

PET/CT 显像在非小细胞肺癌放疗中的应用研究

秦颂兵¹,徐晓婷¹,郭建¹,涂 彧²

中图分类号: R814.42 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2011)01-0104-03

【摘要】 目的 探讨正电子发射型计算机断层显像(positron emission tomography ,PET)与 CT 同机显像 (PET/CT)在对非小细胞肺癌(non-small cell lung cancer ,NSCLC)三维适形放疗中的应用价值。方法 21 例非小细胞肺癌患者行 PET/CT 检查,分别根据 CT 和 PET/CT 融合图像进行 TNM 分期,并将 PET/CT 融合图像上的 TNM 分期和单独 CT 图像分期结果进行比较。用 CMS 治疗计划系统图像融合软件分别在 CT 和 PET/CT 三维图像上勾画大体肿瘤体积(GTVCT 和 GTVPET/CT)并对两者进行比较。结果 52.38% (11/21 例)的患者分期改变,分期升级 7 例,分期降级 4 例。21 例患者 GTVCT 和 GTVPET/CT 均不相同,6 例 GTVPET/CT 大于 GTVCT,平均增大 40.47%;15 例 GTVPET/CT 小于 GTVCT,平均缩小 31.38%,其差异具有明显的统计学意义。结论 与单纯 CT 图像相比,PET/CT 显像明显提高非小细胞肺癌的诊断、分期的准确性,能更准确地反映肿瘤与正常组织的关系,从而有助于临床医师在放疗计划制定过程中更精确地勾画靶区。

【关键词】 PET/CT 显像;非小细胞肺癌;三维适形放疗

肺癌是最常见的恶性肿瘤之一,近年来其发病率和死亡率有逐年增加的趋势,其中非小细胞肺癌(non-small cell lung cancer ,NSCLC)大约占肺癌总数的 70%~80%,放射治疗是 NSCLC 重要的治疗手段,精确放疗是目前放疗的趋势,它使肿瘤剂量的提高成为可能,提高了放疗在肺癌治疗中的地位。但精确放疗的实施要以准确的诊断和分期,以及精确的靶区勾画为基础的,因此对肿瘤的影像学诊断技术提出更高的要求。近年来迅速发展的 PET 显像从分子水平反映肿瘤/正常组织生化变化和代谢状态之间的差异,能为肿瘤靶区的确定提供更多有价值的活体生物信息^[1],本研究旨在探讨 PET/CT 在 NSCLC 放疗中的应用价值。

1 材料与方法

1.1 临床资料 2009 年 5 月~2010 年 1 月在我院核医学科进行 PET/CT 显像检查的 NSCLC 患者。选取标准为有完整病史、体检和临床分期所需的常规影像学检查资料,显像见一到两个肿瘤病灶,为肺癌首发或不伴淋巴结肿大,既往检查未见远处转移,具有肿瘤放射治疗适应证的患者 21 例,其中男性 17 例,女性 4 例,年龄 45~93 岁,中位年龄 63 岁,均经病理学或细胞学证实为非小细胞型肺癌,其中鳞癌 10 例,腺癌 11 例。

1.2 方法

1.2.1 ¹⁸F-FDG PET/CT 检查方法 PET/CT 扫描仪为 GE 公司 discovery STE-16 型,¹⁸F-FDG 由 GE 公司 Minitrace 回旋加速器生产,放化纯度>98%,按病人体重 0.11~0.15mCi/kg 静脉注射。检查前常规测患者的体重及血糖,血糖均值 5.57±1.09。患者禁食 6 小时以上,肘静脉注射¹⁸F-FDG 平静休息 40min 后,在平静呼吸下行 CT 和 PET 全身图像采集,采集时间约 21~22min,扫描范围为头顶至大腿中部,采集方式为 3D 采集,重建方式采用有序子集迭代法(OS-EM)。获得的数据经计算机处理后获得 CT、PET 及 PET/CT 同机融合的冠状位、横断位及矢状位影像。

