

## · 胸部影像学 ·

 $^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路 SPECT/CT 显像半定量分析对肺部病变的诊断价值

陆武, 陈鹏, 刘永, 宋长祥, 杜鹏

**【摘要】** 目的:探讨 $^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路 SPECT/CT 显像对肺部病变的诊断价值。方法:回顾性分析经病理或随访证实的 144 例肺部病变患者的 $^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路 SPECT/CT 检查图像,采用半定量法测量肺部病灶放射性计数(T)与胸壁软组织放射性计数(NT),并计算其放射性摄取比值  $R(T/NT)$ ,应用受试者工作特征(ROC)曲线确定肺部良恶性病变的最佳临界值  $R(\text{cutoff})$ ,即  $R \geq R(\text{cutoff})$  诊断为恶性病变, $R < R(\text{cutoff})$  诊断为良性病变。结果: $R(\text{cutoff})$  取 3.58,即病灶  $R \geq 3.58$  作为恶性的判定标准,诊断敏感度、特异度、准确率、阳性预测值和阴性预测值分别为 89.5%、89.7%、89.6%、95.9% 和 76.1%,且与病理诊断的一致性良好( $Kappa=0.750, P < 0.05$ )。结论: $^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路 SPECT/CT 显像对肺部病变的诊断、鉴别诊断及预后评估具有重要的临床应用价值。

**【关键词】** 单光子发射计算机断层摄影术;肺疾病;氟脱氧葡萄糖 F18;诊断,鉴别

**【中图分类号】** R563; R445.6; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2014)09-1046-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.09.1016

**The diagnostic value of semi-quantitative analysis of pulmonary lesions by using  $^{18}\text{F}$ -FDG coincidence SPECT/CT imaging** LU Wu, CHEN Peng, LIU Yong, et al. Department of Nuclear Medicine, the First People's Hospital of Lianyungang and Affiliated Lianyungang Hospital of Xuzhou Medical College, Lianyungang 222002, P. R. China

**【Abstract】** **Objective:** To explore the diagnostic value of  $^{18}\text{F}$ -FDG coincidence SPECT/CT imaging in diagnostic of lung lesions. **Methods:** Images of 144 patients with lung diseases confirmed by pathology or follow-ups were analyzed retrospectively. The maximum radioactivity count of the lung lesions (T) and normal chest wall soft tissues (NT) were measured by the two experienced nuclear medicine doctors and the ratios of  $R(T/NT)$  were calculated. The optimal threshold of  $R(\text{cutoff})$  was identified by the receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. With optimal threshold,  $R \geq R(\text{cutoff})$  was diagnosed as malignant lesions,  $R < R(\text{cutoff})$  was diagnosed as benign lesions, and the data were analyzed statistically. **Results:** The optimal threshold value ( $R(\text{cutoff})$ ) was 3.58. When  $R(\text{cutoff}) \geq 3.58$  the tumors were diagnosed as malignant lesions. The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value were respectively: 89.5%, 89.7%, 89.6%, 95.9% and 76.1%, showing adequate consistency as compared with pathologic diagnosis ( $Kappa=0.750, P < 0.05$ ). **Conclusion:**  $^{18}\text{F}$ -FDG-Coincidence SPECT/CT imaging is clinically valuable for diagnosis, differential diagnosis and prognosis in lung diseases.

**【Key words】** Single photon emission computed tomography; Lung disease; Fluorodeoxyglucose F18; Diagnosis, differential

肺部病变的良恶性鉴别对制定治疗方案及判断预后具有重要的临床意义,早期诊断对治疗方案的选择及预后具有重要影响<sup>[1-2]</sup>。本文回顾性分析 144 例肺部病变患者的 $^{18}\text{F}$ -脱氧葡萄糖( $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose,  $^{18}\text{F}$ -FDG)符合线路 SPECT/CT 检查图像和摄取比值(R 值),对肺部病变 $^{18}\text{F}$ -FDG 摄取值进行半定量分析,旨在探讨 $^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路 SPECT/CT 显像对鉴别肺部良恶性病变的临床价值,以提高肺部病变定性诊断符合率。

