

## 论 著

# <sup>18</sup>F-FDG PET/CT在乳腺癌患者孤立性肺内病变鉴别诊断中的应用\*

薛杨央 汪 会 余文静  
张 丹 许阿磊 徐慧琴\*安徽医科大学第一附属医院核医学科  
(安徽 合肥 230022)

**【摘要】目的** 探讨<sup>18</sup>F-脱氧葡萄糖(<sup>18</sup>F-FDG)正电子发射断层扫描/计算机断层扫描(PET/CT)联合临床病理学特征对乳腺癌患者孤立性肺结节(SPN)的鉴别诊断价值。**方法** 将80例新检出SPN的乳腺癌患者分为原发性肺癌组(PLC, n=48)和乳腺癌转移组(BCM, n=32)。回顾性分析两组患者的临床、病理和PET/CT图像特征,对两组间临床病理特征、PET/CT代谢参数和形态学特征进行差异比较,并使用多因素分析探讨SPN诊断的独立预测因素。**结果** 临床病理学指标中,PLC组和BCM组的血清CEA和CA15-3水平存在显著性差异(CEA:  $P=0.045$ , CA15-3:  $P=0.008$ )。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT代谢特征中,PLC组与BCM组图像FDG摄取、SPN的SUV<sub>max</sub>、肺门和/或纵隔淋巴结转移、肺门和/或纵隔淋巴结的SUV<sub>max</sub>等代谢参数差异有统计学意义( $P=0.016$ ,  $P<0.001$ ,  $P=0.01$ 和 $P=0.032$ )。形态学分析中,分叶征( $P<0.001$ )、毛刺征( $P<0.001$ )和胸膜牵拉征( $P=0.014$ )等PLC的典型特征是鉴别PLC与BCM的主要征象。其中SPN的SUV<sub>max</sub>、分叶征和胸膜牵拉征是准确诊断SPN的预测因素。**结论** <sup>18</sup>F-FDG PET/CT结合临床病理特征对乳腺癌患者SPN的诊断具有重要价值,SPN的SUV<sub>max</sub>、分叶征和胸膜牵拉征在SPN鉴别诊断中的作用最大。

**【关键词】** 孤立性肺结节; 转移瘤; 乳腺癌; 原发性肺癌; <sup>18</sup>F-FDG PET/CT**【中图分类号】** R445.3; R445.6; R817.4**【文献标识码】** A**【基金项目】** 国家自然科学基金面上项目(81971643)**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2022.08.031

## Application of <sup>18</sup>Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography to Predict Solitary Pulmonary Lesions in Breast Cancer Patients\*

XUE Yang-yang, WANG Hui, YU Wen-jing, ZHANG Dan, XU A-lei, XU Hui-qin\*.

Department of Nuclear Medicine, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, Anhui Province, China

**ABSTRACT**

**Objective** To investigate the value of <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose (<sup>18</sup>F-FDG) positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) combined with clinicopathological predictors for the differential diagnosis of solitary pulmonary nodule (SPN) in breast cancer patients. **Methods** Eighty breast cancer patients with new detected SPN were enrolled in the study and divided into primary lung cancer group (PLC, n=48) and breast cancer metastasis group (BCM, n=32). The clinicopathological characteristics, metabolic and morphological characteristics on <sup>18</sup>F-FDG PET/CT images of 80 patients were retrospectively reviewed. The differences of clinicopathological and <sup>18</sup>F-FDG PET/CT characteristics between the two groups were analyzed, and multivariate analyses for the diagnosis of SPN were performed. **Results** Clinicopathological terms of serum CEA and CA15-3 level exhibited significant differences between PLC group and BCM group ( $P=0.045$  and  $P=0.008$ , respectively). Metabolic characteristics of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT images including FDG uptake, SUV<sub>max</sub> of SPN, hilar and/or mediastinal lymph node metastasis, SUV<sub>max</sub> of hilar and/or mediastinal lymph node showed significant differences between PLC group and BCM group ( $P=0.016$ ,  $P<0.001$ ,  $P=0.01$  and  $P=0.032$ , respectively). The lobulation sign ( $P<0.001$ ), spicule sign ( $P<0.001$ ) and pleural indentation sign ( $P=0.014$ ) were statistically morphological features of PLC in <sup>18</sup>F-FDG PET/CT images. Among them, SUV<sub>max</sub> of SPN, lobulation sign and pleural indentation sign were valuable predictive factors for accurate diagnoses of SPN in breast cancer patients. **Conclusion** <sup>18</sup>F-FDG PET/CT combined with clinicopathological characteristics are valuable for the diagnosis of SPN in breast cancer patients.

**Keywords:** Solitary Pulmonary Nodule; Metastasis; Breast Cancer; Primary Lung Cancer; <sup>18</sup>F-FDG PET/CT

肺脏是乳腺癌常见的转移靶器官,乳腺癌患者孤立性肺结节(solitary pulmonary nodule, SPN)的诊断仍然是当今临床治疗面临的挑战。虽然12%的肺转移瘤可以表现为肺内孤立性病变,但同时有文献报道原发性肺癌是乳腺癌患者最常见的第二原发恶性肿瘤<sup>[1-2]</sup>。不同的肿瘤类型需要不同的治疗方案,原发性肺癌的标准化治疗方案是肿瘤全切除联合区域淋巴结清扫,而乳腺癌转移瘤则需要进行全身治疗,并且直接影响乳腺癌治疗方案的选择。

