

• 胸部影像学 •

PET/CT 鉴别诊断孤立性肺结节的优势与限度

关建中, 刘翠玉, 谢立旗, 陈燧, 倪诚凯, 郭宗亮, 范青

【摘要】 目的:探讨 PET/CT 在孤立性肺结节 (SPNs) 鉴别诊断中的价值。**方法:**经病理证实的 58 例 SPNs 均行 PET/CT 扫描, 结合结节的 PET 的代谢特点及 CT 的形态学特点综合判定 SPNs 的性质。**结果:**恶性 SPNs 的最大标准摄取值 SUV_{max} (均值 7.03 ± 4.75) 明显高于良性 SPNs (均值 2.06 ± 1.06), 差异有统计学意义 ($t=6.40, P<0.001$)。PET/CT 诊断恶性 SPNs 的敏感度、符合率、阴性预测值 (100%、96.6%、100%) 均较单独利用 CT (88.2%、87.9%、50.0%) 和单独利用 PET (86.3%、84.5%、41.7%) 高。**结论:**PET/CT 可以提高诊断孤立肺结节的敏感度、符合率及阴性预测值。

【关键词】 肺肿瘤; 体层摄影术, X 线计算机; 正电子发射断层摄影术

【中图分类号】 R814.42; R445.6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)10-1082-04

The advantage and limitation of PET/CT in the differential diagnosis of solitary pulmonary nodule GUAN Jian-zhong, LIU Cui-yu, XIE Li-qi, et al. Department of Nuclear Medicine, No. 401st Hospital of PLA, Qingdao 266071, P. R. China

【Abstract】 Objective: To assess the value of PET/CT in the differential diagnosis of solitary pulmonary nodule (SPN). **Methods:** 58 patients with SPN underwent ^{18}F -FDG PET/CT, the nature of SPN was diagnosed according to the metabolism feature of PET in combination with the morphology characteristics displayed on CT. All of the SPNs had pathology diagnosis. **Results:** The maximal standard uptake value (SUV_{max}) of malignant SPN (mean 7.03 ± 4.75) was significantly higher than that of benign SPNs (mean 2.06 ± 1.06), with significant statistic difference ($t=6.40, P<0.001$). The sensitivity, accuracy, negative predictive value of PET/CT for malignant SPNs were 100%, 96.6%, 100% respectively, which was higher than that of using CT alone (88.2%, 87.9%, 50.0% respectively) as well as that of using PET alone (86.3%, 84.5%, 41.7% respectively). **Conclusions:** The sensitivity, accuracy and negative predictive value in the diagnosis of SPN could be improved by PET/CT.

【Key words】 Lung neoplasms; Tomography, X-ray computer; Position emission tomography

孤立性肺结节 (solitary pulmonary nodules, SPNs) 在影像学上的定义为肺内孤立的类圆形不透光影、至少有中等明确的边缘、最大直径不超过 3.0 cm, 此为影像学诊断中的难题之一^[1]。其中恶性病灶, 尤其是周围型肺癌占有较大的比例, SPNs 的鉴别诊断一直是临床的难点和热点, 由于不同性质的肺孤立性结节治疗方法及预后完全不同, 所以 SPNs 的鉴别诊断在临床上具有重要意义。相对于 CT 或 PET, ^{18}F -FDG PET/CT 不仅可以提供 SPNs 解剖学和形态学信息, 而且还能反映 SPNs 的细胞代谢情况, 在孤立性肺结节的诊断中起重要作用, 本研究主要探讨其在孤立性肺结节鉴别诊断中的价值。

材料与方法

1. 研究对象

搜集 2010 年 5 月—2011 年 10 月在本院 PET/CT 中心接受检查的 58 例 SPNs 作为研究对象, 其中男 28 例, 女 30 例, 年龄 33~83 岁, 平均 58.2 岁。所

有病例均有明确的病理诊断, 其中手术 33 例、纤支镜或穿刺活检 25 例。

2. 检查设备和材料

显像剂 ^{18}F -FDG 由美国 CTI 公司 RDS111 回旋加速器及 FDG4 合成模块生产, 放化纯度 $>95\%$ 。显像设备为 GE Discovery STE 16 PET/CT。

