

# <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 对青年患者良恶性肺内孤立性结节的鉴别诊断价值\*

闫港\*\*，王明华\*\*\*

(贵州医科大学附院 核医学科, 贵州 贵阳 550004)

**[摘要]** 目的: 探讨氟代脱氧葡萄糖正电子发射型计算机断层成像(<sup>18</sup>F-FDG PET/CT) 对 17~44 岁青年患者良恶性肺内孤立性结节(SPN)的鉴别诊断价值。方法: 经病理证实或影像学检查随访 2 年以上确诊的 79 例青年 SPN 患者, 其中肺癌 44 例、良性病变 35 例; 采用<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 检测病灶形态、测量<sup>18</sup>F-FDG 最大标准化摄取值(SUV<sub>max</sub>), 比较良恶性 SPN 患者 SUV<sub>max</sub>; 绘制受试者工作特征曲线(ROC), 分析 SUV<sub>max</sub> 诊断恶性 SPN 的敏感性、特异性及最佳 SUV<sub>max</sub> 界值, 比较良恶性 SPN 的<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 特点, 回归分析<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 征象及 SUV<sub>max</sub> 对恶性 SPN 的预测价值。结果: 恶性 SPN 患者 SUV<sub>max</sub> 高于良性 SPN 患者( $P < 0.05$ ), ROC 曲线分析显示 SUV<sub>max</sub> 诊断恶性 SPN 的最佳界值为 2.9、敏感度为 0.977、特异度为 0.343; <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 图像中, 恶性 SPN 分叶、毛刺、胸膜牵拉凹陷征及 SUV<sub>max</sub> ≥ 2.9 的出现率高于良性 SPN ( $P < 0.05$ ), 回归分析显示胸膜牵拉凹陷征及 SUV<sub>max</sub> ≥ 2.9 是恶性 SPN 的危险因素( $P < 0.05$ )。结论: <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 鉴别良恶性青年 SPN 敏感度高, 胸膜牵拉凹陷征及 SUV<sub>max</sub> 可用于预测恶性 SPN。

**[关键词]** 青年; 孤立性肺结节; 正电子发射型计算机断层成像; X 线计算机; 体层摄影术; 诊断价值

**[中图分类号]** R445.6    **[文献标识码]** A    **[文章编号]** 1000-2707(2019)11-1334-05

**DOI:** 10.19367/j.cnki.1000-2707.2019.11.018

## Analysis of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT Findings of Solitary Pulmonary Nodules in Young Patients

YAN Gang, WANG Minghua

(Department of Nuclear Medicine, the Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou, China)

**[Abstract]** **Objective:** To investigate the diagnostic value of <sup>18</sup>F-FDG position emission tomography/computed tomography (PET/CT) for young patients with differentiating solitary pulmonary nodule (SPNs). **Methods:** A retrospective analysis of 79 cases of SPN with PET/CT under 44 years of age confirmed by CT from July 2013 to November 2018 was conducted. Each case with SPN was confirmed pathologically or received imaging examination follow-up for more than 2 years. Differential diagnosis of SPNs was made using morphological features in HRCT, visually detectable metabolism and semi-quantitative method. **Results:** Out of the 79 patients, 44 were diagnosed as cases with lung cancer and 35 with benign lesions, 50 males and 29 females, aged 17~44 years, with a median age of 34 years. The maximum standard uptake value (SUV<sub>max</sub>) of the nodules was significantly higher in the malignant group than in the benign group ( $t = -7.287, P < 0.05$ ). The best SUV threshold for the diagnosis of the malignant nodules by ROC curve analysis was SUV<sub>max</sub> ≥ 2.9. The best index for the diagnosis of malignant nodules by regression analysis was pleural traction depression sign and SUV<sub>max</sub> value ≥ 2.9. **Conclusion:** <sup>18</sup>F-FDG PET/CT plays an important role in differentiating benign and

\*[基金项目] 贵州省科学技术基金[黔科合 LH 字(2016)7347]

\*\* 贵州医科大学医学影像学院 2014 级研究生

\*\*\* 通信作者 E-mail: 372075644@qq.com

网络出版时间: 2019-11-21 网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/52.1164.R.20191120.2125.018.html>

malignant SPN in young patients. SUVmax value combined with HRCT sign can obviously improve the diagnostic efficacy of SPN, and PET/CT can provide effective diagnosis and treatment of SPN.