## 材料与方法

### 1. 病例资料

近 5 年在我院行 $^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路 SPECT/CT 检查的肺部病变患者 144 例,其中男 100 例,女 44 例,年龄 33~82 岁。本组病例均为肺部单发病变,无其他恶性肿瘤病史,病灶直径均  $> 1\text{ cm}$ 。

### 2. 检查方法

采用 GE 公司生产的可变角双探头符合线路 Infinia VC Hawkeye 型成像系统,患者检查前禁食 6 h 以上,血糖控制在  $7.8\text{ mmol/l}$  以下, $^{18}\text{F}$ -FDG 由南京军区总医院加速器中心提供。患者静脉注射  $185 \sim 370\text{ MBq}$  的 $^{18}\text{F}$ -FDG 后静卧 50 分钟后显像,常规采集 2 个床位,每个床位 40 cm,包括颈胸部、腹部及盆腔,分别进行透射扫描及发射扫描,共 49 min,其中透射扫描 22 min,发射扫描 27 min。经过全能量 X 线衰减校正和有序子集最大期望值法(ordered subsets expectation maximization, OSEM)迭代重建后,获得 CT 图像、PET 图像、PET/CT 融合图像和三维立体图像。

作者单位:222002 江苏,徐州医学院附属连云港医院,连云港第一人民医院核医学科

作者简介:陆武(1963-),男,江苏连云港人,主任医师,主要从事影像诊断及核医学工作。

通讯作者:陈鹏, E-mail: luwu2565@163.com

基金项目:连云港市卫生局资助课题(1304)

以手术病理、纤维支气管镜、穿刺活检或痰检找到恶性肿瘤细胞作为判定肺部恶性病变的金标准;手术病理无恶性肿瘤细胞或随访病灶消失作为判定良性病变的金标准。

### 3. 图像分析

由两位有经验的核医学科医生共同分析图像,选取病灶摄取<sup>18</sup>F-FDG 最明显的层面,用计算机勾画感兴趣区(region of interest, ROI),得到放射性摄取比值 T 并在正常胸壁软组织勾画相同大小的 ROI,得到放射性摄取比值 NT 并计算半定量摄取比值 R (T/NT)。

### 4. 统计学处理

采用 SPSS 15.0 软件进行统计学分析,采用非参数法描绘肺部病变半定量摄取比值的受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,以曲线最接近左上角位置即约登指数最大的一点为最佳临界点,从而确定最佳阈值<sup>[3-4]</sup>。均数比较采用两独立样本 *t* 检验,一致性检验采用 Kappa 检验,取双侧精确概率,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义, Kappa 值为 0.61~0.80 表明一致性良好, Kappa 值为 0.81~1.00 表明一致性极好<sup>[5]</sup>。

## 结 果

### 1. 病理检查及随访结果

本组 144 例肺部病变以手术病理活检或随访病灶消失作为诊断的金标准,支气管镜及穿刺活检病理未见肿瘤细胞者不作为确诊依据,病理诊断方法为常规 HE 染色切片加免疫组化。144 例肺部病变中恶性

105 例,其中 98 例经手术、纤支镜或穿刺活检病理证实,98 例中手术 86 例,支气管镜 5 例,CT 引导下穿刺活检 7 例;痰检找到恶性肿瘤细胞 7 例。良性病变 39 例,手术病理证实 31 例,8 例经抗炎治疗 0.5~3.0 个月后病灶消失证实为炎性病变。

### 2. <sup>18</sup>F-FDG 符合线路 SPECT/CT 显像

T/NT 值 1.0~1.5 为代谢无明显增高,1.5~2.5 为代谢轻度增高,2.5~3.5 为中度增高,大于 3.5 为代谢明显增高。恶性病变均表现为不同程度的代谢增高(图 1、2),良性病变表现为 20 例无明显代谢增高,15 例代谢轻中度增高(图 3),4 例表现为代谢明显增高(图 4)。恶性组与良性组的 T/N 值差异有统计学意义( $t=12.28, P < 0.01$ , 表 1)。

