

- Radiat Oncol Biol Phys, 1996, 36(2): 417-428.
- [10] Dehdashti F, Mintun MA, Lewis JS, et al. In vivo assessment of tumor hypoxia in lung cancer with ^{64}Cu -ATSM [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2003, 30(6): 844-850.
- [11] Rajendran JG, Hendrickson KR, Spence AM, et al. Hypoxia imaging-directed radiation treatment planning [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2006, 33(Suppl1): 44-53.
- [12] Gagel B, Reinartz P, Demirel C, et al. [18F] fluoromisonidazole and [18F] fluorodeoxyglucose positron emission tomography in response evaluation after chemo-/radiotherapy of non-small-cell lung cancer: a feasibility study [J]. BMC Cancer, 2006, 6: 51.
- [13] Obata A, Kasamatsu S, Lewis JS, et al. Basic characterization of ^{64}Cu -ATSM as a radiotherapy agent [J]. Nucl Med Biol, 2005, 32(1): 21-28.
- [14] Dehdashti F, Mintun MA, Lewis JS, et al. In vivo assessment of tumor hypoxia in lung cancer with ^{64}Cu -ATSM [J]. Eur J Nucl Med Mol imaging, 2003, 30(6): 844-850.
- [15] Eschmann SM, Paulsen F, Reimold M, et al. Prognostic impact of hypoxia imaging with ^{18}F -misonidazole PET in non-small cell lung cancer and head and neck cancer before radiotherapy [J]. J Nucl Med, 2005, 46(2): 253-260.

(收稿日期: 2008-02-15)

^{18}F -氟脱氧葡萄糖显像在肺癌治疗中应用价值的新进展

孙建鹰 杜明华

【摘要】 肺癌的发病率很高, 且其预后差, 而传统的相关检查对肺癌的确诊、分期、监测疗效和探测肿瘤复发方面存在一定局限性。 ^{18}F -氟脱氧葡萄糖显像作为一种功能影像已较广泛地应用于临床, 由于其一次检查可获得全身图像且在辨别生理性摄取和病理性摄取上有明显优势, 故对肺癌的淋巴结及全身远处器官转移均可从不同层面和角度进行观察, 从而获得更准确的分期, 影响肺癌治疗方案的制定及预后的判断。

【关键词】 肺肿瘤; 氟脱氧葡萄糖 F18; 肿瘤分期; 肿瘤复发; 局部

The new advancement of application value of imaging techniques used ^{18}F -fluorodeoxyglucose in therapy of lung cancer

SUN Jian-ying¹, DU Ming-hua²

(1. Medical College, Southeast University, Nanjing 210009, China; 2. Department of Nuclear Medicine, Zhongda Hospital, Southeast University, Nanjing 210009, China)

【Abstract】 The morbidity of lung cancer is so high in china, and the prognosis of lung cancer is low. The traditional imaging techniques based on anatomic structure showing show great disadvantages in diagnosis, staging, therapy monitoring and recrudescence identification in patients with lung cancer. As a developer for cellular metabolism, imaging techniques used ^{18}F -fluoro-deoxyglucose (^{18}F -FDG) is increasingly being used in clinical now. It can obtain all images from one whole-body scan and it is good for identification of physiological radioactivity or pathological radioactivity. So it is a better choice for identification of lymph node and other organ metastasis, to provide important evidence for clinical staging and treatment planning of lung cancer.

【Key words】 Lung neoplasms; Fluorodeoxyglucose F18; Neoplasms staging; Neoplasms rengression, spontaneous

原发性支气管癌 (primary bronchial cancer), 简

基金项目: 江苏省教育厅技术创新项目 (7625003030)

作者单位: 210009 南京, 东南大学临床医学院 (孙建鹰); 210009 南京, 东南大学附属中大医院核医学科 (杜明华)

通信作者: 孙建鹰 (E-mail: xidilan_fusu@sina.com)

称肺癌 (lung cancer), 起源于支气管黏膜或腺体, 是大多数国家发病率最高的恶性肿瘤之一, 其病死率很高, 在全球目前占全部癌症死亡的 28%, 占全部死因的 6%。在我国, 肺癌已是城市中肿瘤死