[**Key words**] young patients; solitary pulmonary nodules; positron emission computer tomography; X-ray computed; tomography; diagnosis value

孤立性肺结节(solitary pulmonary nodule, SPN)是指肺内单发、直径小于3 cm的圆形或类圆形病灶,完全被肺实质包围,无其他肺部异常<sup>[1]</sup>,鉴别诊断良恶性SPN对后续治疗策略的制定和患者预后至关重要。目前诊断SPN性质的“金标准”是通过胸腔镜手术或胸针穿刺活检获得组织进行病理形态学诊断,属于有创检查方法。影像学检查因其简便、无创的特点也被广泛应用,其中高分辨CT(high-resolution computed tomographic, HRCT)最为常用,其不但提高了肺结节的检出率,还可帮助医生鉴别良恶性SPN<sup>[2]</sup>,但当良恶性SPN的表现有重叠时,鉴别诊断就比较困难。正电子发射型计算机断层成像(position emission tomography/computed tomography, PET/CT)融合了形态学及功能学检查技术,对肿瘤组织高度敏感,其中氟代脱氧葡萄糖( $^{18}\text{F}$ -FDG)PET/CT常用于SPN的良恶性鉴别诊断<sup>[3-5]</sup>。按照世界卫生组织(WHO)最新年龄段划分标准,15~44岁为青年人,关于青年SPN患者 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT特征的研究较少。因此,本研究评价 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT对青年SPN患者的早期诊断与鉴别诊断价值,以提高青年患者SPN诊断准确率。

## 1 对象与方法

### 1.1 一般资料

收集2013年7月~2018年11月由病理证实或影像学检查随访2年以上确诊的青年SPN患者79例,其中男50例、女29例,年龄17~44岁、中位年龄34岁;经手术病理证实周围型肺癌44例,其中腺癌23例、鳞癌9例、小细胞肺癌10例、类癌1例、瘢痕癌1例;经手术或穿刺活检病理证实炎性结节21例,其中炎性假瘤6例、真菌性肉芽肿2例、结核性肉芽肿9例、错构瘤3例、吸虫病1例,其余14例患者临床消炎治疗后证实为炎性结节或随诊2年以上结节无变化。

### 1.2 PET/CT检查

79例患者均行Philips Gemini TOF64型PET/CT检查。显像剂为 $^{18}\text{F}$ -FDG,由住友HM-10型回旋加速器及住友F300E合成器当天生产,接受无

菌、无细菌内毒素及无热源检测后确认合格。患者禁食6~8 h后,经前臂浅静脉推注0.12 mCi/kg体质量 $^{18}\text{F}$ -FDG,注射后平静休息40~60 min、饮水800 mL,排尿后行全身或胸部PET/CT扫描。扫描范围:颅底至骨盆底(全身)或锁骨上区至双侧肾上腺下缘(胸部),CT扫描参数管电压120 kV、管电流100 mA, PET扫描参数头部5 min/床位、躯干部1 min/床位。设备自动对图像进行衰减校正和重建,分别得到3D、横断位、矢状位及冠状位的HRCT图像、PET图像及PET/CT融合图像,其中HRCT图像采用骨算法参数重建。

### 1.3 结果判断

由2位具有10年以上工作经验的核医学副主任医师共同阅片。采用目视及半定量法进行结果判断,目测法观察病灶的部位、形态及异常浓聚程度,描述结节内部及邻近结构;半定量法测量最大化摄取值(standardized uptake value, SUVmax),即病灶1 cm<sup>3</sup>感兴趣区( $^{18}\text{F}$ -FDG最浓处)内 $^{18}\text{F}$ -FDG摄取量与全身 $^{18}\text{F}$ -FDG摄取量的比值,由计算机处理自动获得。

### 1.4 观察指标

比较良恶性SPN患者SUVmax,绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC),计算曲线下面积(area under the curve, AUC),分析SUVmax诊断恶性SPN的敏感性和特异性,计算鉴别良恶性SPN的最佳SUVmax界值。比较良恶性SPN的 $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT特点,采用回归分析HRCT征象及SUVmax对恶性SPN的预测价值。

### 1.5 统计学方法

采用SPSS 22.0软件进行统计学分析。计量资料用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用独立样本 $t$ 检验,计数资料用率表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

