

DOI: 10.3779/j.issn.1009-3419.2005.02.10

• 临床研究 •

# <sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 显像 在肺癌诊断中的临床价值

阮征 郑健 黄海龙 张闻瑞 赵晋华

**【摘要】** 背景与目的 正确的诊断对肺癌疑似患者是至关重要的。根据肿瘤组织摄取<sup>18</sup>F-FDG 的能力远大于正常组织的原理,本研究探讨了双探头符合线路 SPECT/CT 在肺癌诊断中的临床应用价值。方法 对 61 例肺部肿块患者进行<sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 检查,对良恶性肿块的摄取比值 R 进行比较,并与 CT 检查和病理检查结果进行比较。结果 以摄取比值  $R \geq 2$  为标准,<sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 对肺癌诊断的敏感性为 82%,特异性为 87%,准确率为 84%。<sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 对纵隔淋巴结转移的诊断与病理结果的符合率为 81%,而 CT 诊断与病理结果的符合率为 52%,二者有显著性差异( $P < 0.05$ )。结论 <sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 对肺癌的诊断与鉴别诊断以及临床分期有重要的应用价值。

**【关键词】** 肺肿瘤 诊断 18-氟脱氧葡萄糖 双探头符合线路显像

**【中图分类号】** R730.4;R734.2

## Clinical evaluation of <sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT imaging in diagnosis and staging of patients with suspected lung cancer

RUAN Zheng, ZHENG Jian, HUANG Hailong, ZHANG Wenrui, ZHAO Jinhua. Department of Thoracic Surgery, Shanghai First People Hospital, Shanghai 200085, P. R. China

Corresponding author: RUAN Zheng, E-mail: ruanzheng@csc.org.cn

**【Abstract】** **Background and objective** Correct diagnosis is very important to patients with suspected lung cancer. According to the higher <sup>18</sup>F-FDG intake of tumor tissues much more than normal tissues, this study evaluates the clinical value of <sup>18</sup>F-FDG dual-head coincidence SPECT/CT in diagnosis of lung cancer. **Methods** Sixty-one patients with lung mass underwent <sup>18</sup>F-FDG dual-head coincidence SPECT/CT imaging and thoracic CT imaging before operation. These imageological results were compared with histological examination of lung mass. **Results** The sensitivity, specificity and accuracy of <sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT in differentiating malignant and benign lesions were 82%, 87%, 84%, respectively. Compared with thoracic CT imaging, diagnostic rate of mediastinal lymphatic metastasis was significantly higher by <sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT (52% vs 81%,  $P < 0.05$ ). **Conclusion** Combined functional-anatomical image of <sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT has potential to improve staging and localizing procedures of lung cancer. It is an excellent modality in diagnosis and differential diagnosis of lung cancer.

**【Key words】** Lung neoplasms Diagnosis 18F-fluorodeoxyglucose Dual-head coincidence imaging

肺癌是我国最常见的恶性肿瘤之一,早期的正确诊断对肺癌患者的临床治疗和预后具有重要的影响。<sup>18</sup>氟脱氧葡萄糖(<sup>18</sup>F-FDG)被细胞摄取后,在己糖激酶的作用下形成 6-磷酸-<sup>18</sup>氟脱氧葡萄糖,结构发生改变,不能进一步代谢而滞留在细胞内。肿瘤细胞葡萄糖代谢异常,糖酵解增强,<sup>18</sup>F-FDG 大量积聚在肿瘤组织内,产生正电子的积聚,在扫描仪上表现为肿瘤病变区域放射性异常浓聚,同时借助模型和参数,对局部葡萄糖代谢进行半定量分析,从而诊断恶性肿瘤及其

转移灶。带双探头符合线路 SPECT/CT 仪,亦称混合型 hPET/CT,是一种把双探头符合线路 SPECT 仪与 CT 扫描机安装在同一个机架上,把 SPECT 图像与 CT 图像完善地融合,为临床提供比单纯的 CT 或单纯 SPECT 图像更多、更有效、更直观的图像信息,可以达到功能与解剖信息的统一。本研究评价了<sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 在肺部肿块诊断和鉴别诊断方面的价值,并与病理、CT 检查结果进行比较。

### 1 资料与方法

1.1 一般资料 2003 年 6 月~2004 年 3 月我院收治的资料完整的肺部肿块患者 61 例,其中男性 44 例,女

作者单位:200085 上海市第一人民医院胸外科(阮征、郑健、黄海龙),核医学科(张闻瑞、赵晋华)(通讯作者:阮征, E-mail: ruanzheng@csc.org.cn)