亡的第一位。按组织学分类,肺癌可分为:鳞癌、腺癌、小细胞癌、大细胞癌、混合型肺癌。国际上根据其生物学特征及主要治疗方式的不同,又将鳞癌、腺癌、大细胞癌和混合型肺癌统称为非小细胞肺癌(non-small cell lung cancer, NSCLC),其占肺癌的80%以上。小细胞肺癌发现时常已有全身转移,一般不手术治疗,主要治疗手段是放疗、化疗。虽然近年来随着肺癌治疗手段的改进,肺癌患者的存活率有所提高,但由于约86%的患者在确诊时病变已有所扩展,故5年存活率仍很低,仅14%左右。目前各种高科技设备的发展促使肺癌的早期检出率明显提高,但在对已确诊肺癌的预后、治疗疗效评估及监测仍存在不足之处,肺癌治疗过程中常规的影像学监测方法如X射线胸片、CT或MRI检查等,敏感性均不佳;而常用的实验室监测又因干扰因素太多而无法对疗效及预后做出正确的评估。近年来随着采用 ^{18}F -氟脱氧葡萄糖(^{18}F -fluorodeoxyglucose, ^{18}F -FDG)对肺癌显像(PET或符合线路SPECT,以采用PET较多),由于其敏感性、特异性均佳,因此对肺癌治疗方案的优化有了明显的提高。现就其在肺癌治疗过程中的应用价值的最新进展进行综述。

1 在NSCLC中的应用

1.1 对NSCLC进行分期及治疗决策的影响

肺癌的TNM分期具有重要的意义,是选择治疗方案和预后评估的主要依据。决定肺癌治疗的分期主要是区分能进行手术根治的 N_1 、 N_2 期还是不宜手术的 N_3 期及远处转移的M期,若出现纵隔、对侧肺门、同侧或对侧锁骨上淋巴结转移(N_3 期)者即不适宜手术治疗。Lee等^[1]在对已确诊的NSCLC患者采用 ^{18}F -FDG全身显像复查时,由于灵敏地发现了新的微小转移灶,使原来的分期发生了改变,也改变了治疗方案,因此他们认为 ^{18}F -FDG显像对NSCLC分期是非常必要的,尤其在确定病灶是否发展到Ⅲ期上。就要求需准确地检测出病灶在纵隔、肺门、斜角肌、锁骨上淋巴结以及其他部位的远处转移情况。目前,已有大量关于纵隔淋巴结 ^{18}F -FDG显像的研究(表1)。

比较NSCLC患者诊治过程中的检查手段, ^{18}F -FDG显像属于功能显像,因此更能准确地判断肿大淋巴结是否因肿瘤转移所致。Higashi等^[10]研

表1 ^{18}F -FDG显像在肺癌纵隔淋巴结转移诊断中的评价

	病例数	灵敏度(%)	特异度(%)	准确率(%)
刘兰平等 ^[1]	58	88.0	85.4	86.3
Antoch等 ^[2]	27	89.0	94.0	89.0
Kim等 ^[3]	674	61.0	96.0	86.0
Yi等 ^[4]	143	56.0	100	86.0
Lee等 ^[5]	336	85.7	94.3	88.6
Borrego等 ^[6]	115	83.3	73.7	78.3
Hellwig等 ^[7]	95	89.0	84.0	-
刘方颖等 ^[8]	41	94.4	-	95.1
合计	1489	80.8	89.6	87.0