支气管镜和CT引导下穿刺是SPN诊断的“金标准”,但有些病例即使通过冰冻切片也无法准确鉴别原发性肺癌和肺转移瘤<sup>[3]</sup>。随着分子影像学的发展,<sup>18</sup>F-脱氧葡萄糖(<sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose, <sup>18</sup>F-FDG)正电子发射计算机断层扫描(positron emission tomography/computed tomography, PET/CT)的最大标准摄取值(standardized uptake value, SUV<sub>max</sub>)、肿瘤代谢体积(metabolic tumor volume, MTV)及糖酵解总量(total lesion glycolysis, TLG)等定量参数能够提供肿瘤形态学之外的代谢信息,已广泛应用于评估肺结节的病理分型<sup>[4-5]</sup>。然而,关于孤立性转移瘤与原发性肺癌鉴别诊断的研究很少。

本研究回顾性分析了乳腺癌患者肺内孤立性转移瘤与原发性肺癌的PET/CT代谢参数、形态学特征以及部分临床病理特征,探讨<sup>18</sup>F-FDG PET/CT联合临床病理特征在乳腺癌患者SPN诊断中的价值。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析2014年1月至2022年3月在安徽医科大学第一附属医院经病理确诊乳腺癌并伴有SPN的80例患者的临床资料和<sup>18</sup>F-FDG PET/CT图像,患者年

【第一作者】薛杨央,男,主治医师,主要研究方向:分子核医学。E-mail: xueya117@sina.com

【通讯作者】徐慧琴,女,主任医师,主要研究方向:放射增敏。E-mail: hfxuhuiqin@163.com

龄36~76岁, 中位年龄59岁。

纳入标准: 经病理学确诊乳腺癌的女性患者, 经过标准化手术治疗、放疗(radiation therapy, RT)、新辅助化疗(neoadjuvant chemotherapy, NAC)或尚未进行规范化治疗; 经胸部CT或PET-CT检查发现最短径 $>8\text{mm}$ 的SPN; 结节经手术切除或CT引导下穿刺后有病理学报告。排除标准: 患者有其他原发性恶性肿瘤病史; 临床病理资料和 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT影像学资料不完整。

**1.2 临床病理特征分析** 乳腺癌患者的临床病理特征包括年龄、吸烟史、血清癌胚抗原(carcinoembryonic antigen, CEA)和CA15-3水平、T和N分期、临床分期(I、II、III和IV期)、治疗方法(手术/手术+NAC/手术+RT), 乳腺癌手术切除与新发SPN之间的无病时间间隔(disease-free interval, DFI)。依据第8版美国癌症联合委员会(american joint committee on cancer, AJCC)对乳腺癌患者进行TNM分期和临床分期。血清CEA $>5\text{ng/mL}$ 为阳性, 血清CA153 $>26\text{ng/mL}$ 为阳性。

**1.3  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT显像**  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT扫描前患者需空腹6h以上, 血糖控制在 $11.0\text{mmol/L}$ 以内。经患者肘静脉注射 $^{18}\text{F}$ -FDG( $3.7\text{--}5.55\text{MBq/Kg}$ , 放射化学纯度大于95%)后平卧休息50~60min, 排空尿液, 随后使用Biography 64 TruePoint PET/CT扫描仪(Siemens公司, 德国)进行图像采集。扫描范围自颅顶至股骨中段, PET成像使用3D模式采集, 5~6个床位, 1.5min/床位, 用CT图像进行衰减校正、迭代重建获得PET图像。螺旋CT扫描参数: 管电压120kV, 管电流采用CARE Dose 4D技术, 根据组织密度自动调节管电流大小, 层厚5mm, 螺距0.8, 准直1.5mm, 矩阵 $128\times 128$ 。扫描结束后分别获取全身或局部的冠状位、矢状位、横断位的CT、PET以及PET/CT融合图像。最后针对肺结节加扫薄层CT平扫, 层厚1.25mm。

**1.4  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT图像分析** 由2名具有10年以上PET-CT诊断经验的核医学科诊断医师对肺内病灶进行测量和评估, 存在分歧时通过协商最终取得一致性意见。 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT定量参数测量和计算在MedEx后处理工作站(麦迪克斯科技有限公司, 北京)进行。在CT图像上选择肺内肿瘤的最大层面沿肿瘤边缘勾画感兴趣区(the region of interest, ROI), 使用后处理软件通过迭代自适应算法测定勾画肿瘤边缘的阈值, 根据ROI自动测量肿瘤的 $\text{SUV}_{\text{max}}$ 、 $\text{SUV}_{\text{mean}}$ 和MTV, 随后计算病灶的TLG,  $\text{TLG}=\text{SUV}_{\text{mean}}\times \text{MTV}(\text{cm}^3)$ 。肺门和/或纵隔淋巴结转移的PET/CT诊断标准: (1)淋巴结短径 $>10\text{mm}$ ; (2)CT值 $<70\text{HU}$ ; (3)FDG摄取高于同层面纵隔大血管的FDG摄取。腋窝淋巴结转移的诊断标准: (1)淋巴结长径 $>10\text{mm}$ 或短径 $>5\text{mm}$ ; (2)FDG摄取高于同层面背景实质摄取。

高分辨CT图像评价的形态学特征包括: SPN的大小(最长径; 最短径), 位置(周围区: 肺野外1/3; 中央区: 肺野内2/3), 分布(乳腺癌同侧肺野; 乳腺癌对侧肺野), 密度[纯磨玻璃结节(pure ground glass nodule, pGGN); 混合磨玻璃结节(mixed GGN, mGGN); 实性结节], 边界(清晰; 不清晰), 以及有无“分叶”征、“毛刺”征、胸膜“牵拉”征、血管“集束”征和“空泡”征等。

