

·论著·

肺部良性结节样病变 ^{18}F -FDG 摄取不均匀性的特点分析

丁其勇 陈建伟 张清波 李天女 丁重阳 孙晋 施海彬

【摘要】目的 观察肺部良性结节样病变对 ^{18}F -FDG 的摄取是否均匀, 分析摄取不均匀性的特点, 并探讨其是否有助于肺部良性结节样病变的鉴别诊断。**方法** 收集 ^{18}F -FDG PET/CT 检查的肺部良性结节样病变患者 60 例, 测量其最大标准化摄取值 (SUV_{max}), 并由 2 名有丰富经验的医师目测分析病灶对 ^{18}F -FDG 摄取不均匀性的特点, 将不均匀形态分为不规则形摄取、部分不摄取、中心结节状摄取和边缘环状摄取, 并分别作记录。同时观察指标还包括病灶部位、是否与邻近胸膜广基底粘连。**结果** 60 例肺部良性结节样病变单独以 $\text{SUV}_{\text{max}} \geq 2.5$ 作为鉴别诊断标准时, 误诊率为 56.7%, PET/CT 综合性诊断的误诊率为 38.3%。其中 40 例 ^{18}F -FDG 摄取不均匀, 包括不规则形摄取 15 例, 部分不摄取 17 例, 中心结节状摄取 5 例, 边缘环状摄取 3 例。14 例结核病变中, 有 10 例病灶部位位于两肺上叶尖后段。24 例病灶与邻近胸膜广基底粘连, 在感染性病变中的比例更高 (14/21)。**结论** 肺部良性结节样病变出现 ^{18}F -FDG 摄取不均匀的比例较高, 在鉴别诊断时可以作为观察指标之一。病灶存在胸膜广基底粘连时应考虑感染性病变可能。

【关键词】 良性结节, 肺; 正电子发射断层显像术; 体层摄影术, X 线计算机; 氟脱氧葡萄糖 F18; 摄取形态

^{18}F -FDG uptake nonuniform characteristics in pulmonary benign nodules DING Qi-yong*, CHEN Jian-wei, ZHANG Qing-bo, LI Tian-nü, DING Chong-yang, SUN Jin, SHI Hai-bin. *PET/CT Center, Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210019, China

Corresponding author: SHI Hai-bin, Email: hbshi346@163.com

【Abstract】 Objective To observe whether the ^{18}F -FDG uptake in pulmonary benign nodular lesions is uniform, and to analyze the nonuniform characteristics, and then to investigate whether it is helpful for differential diagnosis. **Methods** Sixty cases of pulmonary benign nodular lesions were collected with examination of ^{18}F -FDG PET/CT. After measuring the maximum standardized uptake value (SUV_{max}), 2 senior radiologists visually analyzed the uniformity of ^{18}F -FDG uptake, and the uneven shape was divided into irregular uptake, no uptake in part of nodule, center nodular uptake and edge ring uptake respectively. The location and wide basal adhesion to adjacent pleural were also recorded. **Results** With $\text{SUV}_{\text{max}} \geq 2.5$ as criteria for differential diagnosis the misdiagnostic rate was 56.7% and 38.3% with both SUV_{max} and CT signs in 60 cases of benign nodular lesions. Among 40 cases the ^{18}F -FDG uptake was not uniform with the irregular uptake in 15 cases, no uptake partially in 17 cases, center intake in 5 cases and edge ring uptake in 3 cases. There were 10 cases with lesions located in the apicoposterior segment of both upper lobes of the 14 tuberculosis cases. In 24 cases the lesions adhered the adjacent pleural in broad base and infectious lesions had the higher proportion (14/21). **Conclusions** Ununiformity of ^{18}F -FDG uptake often appears in pulmonary benign nodular lesions, and may be a valuable sign in the differential diagnosis. Infectious lesions should be considered if nodular lesions presented with broad pleural adhesions.