1.2.2 靶区勾画方法 将 PET/CT 全部原始数据传到放疗科 CMS 治疗计划系统,在 FOCUS 工作站利用 Fusion10.43 融合软件进行 CT 和 PET 图像融合及三维重建。靶区定义按照 IC-

RU50 号和 62 号文件规定标准。CT 图像上的靶区勾画由一名放射科主治医师和一名放疗科主治医师在肺窗(窗宽 1700Hu,窗位-300Hu)和纵隔窗(窗宽 600Hu,窗位 40Hu)上,对每一层 CT 横断图像上的病灶边界的勾画,除外可疑肺不张、胸膜渗出、血管结构、肺炎等区域。PET/CT 融合图像上的靶区勾画由一名核医学科主治医师和一名放疗科主治医师在窗宽约 900Hu,窗位约 300Hu(工作站图像与 PET/CT 显像标准摄取值 SUV>2.5 以上的图像基本一致)上完成,如两个或更多病灶距离 0.5cm 以上,则分别勾画。

1.3 分期方法 按 UICC 国际抗癌联盟 1997 年分期标准分期,CT 图像上凡淋巴结短径≥10mm 视为异常,<10mm 视为正常,但若是淋巴结<10mm,其中心存在坏死,或见到相互融合的淋巴结,也诊断为纵隔淋巴结转移;对其它转移的诊断结合病灶密度和形态改变来具体分析。PET 图像以 SUV≥2.5 作为恶性肿瘤或远处转移的判断标准。

1.4 统计学方法 应用统计软件包 SPSS 10.0 系统进行统计学分析,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 *t* 检验,*P*<0.05 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 分期改变 52.38% (11/21 例)入组患者分期改变,分期升级的有 7 例:N 分期升级 4 例(见表 1),M 分期升级的 2 例(见图 1),T 分期升级 2 例;分期降级的有 4 例:从 T2 降到 T1 的 1 例,N 级降级 3 例(见图 2)。

表 1 PET/CT 和 CT 对 N 分期的比较

N 分期	CT(例)	PET/CT (例)	分期 上升比例	分期 下降比例
N0	11	10	3/11	-
N1	2	3	1/2	-
N2	6	6	1/6	2/6
N3	2	2	-	1/2
合计	21	21	5/21	3/21

2.2 GTV 改变 21 例患者 GTVCT 和 GTVPET/CT 均不相同,6 例 GTVPET/CT 大于 GTVCT,平均增大 40.47%,在 PET/CT 上肺部原发灶的体积也均增大(0.1~18.7 cm³)。15 例 GTVPET/CT 小于 GTVCT,平均缩小 31.38%,在 PET/CT 上肺部原发灶的体积也均缩小(0.6~55.7 cm³),*P*<0.05。见图 3。

基金项目:苏州市社会发展基金项目(编号 SS0708)

作者单位:苏州大学附属第一医院,江苏 苏州 215006;