表 1 恶性组与良性组 T/N 值

组别	例数	均数±标准差	最大值	最小值
恶性组	105	7.33±3.73	28.38	0.66
良性组	39	2.26±1.21	6.04	0.44
合计	144	5.95±3.95	28.38	0.44

### 3. ROC 曲线分析

肺部病变放射性摄取比值 R 的 ROC 曲线下面积为 0.944(95%可信区间为 0.907~0.982, 图 5),与曲线下面积 0.5 比较,差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。最佳临界值 R(cutoff)为 3.58。

### 4. 一致性检验结果

以  $R \text{ 值} \geq 3.58$  作为预测肺部恶性病变的诊断标准,对应的敏感度、特异度、准确度、阳性预测值和阴性预测值分别为 89.5%、89.7%、89.6%、95.9% 和 76.1%,与病理诊断一致性良好(Kappa 指数=0.750,

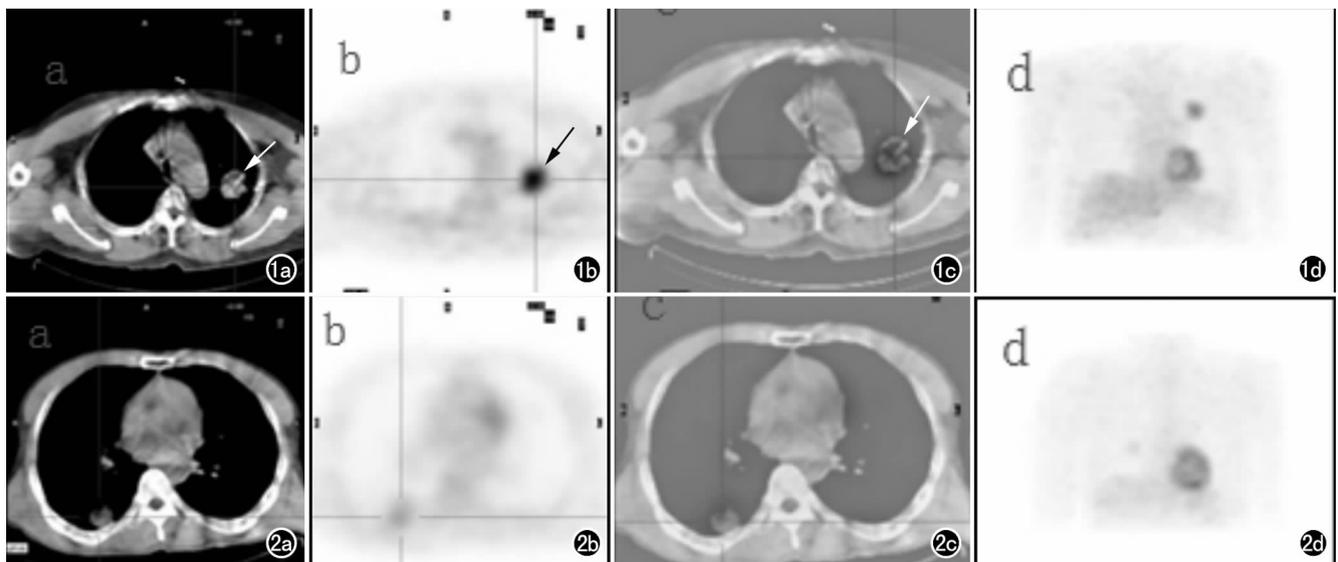


图 1 左肺上叶葡萄糖代谢明显增高,病理证实为中-低分化鳞癌。a) CT 图像示左肺上叶不规则肿块(箭),有分叶; b) PET 图像示肿块代谢明显增高(箭); c) PET/CT 融合图像示肿块各部分代谢均明显增高(箭); d) 三维立体图像。图 2 右肺下叶葡萄糖代谢轻度增高,病理证实为高分化腺癌。a) CT 图像示右肺上叶结节,形态不规则,可见浅分叶; b) PET 图像示结节各部分代谢轻度增高; c) PET/CT 融合图像示结节代谢轻度增高; d) 三维立体图像。