【Key words】 Benign nodular, pulmonary; Position-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Fluorodeoxyglucose F18; Uptake characteristics

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2013.03.010

作者单位: 210019, 南京医科大学第一附属医院核医学科 PET/CT 中心 (丁其勇, 陈建伟, 张清波, 李天女, 丁重阳, 孙晋), 放射科 (施海彬)

通信作者: 施海彬 (Email: hbshi346@163.com)

^{18}F -FDG PET/CT 显像中, 假阳性一直是困扰肺部结节鉴别诊断的主要问题。很多文献都着重报道恶性结节即肺癌的各种征象、特点, 但分析良性结节样病变显像特点的文章较少, 其中多数也是病例

报道。笔者在日常工作中观察发现,虽然部分良性结节的最大标准化摄取值(maximum standardized uptake value, SUV_{max}) >2.5 ,但放射性分布不均匀,有的部分远低于最大摄取部位,不同于恶性结节表现。为此笔者收集了60例摄取 ^{18}F -FDG的肺部良性结节样病变患者的显像资料,现将具体情况分析如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集2008年1月至2012年6月在我院行 ^{18}F -FDG PET/CT检查的肺部良性结节样病变患者60例,其中,男性43例、女性17例,年龄15~82岁,平均年龄55岁。肺部良性结节样病变患者的入选标准:肺部单发实质性病变,长径 <4 cm,横断面长径与短径比 <2 ,无明显钙化,无空洞,周围可有少量斑片状模糊影或微小结节。找到符合要求的患者后首先在我院病案管理系统中查找其手术、穿刺病理结果或住院记录,并在放射科图像存档与传输系统中追踪随访复查的普通CT或PET/CT的检查结果,如果没有记录则电话随访,详细记录手术或穿刺时间、病理结果,以及治疗用药情况和随访复查结果,并尽量获得病理报告或向医师核实。临床随访结果包括抗炎治疗后病灶是否明显缩小或消失,或大于2年的稳定期。分析图像时对于融合误差比较大的患者剔除在外。所有患者或家属均签署了知情同意书。

1.2 检查方法

采用德国Siemens biograph sensation 16型PET/CT仪, ^{18}F -FDG由美国CTI RDS III型回旋加速器生产,放化纯度 $>95\%$ 。检查前患者常规禁食6 h以上,控制血糖 <10 mmol/L,按 $3.70\sim 5.55$ MBq/kg体重静脉注射 ^{18}F -FDG,注射显像剂后1 h行PET/CT扫描,扫描范围自颅底至股骨上段。先行CT扫描,扫描参数:电压120 kV,电流140 mA,准直为5.0 mm,层厚为0.75 mm~1.5 mm。在同一范围用三维模式采集PET图像,每个床位采集2 min,共6~7个床位。采集完成后利用CT数据对PET图像进行衰减校正,采用有序子集最大期望值迭代法进行图像重建。部分患者在首次显像后1 h行胸部延迟显像。体部图像采集完成后加做常规剂量胸部屏气CT扫描,直径 <2 cm的病灶行常规2 mm薄层图像重建。

1.3 观察指标及分析方法

采用德国Siemens Wizard工作站标准配置的MSViewer分析软件。首先由1名有丰富经验的医师测量病灶的 SUV_{max} ,对部分同时行延迟显像的患者测量其延迟 SUV_{max} ;以 $SUV_{max} \geq 2.5$ 作为良恶性病变鉴别标准,得出单独依靠SUV指标的误诊率。然后由2名有丰富经验的医师目测病变区域的 ^{18}F -FDG摄取是否均匀,如果一致认为摄取不均匀,则分析病灶 ^{18}F -FDG摄取的形态学特点,按其不均匀形态学特征分为不规则形摄取、部分不摄取、中心结节状摄取和边缘环状摄取,并分别作记录。观察指标还包括病灶部位、是否与邻近胸膜广基底粘连(暂定为接触面大于病灶长径的1/2)。另外参考屏气CT图像及薄层重建图像,观察CT形态学特征,做出最终的PET/CT诊断。

2 结果

60例肺部良性结节样病变患者中,35例经手术病理证实,其中结核11例、肉芽肿性炎症或机化性炎症8例、错构瘤4例、支气管囊肿伴感染2例、硬化性血管瘤2例、炎性假瘤2例、霉菌感染2例、真菌感染2例、隐球菌感染1例、肺隔离症1例;25例经临床随访证实,其中14例随访2年以上无明显变化,3例经抗结核药物治疗后病灶消失(最终诊断为结核),8例经抗炎治疗后病灶消失或明显缩小(诊断为感染性病变)。因结核和感染性病变与肺癌鉴别诊断较困难,60例良性结节样病变单独以 $SUV_{max} \geq 2.5$ 作为鉴别诊断标准时,误诊率为56.7%,PET/CT最终综合性诊断的误诊率为38.3%。各种病变的类型、测量和观测指标及诊断结果见表1。