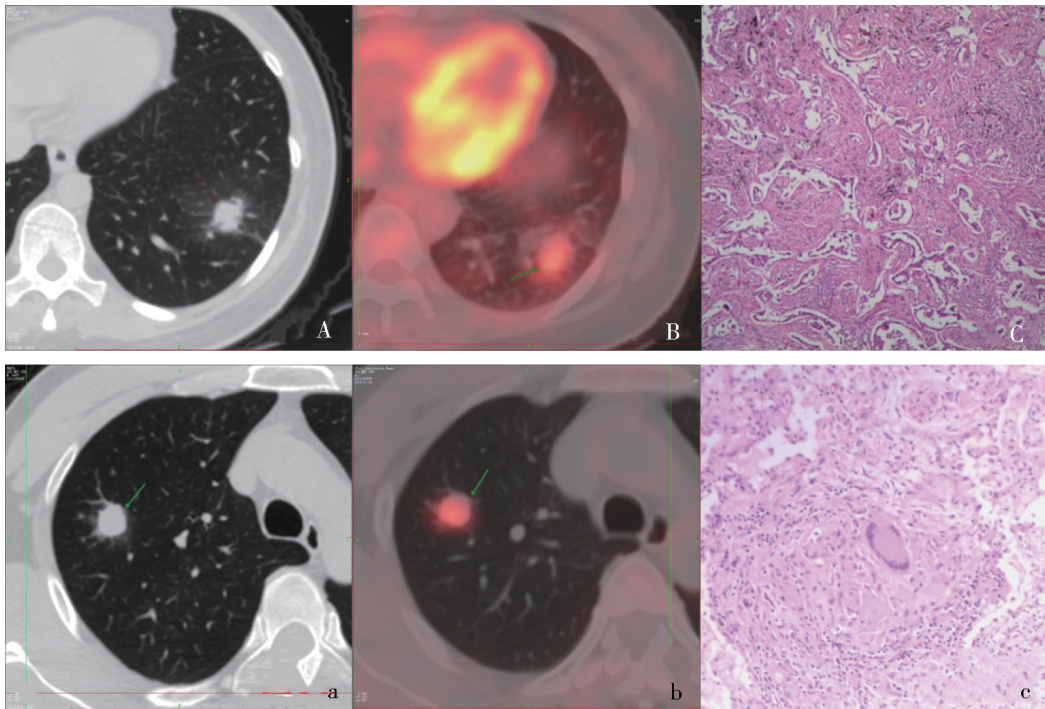
## 2 结果

### 2.1 SUVmax

如图1所示,左下肺SPN患者HRCT可见结

节边缘有毛刺、分叶、胸膜牵拉, PET/PCT 可见结节 SUV<sub>max</sub> 为 12.8, 病理结果提示腺癌; 右上肺 SPN 患者 HRCT 可见结节边缘有毛刺, PET/PCT 可见结节 SUV<sub>max</sub> 为 4.5, 病理结果提示结核。经

计算, 44 例恶性 SPN 患者的 SUV<sub>max</sub> 为  $8.75 \pm 4.93$ , 35 例良性 SPN 患者的 SUV<sub>max</sub> 为  $2.54 \pm 2.46$ , 恶性组 SUV<sub>max</sub> 高于良性组 ( $t = -7.287, P < 0.05$ )。



注: A、B、C 为左下肺 SPN, a、b、c 为右上肺 SPN; A、a 为 HRCT, B、b 为 PET/CT, C、c 为病理结果。

图 1 左下肺及右上肺 SPN 的 HRCT、PET/CT 及病理结果

Fig. 1 Left lower lung SPN and right upper lung SPN

2.2 SUV<sub>max</sub> 诊断恶性 SPN 的最佳界值

SUV<sub>max</sub> 诊断恶性 SPN 的 AUC 为 0.899, 面积标准误为 0.034,  $P < 0.05$ , 提示 SUV<sub>max</sub> 可用于判断良恶性肺结节 SPN; SUV<sub>max</sub> 为 2.9 时, Youden 指数最大值为 0.634, 对应的敏感度为 0.977、特异度为 0.343, 因此 SUV<sub>max</sub> 诊断恶性 SPN 的最佳界值为 2.9, SUV<sub>max</sub> 值越大恶性肺结节的可能性越大。见图 2。