性 17 例;平均年龄 62 岁。无糖尿病病史。排除肺外肿瘤病史。

**1.2 术前常规检查** 行胸部增强 CT 检查、腹部超声检查、骨扫描、纤维支气管镜检查等。CT 扫描范围从肺尖至肾上腺,层厚及间隔为 10 mm,均使用静脉注射增强剂。诊断报告由二名有经验的放射医师讨论后得出。肿块性质分为恶性和良性。淋巴结直径大于 1 cm 为异常。

**1.3 显像仪器及显像剂** 显像仪器为 GE Discovery VH+Hawkeye 双探头 SPECT/CT 仪。<sup>18</sup>F-FDG 由华山医院 PET 中心提供,放化纯度 >95%。

**1.4 <sup>18</sup>F-FDG HDC-SPECT/CT 显像方法** 受检者禁食 6 h 以上,检查前常规测定血糖水平,血糖水平控制在 7.8 mmol/L 以下。静脉注射 <sup>18</sup>F-FDG 240 ~ 370 MBq,1 h 后显像。每个床位 40 cm,一般采集 1 ~ 3 个床位,常规采集 2 个床位(包括颈、胸、腹及腹股沟区)。分别进行透射扫描及发射扫描,共采集 40 min。其中,透射扫描 10 min,发射扫描 30 min。经过全能量 X 线衰减校正和有序子集最大期望值法(COSEM)叠代重建后,将 CT 图像与符合线路图像(PET)进行图像融合,可获得横断面、矢状面、冠状面三维断层图像。

**1.5 图像分析和结果判断** ①定性分析(目测法):所有影像包括 X 线胶片、计算机荧光屏二维和三维立体重建图像均至少由两位有经验的医师同时阅片,判

断是否存在异常 <sup>18</sup>F-FDG 的摄取。正常部位(脑、心脏、胃肠道、肾脏和膀胱等)以外出现异常 <sup>18</sup>F-FDG 摄取增高判断为恶性肿瘤病灶;②半定量分析(比值法):计算肿瘤与正常组织的放射性计数比值 R(T/NT),即在经过处理的 <sup>18</sup>F-FDG 影像上,用计算机勾划感兴趣区(ROD)技术,在肿瘤病灶部位与对侧相应或邻近正常组织部位各勾划出 ROI,并计算肿瘤组织与其对侧或邻近正常组织(本底)的摄取比值 R。R ≥ 2.0 考虑为恶性病变。

**1.6 病理检查** 对患者手术切除的病灶和淋巴结进行病理检查。

**1.7 统计分析** 采用 t 检验和  $\chi^2$  检验。

## 2 结果

**2.1 病理结果** 全组 61 例患者均通过手术或肺穿刺获取病理结果。其中 49 例通过剖胸手术获得病理结果:肺癌 38 例,包括鳞癌、腺癌(图 1)、腺鳞癌、类癌(图 2)、未分化大细胞癌;良性病灶 11 例,有肺结核、炎性假瘤、硬化性血管瘤、错构瘤、机化性肺炎、肺结节病、肺隔离症、支气管扩张症。另有 12 例肺部肿块通过经皮肺穿刺证实为炎性或良性病变。剖胸肺癌手术中发现同侧 N<sub>2</sub> 淋巴结转移的有 21 例。手术后测定肺癌病灶的直径,其中 >3.0 cm 24 例,2.0 ~ 3.0 cm 8 例,1.5 ~ 2.0 cm 3 例,<1.5 cm 3 例。

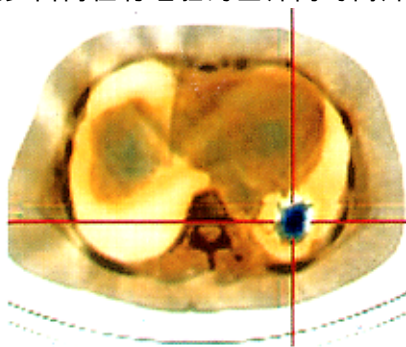


图 1 SPECT/CT 融合图示左下肺腺癌伴纵隔淋巴结转移

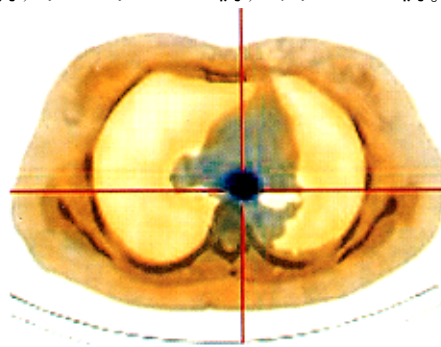


Fig 1 SPECT/CT imaging showed left lower adenocarcinoma with mediastinal lymph node metastasis