**1.5 统计学分析** 采用SPSS 23.0软件(IBM, NY, USA)进行统计学分析。计量资料进行正态性检验, 年龄、CEA水平、CA15-3水平和PET/CT定量参数等连续变量因不符合正态分布使用中位数(第5百分位数, 第95百分位数)[ $M(Q_{25}, Q_{75})$ ]表示。使用Mann-Whitney U检验分析两组计量资料的统计学差异, 使用Fisher精确检验分析两组分类变量的统计学差异。使用Logistic回归对有两组间统计学差异的变量进行多变量分析。 $P<0.05$ 有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 临床病理特征** 本研究共纳入80例乳腺癌患者, 其中浸润性导管癌62例, 导管原位癌15例, 腺鳞癌2例, 粘液表皮样癌1例。依据SPN的病理类型将80例病例分为PLC组( $n=48$ )和BCM组( $n=32$ ), PLC组包括浸润性腺癌30例、原位腺癌16例、鳞状细胞癌2例。

80例患者的临床病理特征见表1。患者的中位年龄为59(36, 76)岁, 仅13.8%(11/80)的入组患者有吸烟史。CEA阳性和CA15-3阳性患者分别占入组患者的12.5%(10/80)和5%(4/80)。对临床病理特征的差异分析显示, PLC组和BCM组间仅血清CEA和CA15-3水平存在统计学差异(CEA: $P=0.045$ , CA15-3:  $P=0.008$ ), 年龄、吸烟史、临床分期、治疗方法、DFI等临床病理学特征在PLC组和BCM组间均无显著性差异, 见表2。

**2.2  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET/CT图像的代谢特征** 以 $\text{SUV}_{\text{max}}=2.5$ 作为 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT图像有无FDG代谢的参考阈值时, 80例患者中有61例FDG摄取阳性, 其中PLC组32例(66.7%), BCM组29例(90.6%), 有无FDG摄取是鉴别PLC与BCM的重要指标( $P=0.016$ )。80例SPN的平均 $\text{SUV}_{\text{max}}$ 值为2.67(0.45, 4.48), 且BCM组 $\text{SUV}_{\text{max}}$ 值显著高于PLC组[1.443(0.687, 2.375) vs 4.530(1.404, 6.161)],  $P<0.001$ , 见表3, 图1。

$^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT检出80例乳腺癌患者中肺门和/或纵隔淋巴结转移、腋窝淋巴结和肺外器官转移的发生率分别为58.8%、31.3%和38.7%。PLC组和BCM组分别有33例(68.8%)和14例(43.8%)病例发生纵隔和/或肺门淋巴结转移, 两组间淋巴结转移的发生率存在统计学差异( $P=0.01$ )。此外, 两组淋巴结的 $\text{SUV}_{\text{max}}$ 也存在统计学差异[2.65(1.65, 5.31) vs 5.57(2.44, 6.38)],  $P=0.032$ , 见表3, 图1。

PLC组和BCM组分别有15例(31.2%)和10例(31.3%)患者发生腋窝淋巴结转移, 两组间发生率和 $\text{SUV}_{\text{max}}$ 均无统计学差异(发生率:  $P=1.0$ ,  $\text{SUV}_{\text{max}}$ :  $P=0.068$ )。 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT还检测到多发的肺外器官转移, 包括: 肝脏(7/80, 8.8%)、骨骼(5/80, 6.3%)和脑实质(2/80, 2.5%), 两组间肺外器官转移的发生率无统计学差异( $P=0.15$ )。PLC组与BCM组上述 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT特征的差异分析, 见表3。

**2.3 CT图像的形态学特征** BCM组pGGN 0例(0%)、mGGN 4例(12.5%), 发生率均低于PLC组( $P=0.001$ )。“分叶”征( $P<0.001$ )、“毛刺”征( $P<0.001$ )和胸膜“牵拉”征( $P=0.014$ )是PLC的典型形态学特征, 在两组SPN的鉴别诊断中存在显著统计学意义。两组间肿瘤部位、大小、边界及血管集束征等形态特征无明显差异。PLC组与BCM组形态学特征见图2, 两组的差异分析, 见表4。

表1 80例乳腺癌患者的临床病理特征

| 临床病理特征                 |                | 样本量            | 百分比(%) |
|------------------------|----------------|----------------|--------|
| 年龄, 中位数(Q25, Q75)      |                | 59(36,76)      | -      |
| 吸烟史                    | 有              | 11             | 13.8   |
|                        | 无              | 69             | 86.2   |
| CEA水平                  | 阳性             | 10             | 12.5   |
|                        | 阴性             | 70             | 87.5   |
| CA-153水平               | 阳性             | 4              | 5      |
|                        | 阴性             | 76             | 95     |
| 乳腺癌患者T分期               | T <sub>1</sub> | 6              | 7.5    |
|                        | T <sub>2</sub> | 37             | 46.2   |
|                        | T <sub>3</sub> | 29             | 36.3   |
|                        | T <sub>4</sub> | 8              | 10     |
|                        | N0             | 9              | 11.3   |
| 乳腺癌患者N分期               | N1             | 32             | 40     |
|                        | N2             | 29             | 36.2   |
|                        | N4             | 10             | 12.5   |
| 乳腺癌患者临床分期              | I              | 6              | 7.5    |
|                        | II             | 39             | 47.8   |
|                        | III            | 22             | 27.5   |
|                        | IV             | 13             | 16.2   |
|                        | 手术切除           | 69             | 86.3   |
| 治疗方法                   | 手术+NAC         | 54             | 67.5   |
|                        | 手术+RT          | 13             | 16.3   |
| DFI(月), 中位数( Q25, Q75) |                | 76.7(15.5,121) | -      |
| 纵隔和/或肺门淋巴结转移           | 阳性             | 47             | 58.8   |
|                        | 阴性             | 33             | 41.2   |
| 腋窝淋巴结转移                | 阳性             | 25             | 31.3   |
|                        | 阴性             | 55             | 68.7   |
| 肺外器官转移                 | 阳性             | 31             | 38.7   |
|                        | 阴性             | 49             | 61.3   |