3. 检查方法

患者于检查前禁食 4~6 h, 控制血糖在 4.0~6.7 mmol/L (通过口服药物、胰岛素注射以及延长空腹时间调节血糖), 安静、避光 15 min 后, 静脉注射 ^{18}F -FDG 185~370 MBq, 休息 45~60 min 后开始显像。先行透射采集, CT 扫描参数 120 kV、170 mA、层厚 3.75 mm、间隔 3.27 mm。然后行 PET 发射 3D 采集, 2 min/床位, 层厚 3.27 mm, 矩阵 128×128 。120 min 后行肺结节延迟显像, 采集参数同上。应用 CT 数据进行衰减校正, 重建方式采用有序子集期望值最大化 (ordered subsets expectation maximization, OSEM) 重建算法。融合图像通过 AW 工作站软件处理获得。

4. 阅片方法及诊断标准

阅片方法: 由 2 名有经验的 PET/CT 诊断医生参与阅片, 采用盲法阅片, 即在不知病理的前提下, 分别

作者单位: 266071 山东, 解放军第 401 医院核医学科

作者简介: 关建中 (1968—), 男, 河南襄城人, 博士, 副主任医师, 主要从事医学影像学诊断工作。

进行 CT、PET 和 PET/CT 3 次阅片。

CT 形态学特点作为 SPNs 的唯一诊断指标。恶性 SPNs 诊断指标:分叶征、毛刺征、胸膜凹陷征、结节征、支气管血管束征、空泡征及空气支气管征。良性 SPNs 诊断指标:形状不规则、周围有粗长索条、以宽基底与胸膜相贴、边缘模糊不清。将结节具有 2 个以上的恶性征象作为恶性结节的诊断标准。

最大标准摄取值 $SUV_{max} \geq 2.5$ 作为 PET 诊断恶性病变的重要参考指标。

PET/CT 诊断恶性 SPNs 的标准: $SUV_{max} \geq 2.5$ 作为 PET 诊断恶性病变的重要参考指标,结合 CT 形态学征象为最终的 PET/CT 诊断结果。

5. 统计学处理

使用 SPSS 13.0 统计软件包,良性与恶性肺结节组间 SUV_{max} 采用独立样本 t 检验, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

1. SPNs 的诊断结果

58 例病灶病理证实为恶性结节 51 例(其中腺癌 40 例,鳞癌 5 例,腺鳞癌 2 例,细支气管肺泡癌 4 例),良性结节 7 例(其中炎性结节 3 例,错构瘤 2 例,增殖型结核 1 例,炎性假瘤 1 例)。病灶长径 ≤ 1 cm 的 7 例,病灶长径为 1~2 cm 的 22 例,病灶长径 2~3 cm 的 36 例。形状为圆形 3 例,类圆形 44 例,不规则形 6 例,椭圆形 6 例,楔形 2 例;58 例结节位于右肺 29 例,