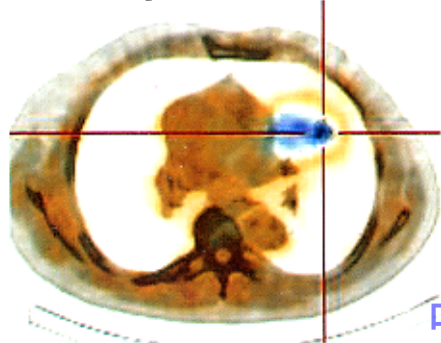


图 2 SPECT/CT 融合图示左上肺类癌

Fig 2 SPECT/CT imaging showed left upper carcinoid

**2.2 <sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 与普通胸部 CT 检查结果** (表 1、2) 在测定的 61 例患者中,FDG 代谢摄取增高异常;肺部显像有 38 个病灶,30 例是 1 个病灶,4 例是 2 个病灶;纵隔显像的有 19 例;胸腔外热点显像的有 4 处,分别在结肠、肾上腺、骨以及锁骨淋巴结。根据临床经验,我们摄取比值 R ≥ 2 为恶性病变的标准,肺部肿块经 <sup>18</sup>F-FDG-SPECT 诊断正确的有 51 例,错误的有 10 例。引起错误的原因是:①肺结核、类癌、肺泡细胞癌等 <sup>18</sup>F-FDG 代谢摄取异常引起的假阳性或假阴性的表

现;②肿瘤最大径<1.5 cm 时,由于部分容积效应或仪器的空间分辨率的限制所致。<sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 检查对肺癌诊断的准确率为 84%, 敏感度为 82%, 特异度为 87%;胸部 CT 对肺癌诊断的准确率为 72%, 敏感度为 74%, 特异度为 70%。<sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 对纵隔淋巴结的诊断与病理检查的符合率为 81% (17/21), CT 诊断纵隔淋巴结转移与病理结果的符合率为 52% (11/21), 二者间有统计学差异 ( $P < 0.05$ )。<sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 对纵隔淋巴结转移的诊断比胸部 CT 的准确率要高。

**2.3 临床分期准确性** 以 CT 检查为基础的术前临床分期与术后病理分期结果相符合的有 28 例, 符合率为 74% (28/38); 以<sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 检查为基础的临床分期与病理分期相符合的有 34 例, 符合率为 89% (34/38)。二者有统计学差异 ( $P < 0.05$ )。<sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 对肺癌临床分期的准确性较高。

**2.4 典型病例** 1 例患者肺癌术后 3 个月随访,<sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 发现纵隔淋巴结转移而同期胸部 CT 未见淋巴结明显肿大;再治疗后随访,<sup>18</sup>F-FDG-

SPECT/CT 未发现脑转移而 CT 发现脑内多发转移, 经积极治疗患者目前情况良好。另有 1 例 SPECT/CT 诊断为肺癌, 同时发现结肠 FDG 代谢异常增高, 认为是恶性肿瘤, 经随访证实是结肠癌 (图 3)。

表 1 <sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT 检查结果  
Tab 1 Results of <sup>18</sup>F-FDG-SPECT/CT

| Item                      | Pathological examination |    | Total |
|---------------------------|--------------------------|----|-------|
|                           | +                        | -  |       |
| <sup>18</sup> F-FDG-SPECT |                          |    |       |
| +                         | 31                       | 3  | 34    |
| -                         | 7                        | 20 | 27    |
| Total                     | 38                       | 23 | 61    |

表 2 胸部 CT 检查结果  
Tab 2 Results of thoracic CT

| Item        | Pathological examination |    | Total |
|-------------|--------------------------|----|-------|
|             | +                        | -  |       |
| Thoracic CT |                          |    |       |
| +           | 28                       | 7  | 35    |
| -           | 10                       | 16 | 26    |
| Total       | 38                       | 23 | 61    |