注: DFI, 乳腺癌手术切除与新发SPN之间的无病时间间隔; NAC: 新辅助化疗; RT: 放射治疗。

表2 PLC组和BCM组的临床病理特征差异

| 临床病理特征                 |                | PLC (百分比%)    | PM (百分比%)        | P     |
|------------------------|----------------|---------------|------------------|-------|
| 年龄, 中位数(Q25, Q75)      |                | 59[43, 76]    | 53 [36, 64]      | 0.23  |
| 吸烟史                    | 有              | 6 (12.5)      | 5 (15.7)         | 0.21  |
|                        | 无              | 42 (87.5)     | 27 (84.3)        |       |
| CEA水平                  | 阳性             | 9 (18.8)      | 1 (3.1)          | 0.045 |
|                        | 阴性             | 39 (81.2)     | 31 (96.9)        |       |
| CA-153水平               | 阳性             | 0 (0.00)      | 5 (15.7)         | 0.008 |
|                        | 阴性             | 48 (100)      | 27 (84.3)        |       |
| 乳腺癌患者T分期               | T <sub>1</sub> | 3 (6.3)       | 3 (9.4)          | 0.76  |
|                        | T <sub>2</sub> | 28 (58.3)     | 11 (34.4)        |       |
|                        | T <sub>3</sub> | 12 (25)       | 10 (31.2)        |       |
|                        | T <sub>4</sub> | 5(10.4)       | 8 (25)           |       |
|                        | 手术切除           | 42(87.5)      | 27 (84.4)        |       |
| 治疗方法                   | 手术+NAC         | 30 (62.5)     | 24 (75)          | 0.32  |
|                        | 手术+RT          | 5 (10.4)      | 8 (25)           |       |
| DFI(月), 中位数( Q25, Q75) |                | 91[12.7, 141] | 49.9[18.5, 87.5] | 0.94  |

注: 圆括号中的数据是百分比, 方括号中的数据是四分位数间距。DFI, 乳腺癌手术切除与新发SPN之间的无病时间间隔; NAC: 新辅助化疗; RT: 放射治疗。

**2.4 乳腺癌患者SPN诊断的多因素分析** Logistic回归分析显示, SPN的SUVmax和分叶征、胸膜牵拉征等形态学特征是乳腺癌患者SPN诊断的重要预测因素。临床病理特征和其他<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 特征在PLC和BCM的鉴别诊断中无显著的统计学价值, 见表5。

### 3 讨论

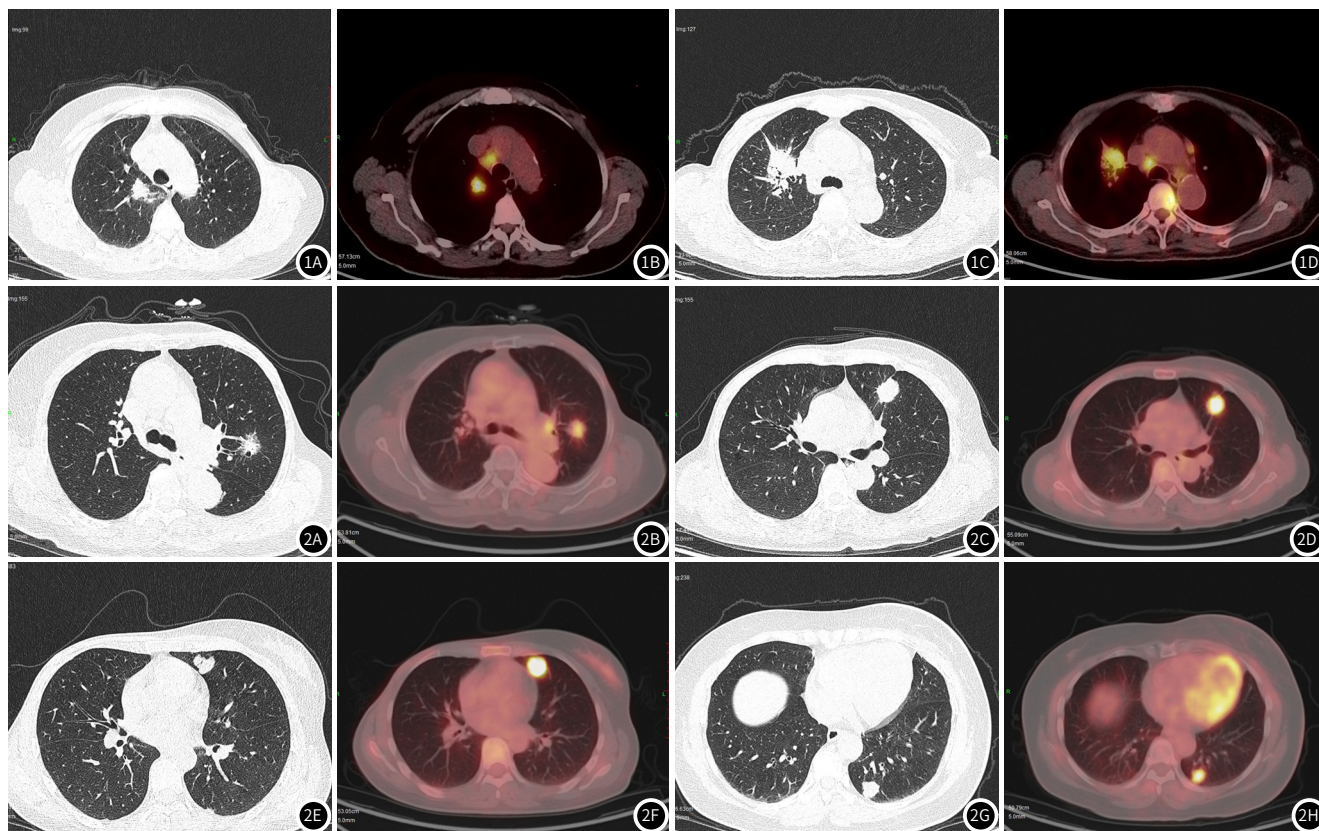
**3.1 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT在SPN诊断中的应用价值** 既往对乳腺癌患者新发SPN的研究显示, BCM和PLC在乳腺癌患者中发生率相似且很难鉴别, 而不同的SPN诊断结果将直接影响患者的治疗方案, 因此, 寻找准确、无创的SPN诊断方法对乳腺癌患者SPN的早期诊断和治疗具有重要意义<sup>[6]</sup>。<sup>18</sup>F-FDG PET/