2 苏州大学医学部放射医学与公共卫生学院

作者简介:秦颂兵(1975~),男,江苏常熟人,副主任医师,硕士,研究方向:肿瘤放射治疗学

通讯作者:涂彧 E-mail: tuyu@suda.edu.cn

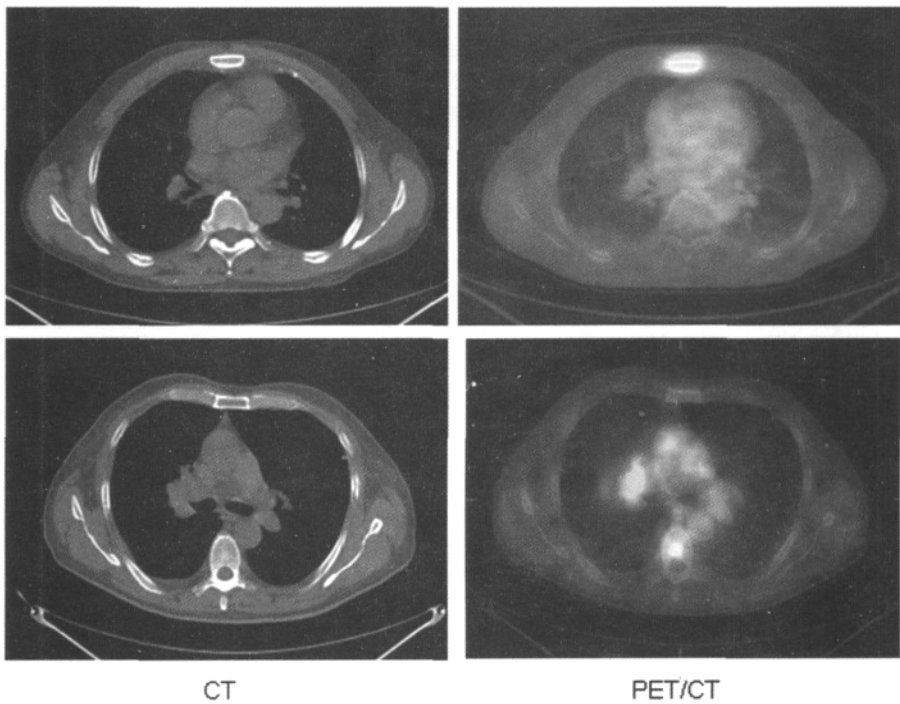


图 1 骨转移 CT 及 PET-CT 检查结果比较

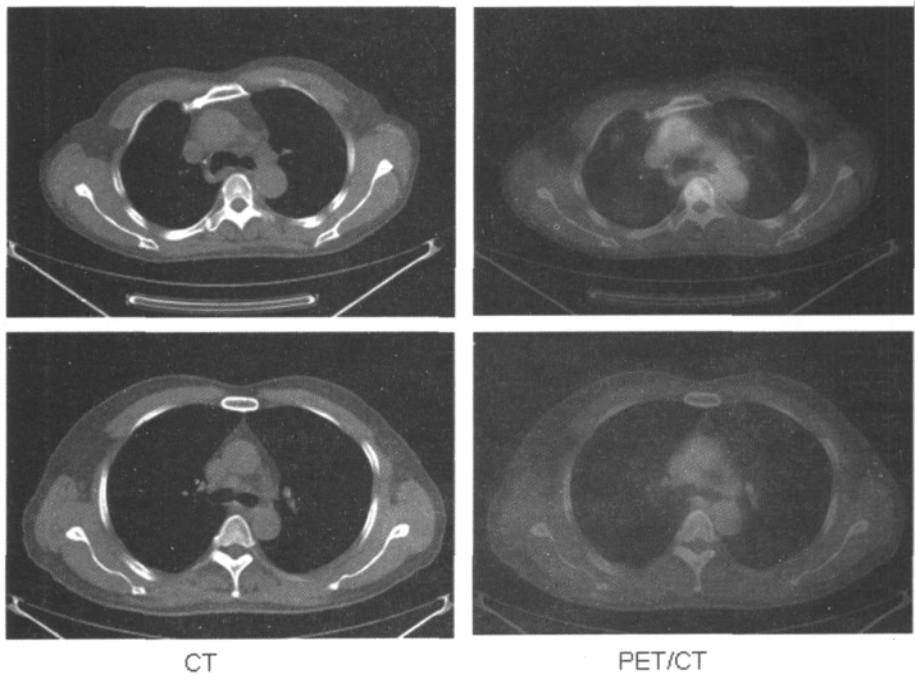


图 2 纵隔淋巴结 CT 及 PET-CT 检查结果比较

3 讨论

增强 CT 是目前 NSCLC 放疗前定位的最常用的检查方法 , 但由于 NSCLC 原发肿瘤侵入软组织、肺不张或肺实变与原发灶紧密相连时肿瘤边界均很难确定 , 纵隔淋巴结转移亦是诊断难点。因此 , CT 确定的分期准确性较低 , 为临床提供依据的可靠性也较低。¹⁸F - FDG PET 可以从人体代谢方面反映病变的性质 , 因为病变组织的代谢变化要早于形态学变化 , 因此其在病变的定性诊断上具有更高的灵敏度 , 对病变的良恶性鉴别较 CT 有明显的优势。但 PET 显像的不足之处在于图像空间分辨率低 , 解剖结构显示不良 , 无法对病灶进行准确定位。¹⁸F - FDG PET/CT 显像保留了¹⁸F - FDG PET 的上述优点 , 同时还有 CT 空间分辨率和密度分辨率较高的优点 , 同机采集和图像融合可以在疾病早期同时反映肿瘤的代谢变化和形态学改变 , 因此 , 理论上通过该技术可以明确 NSCLC 的解剖结构 , 正

确判断肿瘤与正常组织的关系 , 鉴于此 , 我们开展了该研究 , 来探讨探讨 PET/CT 在 NSCLC 放疗中的应用价值。