注:“-”为未知。

究发现,NSCLC原发灶 ^{18}F -FDG摄取较低(放射性摄取程度低于纵隔血池)者,淋巴管浸润、淋巴结转移的阳性率分别为7.1%、5.9%,而原发灶 ^{18}F -FDG摄取较高(高于纵隔血池)者,相应的阳性率则分别达39.7%、38.9%,因此NSCLC原发灶 ^{18}F -FDG摄取程度与淋巴管浸润、淋巴结转移率呈正相关。Guhlmann等^[11]在检测46例NSCLC患者胸部淋巴结转移情况以进行术前分期的研究中发现, ^{18}F -FDG显像的灵敏度、特异度、准确率分别是80.0%、100%、87.5%,而CT分别是50.0%、75.0%、59.4%,故 ^{18}F -FDG显像能更好监测胸部淋巴结的转移(尤其是CT扫描遗漏的小淋巴结)。因此,在区分淋巴结转移 N_1 、 N_2 期和 N_3 期时, ^{18}F -FDG显像具有明显的可靠性。

^{18}F -FDG显像是全身显像,一次进行,方便易行,对远处转移灶容易检出,这对区分M期具有重要的价值。Uesaka等^[12]回顾性研究了1998年6月至2006年1月采用 ^{18}F -FDG全身显像监测NSCLC患者的情况,发现部分患者消化道的恶性病灶也能被检出,因此认为 ^{18}F -FDG全身显像也很适用于监测消化道的转移病灶。对于NSCLC骨转移方面,与常规的全身骨显像比较, ^{18}F -FDG显像的特异性更高。Cheran等^[13]比较研究了239例NSCLC病例的骨转移情况, ^{18}F -FDG显像的灵敏度、特异度、准确率分别是91%、96%、94%,而全身骨扫描分别是75%、95%、85%。但脑部对FDG的生理性摄取较高,因此对于肺癌颅脑转移病灶较小或代谢不高时, ^{18}F -FDG显像缺乏特异性或表现为局限性低代谢灶。采用PET或SPECT与CT联合显像后,可提高NSCLC脑转移的检出率,有学者就曾报道采用 ^{18}F -FDG PET-CT检测肺腺癌小脑转移的情况,指出在联合显像后由于二者优势

互补,对 NSCLC 脑转移的检出具有重要利用价值;同时,将小脑转移病灶对 ^{18}F -FDG 的摄取率作一个半定量的评估,对 NSCLC 脑转移的检测也是很有价值的^[14]。关于锁骨上深部淋巴结、胸膜及肾上腺转移等的研究也有陆续的报道, ^{18}F -FDG 显像的灵敏度及准确率分别高达 100%及 84%^[15-17]。因此, ^{18}F -FDG 显像结果能对定义 NSCLC 分期、选择最优的治疗方案提供重要的依据。Eschmann 等^[18]也在 1998 年到 2004 年对 188 例 NSCLC 患者进行治疗疗效的研究时发现, ^{18}F -FDG 显像的结果为肿瘤的分期提供了重要依据,区分出 III 期的患者病情发展在 N₃ 阶段还是在 M 阶段,从而为患者选择更优的治疗方案,避免不必要的、损伤性的治疗产生。总之, ^{18}F -FDG 显像能提高 NSCLC 的远处隐匿性转移灶的显像,从而使部分患者的临床分期上升,使其避免了不必要的手术创伤和费用。同时, ^{18}F -FDG 显像也能排除一些误诊的转移灶,从而使部分患者获得了根治性的手术治疗。

1.2 对 NSCLC 疗效的监测及后继治疗的影响

大量研究表明,NSCLC 病灶对 ^{18}F -FDG 摄取越高,则其预后越差,反之则预后好。Berghmans 等^[19]对一系列关于 ^{18}F -FDG 检测 NSCLC 患者(包括 I 期~IV 期者共 1474 例)的文献做了系列分析研究,得出结论:标准化摄取值(standardized uptake value, SUV)的高低能明确提示病灶的预后, SUV 高者预后差,反之则佳。Goodgame 等^[20]在 1999 年~2003 年观察了 136 例术前进行过 ^{18}F -FDG 显像的 NSCLC I 期的患者,发现 SUV 高者(大于 5.5)术后预后更差,提示高 SUV 者术后需加强化疗,同时也认为 ^{18}F -FDG 显像可独立作为评价 NSCLC 预后的监测方式,从而使存在术后预后不佳的患者避免行手术而选择其他更有益的治疗方案。