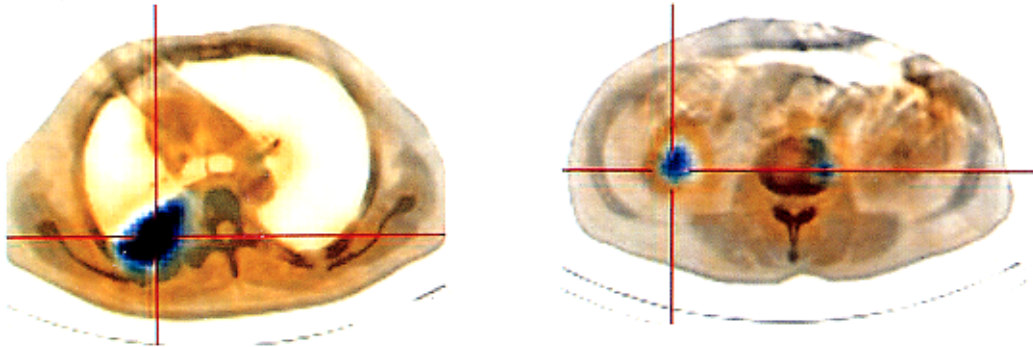


图 3 SPECT/CT 融合图示右下肺肺泡细胞癌合并结肠腺癌

Fig 3 SPECT/CT imaging showed right lower bronchoalveolar carcinoma combined with colon cancer

**3 讨论**

肺癌是我国最常见的恶性肿瘤, 早期的正确诊断和临床分期对治疗的选择和预后具有重要意义。传统的 CT 图像是反映病变部位的密度差异和解剖形态, 以 CT 为主要依据进行肺癌术前诊断和临床分期逐渐显示出局限性和滞后性。<sup>18</sup>F-FDG 图像显示肿瘤组织代谢的变化, 通过观察病变区域和周围正常组织的代谢差异来分析肺部肿块, 确定病灶性质; 同时通过计算病变区域的 FDG 摄取值, 以是否大于阈值来判断肿块性质, 是一种较好的无创伤的诊断技术。

本研究中笔者观察发现<sup>18</sup>F-FDG-双探头符合线路 SPECT 对肺癌诊断的准确率为 84%, 敏感度为

82%, 特异度为 87%。这个结果与 FDG-PET 或 SPECT 肺癌诊断方面文献<sup>[1~3]</sup>报道的结果相类似; 容易误诊的病理类型为类癌、肺泡细胞癌、结核等, 也与文献报道相类似。

FDG-PET 对肺部肿块的鉴别诊断以及肺癌的诊断和临床分期有重要的价值, 是一种准确的非创伤性方法, 但其设备昂贵, 检查费用高, 限制了它的临床应用和推广<sup>[4,5]</sup>。双探头符合线路 SPECT 的应用使得在 SPECT 仪上可以进行部分 PET 的功能, 使 FDG 的代谢显像成为可能。FDG-SPECT 与 PET 的符合率可达 92%, 具有较好的一致性和可比性, 但前者核素使用量低, 临床检查费用低, 仪器价格相对低, 也具有较满意的图象分辨率和检测灵敏度, 临床应用的价



值较高,易于推广和接受<sup>[6,7]</sup>。

双探头符合线路 SPECT 对肺部肿块 FDG 的摄取,不能测定 SUV 值,只能计算摄取比值 R(T/NT)。研究发现在 SUV 与 T/NT 之间存在正相关。本研究的经验认为以摄取比值  $R \geq 2.0$  作为阈值,可以获得较理想的诊断结果,准确率可以达到 84%。分析发生假阳性或假阴性的原因:①受检查仪器的分辨率限制,理论上 SPECT 难以发现  $< 1.5$  cm 的病灶,小的肿瘤病灶易漏诊。本研究中 3 例肺癌最大径  $< 1.5$  cm 的病例中 2 例漏检。②病理类型和分化程度不同,例如类癌、肺泡细胞癌、结核等。直径  $< 3$  cm 的肺部肿块是影像学诊断的难点,双探头符合线路 SPECT 检查发现在 8 例肺部肿块为 2.0~3.0 cm、3 例为 1.5~2.0 cm、3 例为  $< 1.5$  cm 的患者中,分别有 7 例、2 例、1 例诊断准确,准确率是 71%,与 CT 诊断相比具有较高的临床价值。文献报道,在  $> 2.0$  cm 的肺部肿块,SPECT 与 PET 诊断的符合率较高,因此在肺癌的诊断和鉴别诊断方面有重要的临床使用价值<sup>[3,8,9]</sup>。

本研究采用的双探头符合线路 SPECT/CT 一体机,可以对病灶、淋巴结或其他感兴趣的部位进行精确的定位,再进行 FDG 代谢的测定来提高病变部位诊断的准确性。利用这一优势,我们对非小细胞肺癌的病灶或淋巴结先进行协助定位再进行测定(图 1)。我们同时观察了  $^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路 SPECT 显像与 CT 同机图像融合对非小细胞肺癌纵隔淋巴结转移分期的诊断价值,发现  $^{18}\text{F}$ -FDG-SPECT/CT 对纵隔淋巴结的诊断与病理检查的符合率为 81% (17/21),而 CT 诊断纵隔淋巴结转移与病理结果的符合率为 52% (11/21),经检验有统计学差异 ( $P < 0.05$ )。因此  $^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路 SPECT/CT 检出转移淋巴结的价值高于胸部螺旋 CT 检查,改变了 29% 的病例的临床分期,导致治疗方案的变动。正如 Gambhir 等曾经报道的由于 PET 应用可发现更广泛的病灶,37% 的病例改变了临床处理方案。