通常情况下 , CT 仅能根据直径大小区分是否为转移淋巴结 , 但约有 30% ~ 40% 的淋巴结不遵循 CT 诊断淋巴结转移的规律 , 即肿大的淋巴结不一定是转移 , 转移的淋巴结不一定都体积增大^[2]。因此 , 对于判断纵隔淋巴结转移情况 , PET/CT 显示纵隔淋巴结的精确性达 80% ~ 100%^[3] , 要明显优于 CT 的 55%^[4] , 主要体现在: ①隆突下和主肺动脉窗易出现较大的正常淋巴结 , CT 单纯根据体积大小难以判断是否转移; ②CT 对结构复杂部位如食管旁和肺韧带区域淋巴结 , 或者周围缺乏脂肪组织对比时显示欠清晰。我们的研究结果表明 , PET/CT 显像较 CT 多发现了 7 个转移淋巴结 , 这 7 个淋巴结在 CT 上体积较小 , 未达到诊断标准 , 而这多发现的 7 个淋巴结使得 4 例患者 N 分期升级; 同时 PET/CT 排除了 CT 上的 5 个直径均大于 10mm 的肿大淋巴结 , 使 3 例 N 分期降级 , 虽然以上患者的放



CT(红色线勾画的为 GTV1) PET/CT(红色线勾画的为 GTV1,绿色线勾画的为 GTV2)

图 3 GTVCT 及 GTVPET-CT 比较

疗方案未改变,但随着分期变化,靶区和放疗剂量做出了相应调整。可见, PET/CT 能检出在 CT 上看来是正常大小的转移淋巴结,从而避免靶区遗漏,提高控制率;也能排除 CT 诊断为转移的、因其他原因而增大的淋巴结,从而可缩小照射体积,降低放疗相关并发症的发生几率和严重程度。

^{18}F -FDG PET 能准确地将 NSCLC 病人分为局部侵犯和远处转移两类,尤其在诊断骨与软组织转移具有优势^[5]。PET 显像从葡萄糖代谢变化的角度显示骨转移瘤,对仅限于骨髓内而尚未引起成骨或溶骨反应的骨转移瘤可清楚地显示出来,因此,本研究中我们在 PET/CT 融合图像阅片时,除了肿瘤原发灶清晰显影外,还分别发现了这两个患者的椎体和胸骨均见 FDG 高浓聚灶,判定为骨转移,MO 均升级至 M1,说明 PET/CT 能灵敏地检出 CT 上无法显示的早期骨转移,从而调整治疗策略,从根治性放疗改为姑息性放疗。