在化疗方面, ^{18}F -FDG 显像可通过监测化疗后肿瘤葡萄糖代谢活动来高度预测疗效,因此在临床上采用简单的放射性计数测量肿瘤葡萄糖的方式来监测 NSCLC 患者化疗的效果,而且比其他复杂的定量方法(如磁共振显像)更优越。Raz 等^[21]对 36 例无淋巴结转移的细支气管肺泡癌患者术前 ^{18}F -FDG 显像时发现,即使 SUV 大于 2.5,患者的长期存活率也是很高的,因此对术后患者需加强化疗,采取 ^{18}F -FDG 监测化疗疗效有益于化疗方案的及时调整。通常在患者进行化疗后 1~3 周进行 ^{18}F -FDG

显像可对疗效进行很好的评估和预测,以便于制定下一次的治疗计划。Eschmann 等^[22-23]在采用 ^{18}F -FDG 对 NSCLC III 期患者的化疗疗效进行一系列监测的研究中也发现,病灶对 ^{18}F -FDG 的摄取量能反映病情的预后,随着治疗后病灶对 ^{18}F -FDG 摄取的增减,可提示化疗疗效的好坏。

在放疗方面,由于 ^{18}F -FDG 显像具有高敏感性,且基本上是一次进行全身扫描,能发现其他检查漏诊的病灶,显像结果能明确定义肿瘤需放疗的范围,因此定义放疗的靶向性体积更加精确。刘兰平等^[24]报道,在 NSCLC 患者放疗前, ^{18}F -FDG 显像发现纵隔淋巴结转移的灵敏度是 88.0%、特异度是 85.4%、准确率是 86.3%、阳性预测值是 75.9%、阴性预测值是 93.2%,而 CT 发现纵隔淋巴结转移的灵敏度是 56.0%、特异度是 54.2%、准确率是 54.8%、阳性预测值是 38.9%、阴性预测值是 70.3%。刘素文等^[24]对 105 例 NSCLC 患者放疗前行 ^{18}F -FDG 显像,有 36.2% 患者的临床分期不断重新定义,同时使得患者的放疗方案也发生了重大改变。因此, ^{18}F -FDG 显像对 NSCLC 患者纵隔淋巴结转移的检测明显优于 CT,可认为是用于确定放疗靶区体积的一种更佳的方式。van Baardwijk 等^[25]用 ^{18}F -FDG 显像观察 23 例不能手术的 NSCLC 患者分次放疗后肿瘤组织的代谢变化时发现,每例患者的病灶对 ^{18}F -FDG 的摄取并不一致,反映出的疗效也不一致。因此,每例患者的放疗方案需在监测下实施个体化,既避免需进行放疗靶区的漏治,又可减少正常组织不必要的放射性损伤,这样才能达到治疗最优化。

1.3 对 NSCLC 残余病灶、复发病灶的监测

^{18}F -FDG 显像主要依据肿瘤组织对 ^{18}F -FDG 的摄取变化来反映肿瘤细胞的变化,因此能在形态学发生改变之前灵敏地监测出残余病灶、复发病灶的代谢改变,从而能检出 NSCLC 的残余病灶及复发病灶。许多学者^[26-27]用 ^{18}F -FDG 监测治疗后的 NSCLC 病灶复发情况表明, ^{18}F -FDG 显像对 NSCLC 治疗后复发的检测灵敏度可高达 98%,可考虑将其作为可疑 NSCLC 复发患者的常规检查。 ^{18}F -FDG 显像对复发病灶的监测明显优于病理学方法,尤其以发现 NSCLC I 期复发病灶更具有显著意义。同时, ^{18}F -FDG 显像对 NSCLC 患者复发病灶的发展及预后均具有很好的评估价值。向作林等^[28]对 21 例

NSCLC 放、化疗后临床怀疑复发的患者行 ^{18}F -FDG 显像, 结果表明, ^{18}F -FDG 显像对放、化疗后复发的 NSCLC 诊断有较高的敏感性和特异性, 能够发现 CT 及 MRI 不能检测出的早期转移或复发病灶, 有助于及时调整治疗方案。