目测病灶区域结果显示,表现为病灶不均匀摄取40例,其中,不规则形摄取15例(图1)、部分不摄取17例(图2)、中心结节状摄取(摄取部分比例可不同)5例(感染性病变2例、结核1例、血管瘤1例、稳定性病变1例)(图3)、边缘环状摄取3例(结核2例、支气管囊肿伴感染1例)(图4)。另外20例未发现摄取不均匀,其中,稳定性病变6例、感染性病变7例、结核3例、错构瘤3例、支气管囊肿1例。对34例 $SUV_{max} \geq 2.5$ 的病变患者分析发现,其不均匀摄取的比例更高,占76.5%(26/34),而对于均匀摄取的患者,平均的 SUV_{max} 为

表 1 60 例肺部良性结节样病变的类型、测量和观测指标及诊断结果

病变类型	例数	SUV _{max} 的平均值	病灶不均匀摄取的比例(%)	病灶与胸膜广基底粘连比例(%)	单一 SUV 指标误诊率(%)
结核	14	5.06	11/14(78.6)	2/14(14.3)	10/14(71.4)
感染性病变	21	5.32	14/21(66.7)	14/21(66.7)	15/21(71.4)
错构瘤	4	0.85	1/4(25.0)	无	无
支气管囊肿	2	1.80	1/2(50.0)	无	1/2(50.0)
硬化性血管瘤	2	2.95	2/2(100)	1/2(50.0)	1/2(50.0)
炎性假瘤	2	5.70	2/2(100)	无	2/2(100)
肺隔离症	1	0.80	1/1(100)	1/1(100)	无
其他稳定性病变	14	2.33	8/14(57.1)	6/14(42.9)	5/14(35.7)
合计	60	4.01	40/60(66.7)	24/60(40.0)	34/60(56.7)

注：表中，SUV_{max} 为最大标准化摄取值。

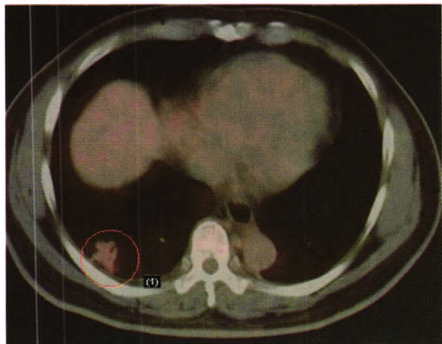


图 1 不规则形摄取 ¹⁸F-FDG 肺部良性结节样病变 PET/CT 图(抗炎后吸收结节)。患者男性，51 岁，进食海鲜后腹泻，5 d 后出现咳嗽、黄脓痰，无发热，抗炎治疗 1 周后症状好转。行 PET/CT 检查发现右下肺不规则斑块，大小约为 2.5 cm×2.4 cm，¹⁸F-FDG 轻度摄取不均匀增高，最大标准化摄取值为 3.9，延迟显像最大标准化摄取值为 3.6。

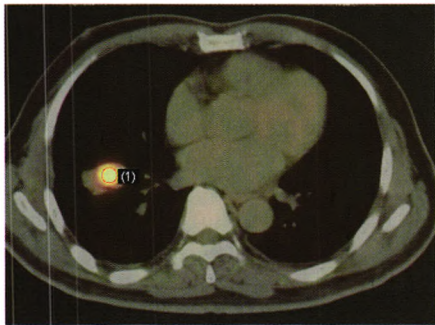


图 2 外侧部分不摄取 ¹⁸F-FDG 肺部良性结节样病变 PET/CT 图(真菌感染性结节)。患者男性，53 岁，咯血 1 周。气管镜、痰查脱落细胞结果呈阴性，无吸烟史。行 PET/CT 检查发现右下肺为 3.0 cm×2.5 cm 结节，结节外侧部分不摄取 ¹⁸F-FDG，最大标准化摄取值为 10.8，延迟显像最大标准化摄取值为 12.3。

