

- 肿瘤区勾画的影响. 第一军医大学学报, 2004, 24(6): 700-705.
- 18 张立颖. ^{18}F -FDG PET 显像在恶性淋巴瘤中的应用. 国外医学·放射医学核医学分册, 2001, 25(1): 10-12.
- 19 Nehmeh SA, Erdi YE, Ling CC, et al. Effect of respiratory gating

on reducing lung motion artifacts in PET imaging of lung cancer. Med Phys, 2002, 29(3): 366-371.

(收稿日期: 2005-12-11)

·临床核医学·

^{18}F -氟代脱氧葡萄糖 PET在恶性肿瘤适形放射治疗中的价值

吕慧清¹ 张中民¹ 吕仲虹²

【摘要】 三维适形放射治疗是以影像学为指导的放射治疗技术, 肿瘤的准确分期和准确勾画肿瘤靶体积是三维适形放射治疗中的重要环节。 ^{18}F -氟代脱氧葡萄糖 (^{18}F -FDG) PET 能够提高肿瘤的诊断准确率、肿瘤分期的准确性, 对恶性肿瘤治疗方案做出正确选择, 对准确详尽地描绘肿瘤范围和肿瘤组织与周围正常组织的关系有极大帮助。

【关键词】 氟脱氧葡萄糖 F18; 体层摄影术, 发射型计算机; 放射疗法, 适形; 肿瘤

【中图分类号】 R817.4 【文献标识码】 A 【文章编号】 1673-4114(2006)06-0335-03

The value of ^{18}F -FDG PET in three-dimensional conformal radiotherapy of cancer

LÜ Hui-qing¹, ZHANG Zhong-min¹, LÜ Zhong-hong²

(1. Department of radiotherapy, Linyi People's Hospital, Shandong Linyi 276003, China; 2. Department of radiotherapy, General Hospital of Tianjin Medical University, Tianjin 350002, China)

【Abstract】 Three-dimensional conformal radiotherapy (3D-CRT) is based on an extensive use of modern medical imaging techniques. Delineation of the gross tumor volume and organs at risk constitutes one of the most important phases of conformal radiotherapy procedures. ^{18}F -fluorodeoxyglucose (^{18}F -FDG) PET possesses greater sensitivity and accuracy in detecting diseased lymph nodes, is an important staging examination for patients considered for radiation treatment with curative intent. ^{18}F -FDG PET has an important role in delineation of gross tumor volume for patients treated with three-dimensional conformal radiotherapy.

【Key words】 Fluorodeoxyglucose F18; Tomography, emission-computed; Radiotherapy, conformal; Neoplasms

三维适形放射治疗(three-dimensional conformal radiotherapy, 3D-CRT)是恶性肿瘤治疗中大有前景的放射治疗技术, 是以影像学为指导的放射治疗技术(image-guided radiotherapy, IGRT), 其建立在如下假设的基础之上: ① IGRT 能改善靶区描绘的精确度, 有利于增加局部放疗的生物学剂量, 改善局部控制率和生存率; ② IGRT 可降低正常组织的毒性; ③ IGRT 能提供治疗计划资料的收集和存档, 有利于进行放疗剂量学的各种参数和治疗结果的相

关研究; ④有利于根治性放疗患者的合理选择, 改善放射治疗的实行和治疗效果的评价^[1]。在恶性肿瘤的 3D-CRT 中, 准确详尽地描绘肿瘤范围和其与周围正常组织的关系是在整个放疗计划的制定中最为重要的环节。靶区确定不完全就会造成肿瘤的遗漏, 失去提高放疗剂量的意义, 导致治疗失败^[2-3]; 靶区描绘过大就会造成部分正常组织受到过量照射, 引起副反应加大或导致严重并发症, 失去 3D-CRT 治疗的优势。

在 3D-CRT 的发展过程中, CT 发挥了重要作用。CT 在恶性肿瘤的 3D-CRT 中既可以描述靶区, 又可以提供不同组织密度, 有利于治疗计划计算放

作者单位: 1. 276003, 山东省临沂市人民医院放疗中心 (吕慧清, 张中民); 2. 300052, 天津医科大学总医院放疗科 (吕仲虹)

通讯作者: 张中民(E-mail: zhangzhongmin@esco.org.cn)

疗剂量^[4]。CT 主要依据纵隔淋巴结的大小来诊断有无转移,一般取 1 cm 或 1.5 cm 为界值^[5],淋巴结最小长径大于上述标准者怀疑转移,增大未达上述标准者则一般排除转移。这样,在淋巴结因炎性增大时就会造成假阳性,同时在转移淋巴结未增大达到上述标准时就会导致假阴性。因此,CT 和 MRI 在判断是否有纵隔淋巴结转移方面的能力有限^[6]。这些情况都会影响肿瘤放疗措施的确立。