2 在小细胞肺癌中的应用

小细胞肺癌具有恶性程度高、生长速度快的特点, 许多患者在就诊时病变就已经有远处转移, 因此 ^{18}F -FDG 显像用于小细胞肺癌的研究相对较少。Brink 等^[29] 对 120 例小细胞肺癌患者分别用 ^{18}F -FDG PET 与 CT、MRI 进行分期比较, 结果显示, 全部原发肿瘤病灶均有 ^{18}F -FDG 摄取(灵敏度达 100%), 同时探查胸外淋巴结转移灶的灵敏度(100%) 远高于 CT(70%); 对于除脑以外的远处转移病灶, ^{18}F -FDG PET 的灵敏度和特异度分别为 98% 和 92%, 而 CT 则为 83% 和 79%; 但是 ^{18}F -FDG PET 对脑转移灶的灵敏度仅为 46%, 大大低于 MRI(100%), 从而造成研究中 1 例患者因没有发现脑转移而分期错误。有研究也表明, ^{18}F -FDG 显像可以通过 SUV 来反映病灶的代谢情况, 监测小细胞肺癌的骨转移, 而且可能优于单纯的骨扫描^[30]。因此, ^{18}F -FDG 显像可以为小细胞肺癌患者分期提供充分的信息, 有助于治疗方案的选择、制定, 但是它仍然存在一定的局限性, ^{18}F -FDG 显像在小细胞肺癌的治疗、判断预后等方面的应用仍需要更深入的研究。

总之, ^{18}F -FDG 显像是功能显像, 从代谢方面来反映细胞情况, 具有早期、无创和实时发现肺癌细胞生长代谢的特点, 因此在鉴别肿瘤的良恶性、肺癌术前评估、化疗后疗效监测、放疗靶区的确定、探测肺癌放化疗后复发及判断预后上有其独特的优势, 明显优于 CT、MRI 及 B 超等传统的以解剖结构为基础的医学成像方法。但 ^{18}F -FDG 显像仍然具有一定的局限性, 由于慢性炎症、隐球菌新生物、组织胞浆菌病、肺结核、神经鞘瘤、肉芽肿等病变也有较高的 ^{18}F -FDG 摄取, 故 ^{18}F -FDG 显像存在假阳性, 同时, 结节太小或分化较好的恶性病灶如分化好的腺癌(尤其是“瘢痕”腺癌)、类癌、支气管肺泡细胞癌等的 ^{18}F -FDG 摄取程度较低, ^{18}F -FDG 显像则存在假阴性。因此在现有的基础之上, 有待于更进一步提高 ^{18}F -FDG 显像结果的准确性。

目前, 由于 ^{18}F -FDG 显像费用较昂贵, 在我国没有广泛的利用, 但由于 ^{18}F -FDG 显像从细胞、分子层面进行显像, 对肺癌的确诊、分期、分级, 疗效监测和探测肿瘤复发方面具有优越性, 这就为肿瘤早期诊断、早期治疗、疗效评价等创造了有利条件。Mansueto 等^[31] 在意大利对 75 例肺癌患者诊治成本进行了效益分析, 样本分为三组: 基础组(全部 CT 监测)、A 组(CT 不明确者行 ^{18}F -FDG 显像)、B 组(全部 ^{18}F -FDG 显像), 调查结果是 A、B 组分别促使 40%、50% 的患者改变了治疗策略, 相比较于基础组, 虽然成本有所上升(分别增加了 8%、18%), 但这两组患者的存活时间却延长了(存活率分别增加 4%、35%), ^{18}F -FDG 显像在肺癌治疗监控中的性价比是最高的, 使患者避免了不必要的治疗或错误的治疗, 减少了不必要的痛苦, 从长远来看, 也减少了治疗成本, 节约了总的费用。因此, 提倡在肺癌治疗监控中将 ^{18}F -FDG 显像作为首要的选择。