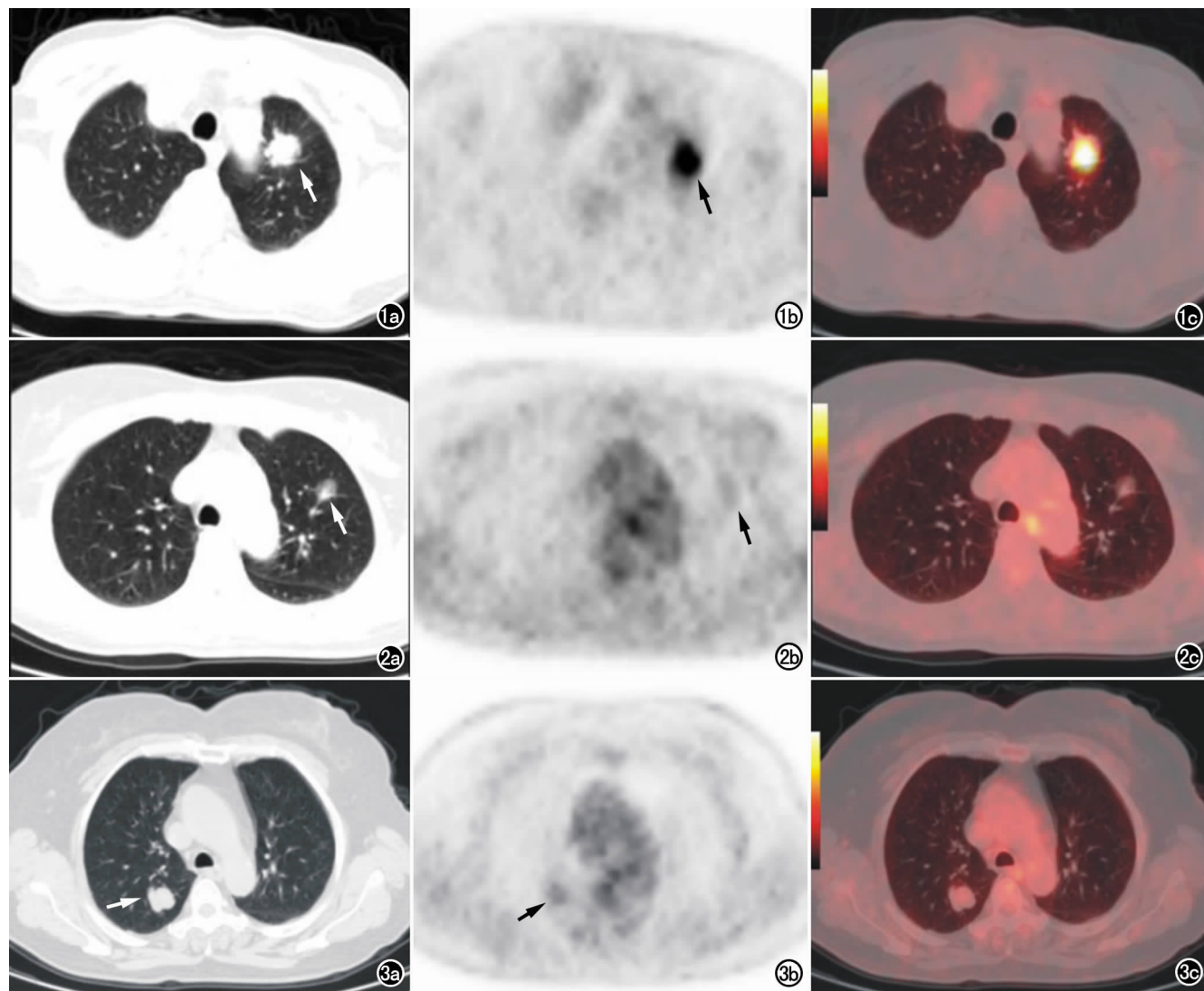


图 1 左肺上叶中分化腺癌。a) CT 图像示左肺上叶尖后段实性结节(箭),边缘毛糙,有分叶,细短毛刺,大小约 $2.2\text{cm} \times 2.5\text{cm} \times 2.6\text{cm}$,CT 值约 35HU; b) PET 图像示左肺病灶 FDG 摄取异常增高(箭),常规显像 SUV_{max} 约 7.4,延迟显像 SUV_{max} 约 10.7; c) PET/CT 融合图像。图 2 左肺上叶高分化腺癌(伴较多细支气管肺泡癌结构)。a) CT 图像示左肺上叶尖后段亚实性结节(箭),有细短毛刺,密度不均匀,大小约 $1.3\text{cm} \times 1.4\text{cm} \times 1.9\text{cm}$; b) PET 图像示左肺病灶 FDG 摄取稍增高(箭),常规显像 SUV_{max} 约 0.5,延迟显像 SUV_{max} 约 0.7; c) PET/CT 融合图像。图 3 右肺上叶错构瘤。a) CT 图像示右肺上叶后段分叶状实性结节(箭),边缘光滑,大小约 $2.3\text{cm} \times 2.2\text{cm} \times 2.3\text{cm}$,CT 值约 20HU; b) PET 图像示右肺病灶 FDG 摄取稍高(箭),常规显像 SUV_{max} 约 1.6,延迟显像 SUV_{max} 约 1.3; c) PET/CT 融合图像。

左肺 29 例;病变位于上叶 42 例(其中前段 15 例,尖后段 27 例),位于舌叶 3 例,位于下叶 14 例。58 例肺结节中,50 例为实性结节,8 例为伴有磨玻璃密度的亚实性结节。8 例亚实性结节中 7 例为肺癌(高分化腺癌 4 例,细支气管肺泡癌 3 例),1 例为炎性结节。

2. 良性与恶性肺结节组间 SUV_{max} 比较

恶性结节的 SUV_{max}(平均 7.03 ± 4.75)明显高于良性结节(平均 2.06 ± 1.06),差异有统计学意义($t=6.40, P<0.001$)。

3. CT、PET 和 PET/CT 对孤立性肺结节良恶性诊断符合率的比较

CT 诊断 SPNs:准确诊断恶性结节 45 例(其中腺癌 35 例,鳞癌 3 例,腺鳞癌 2 例,细支气管肺泡癌 4 例);准确诊断良性结节 6 例(其中炎性结节 3 例,错构瘤 2 例,炎性假瘤 1 例);有 6 例恶性结节被误诊为良性,其中 2 例为低分化腺癌,2 例中分化腺癌,1 例低分化鳞癌,1 例中分化鳞癌,多以宽基底与胸膜相贴;有 1 例良性结节被误诊为恶性,为增殖性肺结核;恶性结节定性诊断的敏感度为 88.2%,特异度为 85.7%,符合率为 87.9%,阳性预测值为 97.8%,阴性预测值为 50.0%。