勾画靶区是制定放疗计划的关键步骤。靶区勾画存在误差,将直接影响到 NSCLC 的治疗效果和放射性肺炎的发生及其严重程度。本研究中,所有病例的 GTVPET/CT 与 GTVCT 均有改变。在 6 例 $\text{GTV}_{\text{PET/CT}}$ 大于 GTV_{CT} (平均增大 40.47%) 中, GTV 增大最多的达 100%, 原因是在 PET/CT 融合图像上除了原有病灶显影清晰,修正了靶区边界外,还新增加了靶区,多发现了胸壁侵犯、胸骨和淋巴结转移等。本研究中一例患者 PET/CT 图像上原 CT 图像拟诊肺不张部位病灶中部见 FDG 浓聚灶,边界清晰,周围肺不张部位未见明显放射性摄取,靶区明显增大。在 15 例 $\text{GTV}_{\text{PET/CT}}$ 小于 GTV_{CT} (平均缩小 31.38%) 的患者中,有些是排除了在 CT 图像上肿大的转移淋巴结,去除了假阳性病灶。有些是原发肿瘤灶边界大大缩小,虽然同时较 CT 多发现其他转移灶,但总体积仍然是缩小了。本研究中有 1 例患者显像前行 2 次化疗,化疗前后的 CT 图像对比肿瘤范围未见明显变化,但 PET/CT 上肿瘤部位 FDG 浓聚灶明显小于 CT 图像,因此靶区体积较 CT 明显缩小。肿瘤经过一段时间的治疗后,病灶开始坏死液化、纤维化等,此时代谢会进一步减低,但它的形态却变化不大,等到其形态发生明显的改变,大约需要 1~3 个月的时间,因此解剖结构变化明显滞后于代谢功能的改变,而 PET/CT 能利用 FDG 代谢很好地反映出尚存活的肿瘤细胞,能更好地指导治疗计划的制定。这一结果与 Hanna^[6] 和 Gondi^[7], Deniaud - Alexandre^[8] 等的研究结果相一致。

综上所述, PET/CT 将形态学与功能图像相融合,使两种影

像学检查的信息能够互补,明显提高非小细胞肺癌的诊断、分期的准确度,更精确的显示肿瘤靶区与正常组织的关系,为放疗治疗个体化设计提供了可靠依据,有助于指导制定放疗方案,减少放射性肺炎的发生,提高生存率及生存质量,从而真正发挥出精确放疗的优势。

参考文献:

- [1] Gregoire V, Haustermans K, Geets X, et al. PET - based treatment planning in radiotherapy: a new standard [J]. J Nucl Med, 2007, 48(Suppl 1): 68s - 77s.
- [2] Ford EC, Herman J, Yorke E, et al. ^{18}F - FDG PET/CT for image - guided and intensity - modulated radiotherapy [J]. J Nucl Med, 2009, 50(10): 1 655 - 1 665.
- [3] Fischer B, Lassen U, Mortensen J, et al. Preoperative staging of lung cancer with combined PET - CT [J]. N Engl J Med, 2009, 361(1): 32 - 39.
- [4] Sioris T, Jarvenpaa R, Kuukasjavi P, et al. Comparison of computed tomography and systematic lymph node dissection in determining TNM and stage in non - small cell lung cancer [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2003, 23(3): 403 - 408.
- [5] Levine M, Julian J. Imaging: PET - CT imaging in non - small - cell lung cancer [J]. Nat Rev Clin Oncol, 2009, 6(11): 619 - 620.
- [6] Hanna GG, McAleese J, Carson KJ, et al. ^{18}F - FDG PET - CT simulation for non - small - cell lung cancer: effect in patients already staged by PET - CT [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2010, 77(1): 24 - 30.
- [7] Gondi V, Bradley K, Mehta M, et al. Impact of hybrid fluorodeoxyglucose positron - emission tomography/computed tomography on radiotherapy planning in esophageal and non - small - cell lung cancer [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2007, 67(1): 187 - 195.
- [8] Deniaud - Alexandre E, Touboul E, Lerouge D, et al. Impact of computed tomography and ^{18}F - deoxyglucose coincidence detection emission tomography image fusion for optimization of conformal radiotherapy in non - small - cell lung cancer [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2005, 63(5): 1 432 - 1 441.

(收稿日期: 2010 - 10 - 14)