6.7，均为活动性炎症或结核。34 例患者中，18 例与胸膜广基底粘连，其中 12 例是各种感染性病变。根据病灶部位分析发现，14 例结核性病变中，10

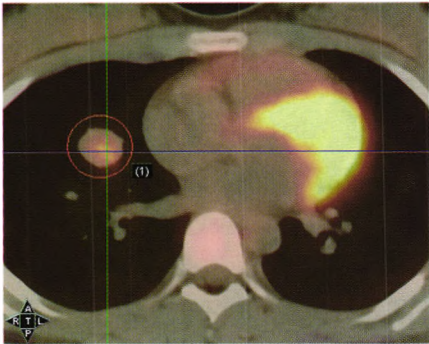


图 3 中心结节状摄取 ¹⁸F-FDG 肺部良性结节样病变 PET/CT 图(硬化性血管瘤)。患者女性，16 岁，体检发现右肺中叶内侧段结节，形态较光整，直径约为 1.5 cm，中心部分摄取 ¹⁸F-FDG，最大标准化摄取值为 2.3。

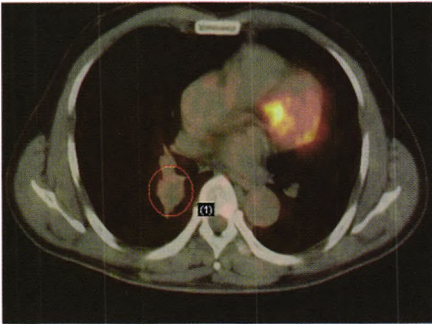


图 4 边缘环状不均匀摄取 ¹⁸F-FDG 肺部良性结节样病变 PET/CT 图(支气管囊肿伴感染)。患者女性，50 岁，半月前发热，后出现咳嗽，纤支镜检查阴性，无其他特殊不适。行 PET/CT 检查发现右肺下叶背段结节，大小约为 2.5 cm×2.2 cm，边缘部分轻度摄取 ¹⁸F-FDG，最大标准化摄取值为 2.8。

例发生在两肺上叶尖后段。而 21 例各种类型的感染性病变中，17 例位于右肺，各叶分布无明显特征。24 例患者有延迟显像资料，其中代谢率减低或无变化 8 例、增加低于 20% 的 5 例。对于鉴别诊断的帮助不大。

3 讨论

^{18}F -FDG PET/CT 可以同时提供形态、功能成像,已被证实为诊断肺部结节最有效的无创性手段。然而除了肺癌之外许多非恶性病变包括活动性炎症、结核、硬化性血管瘤、腺瘤、支气管囊肿感染、错构瘤等都可表现为不同程度摄取 ^{18}F -FDG,导致其假阳性率较高,也是 PET/CT 医师误诊的主要原因之一。笔者根据 CT 增强图像中关于注射显像剂后强化特点的描述分析,将 PET/CT 融合图像中病灶对 ^{18}F -FDG 摄取的特点作类比,通过目测分析的方法发现,肺部良性结节样病灶大部分摄取不均匀,尤其较大病灶更明显,有些病灶仅有部分实质组织摄取(不同于肺癌的阻塞性炎症改变),更典型的可表现为中心结节状摄取,周围部分组织不摄取;非空洞型病灶的环状摄取是结核(中心干酪样坏死)或支气管囊肿伴感染的典型征象。在分析中同时发现部分良性病灶位于胸膜下,与胸膜广基底粘连,但无明显的胸膜增厚,也不引起胸膜摄取 ^{18}F -FDG。

结核特别是活动性结核摄取 ^{18}F -FDG,仅凭单独的 SUV_{\max} 分析缺乏准确性。2003 年赵军等^[1]曾报道 26 例结核性病变摄取 ^{18}F -FDG 的多样性特点,其中将结核摄取分为 4 种类型:①肺结节局限性 ^{18}F -FDG 浓聚;②肺内病灶同时伴有肺门或纵隔淋巴结浓聚;③肺伴有锁骨上和(或)腹腔淋巴结异常浓聚;④广泛胸膜异常浓聚。在近期的文献中,杨根东等^[2]分析 23 例孤立性肺结核球摄取 ^{18}F -FDG 的表现发现,其中 17 例有 ^{18}F -FDG 摄取的病灶中,6 例同时伴有淋巴结摄取。刘桂超等^[3]指出,淋巴结结核和骨结核的 ^{18}F -FDG 环形摄取可能是特异性表现。Soussana 等^[4]将肺结核分为 2 种类型:肺型有肺部症状和肺部病变,其纵隔肺门淋巴结轻度增大伴轻中度摄取;淋巴结型有全身症状,都有肺外病灶,其纵隔肺门淋巴结增大更明显,摄取 ^{18}F -FDG 也更高。而本研究将 ^{18}F -FDG 摄取的不均匀性作为观察指标,有别于其他文献,研究结果发现,结核性病变大部分(11/14)摄取不均匀,较大病灶(直径>2 cm)更明显,在以后的诊断工作中可以适当参考。