表3 PLC组和BCM组的18F-FDG PET/CT代谢特征差异

| PET/CT 特征                     |    | PLC (百分比%)         | BCM (百分比%)         | P      |
|-------------------------------|----|--------------------|--------------------|--------|
| FDG 摄取                        | 阳性 | 32 (66.7)          | 29 (90.6)          | 0.016  |
|                               | 阴性 | 16 (33.3)          | 3 (9.6)            |        |
| SPN SUV <sub>max</sub>        |    | 1.443(0.687,2.375) | 4.530(1.404,6.161) | <0.001 |
| SPN MTV                       |    | 4.976(2.655,9.206) | 2.287(1.327,13.85) | 0.51   |
| SPN TLG                       |    | 1.146(0.977,1.359) | 3.986(3.219,10.69) | 0.98   |
| 肺门和/或纵隔淋巴结转移                  | 阳性 | 33 (68.8)          | 14 (43.8)          | 0.01   |
|                               | 阴性 | 15 (3.2)           | 18 (56.2)          |        |
| 肺门和/或纵隔淋巴结的SUV <sub>max</sub> |    | 2.65(1.65,5.31)    | 5.57(2.44,6.38)    | 0.032  |
| 腋窝淋巴结转移                       | 阳性 | 15 (31.2)          | 10 (31.3)          | 1.0    |
|                               | 阴性 | 33 (68.8)          | 22 (68.7)          |        |
| 腋窝淋巴结的SUV <sub>max</sub>      |    | 1.58(0.86,3.34)    | 2.07(0.99,4.31)    | 0.068  |
| 肺外器官转移                        | 阳性 | 16 (33.3)          | 15 (46.8)          | 0.15   |
|                               | 阴性 | 32 (66.7)          | 17 (53.2)          |        |

注: SUV<sub>max</sub>, 最大标准摄取值; MTV, 肿瘤代谢体积metabolic tumor volume; TLG, 糖酵解总量。





**图1** BCM和PLC患者SPN伴肺门淋巴结转移的 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT图像。(1A-1B)患者女, 63岁, 浸润性导管癌(II期)行手术切除和NAC后, 病理结果为肺内转移肿瘤并纵隔淋巴结转移。肺窗、纵隔窗CT图像可见右肺中叶SPN和肺门淋巴结肿大,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT融合图像示病变呈高摄取,  $\text{SUV}_{\text{max}}=11.7$ ,  $\text{TLG}=6.48$ ,  $\text{MTV}=3.33$ 。肺门淋巴结呈高摄取,  $\text{SUV}_{\text{max}}=9.72$ 。(1C-1D)患者女, 67岁, 浸润性导管癌(II期)行手术切除和NAC后, 病理结果为右肺原发性腺癌伴纵隔淋巴结转移。肺窗、纵隔窗CT图像可见右肺中叶SPN和肺门淋巴结肿大,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT融合图像示病变呈高摄取,  $\text{SUV}_{\text{max}}=4.28$ ,  $\text{TLG}=34.3$ ,  $\text{MTV}=4.65$ 。肺门淋巴结摄取阳性,  $\text{SUV}_{\text{max}}=5.65$ 。**图2** SPN的形态学特征。(2A-2D) PLC的高分辨率CT和 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT融合图像。PLC常见mGGN(2A)、毛刺征(2C)、胸膜凹陷征(2C)和分叶征(2C)。(2E-2H) BCM的高分辨率CT和 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT融合图像。BCM表现为类圆形的实性病灶, “毛刺”征、胸膜“凹陷”征和“分叶”征少见。