PET 诊断 SPNs:准确诊断恶性结节 44 例(其中腺癌 36 例,鳞癌 5 例,腺鳞癌 2 例,细支气管肺泡癌 1 例);准确诊断良性结节 5 例(其中炎性结节 3 例,错构瘤 2 例);有 7 例恶性结节被误诊为良性,其中 4 例为高分化腺癌,3 例为细支气管肺泡癌,其中 5 例为亚实性结节;有 2 例良性结节被误诊为恶性,1 例为增殖性肺结核,1 例为炎性假瘤;恶性结节定性诊断的敏感度为 86.3%,特异度为 71.4%,符合率为 84.5%,阳性预测值为 95.7%,阴性预测值为 41.7%。

PET/CT 诊断 SPNs:准确诊断恶性结节 51 例,其中腺癌 40 例(图 1、2),鳞癌 5 例,腺鳞癌 2 例,细支气管肺泡细胞癌 4 例;准确诊断良性结节 5 例,其中炎性结节 3 例,错构瘤 2 例(图 3);有 2 例良性结节被误诊为恶性,1 例为增殖性肺结核,1 例为炎性假瘤。恶性结节定性诊断的敏感度为 100%,特异度为 71.4%,符合率为 96.6%,阳性预测值为 96.2%,阴性预测值为 100%。

讨 论

Gupta 等^[2]首次把¹⁸F-FDG PET 显像用于 SPNs 的诊断和鉴别诊断。它是一种诊断 SPNs 的准确的无创性检查,对于恶性病变的诊断具有较高的敏感度(95%~97%)及特异度(78%~87%),对于鉴别良性、恶性实性结节是可靠的^[3-4]。对于具有非实性成分的 SPNs 还没有进行深入的研究,非实性成分被认为 CT

上表现为局限性的磨玻璃影或模糊的肺实质密度增加,而不是肺血管纹理模糊影^[5]。

PET/CT 融合图像可同时显示 SPNs 的代谢状态及解剖定位,实现了 PET 和 CT 的优势互补,特别对 CT 较难定性诊断的如瘢痕癌等缺乏典型良恶性 CT 征象的 SPNs 及单纯 PET 难以准确定位的近膈面小结节等,PET/CT 可很好地帮助做出定位及定性诊断。本研究中 PET/CT 对恶性肺结节的诊断可以达到 100%的敏感度、96.6%的符合率及 100%的阴性预测值,都比单独利用 PET 或 CT 高。与以前的报道相比较^[6],PET/CT 的作用在阴性预测值方面明显优于单独利用 PET 或单独利用 CT。因此 PET/CT 在鉴定良性结节方面是有益的,有助于避免不必要的外科手术。所以,当我们确定了肺结节在 PET 图像上 FDG 摄取比纵隔血池的摄取低,或在 CT 图像上表现为良性形态学特性,需要行进一步的胸部 X 线片或 CT 随访。

随着 MSCT 高分辨力成像的应用,越来越多的肺结节边缘或内部的磨玻璃影,被称作亚实性结节,而这些结节与腺癌或癌前病变的关系越来越密切^[7]。许多¹⁸F-FDG PET 假阴性结果出现于惰性恶性病变,在 CT 上表现为非实性成分,比如肺的周围型腺癌或细支气管肺泡细胞癌(bronchiolo-alveolar carcinoma, BAC)^[8]。Henschke 等^[7]发现 233 例非实性成份的肺结节中 19%的病例首次筛查为阳性结果,并且肿瘤为 BAC 或具有 BAC 特征的腺癌。这两种恶性组织类型是导致¹⁸F-FDG PET 假阴性结果的主要原因。本研究结果表明恶性非实性成分肺结节由 BAC 和具有 BAC 成分的高分化腺癌组成,肺腺癌的这些类型被认为是导致¹⁸F-FDG PET 假阴性结果的原因^[9]。本组病例结果显示¹⁸F-FDG PET 假阴性大部分为亚实性结节(5/7),其中 4 例为高分化腺癌,3 例为 BAC。

磨玻璃影和实性成份的比例与肿瘤的恶性程度和预后有关,Aoki 等^[10]的研究表明在小的周围型 BAC 的磨玻璃影中,实性成份增加提示恶性程度增高。本研究结果也支持这种观点,发现结节的实性成份增加,¹⁸F-FDG 摄取也明显增加,病理结果显示肿瘤的分化程度越低。

