI of the breast[J]. *Eur J Radiol*, 2017, 94: A26–A34. DOI: [10.1016/j.ejrad.2017.05.006](https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.05.006).
- [18] Kong EJ, Cho IH. F-18 FDG PET/MRI findings of primary breast lymphoma in two cases: FDG PET/MRI findings of primary breast lymphoma[J]. *Clin Imaging*, 2015, 39(4): 682–684. DOI: [10.1016/j.clinimag.2015.01.015](https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2015.01.015).
- [19] Zhou CY, Lv K, Lin DY, et al. Radiological analysis of breast lymphoma: experiences from cases series studies[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(48): e18101. DOI: [10.1097/MD.00000000000018101](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018101).
- [20] 汤泊, 丁重阳. 原发乳腺淋巴瘤的¹⁸F-FDG PET/CT 表现[J]. *影像诊断与介入放射学*, 2016, 25(4): 293–296. DOI: [10.3969/j.issn.1005-8001.2016.04.006](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-8001.2016.04.006).
- Tang B, Ding CY. ¹⁸F-FDG PET/CT features of primary breast lymphoma[J]. *Diagn Imaging Interv Radiol*, 2016, 25(4): 293–296. DOI: [10.3969/j.issn.1005-8001.2016.04.006](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-8001.2016.04.006).
- [21] 张白露, 周清华. 原发性乳腺淋巴瘤的临床病理学及影像学特征[J]. *肿瘤*, 2019, 39(5): 398–405. DOI: [10.3781/j.issn.1000-7431.2019.44.775](https://doi.org/10.3781/j.issn.1000-7431.2019.44.775).
- Zhang BL, Zhou QH. Clinicopathological and imaging characteristics of primary breast lymphoma[J]. *Tumor*, 2019, 39(5): 398–405. DOI: [10.3781/j.issn.1000-7431.2019.44.775](https://doi.org/10.3781/j.issn.1000-7431.2019.44.775).
- [22] Wienbeck S, Meyer HJ, Uhlig J, et al. Radiological imaging characteristics of intramammary hematological malignancies: results from a German multicenter study[J/OL]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 7435[2020-04-20]. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07409-z>. DOI: [10.1038/s41598-017-07409-z](https://doi.org/10.1038/s41598-017-07409-z).
- [23] Soussan M, Orlhac F, Boubaya M, et al. Relationship between tumor heterogeneity measured on FDG-PET/CT and pathological prognostic factors in invasive breast cancer[J/OL]. *PLoS One*, 2014, 9(4): e94017[2020-04-20]. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0094017>. DOI: [10.1371/journal.pone.0094017](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094017).
- [24] Harbeck N, Penault-Llorca F, Cortes J, et al. Breast cancer[J/OL]. *Nat Rev Dis Primers*, 2019, 5(1): 66[2020-04-20]. <https://www.nature.com/articles/s41572-019-0111-2>. DOI: [10.1038/s41572-019-0111-2](https://doi.org/10.1038/s41572-019-0111-2).
- [25] Payday K, Seraj SM, Zadeh MZ, et al. The evolving role of FDG-PET/CT in the diagnosis, staging, and treatment of breast cancer[J]. *Mol Imaging Biol*, 2019, 21(1): 1–10. DOI: [10.1007/s11307-018-1181-3](https://doi.org/10.1007/s11307-018-1181-3).
- [26] Wang LJ, Wang DB, Chai WM, et al. MRI features of breast lymphoma: preliminary experience in seven cases[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2015, 21(6): 441–447. DOI: [10.5152/dir.2015.14534](https://doi.org/10.5152/dir.2015.14534).
- [27] Ou XJ, Zhang J, Wang J, et al. Radiomics based on ¹⁸F-FDG PET/CT could differentiate breast carcinoma from breast lymphoma using machine-learning approach: a preliminary study[J/OL]. *Cancer Med*, 2020, 9(2): 496–506[2020-04-20]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cam4.2711>. DOI: [10.1002/cam4.2711](https://doi.org/10.1002/cam4.2711).
- [28] Chen W, Zhu L, Yu XZ, et al. Quantitative assessment of metabolic tumor burden in molecular subtypes of primary breast cancer with FDG PET/CT[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2018, 24(6): 336–341. DOI: [10.5152/dir.2018.17367](https://doi.org/10.5152/dir.2018.17367).
- [29] 叶慧, 樊仁为, 唐蜜, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 显像对乳腺肿瘤诊断临床应用价值[J]. *影像诊断与介入放射学*, 2013, 22(4): 282–285. DOI: [10.3969/j.issn.1005-8001.2013.04.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-8001.2013.04.012).
- Ye H, Fan RW, Tang M, et al. ¹⁸F-FDG PET/CT in the diagnosis

