

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2018.19.021
文章编号: 1005-8982 (2018) 19-0112-05

PET-CT 双时相显像对 SPN 的诊断价值评价

赵丰平, 杨燕青

(青海省人民医院 PET-CT 中心, 青海 西宁 810007)

摘要: 目的 评价 PET-CT 双时相显像对孤立性肺结节 (SPN) 的诊断价值。**方法** 选取 2014 年 7 月 - 2015 年 12 月青海省人民医院 PET-CT 中心就诊的 SPN 患者 152 例, 进行 ^{18}F -FDG PET-CT 检查并且手术后病理确诊其结节的良恶性。比较良性结节患者的早期 SUV_{max} 值、延迟期 SUV_{max} 值、代谢滞留指数的差异和各肿瘤显像显示率的差异。 SUV_{max} 值鉴别诊断 SPN 良恶性的 ROC 曲线分析。**结果** 152 例 SPN 患者术后经组织病理学证实恶性结节 92 例和良性结节 60 例, 恶性结节早期 SUV_{max} 值 (7.86 ± 3.15)、延迟期 SUV_{max} 值 (9.03 ± 3.49)、代谢滞留指数 (20.59 ± 12.87) 均高于良性结节 SUV_{max} 值 (3.36 ± 2.88)、延迟期 SUV_{max} 值 (3.12 ± 2.64)、代谢滞留指数 (10.46 ± 3.59) ($P < 0.05$); 恶性结节的分叶征、毛刺征、血管集束征、空泡征的显示率高于良性结节 ($P < 0.05$); 早期 SUV_{max} 值的 ROC 曲线下面积为 70.07 (95%CI: 57.95, 82.19), 敏感性和特异性分别为 52.17% 和 96.67%; 延迟期 SUV_{max} 值的 ROC 曲线下面积为 93.19 (95%CI: 87.69, 98.68), 敏感性和特异性分别为 93.48% 和 83.33%; 代谢滞留指数的 ROC 曲线下面积为 87.90 (95%CI: 80.20, 95.59), 敏感性和特异性分别为 82.61% 和 80.0%。**结论** PET-CT 双时相显像对 SPN 良恶性的鉴别诊断具有重要的临床价值。

关键词: 孤立性肺结节; PET-CT 双时相显像; 最大标准化摄影; 诊断

中图分类号: R814.4

文献标识码: A

Evaluation of value of PET-CT dual phase imaging in diagnosis of SPN

Feng-ping Zhao, Yan-qing Yang

(PET-CT Center, Qinghai Provincial People's Hospital, Xining, Qinghai 810007, China)

Abstract: Objective To evaluate the value of PET-CT dual phase imaging in the diagnosis of solitary pulmonary nodules (SPN). **Methods** A total of 152 cases of SPN in our hospital from July 2014 to December 2015 were selected. All of them were performed with ^{18}F -FDG PET-CT examination. And the benign and malignant nodules were confirmed by pathological diagnosis after surgery. The differences of the early SUV_{max} value, the delay period SUV_{max} value, metabolic retention index and the display rate of tumor image were compared between the patients with benign and malignant nodules. ROC curve of SUV_{max} value for differential diagnosis of benign and malignant SPN was analyzed. **Results** In the 152 patients with SPN, 92 cases of malignant nodule and 60 cases of benign nodules were confirmed by histopathology after operation. The early SUV_{max} value (7.86 ± 3.15), the delay period SUV_{max} value (9.03 ± 3.49) and the metabolic retention index (20.59 ± 12.87) of the malignant nodules were higher than those of the benign nodules [(3.36 ± 2.88), (3.12 ± 2.64) and (10.46 ± 3.59) respectively], and the differences had statistical significance ($P < 0.05$). The display rate of lobulation sign, spiculation sign, vessel convergence sign and vacuole sign in the malignant nodules was higher than that of the benign nodules, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The area under ROC curve of the early SUV_{max} value was 70.07 (57.95-82.19), the sensitivity and specificity were 52.17% and 96.67% respectively. The area under ROC curve of the delay period SUV_{max} value was 93.19 (87.69-98.68), the sensitivity and specificity were 93.48% and 83.33% respectively. The area under ROC

收稿日期: 2017-10-11

curve of the metabolic retention index was 87.90 (80.20-95.59), and the sensitivity and specificity were 82.61% and 80.00% respectively. **Conclusions** PET-CT dual phase imaging has important clinical value in the differential diagnosis of benign and malignant pulmonary solitary nodules.