2.3 良恶性 SPN 的 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 特点

<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 图像中, 恶性 SPN 分叶、毛刺、胸膜牵拉凹陷征及 SUV<sub>max</sub>  $\geq 2.9$  的出现率高于良性 SPN, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 1。

2.4 胸膜牵拉凹陷征及 SUV<sub>max</sub> 对恶性 SPN 的预测价值

回归分析结果显示, 胸膜牵拉凹陷征及 SUV<sub>max</sub> 可用于预测恶性 SPN ( $P < 0.05$ ), 胸膜牵拉凹陷征及 SUV<sub>max</sub>  $\geq 2.9$  是恶性 SPN 的危险因素。见表 2。

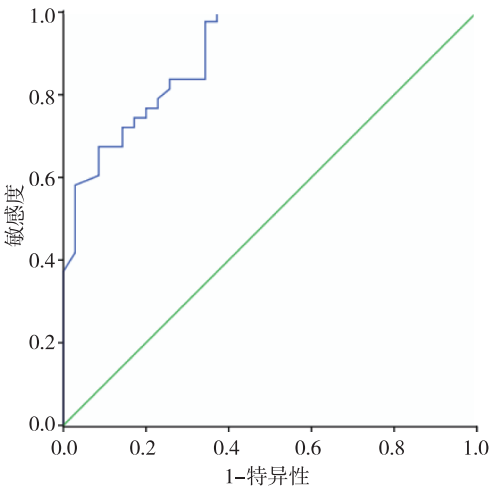


图 2 SUV<sub>max</sub> 诊断恶性 SPN 的 ROC 曲线  
Fig. 2 ROC curve of SUV<sub>max</sub> in diagnosis of malignant SPN

表 1 良恶性 SPN 的<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 特点(*n*)  
Tab. 1 Relationship between nodule properties and<sup>18</sup>F-FDG PET/CT characteristics

项目	SPN		$\chi^2$	<i>P</i>
	良性	恶性		
毛刺征				
是	10	37	24. 934	0. 000
否	25	7		
分叶征				
是	10	36	22. 723	0. 000
否	25	8		
胸膜牵拉凹陷征				
是	3	31	30. 451	0. 000
否	32	13		
SUVmax				
≥2. 9	12	42	36. 396	0. 000
<2. 9	23	1		

表 2 回归分析胸膜牵拉凹陷征及 SUVmax 对恶性 SPN 的预测价值  
Tab. 2 Regression analysis of the predictive value of pleural pull depression and SUVmax for malignant SPN

变量	$\beta$	<i>S. E.</i>	<i>Wals</i>	<i>P</i>	<i>Exp</i> ( $\beta$ )	95% <i>CI</i>
胸膜牵拉凹陷征	- 2. 782	0. 855	10. 588	0. 001	0. 062	0. 012 ~ 0. 331
SUVmax	- 3. 993	1. 166	11. 723	0. 001	0. 018	0. 002 ~ 0. 181

的鉴别诊断一直是临床上的难题,理想的检查方法最好无创伤且准确率高,对于年轻患者尤为重要,因为该类患者常无明显临床症状,诊断起来更加困难。目前对于 SPN 的处理方法有 3 种,即 CT 定期随访观察、细针穿刺活检及胸腔镜手术切除<sup>[11]</sup>,当结节的良性率非常接近 1 时,最佳处理方式 为 CT 定期随访观察;相反,当结节的良性率非常接近 0 时,可直接采用手术切除。但对于介于良性和恶性之间的 SPN,通常需要进行诊断性检查,主要的选择是正电子发射断层扫描(PET)、CT 引导下穿刺活检(CT-FNA)和支气管镜检查<sup>[12]</sup>。研究表明肺癌的死亡率虽高,但若在早期行手术治疗,肺癌患者的 5 年生存率可高达 80%<sup>[13]</sup>。因此,早期 SPN 定性诊断具有重要的临床意义,特别是对年轻患者意义重大。<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 结合了形态学和功能学检查,对肿瘤组织高度敏感,逐渐被应用于 SPN 的诊断和鉴别诊断<sup>[9]</sup>。因此,本研究采用<sup>18</sup>F-FDG PET/CT 分析青年良恶性 SPN 患者的代谢分布特征及 HRCT 形态学表现。

本研究显示恶性结节组 SUVmax 值明显高于良性结节组,与既往大多数研究结果一致。<sup>18</sup>F-FDG 为一种葡萄糖类似物,可以反应组织细胞葡萄糖代谢情况,由于恶性肿瘤细胞代谢旺盛,故可通过测