肺癌淋巴结转移的有无对诊断、治疗和预后至关重要。在肺癌临床分期中,CT 依据恶性肿瘤转移致淋巴结肿大的原理判断是否有纵隔淋巴结转移。尽管 CT 能够正确定位异常肿大的淋巴结,但不能肯定是转移性还是炎性增生。一般认为淋巴结直径大于 1 cm 为转移灶,但是,研究发现恶性肿瘤的转移与淋巴结的大小没有必然的联系。纵隔镜、支气管镜和肺穿刺均有其适应证和局限性,且有侵袭性。因此  $^{18}\text{F}$ -FDG 的测定在判断纵隔淋巴结转移的检查中有重要的临床意义。 $^{18}\text{F}$ -FDG 可在淋巴结较小时检查出肿瘤的转移。

$^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路 SPECT 显像可获取全身

以观察是否有纵隔和肺门淋巴结的转移、是同侧还是对侧以及有无全身远处器官的转移(如骨、肾上腺、肝)等。 $^{18}\text{F}$ -FDG-SPECT/CT 显像用于非小细胞肺癌的临床诊断,一方面可以判断肺部肿块的良恶性,有无纵隔、远处淋巴结或脏器的转移,为肺癌的诊断、治疗和临床分期提供依据;另一方面,它既可以减少剖胸探查术和有创检查,又可以避免手术机会的丢失。

当然,由于仪器性能条件的限制, $^{18}\text{F}$ -FDG-SPECT/CT 检查的效能、敏感度、特异度、预测值不能等同于  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET,但  $^{18}\text{F}$ -FDG-SPECT/CT 在肺癌的临床应用中也具有重要的使用价值。

## 参 考 文 献

- Han LJ, Qu WY, Zhu M, et al. Evaluation of pulmonary nodules with  $^{18}\text{F}$ -FDG hPET/CT imaging. Chin J Nucl Med, 2003, 23(1): 17-19. [韩丽君, 屈婉莹, 朱明, 等.  $^{18}\text{F}$ -FDG-hPET/CT 显像诊断肺部病变. 中华核医学杂志, 2003, 23(1): 17-19.]
- Li JM, Sun QY, Yang NM, et al.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET for the identification of solitary pulmonary nodules and staging of lung cancer. Chin J Nucl Med, 1997, 17(2): 77-79. [李家敏, 孙启银, 杨乃明, 等.  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET 显像鉴别肺部单发肿块性质及肺癌分期的价值. 中华核医学杂志, 1997, 17(2): 77-79.]
- Oturai PS, Mortensen J, Enevoldsen H, et al. Gamma-camera  $^{18}\text{F}$ -FDG PET in diagnosis and staging of patients presenting with suspected lung cancer and comparison with dedicated PET. J Nucl Med, 2004, 45(8): 1351-1357.
- Kent MS, Port JL, Altorki NK. Current state of imaging for lung cancer staging. Thorac Surg Clin, 2004, 14(1): 1-13.
- Aquino SL, Fischman AJ. Does whole-body 2- $^{18}\text{F}$ -fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography have an advantage over thoracic positron emission tomography for staging patients with lung cancer? Chest, 2004, 126(3): 755-760.
- Huang G, Zhu CM. A study of dual-head tomography with coincidence. Chin J Nucl Med, 2000, 20(5): 238-239. [黄钢, 朱承谟. 双探头符合线路断层显像原理简介. 中华核医学杂志, 2000, 20(5): 238-239.]
- Eschmann SM, Bitzer M, Paulsen F, et al. The benefit of functional-anatomical imaging with [ $^{18}\text{F}$ ]fluorodeoxyglucose utilizing a dual-head coincidence gamma camera with an integrated X-ray transmission system in non-small cell lung cancer. Nucl Med Commun, 2004, 25(9): 909-915.
- Mastin ST, Drane WE, Harman EM, et al. FDG SPECT in patients with lung masses. Chest, 1999, 115(4): 1012-1017.
- Worsley DF, Celler A, Adam MJ, et al. Pulmonary nodules: differential diagnosis using  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose single-photon emission computed tomography. AJR Am J Roentgenol, 1997, 168(3): 771-774.

(收稿: 2004-11-24 修回: 2005-01-12)

(本文编辑 李蓓兰)