¹⁸F-氟代脱氧葡萄糖(¹⁸F-fluorodeoxyglucose, ¹⁸F-FDG)作为 PET 的示踪剂,可以显示其在恶性病灶中的摄取明显增多,而正常组织对 ¹⁸F-FDG 的摄取比肿瘤少得多,与正常组织形成一定的对比。¹⁸F-FDG PET 依据是否有 ¹⁸F-FDG 摄取的“热点”进行肉眼分析或半定量分析法计算标准化摄取值(standardized uptake values, SUV)来判断病变的良恶性。其能检测到的最小病变直径在 0.6 cm,且对直径从大于 1 cm 到小于 3 cm 的病变有相同的敏感性和特异性^[7]。Schwartz 等^[8]的研究表明,¹⁸F-FDG PET 检测到所有的头颈部肿瘤原发病灶,而单用 CT 则漏掉了 0.6 cm 大小的 T₁ 病灶;对颈部淋巴结的检测灵敏度和特异度达到 96% 和 98.5%。

1 ¹⁸F-FDG PET 有利于治疗方案的正确选择

恶性肿瘤治疗方案的选择是根据患者的一般情况、肿瘤分期、患者及家属的主观意愿等做出的,其中肿瘤分期是决定治疗方案的主要依据^[2]。如果非小细胞肺癌(non-small cell lung cancer, NSCLC)患者发现有对侧纵隔淋巴结转移(N₃),则失去手术治疗机会,只能进行放疗或其他治疗;如果发现有胸腔外转移,则失去根治性放疗的意义^[9],选择静脉化疗和姑息放疗较为合理。

许多研究资料表明,¹⁸F-FDG PET 在探测和明确纵隔淋巴结转移和远处转移方面优于 CT,部分患者在行 ¹⁸F-FDG PET 检查后的分期被改变,相应的治疗方案也随之发生变化。MacManus 等^[10]对用常规检查方法分期为 I~III 期的 167 例 NSCLC 患者行 ¹⁸F-FDG PET 后重新分期:PET 检查前,分期是 I 期者为 39 例,II 期为 28 例,III 期为 100 例,其中拟行手术治疗为 8 例,放疗、化疗为 156 例,术前放疗、化疗为 3 例;¹⁸F-FDG PET 检查后发现,32 例(19%)有远处转移(29 例随访确诊),使分期升高,治疗方案也随之由根治性放疗改为姑息放

疗或化疗。Kalff 等^[11]对 105 例 NSCLC 患者用 ¹⁸F-FDG PET 分析对分期和治疗方案的影响,结果:在对 59 例患者的再分期中,有 7 例(12%)分期下降,21 例(36%)分期升高,有 14 例发现潜在转移;在对 56 例患者行治疗方案分析中,有 46% 患者治疗方案发生改变,50 例拟行根治性治疗的患者中有 17 例在 PET 检查后改为姑息治疗;6 例中的 3 例患者由于 PET 检查后分期降低,原先的姑息性治疗改为根治性。Hicks 等^[9]分析了 ¹⁸F-FDG PET 检查对 153 例 NSCLC 患者治疗方案的影响:有 10% 的患者分期下降,33% 患者分期提高(其中 89% 得到病理证实);PET 对 54 例(35%)患者的治疗方案产生明显影响,34 例患者由根治性治疗改为姑息治疗,6 例由姑息性治疗改为根治性治疗,14 例患者治疗计划发生明显变化。Dizendorf 等^[12]研究了 ¹⁸F-FDG PET 对 202 例拟行放疗的恶性肿瘤患者放疗方案的影响,其中 26 例患者中的 8 例(31%)患者放疗方案需要改变;4% 的放疗剂量要改变,4% 放疗体积要发生变化。Mah 等^[13]对 30 例拟行根治性放疗的 NSCLC 患者行 ¹⁸F-FDG PET 检查后发现,7 例有 N₃ 或远处转移而改为姑息治疗。

可以看出,利用 ¹⁸F-FDG PET 提高了对纵隔淋巴结和远处转移病灶的检出率,可以避免患者遭受不必要的手术治疗和大剂量放疗,有利于提高患者生存质量和减少不必要的浪费。

2 ¹⁸F-FDG PET 有利于 3D-CRT 中靶区的准确勾画

目前,在 3D-CRT 中主要用 CT 来确定靶区和剂量计算。¹⁸F-FDG PET 在原发灶和转移灶具有相同的聚积 ¹⁸F-FDG 的能力,能够区分肺内恶性肿块和肺不张、阻塞性肺炎、胸壁侵犯、胸膜侵犯等情况,对纵隔淋巴结转移的诊断有较高准确率。¹⁸F-FDG PET 能够弥补 CT 的不足,结合二者的优势可以勾画出临床总体肿瘤体积(gross tumor volume, GTV)。

Caldwell 等^[15]对 30 例肺癌患者同时进行 CT 和 ¹⁸F-FDG PET 检查,然后由 3 位有经验的肿瘤学医师根据 CT 和 PET 资料分别进行 GTV 的勾画,比较 CT 和 PET 所勾画 GTV 之间的差异,结果表明,单用 CT 图像勾画最大与最小 GTV 间的平均变异系数为 2.31,而用 PET 和 CT 融合图像勾画的最大与最小 GTV 间的平均变异系数为 1.56,二者间有