### 3 讨论

肺癌是全国范围内所有恶性肿瘤中发病率和致死率最高的癌症<sup>[6-7]</sup>,近年来肺癌的发病率逐年上升,且具有年轻化的趋势。早期肺癌表现为孤立肺结节,没有明显分叶、毛刺、胸膜牵拉、转移等恶性征象,与良性结节在形态学上鉴别困难。既往研究显示,在大样本肺癌筛查的实验中,SPN 的检出率为 5% ~ 60%<sup>[8]</sup>,其中有 30% ~ 40% 的 SPN 最终确诊为恶性<sup>[9]</sup>。SPN 的特性不仅是放射科医生关注的主要问题,而且也是临床医生关注的问题<sup>[10]</sup>。由于良性 SPN 患者不需要手术切除,而早期恶性 SPN 患者及时切除可确保较好的预后,所以对 SPN 早期定性诊断至关重要。对 SPN 良恶性

量病灶的 SUV 值来反应病灶的恶性程度。既往多项研究以 SUVmax ≥ 2. 5 来判断 SPN 的良恶性<sup>[14-16]</sup>,本研究采用 ROC 曲线计算 SUVmax 诊断恶性 SPN 的最佳值,得出诊断恶性肺结节的 SUVmax 最佳界值为 2. 9,当 SUVmax ≥ 2. 9 时诊断恶性肺结节的敏感性为 97. 7%,特异性为 34. 3%。与既往研究稍微有差异,这可能与青年患者的基础代谢水平和良性增殖性病变的活跃程度有关,提示对于年轻群体的恶性肺结节 SUVmax 值的判定应稍增大。总体趋势仍显示,SUVmax 值越大恶性肺结节的可能性越大。仅通过 SUVmax 诊断 SPN 的特异性不高,本研究的特异性仅为 34. 3%。可能是影响 SUV 值的因素很多,如注射后时间、血糖浓度、图像的采集模式及重建模式等外在因素<sup>[17]</sup>。此外,病灶自身的特殊性也影响 SUV 值,<sup>18</sup>F-FDG 摄取并不是恶性肿瘤所特有的,一些良性病变,如细菌性肺炎、活动性结节病、传染性肉芽肿、急性化脓性脓肿、隐匿性纤维性肺泡炎等都导致病灶处葡萄糖代谢增加从而使 FDG 摄取增加,造成假阳性<sup>[18-19]</sup>。

PET/CT 诊断肺结节的良恶性,除参考 SUVmax 值外,还应仔细分析同机 HRCT 的影像学特征。本研究通过对 SPN 的 HRCT 征象分析,结果



显示分叶征、毛刺征及胸膜凹陷征在良、恶性结节的出现率差异有统计学意义,表明分叶征、毛刺及胸膜凹陷征对年轻群体的 SPN 良恶性鉴别也同样具有重要意义,但是单凭某一特征判断病灶的良恶性并不完全可靠。最后采用多因素回归分析把 HRCT 征象(分叶征、毛刺征、胸膜牵拉凹陷征)及  $SUV_{max} \geq 2.9$  引入方程,结果显示结节的胸膜牵拉凹陷征及  $SUV_{max} \geq 2.9$  是恶性 SPN 独立危险因素,所以认为胸膜牵拉凹陷征联合  $SUV_{max}$  值  $\geq 2.9$  判定 SPN 为恶性的准确性显著增高。

综上所述, $^{18}F$ -FDG PET/CT 是鉴别良恶性 SPN 的一种非创伤性影像学检查方法,对于青年患者 SPN 的鉴别诊断有重要作用。通过综合分析病史、病灶的 $^{18}F$ -FDG 摄取情况和同机 HRCT 征象, $^{18}F$ -FDG PET/CT 诊断 SPN 的准确率和灵敏度可以明显提高,从而成为临床制订诊治方案的一项重要依据。