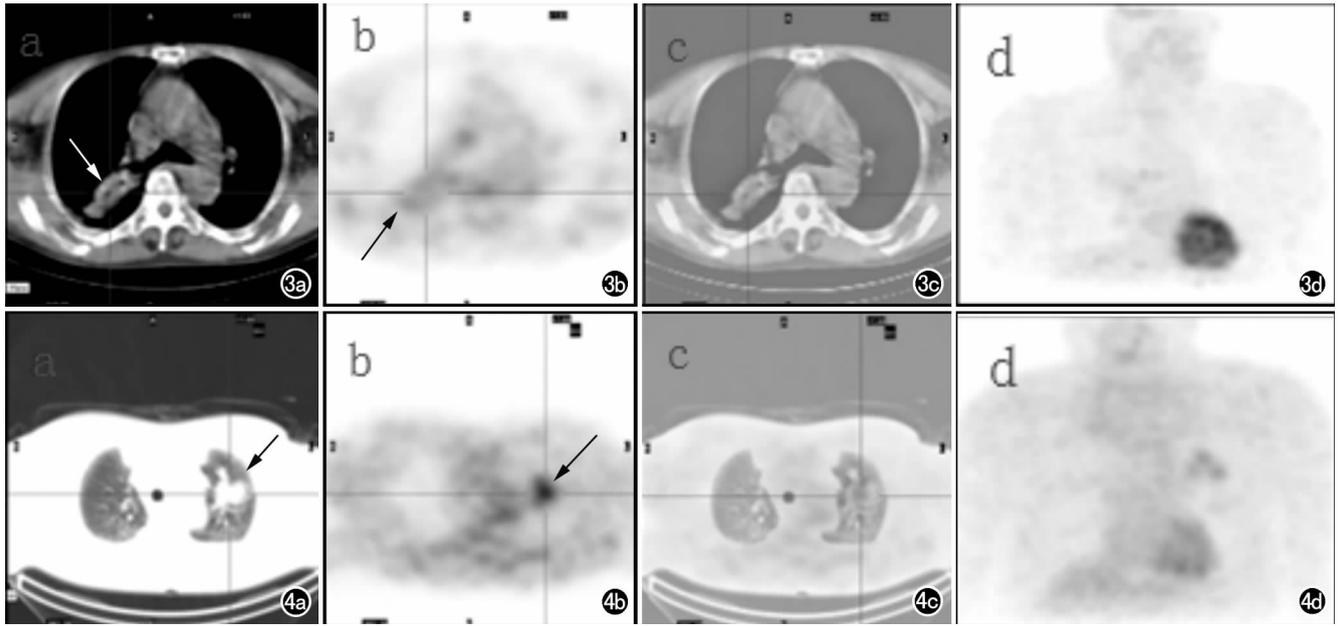


图 3 右肺上叶葡萄糖代谢轻度增高,后经证实为炎性病变。a) CT 图像示右肺上叶软组织灶,边缘平直,呈“刀切样”(箭); b) PET 图像示病变代谢轻度增高(箭); c) PET/CT 融合图像示病变各部分代谢均轻度增高; d) 三维立体图像。图 4 左肺上叶葡萄糖代谢明显增高,后经证实为隐球菌感染。a) CT 图像示左肺上叶病灶(箭),边界模糊; b) PET 图像示病灶呈高代谢(箭); c) PET/CT 融合图像示病灶中心代谢高,周围基本无代谢; d) 三维立体图像。

$P < 0.05$ , 表 2)。

表 2 SPECT/CT 半定量法与病理诊断结果比较 (例)