本研究中的感染性病变包括了肉芽肿性炎症或机化性炎症、霉菌感染、真菌感染、隐球菌感染的

患者以及抗感染治疗后病灶明显缩小或消失的患者,其不均匀摄取的比例为 66.7%(14/21),与胸膜广基底粘连的比例为 66.7%(14/21)。Basu 等^[5]报道,炎症部位的炎性细胞如中性粒细胞和巨噬细胞摄取葡萄糖,导致病灶部位出现高摄取 ^{18}F -FDG。Huang 等^[6]分析了 7 例隐球菌感染患者的 ^{18}F -FDG PET/CT 显像特点,其 SUV_{\max} 为 2.2~11.6。本研究中的 5 例霉菌、真菌和隐球菌感染患者与之类似,平均的 SUV_{\max} 为 7.0,高于其他感染性病变的平均值 5.32;其中 1 例 ^{18}F -FDG 摄取不均匀,但 4 例病灶均与胸膜广基底粘连。这两点是否能作为此类病变与肺癌的鉴别诊断的观察指标有待进一步研究。也有报道,寄生虫感染也有类似肺癌的 ^{18}F -FDG 高摄取^[7]。

肺炎性假瘤在病理上是一种由增生的纤维母细胞或肌纤维母细胞混杂以数量不等的浆细胞、淋巴细胞、巨噬细胞以及其他炎性细胞组成的病变,以前一直被认为是炎性反应性病变,近年来逐渐被认为是真正的肿瘤性病变。根据细胞的主要成分不同,分为纤维组织细胞瘤、硬化性血管瘤、浆细胞肉芽肿及假性淋巴瘤^[8]。本研究包括 2 例硬化性血管瘤和 2 例病理上未进一步分类的炎性假瘤,其直径分别为 1.5、1.8、1.0 和 3.4 cm; SUV_{\max} 分别为 2.3、3.6、4.1 和 7.3; ^{18}F -FDG 均为不均匀摄取。Lin 等^[9]分析了 6 例硬化性血管瘤的患者,其平均的 SUV_{\max} 为 2.45,并与病灶大小呈正相关,但无摄取形态特点的分析。对于硬化性血管瘤摄取 ^{18}F -FDG 的机制尚不清楚,可能活跃的增殖细胞会摄取相对多的 ^{18}F -FDG^[9]。由于此类患者较少,不能得出有价值的结论,希望以后积累更多患者资料再做进一步探讨。

其他良性病变如错构瘤、支气管囊肿伴感染等由于本组患者数较少,而且总的来说误诊率相对较低,在此不细分进一步讨论。

本研究不足之处是良性病变的类型较多,进一步分类后患者数略显不足。而且作为回顾性分析,无相应对照组,在以后的研究工作中将进一步探讨这个问题。

参 考 文 献

- [1] 赵军,林祥通,管一晖,等. 结核病 ^{18}F -FDG PET 图像表现的多样性. 中华核医学杂志, 2003, 23(S1): S37-39.