## 4 参考文献

- [1] PATEL V K, NAIK S K, NAIDICH D P, et al. A practical algorithmic approach to the diagnosis and management of solitary pulmonary nodules: part 1, radiologic characteristics and imaging modalities [J]. *Chest*, 2013, 143 (3):825-839.
- [2] HENSCHKE C I, YANKELEVITZ D F, LIBBY D M, et al. Survival of patients with stage I lung cancer detected on CT screening [J]. *N Engl J Med*, 2006, 355 (17): 1763-1771.
- [3] MACMAHON H, NAIDICH D P, GOO J M, et al. Guidelines for management of incidental pulmonary nodules detected on CT images; from the Fleischner society 2017 [J]. *Radiology*, 2017, 284 (1):228-243.
- [4] CALCAGNI M L, TARALLI S, CARDILLO G, et al. Diagnostic performance of (18) F-fluorodeoxyglucose in 162 small pulmonary nodules incidentally detected in subjects without a history of malignancy [J]. *Ann Thorac Surg*, 2016, 101 (4): 1303-1309.
- [5] GOULD M K, FLETCHER J, IANNETTONI M D, et al. Evaluation of patients with pulmonary nodules: when is it lung cancer: ACCP evidence-based clinical practice guidelines [J]. *Chest*, 2007, 132 (3 SUP1):108-130.
- [6] 陈万青,孙可欣,郑荣寿,等. 2014 年中国部分地区恶性肿瘤发病和死亡分析 [J]. *中国肿瘤*, 2018, 32 (1): 1-14.
- [7] 陈万青,郑荣寿,张思维,等. 2013 年中国恶性肿瘤发病和死亡分析 [J]. *中国肿瘤*, 2017, 31 (1):1-7.
- [8] BAI C, CHOI C M, CHU C M, et al. Evaluation of pulmonary nodules: clinical practice consensus guidelines for Asia [J]. *Chest*, 2016, 150 (4):877-893.
- [9] VAN GOMEZ L O, GARCIA V A, HONGUERO M A, et al. (18) F-FDG-PET/CT in the assessment of pulmonary solitary nodules: comparison of different analysis methods and risk variables in the prediction of malignancy [J]. *Transl Lung Cancer Res*, 2015, 4 (3):228-235.
- [10] WARD H B, PLIEGO M, DIFENTHAL H C, et al. The impact of phantom CT scanning on surgery for the solitary pulmonary nodule [J]. *Surgery*, 1989, 106 (4): 734-739.
- [11] JEONG Y J, YI C A, LEE K S. Solitary pulmonary nodules: detection, characterization, and guidance for further diagnostic workup and treatment [J]. *Radiologia*, 2008, 50 (3):183-195.
- [12] OST D E, GOULD M K. Decision making in patients with pulmonary nodules [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2012, 185 (4):363-372.
- [13] LIU X, XU S, LIU B, et al. Survival analysis of stage I non-small cell lung cancer patients treated with da vinci robot-assisted thoracic surgery [J]. *Zhongguo Fei Ai Za Zhi*, 2018, 21 (11):849-856.
- [14] HASHIMOTO Y, TSUJIKAWA T, KONDO C, et al. Accuracy of PET for diagnosis of solid pulmonary lesions with 18F-FDG uptake below the standardized uptake value of 2.5 [J]. *J Nucl Med*, 2006, 47 (3):426-431.
- [15] AL-SUGAIR A, COLEMAN R E. Applications of PET in lung cancer [J]. *Semin Nucl Med*, 1998, 28 (4):303-319.
- [16] SIM Y T, GOH Y G, DEMPSEY M F, et al. PET-CT evaluation of solitary pulmonary nodules: correlation with maximum standardized uptake value and pathology [J]. *Lung*, 2013, 191 (6):625-632.
- [17] NAHMIAS C, WAHL L M. Reproducibility of standardized uptake value measurements determined by 18F-FDG PET in malignant tumors [J]. *J Nucl Med*, 2008, 49 (11):1804-1808.
- [18] METSER U, EVEN-SAPIR E. Increased (18) F-fluorodeoxyglucose uptake in benign, nonphysiologic lesions found on whole-body positron emission tomography/computed tomography (PET/CT): accumulated data from four years of experience with PET/CT [J]. *Semin Nucl Med*, 2007, 37 (3):206-222.
- [19] HUANG Y E, HUANG Y J, KO M, et al. Dual-time-point (18) F-FDG PET/CT in the diagnosis of solitary pulmonary lesions in a region with endemic granulomatous diseases [J]. *Ann Nucl Med*, 2016, 30 (9):652-658.

(2019-09-06 收稿,2019-10-18 修回)

中文编辑:周 凌;英文编辑:丁廷森