符合线路 SPECT/CT	病理或随访	
	恶性	良性
恶性	94	4
良性	11	35

注:Kappa 指数 = 0.750,  $P < 0.05$ 。

### 讨论

<sup>18</sup>F-FDG 显像诊断恶性肿瘤是利用恶性肿瘤细胞

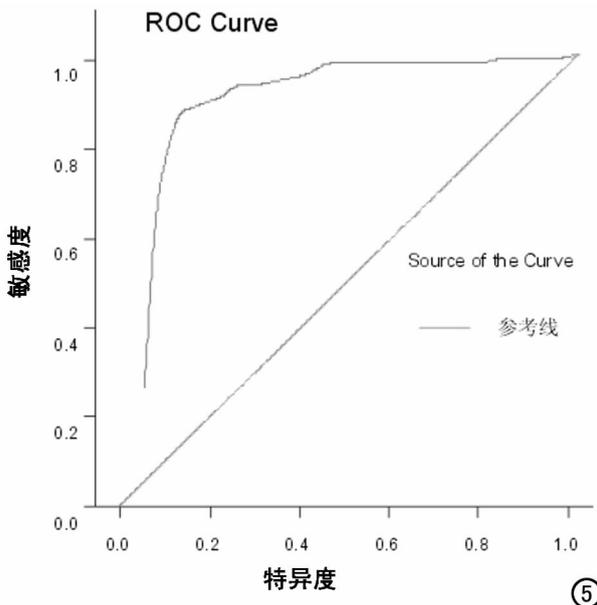


图 5 非参数法肺部良恶性病变放射性摄取比值 R 的 ROC 曲线。

糖酵解增强的原理,近年来国内外一些学者相继开展了<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 诊断肺癌的临床研究,其临床应用价值得到肯定,甚至有学者认为<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像是诊断肺癌新出现的“金标准”<sup>[6]</sup>。<sup>18</sup>F-FDG 符合线路 SPECT/CT 显像因其价格相对低廉,且与 PET/CT 具有很好的一致性<sup>[7]</sup>,已广泛应用于临床。<sup>18</sup>F-FDG 是葡萄糖类似物,能反映不同组织的糖代谢变化,但良性病变与恶性病变对 FDG 的摄取有时并无明显分界,以致有些病变无法判断其良恶性,常需要用半定量法进行分析。

本研究利用 T/NT 比值对病灶摄取<sup>18</sup>F-FDG 进行半定量分析,发现恶性病变组 T/NT 值 ( $7.33 \pm 3.73$ ) 明显大于良性病变组 ( $2.26 \pm 1.21$ ), 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。文献报道一般取对侧相应部位正常组织作为参照点, R 值取 2.0 ~ 3.5<sup>[1,2,8,9]</sup>。陆武等<sup>[10]</sup>对肺部病变不同参照点的半定量值进行了对比研究,结果表明以胸壁软组织为参照点准确性最高。本研究采用 ROC 曲线优选出的 R 值,以胸壁软组织为参照点,为肺部病变诊断敏感性与特异性之和最大所对应的理论值,作为<sup>18</sup>F-FDG 符合线路 SPECT/CT 显像对肺部病变良恶性诊断的最佳临界值,即 R 取 3.58 时,其相应的 ROC 曲线下面积 (area under curve, AUC) 为 0.944, AUC 越大,诊断准确率越高<sup>[3-4]</sup>,本研究 AUC 较大,诊断的敏感性、特异性及准确率均较高,且与病理诊断的一致性良好。本研究中,当 R 值分别取 3.0、2.5 和 2.0 时,ROC 曲线对应的敏

敏感度和特异度分别为 92% 和 80%、94.7% 和 66%、99.1% 和 35%。随着 R 值降低,敏感度有所升高,特异度却大幅下降,因此,以 3.58 为良恶性临界 R 值较为科学。

$^{18}\text{F}$ -FDG 是一种非特异性显像剂,除恶性肿瘤外,在发生感染等情况下也可能出现较高的能量代谢<sup>[11]</sup>,从而造成假阳性;某些肺恶性肿瘤如类癌、肺泡癌等有时摄取 $^{18}\text{F}$ -FDG 明显少于其他非小细胞肺癌<sup>[12]</sup>,可造成假阴性。本研究中,当 R 值取 3.58 时,共出现 4 例假阳性(2 例炎性假瘤,1 例隐球菌感染,1 例结核球)和 11 例假阴性病例(1 例肺黏膜相关淋巴瘤,10 例高分化腺癌)。因此,R 值虽然对肺部病变的良恶性鉴别具有较高的价值,但仍存在假阳性和假阴性,需结合其他影像学表现和临床病史综合诊断。