- [18] Rodier JF, Velten M, Wilt M, et al. Prospective multicentric randomized study comparing periareolar and peritumoral injection of radiotracer and blue dye for the detection of sentinel lymph node in breast sparing procedures: FRANSENODE trial. *J Clin Oncol*, 2007, 25(24): 3664-3669.
- [19] Noguchi M, Inokuchi M, Zen Y. Complement of peritumoral and subareolar injection in breast cancer sentinel lymph node biopsy. *J Surg Oncol*, 2009, 100(2): 100-105.
- [20] 杨余朋, 郑刚, 郑美珠, 等. 乳腺癌前哨淋巴结解剖学定位及其临床意义的研究. *中华肿瘤防治杂志*, 2010, 17(14): 1100-1103.
- [21] Lerman H, Metser U, Lievshitz G, et al. Lymphoscintigraphic sentinel node identification in patients with breast cancer: the role of SPECT-CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2006, 33(3): 329-337.
- [22] 杨国仁, 张秀丽, 孙晓蓉, 等. FDG PET/CT 联合 ^{99m}Tc -SC 前哨淋巴结显像诊断乳腺癌. *中华核医学杂志*, 2004, 24(5): 312.
- [23] Paredes P, Vidal-Sicart S, Zanón G, et al. Radioguided occult lesion localization in breast cancer using an intraoperative portable gamma camera: first results. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2008, 35(2): 230-235.
- [24] Jakub JW, Cox CE, Pippas AW, et al. Controversial topics in breast lymphatic mapping. *Semin Oncol*, 2004, 31(3): 324-332.
- [25] Torrens H, Meijer S, Fabry H, et al. Sentinel node biopsy in breast cancer patients: triple technique as a routine procedure. *Ann Surg Oncol*, 2004, 11(3 Suppl): S231-235.
- [26] Uren RF, Howman-Giles R, Chung D, et al. Nuclear medicine aspects of melanoma and breast lymphatic mapping. *Semin Oncol*, 2004, 31(3): 338-348.
- [27] Krag DN, Anderson SJ, Julian TB, et al. Technical outcomes of sentinel-lymph-node resection and conventional axillary-lymph-node dissection in patients with clinically node-negative breast cancer: results from the NSABP B-32 randomised phase III trial. *Lancet Oncol*, 2007, 8(10): 881-888.
- [28] Dutta R, Klufvinger A, MacLeod M, et al. Revisiting the "10% rule" in breast cancer sentinel lymph node biopsy: an approach to minimize the number of sentinel lymph nodes removed. *Am J Surg*, 2012, 203(5): 623-627.
- [29] McCarter MD, Yeung H, Fey J, et al. The breast cancer patient with multiple sentinel nodes: when to stop?. *J Am Coll Surg*, 2001, 192(6): 692-697.
- [30] Low KS, Littlejohn DR. Optimal number of sentinel nodes after intradermal injection isotope and blue dye. *ANZ J Surg*, 2006, 76(6): 472-475.
- [31] National Comprehensive Cancer Network. NCCN clinical practice guidelines in Oncology: breast cancer[EB/OL]. [2012-09-10]. http://www.nccn.org/professionals/physician_gls/f_guidelines.asp.

(收稿日期: 2012-09-21)

(上接第 171 页)

- 杨根东, 陆普选, 肖勇, 等. 孤立性肺结核球的 ^{18}F -FDG PET/CT 影像学表现. *放射性实践*, 2011, 26(9): 934-937.
- [2] 刘桂超, 高硕, 蔡莉, 等. 肺外结核 39 例临床表现与 ^{18}F -氟脱氧葡萄糖正电子发射计算机断层成像-CT 的特点分析. *中华结核和呼吸杂志*, 2012, 35(3): 184-188.
- Soussana M, Brillet PY, Mekinian A, et al. Patterns of pulmonary tuberculosis on FDG PET/CT. *Eur J Radiol*, 2012, 81(10): 2872-2876.
- [4] Basu S, Saboury B, Werner T, et al. Clinical utility of FDG-PET and PET/CT in non-malignant thoracic disorders. *Mol Imaging Biol*, 2011, 13(6): 1051-1060.
- Huang CJ, You DL, Lee PI, et al. Characteristics of integrated ^{18}F -FDG PET/CT in pulmonary cryptococcosis. *Acta Radiol*, 2009, 50(4): 374-378.
- [6] Kao PF, Tsao TC, Kuo KT, et al. Lung parasite ova granuloma mimicking lung malignancy on FDG PET-CT. *Clin Nucl Med*, 2009, 34(4): 243-244.
- [7] Yi E, Aubry MC. Pulmonary pseudoneoplasms. *Arch Pathol Lab Med*, 2010, 134(3): 417-426.
- [8] Lin KH, Chang CP, Liu RS, et al. F-18 FDG PET/CT in evaluation of pulmonary sclerosing hemangioma. *Clin Nucl Med*, 2011, 36(5): 341-343.
- [9]

(收稿日期: 2012-10-16)