**表4 PLC组和BCM组的形态学特征差异**

| CT 特征   |      | PLC (百分比%) | BCM (百分比%) | P      |
|---------|------|------------|------------|--------|
| 位置      | 周围区  | 22(45.8)   | 15(46.9)   | 0.47   |
|         | 中央区  | 26(54.2)   | 17(53.1)   |        |
| 分布      | 同侧   | 25(52.1)   | 18(56.3)   | 1.0    |
|         | 对侧   | 23(47.9)   | 15(44.7)   |        |
| 大小(cm)  | 最长径  | 3.51±1.49  | 3.13±1.12  | 1.53   |
|         | 最短径  | 2.23±0.22  | 1.95±0.82  | 1.32   |
| 密度      | pGGN | 4(8.3)     | 0(0)       | 0.001  |
|         | mGGN | 20(41.7)   | 4(12.5)    |        |
|         | 实性   | 24(50)     | 28(87.5)   |        |
| 边界      | 清晰   | 32(66.7)   | 24(75)     | 0.47   |
|         | 不清晰  | 16(33.3)   | 8(25)      |        |
| “分叶”征   | 阳性   | 38(79.2)   | 10(31.2)   | <0.001 |
|         | 阴性   | 10(20.8)   | 22(68.8)   |        |
| “毛刺”征   | 阳性   | 30(62.5)   | 9(28.1)    | <0.001 |
|         | 阴性   | 18(37.5)   | 23(72.9)   |        |
| 血管“集束”征 | 阳性   | 14(29.2)   | 4(12.5)    | 0.10   |
|         | 阴性   | 34(70.8)   | 28(87.5)   |        |
| 胸膜“牵拉”征 | 阳性   | 21(81.2)   | 5(31.2)    | 0.014  |
|         | 阴性   | 27(18.8)   | 27(68.8)   |        |
| “空泡”征   | 阳性   | 15(31.3)   | 4(12.5)    | 0.064  |

**表5 乳腺癌患者SPN的临床病理特征和 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT特征的Logistic回归多因素分析**

| 变量                                    | OR(95% CI)           | P     |
|---------------------------------------|----------------------|-------|
| CEA                                   | <0.01 (0.00, -)      | 1.0   |
| CA15-3                                | <0.01 (0.00, -)      | 0.99  |
| FDG摄取                                 | 0.63 (0.14, 17.55)   | 0.72  |
| 肺门和/或纵隔淋巴结转移                          | 1.02 (0.05, 20.87)   | 0.37  |
| SPN $\text{SUV}_{\text{max}}$         | 1.61 (1.12, 2.31)    | 0.01  |
| 肺门和/或纵隔淋巴结的 $\text{SUV}_{\text{max}}$ | 0.87 (0.45, 17.70)   | 0.08  |
| 密度                                    | <0.01 (0.00, -)      | 0.99  |
| “分叶”征                                 | 0.109 (0.024, 0.498) | 0.004 |
| “毛刺”征                                 | 0.43 (0.057, 5.68)   | 0.84  |
| 胸膜“牵拉”征                               | 0.54 (0.028, 1.05)   | 0.03  |

注: CI, 置信区间; OR, 比值比;  $\text{SUV}_{\text{max}}$ , 最大标准摄取值。

CT已被广泛应用于恶性SPN的诊断和临床分期, 美国胸科医师协会(American College of Chest Physicians, ACCP)推荐PET/CT用于8mm以上SPN的诊断, 2020.1版国家综合癌症网络(National Comprehensive Cancer Network, NCCN)推荐PET/CT用于诊断局部晚期乳腺癌的区域淋巴结转移和/或远处转移, 说明 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT可能在乳腺癌患者SPN的诊断中发挥重要的作用<sup>[7-8]</sup>。

**3.2 临床病理特征在乳腺癌患者SPN鉴别诊断中的价值** CEA是对肺腺癌和乳腺癌均敏感的血清肿瘤标志物, CA15-3是对乳腺癌高度敏感的特异性大分子糖蛋白抗原, 两者均可用于乳腺癌及其转移性疾病的监测<sup>[9-10]</sup>。本研究中, 虽然PLC和BCM组间血清CEA和CA15-3水平均存在统计学差异, 但是PLC组的CEA阳性率(18.8%)和BCM组的CA15-3阳性率(1%)都很低, 说明两者对SPN诊断的特异性高而敏感性低, 同时也与多因素分析中CEA和CA15-3不是SPN鉴别诊断的独立预测因子的结果相吻合。既往研究显示, 年龄和DFI是原发乳腺癌、胃癌等患者SPN鉴别诊断的独立预测因子, 但两者在本研究中不存在统计学差异。其原因可能与不同研究的随访时间差异有关, DFI周期过长、患者随访时间过长或失访都可能导致研究结果偏倚<sup>[11-13]</sup>。

**3.3 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT代谢特征和CT形态学特征在乳腺癌患者SPN鉴别诊断中的价值** 对于<sup>18</sup>F-FDG PET/CT代谢特征的分析显示, FDG摄取类型和肺结节的SUV<sub>max</sub>是诊断SPN的重要代谢指标。以SUV<sub>max</sub>=2.5为阈值时, FDG摄取阴性的SPN多为原发性肺腺癌, 且形态学上可表现为pGGN和mGGN<sup>[14]</sup>。由于PLC组部分FDG摄取阴性GGN病灶的影响, PLC组SPN的平均SUV<sub>max</sub>显著低于BCM组。既往研究关于SUV<sub>max</sub>对SPN的诊断价值存在争议, 可能与不同的样本量和入组PLC的不同病理类型不同有关<sup>[15-16]</sup>。

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT对肺门和/或纵隔淋巴结转移的诊断具有高度灵敏性(81.3%)和特异性(79.4%)<sup>[17]</sup>。本研究显示, PLC组肺门和/或纵隔淋巴结转移的发生率明显高于BCM组, 说明当<sup>18</sup>F-FDG PET/CT发现肺门和/或纵隔淋巴结肿大时应首先考虑PLC。但PLC组肺门和/或纵隔淋巴结的平均SUV<sub>max</sub>低于BCM组, 该结果可能与PLC组原发性肺癌的病理学类型有关。与之相反, PLC组和MBC组的腋窝淋巴结转移发生率不存在统计学差异, 说明腋窝淋巴结转移可能仅与原发乳腺癌有关, 而与转移性病变不相关<sup>[18]</sup>。