明显差异。这表明应用 ^{18}F -FDG PET 信息对靶区的勾画更符合实际情况。

Vrieze 等^[14]报道了 ^{18}F -FDG PET 对食管癌放疗靶区勾画的影响: 30 例中的 14 例患者 ^{18}F -FDG PET 结果与常规影像(CT 和食管内超声)检查不一致; 有 10% 的患者发现了 CT 未能发现的转移淋巴结而使放疗靶区相应增大, 同时有 8 例患者常规影像发现淋巴结肿大而 ^{18}F -FDG PET 未发现异常, 考虑到 ^{18}F -FDG PET 在食管淋巴结检查的敏感性及假阴性的情况, 放疗靶区未行减小。

3 小结

3D-CRT 是以影像学为指导的放疗技术, 影像学方面的发展也会促进 3D-CRT 发展。 ^{18}F -FDG PET 作为一种先进的影像学技术将对 3D-CRT 产生深远影响, 其影响可概括为:

(1) 对淋巴结和远处转移检测的敏感性和特异性更高, 使分期更准确, 治疗方案更合理。

(2) 对一部分 CT 不能明确边界的原发灶和纵隔淋巴结的合理描绘, 使靶区的勾画更加符合实际情况, 治疗计划更准确, 治疗增益比更高。

(3) 能够初步预测肿瘤的恶性程度和早期预测治疗的效果, 利于进一步改善治疗措施, 加强综合治疗。

(4) ^{18}F -FDG PET 与其他影像手段相结合使结构性影像学向功能性影像学转化, 对现代放疗技术 3D-CRT 有更大支持。

目前, ^{18}F -FDG PET 应用于 3D-CRT 尚处于探索阶段, 需要积累更多的资料和经验。

参 考 文 献

- 1 Michalski J, Purdy JA, Gaspar L, et al. Image-guided radiation therapy committee. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2001, 51(3 suppl2): 60-65.
- 2 Salmiinen E, Mac Manus M. Impact of FDG-labelled positron emission tomography imaging on the management of non-small-cell lung cancer. *Ann Med*, 2001, 33(6): 404-409.
- 3 Mah K, Caldwell CB, Ung YC, et al. The impact of ^{18}F -FDG PET on target and critical organs in CT-based treatment planning of patients with poorly defined non-small-cell lung carcinoma: a prospective study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2002, 52(2): 339-350.
- 4 Graud P, Grahek D, Montravers F, et al. CT and ^{18}F -deoxyglucose (FDG) image fusion for optimization of conformal radiotherapy of lung cancers. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2001, 49 (5): 1249-1257.
- 5 Vanuytsel LJ, Vansteenkiste JF, Stroobants SG, et al. The impact of ^{18}F -fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography (FDG-PET) lymph node staging on the radiation treatment volumes in patients with non-small-cell lung cancer. *Radiother Oncol*, 2000, 55(3): 317-324.
- 6 Deslauriers J, Gregoire J. Clinical and surgical staging of non-small cell lung cancer. *Chest*, 2000, 117(4 Suppl 1): 96S-103S.
- 7 Gupta NC, Graeber GM, Bishop HA. Comparative efficacy of positron emission tomography with fluorodeoxyglucose in evaluation of small (<1 cm), intermediate (1 to 3 cm) and large (>3 cm) lymph node lesions. *Chest*, 2000, 117(3): 773-778.
- 8 Schwartz DL, Ford E, Rajendran J, et al. FDG-PET/CT imaging for preradiotherapy staging of head-and-neck squamous cell carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2005, 61(1): 129-136.
- 9 Hicks RJ, Kalff V, MacManus MP, et al. ^{18}F -FDG PET provides high-impact and powerful prognostic stratification in staging newly diagnosed non-small cell lung cancer. *J Nucl Med*, 2001, 42(11): 1596-1604.
- 10 MacManus MP, Hicks RJ, Matthews JP, et al. High rate of detection of unsuspected metastases by PET in apparent stage III NSCLC: implications for radical radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2001, 50(2): 287-293.
- 11 Kalff V, Hicks RJ, MacManus MP, et al. Clinical impact of ^{18}F fluorodeoxyglucose positron emission tomography in patients with non-small-cell lung cancer: A prospective study. *J Clin Oncol*, 2001, 19(1): 111-118.
- 12 Dizendorf EV, Baumert BG, Von Schulthess GK, et al. Impact of whole-body ^{18}F -FDG PET on staging and managing patients for radiation therapy. *J Nucl Med*, 2003, 44(1): 24-29.
- 13 Caldwell CB, Mah K, Ung YC, et al. Observer variation in contouring gross tumor volume in patients with poorly defined non-small-cell lung tumors on CT: the impact of ^{18}F -FDG-hybrid PET fusion. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2001, 51(4): 923-931.
- 14 Vrieze O, Haustermans K, de Weert W, et al. Is there a role of FDG-PET in radiotherapy planning in esophageal carcinoma?. *Radiother Oncol*, 2004, 73(3): 269-275.

(收稿日期: 2005-12-12)