参 考 文 献

- [1] Lee ST, Berlangieri SU, Poon AM, et al. Prevalence of occult metastatic disease in patients undergoing ^{18}F -FDG PET for primary diagnosis or staging of lung carcinoma and solitary pulmonary nodules[J]. *Inter Med J*, 2007, 37(11): 753-759.
- [2] 刘兰平, 于金明, 郭洪波, 等. ^{18}F -FDG PET-CT 确定非小细胞肺癌淋巴结放疗靶区的初步探讨[J]. *中华肿瘤杂志*, 2007, 29(6): 453-456.
- [3] Antoch G, Stataus J, Nemat AT, et al. Non-small cell lung cancer: dual-modality PET/CT in preoperative staging[J]. *Radiology*, 2003, 229(2): 526-533.
- [4] Kim YK, Lee KS, Kim BT, et al. Mediastinal nodal staging of non-small cell lung cancer using integrated ^{18}F -FDG PET/CT in a tuberculosis-endemic country: diagnostic efficacy in 674 patients[J]. *Cancer*, 2007, 109(6): 1068-1077.
- [5] Yi CA, Lee KS, Kim BT, et al. Efficacy of helical dynamic CT versus integrated PET/CT for detection of mediastinal nodal metastasis in non-small cell lung cancer[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2007, 188(2): 318-325.
- [6] Lee BE, von Haag D, Lown T, et al. Advances in positron emission tomography technology have increased the need for surgical staging in non-small cell lung cancer[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2007, 133(3): 746-752.
- [7] Borrego Doradol, López García C, Vázquez Alberton R, et al. Evaluation of efficacy and clinical impact of FDG-PET on patients with potentially respectable non-small cell lung cancer[J]. *Rev Esp Med Nucl*, 2007, 26(6): 335-344.