在SPN形态学的分析中, PLC的一些经典特征包括GGO、“分叶”征、“毛刺”征和胸膜“牵拉”征是SPN诊断的重要预测指标。这些形态学特征能够反映原发性肺癌的组织学特征。原发性肺腺癌的病理学分型包括腺泡状、实性结构伴粘液形成、混合型等多种亚型, 对应于CT图像中的GGO或mGGO, 是原位腺癌或微浸润腺癌的独立预测因素<sup>[19]</sup>。分叶征是同一实体肿瘤内肿瘤生长速度各异的影像学表现, 反映了PLC的异质性<sup>[20]</sup>。毛刺征与小叶间隔增厚、肺血管或淋巴管被肿瘤细胞阻塞有关, 反映了PLC的侵袭性生长特征<sup>[21]</sup>。胸膜牵拉征表示脏层胸膜向肺部回缩, 多见于贴壁生长的浸润性腺癌<sup>[22]</sup>。既往研究显示, “分叶”征、“毛刺”征和胸膜“牵拉”征是浸润性肺癌的独立预测因素, 且阳性预测值高达90%<sup>[23-25]</sup>。

本研究存在一些局限性。首先, 由于入组周期长和部分患者的病理资料不完善, 本研究未将乳腺癌的ER、PR、HER-2等分子生物学特征纳入研究。其次, 由于样本量的限制, 未对乳腺癌和PLC进行不同病理类型的分组研究。后期本研究将进一步扩大样本量并完善病理学资料, 对<sup>18</sup>F-FDG PET/CT的诊断价值进行进一步的探讨。

综上所述, <sup>18</sup>F-FDG PET/CT结合临床病理特征有助于乳腺癌患者SPN的诊断。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT代谢参数SUV<sub>max</sub>、分叶征和胸膜凹陷征等形态学特征是乳腺癌患者SPN诊断的有价值的预测因素。

## 参考文献

- [1] Liang Y, Zhang H, Song X, et al. Metastatic heterogeneity of breast cancer: Molecular mechanism and potential therapeutic targets [J]. *Semin Cancer Biol*, 2020, 60: 14-27.
- [2] Smid M, Wang Y, Zhang Y, et al. Subtypes of breast cancer show preferential site of relapse [J]. *Cancer Res*, 2008, 68 (9): 3108-3114.
- [3] Kinoshita T, Yoshida J, Ishii G, et al. The availability of pre- and intraoperative evaluation of a solitary pulmonary nodule in breast cancer patients [J]. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*, 2015, 21 (1): 31-36.
- [4] Farsad M. FDG PET/CT in the staging of lung cancer [J]. *Curr Radiopharm*, 2020, 13 (3): 195-203.
- [5] Kandathil A, Sibley RC III, Subramaniam RM. Lung Cancer Recurrence: <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in Clinical Practice [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2019, 213 (5): 1136-1144.
- [6] Zhu L, Bian H, Yang L, et al. <sup>18</sup>Fluorodeoxyglucose-positron emission tomography/computed tomography features of suspected solitary pulmonary lesions in breast cancer patients following previous curative treatment [J]. *Thorac Cancer*, 2019, 10 (5): 1086-1095.
- [7] Patel V K, Naik S K, Naidich D P, et al. A practical algorithmic approach to the diagnosis and management of solitary pulmonary nodules: part 1: radiologic characteristics and imaging modalities [J]. *Chest*, 2013, 143: 825-39.
- [8] Nasim F, Ost DE. Management of the solitary pulmonary nodule [J]. *Curr Opin Pulm Med*, 2019, 25 (4): 344-353.
- [9] 谭淦纹, 曹欢, 王玲. 肺癌MSCT增强扫描影像学征象与CA199、CA242、NSE表达的相关性及临床应用价值研究 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2022, 20 (3): 49-51.
- [10] 李长波, 王斌杰, 周依. 乳腺癌MRI表现与血清肿瘤标志物的相关性分析 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 19 (3): 84-86.
- [11] Gradishar W J, Anderson B O, Balassanian R, et al. Invasive breast cancer version 1.2016, NCCN clinical practice guidelines in oncology. *J Natl Compr Cancer Netw*, 2016, 14 (3): 324-354.
- [12] Kanai R, Tane K, Ishii G, et al. Clinical prediction of solitary pulmonary nodule after a curative resection for gastric cancer [J]. *Jpn J Clin Oncol*, 2018, 48 (12): 1083-1087.
- [13] 游杰, 张国中, 高祥龙, 等. PET/CT联合CT三维重建在鉴别早期肺腺癌不同病理亚型中的价值 [J]. *中国肺癌杂志*, 2021, 24 (7): 468-474.
- [14] Shao X, Niu R, Shao X, et al. Value of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT-based radiomics model to distinguish the growth patterns of early invasive lung adenocarcinoma manifesting as ground-glass opacity nodules [J]. *EJNMMI Res*, 2020, 10 (1): 80.
- [15] Zhu L, Bian H, Yang L, et al. <sup>18</sup>Fluorodeoxyglucose-positron emission tomography/computed tomography features of suspected solitary pulmonary lesions in breast cancer



patients following previous curative treatment[J].  
Thorac Cancer,2019; 10 (5):1086-1095.