肺孤立性良性病变摄取 FDG 的平均水平相对较低,但 $^{18}\text{F}$ -FDG 并非特异性肿瘤显像剂,在结核、感染等情况下会造成假阳性。炎症性病灶摄取 $^{18}\text{F}$ -FDG 机制主要是粒细胞等吞噬细胞在炎症刺激下活化,对能量需求剧增,以及增生的病原体本身可能也有较高的能量代谢; $^{18}\text{F}$ -FDG 高摄取的肺结核往往是增殖性病变或以增殖性病变为主的结核结节<sup>[13]</sup>。本组出现 4 例假阳性,其中炎症 3 例,结核 1 例,可能与上述因素有关。

$^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路正电子显像在肺癌诊断中假阴性情况主要见于生长缓慢的肿瘤或低于设备空间分辨力的小病灶,随着肿瘤体积的缩小,病灶与正常肺组织的对比度降低,降低了小病灶的检出率。文献报道, $^{18}\text{F}$ -FDG 的摄取与病灶的大小呈正相关,当病灶  $>1.5\text{ cm}$  时,SPECT 诊断的准确率为 89%,当病灶  $\leq 1\text{ cm}$  时, $^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路 SPECT 和 PET 诊断价值均不高<sup>[2]</sup>。本组出现 19 例假阴性病例,可能与肿瘤直径较小且分化程度较高有关。

#### 参考文献:

- [1] 韩招娣,尤徐阳,郁春景,等. $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 显像在孤立性肺结节中的应用研究[J].影像诊断与介入放射学,2013,22(1):61-64.
- [2] 陆武,刘永,宋长祥,等. $^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路 SPECT/CT 对肺孤立性病变的诊断价值[J].放射学实践,2011,26(5):560-563.
- [3] 陈卫中,潘晓平,宋兴勃,等.ROC 曲线中最佳工作点的选择[J].中国统计卫生,2006,23(2):157-158.
- [4] 陈卫中,倪宗瓚,潘晓平,等.用 ROC 曲线确定最佳临界点和可疑值范围[J].现代预防医学,2005,32(1):861-868.
- [5] Lim JS, Kim MJ, Yun Mi-Jin, et al. Comparison of CT and  $^{18}\text{F}$ -FDG pet for detecting peritoneal metastasis on the preoperative evaluation for gastric carcinoma[J]. Korean J Radiol, 2006, 7(4): 249-256.
- [6] Joshi SC, Pant I, Hamzah F, et al. Integrated positron emission tomography/computed tomography fusion imaging: an emerging gold standard in lung cancer[J]. Indian J Cancer, 2008, 45(4): 137-141.
- [7] Joshi U, Raijmakers PG, van Lingen A, et al. Evaluation of pulmonary nodules: comparison of a prototype dual crystal (LSO/NAI) dual head coincidence camera and full ring positron emission tomography (PET)[J]. Eur J Radiol, 2005, 52(2): 250-254.
- [8] 韩丽君,屈婉莹,朱明,等. $^{18}\text{F}$ -FDG hPET/CT 显像诊断肺部病变[J].中华核医学杂志,2003,23(1):17-19.
- [9] 王建方,赵新明,张敬勉,等. $^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路对肺部病变的诊断价值[J].现代中西医结合杂志,2007,16(14):1963-1964.
- [10] 陆武,陈鹏,刘永,等.肺部病变 $^{18}\text{F}$ -FDG 符合线路显像不同参照点半定量值的对比研究[J].中华放射学与分子影像杂志,2013, 33(6):430-432.
- [11] Zhuang HM, Alavi A.  $^{18}\text{F}$ -Fluorodeoxyglucose positron emission tomographic imaging in the detection and monitoring of infection and inflammation[J]. Semin Nucl Med, 2002, 32(1): 47-59.
- [12] Bmzzi JF, Munden RF. PET/CT imaging of lung cancer[J]. J Thorac Imaging, 2006, 21(1): 123-136.
- [13] 王全师,吴湖炳,王明芳,等.19 例良性病变患者 $^{18}\text{F}$ -FDG PET 显像特点分析[J].中华核医学杂志,2003,23(4):210-211.

(收稿日期:2013-11-11 修回日期:2014-03-03)