利用¹⁸F-FDG PET 诊断恶性肺结节导致假阳性存在许多原因,增殖性结核、机化性肺炎、活动性肉芽肿以及隐球菌病由于对¹⁸F-FDG 摄取高可导致假阳性^[11]。本研究出现 2 例假阳性,其中 1 例为炎性假瘤、1 例为肺结核。

总之,PET/CT 显像可同时显示 SPNs 的形态学特征、解剖定位及病灶的代谢状态,实现了 PET 和 CT 的优势互补,PET/CT 显像比单独 CT 或单独 PET 在

诊断 SPNs 方面有更高的敏感度、符合率及阴性预测值, PET/CT 在临床决策的制定中起着越来越重要的作用。

参考文献:

- [1] O'Donovan PB. The radiologic appearance of lung cancer[J]. Oncology (Williston Park), 1997, 11(9): 1387-1402.
- [2] Gupta NC, Frank AR, Dewan NA, et al. Solitary pulmonary nodules; detection of malignancy with PET with 2-¹⁸F-fluoro-2-deoxy-D-glucose[J]. Radiology, 1992, 184(2): 441-444.
- [3] Gould MK, Maclean CC, Kuschner WG, et al. Accuracy of positron emission tomography for diagnosis of pulmonary nodules and mass lesions: a meta-analysis[J]. JAMA, 2001, 285(7): 914-924.
- [4] Bastarrika G, Garcia-Velloso MJ, Lozano MD, et al. Early lung cancer detection using spiral computed tomography and positron emission tomography[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2005, 171(12): 1378-1383.
- [5] Jang HJ, Lee KS, Kwon OJ, et al. Bronchioloalveolar carcinoma; focal area of ground-glass attenuation at thin-section CT as an early sign[J]. Radiology, 1996, 199(2): 485-488.
- [6] Kim SK, Allen-Auerbach M, Goldin J, et al. Accuracy of PET/CT in characterization of solitary pulmonary lesions[J]. J Nucl Med, 2007, 48(2): 214-220.
- [7] Henschke CI, Yankelevitz DF, Mirtcheva R, et al. CT screening for lung cancer; frequency and significance of part-solid and nonsolid nodules[J]. Am J Roentgenol, 2002, 178(5): 1053-1057.
- [8] Yap CS, Schiepers C, Fishbein MC, et al. FDG-PET imaging in lung cancer; how sensitive is it for bronchioloalveolar carcinoma[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2002, 29(9): 1166-1173.
- [9] Cheran SK, Nielsen ND, Patz EF Jr. False-negative findings for lung tumors on FDG positron emission tomography: staging and prognostic implications[J]. Am J Roentgenol, 2004, 182(5): 1129-1132.
- [10] Aoki T, Nakata H, Watanabe H, et al. Evolution of peripheral lung adenocarcinomas; CT findings correlated with histology and tumor doubling time[J]. Am J Roentgenol, 2000, 174(3): 763-768.
- [11] Yi CA, Lee KS, Kim BT, et al. Tissue characterization of solitary pulmonary nodule; comparative study between helical dynamic CT and integrated PET/CT[J]. J Nucl Med, 2006, 47(3): 443-450.

(收稿日期: 2012-03-08 修回日期: 2012-05-16)

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕, 已于 2008 年 3 月 1 号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下: 请登录同济大学医学期刊网站(<http://www.fsxsj.net>) 点击“放射学实践”进入本刊网站首页 → 点击“作者投稿” → 按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息, 同时记住用户名和密码, 以便查询稿件处理进度) → 用新注册的用户名和密码登录 → 点击“作者投稿”进入稿件管理页面 → 点击“我要投稿” → 浏览文件 → 上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮, 只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作, 文章须以 WORD 格式上传, 图表粘贴在文章中) → 录入稿件标题、关键词等 → 最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(50 元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度, 不必打电话或发邮件查询, 具体步骤如下: 用注册过的用户名和密码登录 → 点击“作者查稿”进入稿件管理页面 → 点击左侧导航栏“我的稿件库” → “稿件状态”显示稿件处理进度 → 点击“查看” → 选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到, 作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿), 本刊须花费大量精力将稿件录入系统中, 部分稿件重复多次处理, 这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿, 如果通过邮箱或邮局投稿, 本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足, 网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处, 希望各位影像同仁不吝赐教, 多提宝贵意见, 予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题, 或者对本系统及网站有好的意见和建议, 请及时联系我们。

联系人: 石鹤 明桥 联系电话: 027-83662887 027-83662875