- [16] 毛伟,杜鹏,曹爱红.胸部HRCT联合<sup>18</sup>F-FDG PET/CT双时相显像对肺内孤立性磨玻璃结节的诊断价值[J]. 罕少疾病杂志, 2019, 26 (1): 26-28.
- [17] Takahashi Y, Suzuki S, Matsutani N, et al. <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography in the evaluation of clinically node-negative non-small cell lung cancer[J]. Thorac Cancer, 2019, 10 (3): 413-420.
- [18] Chang J M, Leung J W T, Moy L, et al. Axillary nodal evaluation in breast cancer: State of the art[J]. Radiology, 2020, 295 (3): 500-515.
- [19] 田素升, 张炜, 范海涛, 等. 多样化CT征象鉴别周围性肺癌与肺结核[J]. 分子影像学杂志, 2018, 41 (1): 11-15.
- [20] 傅礼洪, 上官文博. 多层螺旋CT征象诊断周围型非小细胞肺癌的临床研究[J]. 医学影像学杂志, 2013, 23 (12): 2041-2044.
- [21] 曹九虎, 燕宏军, 袁玉厚, 等. 肺癌CT征象与肿瘤标志物的关系及其联合检测的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2013, 29 (5): 738-742.
- [23] Snoeckx A, Reyntiens P, Desbuquoit D, et al. Evaluation of the solitary pulmonary nodule: size matters, but do not ignore the power of morphology[J]. Insights Imaging, 2018, 9 (1): 73-86.
- [24] Li Y, Wang T, Fu Y F, et al. Computed tomography-based spiculated sign for prediction of malignancy in lung nodules: A meta-analysis[J]. Clin Respir J, 2020, 14 (12): 1113-1121.
- [25] Chung K, Jacobs C, Scholten ET, et al. Lung-RADS Category 4X: Does it improve prediction of malignancy in subsolid nodules[J]. Radiology, 2017, 284 (1): 264-271.
- (收稿日期: 2022-03-25)

(收稿日期: 2022-03-25)

(上接第 84 页)

提示不同病因的慢性心力衰竭患者LVEDV、LVESV及E/A水平存在差异,LVEDV、LVESV、E/A水平可在一定程度上鉴别慢性心力衰竭患者病因。结果还显示,冠心病引起的慢性心力衰竭患者CTA检查血管管腔狭窄程度高于扩张型心肌病引起的慢性心力衰竭患者( $P<0.05$ ),表明CTA血管管腔狭窄程度是鉴别慢性心力衰竭病因的重要指标。分析CTA诊断慢性心力衰竭病因的结果与CAG诊断结果的一致性,显示Kappa值=0.840,一致性很高,表明CTA在慢性心力衰竭病因鉴别诊断中的应用价值较高。

综上所述,CTA对慢性心力衰竭病因的诊断结果与CAG一致性很高,可有效鉴别慢性心力衰竭病因,具有较好临床应用价值。

## 参考文献

- [1] 李亚南, 崔存英, 刘园园, 等. 血流向量成像对慢性心力衰竭患者左心室舒张功能的研究[J]. 中国医学影像学杂志, 2019, 27(5): 328-332.
- [2] 李铮, 刘蕾莹, 华玮. 血浆脑钠肽监测对老年慢性心力衰竭患者应用 $\beta$ 受体阻滞剂的指导效果[J]. 山东医药, 2016, 56(38): 57-59.
- [3] Ishida O, Hagino I, Nagaya N, et al. Adipose-derived stem cell sheet transplantation therapy in a porcine model of chronic heart failure[J]. Translational Research, 2014, 165(5): 631-639.
- [4] 刘晓龙, 于珊珊, 何亚男, 等. 冠状动脉CTA在二尖瓣病变诊断中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2016, 32(3): 462-465.
- [5] 窦冠华, 杨俊杰, 单冬凯, 等. 冠状动脉CT血管成像定量分析在诊断冠状动脉血流动力学异常中的价值[J]. 中华放射学杂志, 2018, 52(9): 660-667.
- [6] 柳林伟, 邵宁, 孙治华, 等. 麝香保心丸治疗维持性血液透析患者

慢性心力衰竭的临床观察[J]. 国际泌尿系统杂志, 2016, 36 (2): 237-239.

- [7]倪岚,张煜敏,薛锦花.上海市浦东新区两家社区卫生服务中心慢性收缩性心力衰竭患者病因及用药情况分析[J].中华全科医师杂志,2016,15(5):351-355.
- [8]胡大一,杨士伟,闫明珠,等.2005年欧洲心脏病学会急性心力衰竭诊断和治疗指南介绍(1)[J].中国医药导刊,2006,8(1):71-74.
- [9]夏金发,章萍,邵旭武,等.利多卡因外擦导管预防桡动脉痉挛的临床分析[J].安徽医学,2015,36(5):573-576.
- [10]赵洁,刘静怡,刘佳梅,等.桡动脉穿刺后引起桡动脉急性闭塞的原因分析[J].河北医学,2019,25(2):299-303.
- [11]乔香瑞,刘军辉,花蕊,等.循环单核细胞和血浆中GDF-15和NT-proBNP对慢性心力衰竭的诊断及心血管事件的预测价值[J].南方医科大学学报,2019,39(11):1273-1279.
- [12]Fabian Bamberg.The whole is greater than the sum of its parts:Combining CT angiography and highly sensitive troponin in the diagnostic work-up of patients with acute chest pain[J].Jacc cardiovascular imaging,2015,8(11):1282-1284.
- [13]Maros F,Udo H,Fabian B,et al.Highly sensitive troponin and coronary computed tomography angiography in the evaluation of suspected acute coronary syndrome in the emergency department[J].European Heart Journal,2016,37(30):2397-2405.
- [14]闫振富,陈晖,荆宏峰,等.CTA诊断冠状动脉狭窄的临床价值[J].中国CT和MRI杂志,2018,16(7):26-28.
- [15]张伟杰,张惠英,陈伟彬,等.优化扫描范围对CT冠状动脉成像辐射剂量和图像质量的影响[J].临床放射学杂志,2016,35(5):799-802.

(收稿日期: 2020-04-25)