- of breast tumor[J]. *Diagn Imaging Interv Radiol*, 2013, 22(4): 282–285. DOI: [10.3969/issn.1005-8001.2013.04.012](https://doi.org/10.3969/issn.1005-8001.2013.04.012).
- [30] Chicklore S, Goh V, Siddique M, et al. Quantifying tumour heterogeneity in ¹⁸F-FDG PET/CT imaging by texture analysis[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 40(1): 133–140. DOI: [10.1007/s00259-012-2247-0](https://doi.org/10.1007/s00259-012-2247-0).
- [31] Harvey JA, Mahoney MC, Newell MS, et al. ACR appropriateness criteria palpable breast masses[J]. *J Am Coll Radiol*, 2016, 13(11 Suppl): S31–42. DOI: [10.1016/j.jacr.2016.09.022](https://doi.org/10.1016/j.jacr.2016.09.022).
- [32] Jabbour G, El-Mabrok G, Al-Thani H, et al. Primary breast lymphoma in a woman: a case report and review of the literature[J/OL]. *Am J Case Rep*, 2016, 17: 97–103[2020-04-20]. <https://www.amjcaserep.com/abstract/index/idArt/896264>. DOI: [10.12659/ajcr.896264](https://doi.org/10.12659/ajcr.896264).
- [33] Liu PP, Wang KF, Jin JT, et al. Role of radiation therapy in primary breast diffuse large B-cell lymphoma in the rituximab era: a SEER database analysis[J/OL]. *Cancer Med*, 2018, 7(5): 1845–1851[2020-04-20]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cam4.1457>. DOI: [10.1002/cam4.1457](https://doi.org/10.1002/cam4.1457).
- [34] Chan HP, Liu WS, Liou WS, et al. Comparison of FDG-PET/CT for cancer detection in populations with different risks of underlying malignancy[J]. *In Vivo*, 2020, 34(1): 469–478. DOI: [10.21873/invivo.11797](https://doi.org/10.21873/invivo.11797).
- [35] Zhao PQ, Zhu L, Song Z, et al. Combination of baseline total metabolic tumor volume measured on FDG-PET/CT and β 2-microglobulin have a robust predictive value in patients with primary breast lymphoma[J]. *Hematol Oncol*, 2020, 38(4): 493–500. DOI: [10.1002/hon.2763](https://doi.org/10.1002/hon.2763).
- [36] Mayerhoefer ME, Karanikas G, Kletter K, et al. Can interim ¹⁸F-FDG PET or diffusion-weighted MRI predict end-of-treatment outcome in FDG-avid MALT lymphoma after rituximab-based therapy?: a preliminary study in 15 patients[J]. *Clin Nucl Med*, 2016, 41(11): 837–843. DOI: [10.1097/RLU.0000000000001395](https://doi.org/10.1097/RLU.0000000000001395).
- [37] Zhu AZ, Lee D, Shim H. Metabolic positron emission tomography imaging in cancer detection and therapy response[J]. *Semin Oncol*, 2011, 38(1): 55–69. DOI: [10.1053/j.seminoncol.2010.11.012](https://doi.org/10.1053/j.seminoncol.2010.11.012).

(收稿日期: 2020-04-21)

读者·作者·编者

关于论文中图的基本要求 (续)

(上接第 306 页)

5. 点图的横轴代表自变量, 纵轴代表因变量。纵轴和横轴尺度的起点不一定从“0”开始, 可根据资料情况来定。点图的点一般用大小相等的实心圆表示, 应注意核对图内画出的点数与图题中注明的总例(次数)相一致。

6. 图中的量、单位、符号、缩略语等必须与正文中的使用一致。为保持图的自明性, 图中使用的缩略语应有注释。

7. 图中注释用的角码符号一律采用单个右上角码的形式, 按英文字母小写形式顺序选用: a、b、c、d……在图注中依先纵后横的顺序依次标出。图注栏要有“注:”字样, 上述符号仍为角码形式。

8. 照片图要求主要显示的部分轮廓清晰, 层次分明, 反差适中, 无杂乱的背景。人体照片只需显示必要部位, 但应能看出是人体的哪一部分。颜面或全身照片, 若不需显示眼部或阴部, 应加以遮盖。使用特定染色方法的显微照片应标明染色方法和放大倍数。显微照片中使用的符号、箭头或字母应该与背景有很好的对比度。涉及尺寸的照片应附有表示目的物尺寸大小的标度。

9. 图一般随正文, 先见文字后见图; 也可拼版制图后集中排列于正文的适当位置。拼版图应在图内排印表示图序的角码, 在图的下方依序排印图序、图标题。需要印在插页上的插图, 应在正文引用处标明图所在插页页码, 并在插页中图的上方标明文章的题名和所在页码。

10. 确保每张图都在正文中标明。

本刊编辑部