- [8] Hellwig D, Graeter TP, Ukena D, et al. ^{18}F -FDG PET for mediastinal staging of lung cancer: which SUV threshold makes sense? [J]. J Nucl Med, 2007, 48(11): 1761-1766.
- [9] 刘方颖, 张雪林, 商健彪, 等. ^{18}F -FDG PET 显像在肺癌纵隔淋巴结转移诊断中的应用 [J]. 第一军医大学学报, 2004, 24(10): 1186-1187.
- [10] Higashi K, Ito K, Hiramatsu Y, et al. ^{18}F -FDG uptake by primary tumor as a predictor of intratumoral lymphatic vessel invasion and lymph node involvement in non-small cell lung cancer: analysis of a multicenter study [J]. J Nucl Med, 2005, 46(2): 267-273.
- [11] Guhlmann A, Storck M, Kotzerke J, et al. Lymph node staging in non-small cell lung cancer: evaluation by ^{18}F FDG positron emission tomography (PET) [J]. Thorax, 1997, 52(5): 438-441.
- [12] Uesaka D, Demura Y, Umeda Y, et al. Evaluation of FDG-PET imaging for the detection of gastrointestinal tract cancer in patients with suspected lung cancer [J]. Nihon Kokyuki Gakkai Zasshi, 2006, 44(12): 899-905.
- [13] Cheran, S K, Herndon JE 2nd, Patz EF Jr. Comparison of whole-body FDG-PET to bone scan for detection of bone metastases in patients with a new diagnosis of lung cancer [J]. Lung Cancer, 2004, 44(3): 317-325.
- [14] Ishiguro T, Fu Y, Sadatou T, et al. Detection of unknown primary tumor in a patient with cerebellar metastasis using FDG PET-CT: case report [J]. No Shinkei Geka, 2006, 34(10): 1027-1032.
- [15] Sung YM, Lee KS, Kim BT, et al. Nonpalpable supraclavicular lymph nodes in lung cancer patients: preoperative characterization with ^{18}F -FDG PET/CT [J]. AJR Am J Roentgenol, 2008, 190(1): 246-252.
- [16] Schaffler GJ, Wolf G, Schoellnast H, et al. Non-small cell lung cancer: evaluation of pleural abnormalities on CT scans with ^{18}F FDG PET [J]. Radiology, 2004, 231(3): 858-865.
- [17] Yun M, Kim W, Alnafisi N, et al. ^{18}F -FDG PET in characterizing adrenal lesions detected on CT or MRI [J]. J Nucl Med, 2001, 42(12): 1795-1799.
- [18] Eachmann SM, Friedel G, Paulsen F, et al. Impact of staging with ^{18}F -FDG-PET on outcome of patients with stage III non-small cell lung cancer: PET identifies potential survivors [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2007, 34(1): 54-59.
- [19] Berghmans T, Dusart M, Paesmans M, et al. Primary tumor standardized uptake value (SUV_{max}) measured on fluorodeoxyglucose positron emission tomography (FDG-PET) is of prognostic value for survival in non-small cell lung cancer (NSCLC): a systematic review and meta-analysis (MA) by the European lung cancer working party for the IASLC lung cancer staging project [J]. J Thorac Oncol, 2008, 3(1): 6-12.
- [20] Goodgame B, Pillot GA, Yang Z, et al. Prognostic value of preoperative positron emission tomography in resected stage I non-small cell lung cancer [J]. J Thorac Oncol, 2008, 3(2): 130-134.
- [21] Raz DJ, Odisho AY, Franc BL, et al. Tumor fluoro-2-deoxy-D-glucose avidity on positron emission tomographic scan predicts mortality in patients with early-stage pure and mixed bronchioloalveolar carcinoma [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2006, 132(5): 1189-1195.
- [22] Eachmann SM, Friedel G, Paulsen F, et al. ^{18}F -FDG PET for assessment of therapy response and preoperative re-evaluation after neoadjuvant radio-chemotherapy in stage III non-small cell lung cancer [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2007, 34(4): 463-471.
- [23] Eachmann SM, Friedel G, Paulsen F, et al. Repeat ^{18}F -FDG PET for monitoring neoadjuvant chemotherapy in patients with stage III non-small cell lung cancer [J]. Lung Cancer, 2007, 55(2): 165-171.
- [24] 刘素文, 于金明, 邢力刚. ^{18}F -FDG PET 显像在非小细胞肺癌临床分期中的价值 [J]. 中华肿瘤杂志, 2004, 26(10): 626-629.
- [25] van Baardwijk A, Bosmans G, Dekker A, et al. Time trends in the maximal uptake of FDG on PET scan during thoracic radiotherapy. A prospective study in locally advanced non-small cell lung cancer (NSCLC) patients [J]. Radiother Oncol, 2007, 82(2): 145-152.
- [26] Hicks RJ, Kalff V, MacManus MP, et al. The utility of ^{18}F -FDG PET for suspected recurrent non-small cell lung cancer after potentially curative therapy: impact on management and prognostic stratification [J]. J Nucl Med, 2001, 42(11): 1605-1613.
- [27] Higashi K, Ueda Y, Arisaka Y, et al. ^{18}F -FDG uptake as a biologic prognostic factor for recurrence in patients with surgically resected non-small cell lung cancer [J]. J Nucl Med, 2002, 43(1): 39-45.
- [28] 向作林, 吴铮, 陈刚, 等. ^{18}F -脱氧葡萄糖 hPET 显像诊断非小细胞肺癌放疗后复发灶的价值 [J]. 中国癌症杂志, 2005, 15(2): 161-163.
- [29] Brink I, Schumacher T, Mix M, et al. Impact of ^{18}F FDG-PET on the primary staging of small-cell lung cancer [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2004, 31(12): 1614-1620.
- [30] Kut V, Spies W, Spies S, et al. Staging and monitoring of small cell lung cancer using ^{18}F fluoro-2-deoxy-D-glucose-positron emission tomography (FDG-PET) [J]. Am J Clin Oncol, 2007, 30(1): 45-50.
- [31] Mansueto M, Grimaldi A, Torbica A, et al. Cost-effectiveness analysis in the clinical management of patients with known or suspected lung cancer: [(18F)fluorodeoxyglucose PET and CT comparison] [J]. Q J Nucl Med Mol Imaging, 2007, 51(3): 224-234.

(收稿日期: 2008-04-28)