Keywords: pulmonary solitary nodule; PET-CT double phase imaging; maximal standardized photography; diagnosis

孤立性肺结节(solitary pulmonary nodule, SPN)是一种常见的肺部病变症状,其正确的诊断和及时治疗对肺癌早期患者的预后具有重要的意义^[1]。SPN 的临床表现多为肺部可见直径 ≤ 3 cm 的单发病灶,周围环绕正常肺组织且无相关的肺不张、肺炎、淋巴结肿大以及“卫星灶”^[2]。SPN 病灶体积较小,大多数为恶性病灶,但其与良性病灶间并无特异的影像学特征,临床上难以正确诊断^[3]。如何能在早期进行准确、有效的检查对恶性肿瘤的早期发现和治疗具有重大意义。CT 检查是 SPN 鉴别诊断中应用最广泛的一种技术,但传统的增强 CT、CT 靶扫描技术等虽然能依据结节的形态学特征判断病变的良恶性,却不能反映病灶的代谢特点。PET 检查可根据病变的代谢情况来判断病变的性质,诊断效果更好^[4]。为进一步探讨 PET-CT 双时相显像对 SPN 的诊断价值,本研究对青海省人民医院就诊的 SPN 患者行¹⁸F-FDG PET-CT 检查手术后的病结节良恶性、SUV_{max} 值、代谢滞留指数及各肿瘤症像显示率进行分析,为临床提供一定的理论依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2014 年 7 月-2015 年 12 月本院就诊的 SPN 患者 152 例,根据¹⁸F-FDG PET-CT 检查和手术后病理确诊,分为恶性结节组($n=92$)和良性结节组($n=60$)。

1.2 纳入标准和排除标准

纳入标准:①经影像学检查确诊为 SPN 患者后行¹⁸F-FDG PET-CT 检查,并记录早期 SUV_{max} 值和延迟 SUV_{max} 值;②所有患者均经术后病理确诊其结节的良恶性;③患者对检查所有造影剂无明显禁忌。排除标准:①有其他部位恶性肿瘤或恶性结节有远处转移的患者;②拒绝¹⁸F-FDG PET-CT 检查或手术治疗,或对造影剂过敏的患者;③实性病灶 ≤ 8 mm。所有入选患者经该院医学伦理会同意并签署知情同意书。

1.3 ¹⁸F-FDG PET-CT 检查

所有患者于检查前禁食 4~6 h,并经手背或肘前静脉注射 3.7 MBq/kg 显像剂¹⁸F-FDG,安静休息 1 h 后排空膀胱并行 PET-CT 全身显像。先行 CT 扫描,扫描

参数如下:管电压 120 kV,管电流 300 mA,旋转时间 0.5 s,螺距 0.8 mm;再调整为 3D 模式进行 PET 扫描,显像 6~7 个床位,每个床位采集 1.5 min。以 CT 数据对 PET 行衰减校正,并利用 OSEM 迭代重建法重建,重建层厚为 5 mm,层间隔为 5 mm,最终得到横断位、冠状位、矢状位 PET、CT 及 PET-CT 融合图像。静脉注射 120 min 后行肺部 PET-CT 延迟显像,扫描条件同常规扫描,但显像 1 个床位,显像时间为 3 min。显像仪器为德国西门子公司 Biography TOF 64 排 PET-CT,显像剂为¹⁸F-FDG(美国 CTI 公司)。

1.4 观察指标

比较良恶性结节的患者的早期 SUV_{max} 值、延迟期 SUV_{max} 值、代谢滞留指数的差异。比较良恶性结节的患者显示分叶征、毛刺征、血管束征、空泡征、胸膜牵拉征及支气管充气征的肿瘤症像的差异。早期 SUV_{max} 值、延迟期 SUV_{max} 值、代谢滞留指数鉴别诊断 SPN 良恶性的 ROC 曲线分析。

1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 16.0 统计软件,计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,良恶性结节的差异比较采用 t 检验;肿瘤症像显示率、构成比采用率(%)表示,良恶性结节的患者间的差异比较采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者的一般情况比较

两类结节患者的性别、年龄、吸烟指数、结节直径及部位等一般情况比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 两组患者病理结果

恶性结节 92 例,其中腺癌 52 例(56.52%)、鳞癌 36 例(39.13%)、小细胞癌 4 例(4.35%);良性结节 60 例,其中结核 18 例(30.00%)、炎性假瘤 16 例(26.67%)、钙化灶 16 例(26.67%)、炎性肉芽肿 10 例(16.67%)。

2.3 两组患者显影 SUV_{max} 值比较

恶性结节早期 SUV_{max} 值 (7.86 ± 3.15) 高于良性结节 SUV_{max} 值 (3.36 ± 2.88) (P < 0.05); 恶性结节延迟期 SUV_{max} 值 (9.03 ± 3.49) 高于良性结节 SUV_{max} 值 (3.12 ± 2.64) (P < 0.05); 恶性结节代谢滞留指数 (20.59 ± 12.87) 高于良性结节代谢滞留指数 (10.46 ± 3.59) (P < 0.05)。见表 2 和图 1。

SUV_{max} 值 7.1, 延迟期 SUV_{max}, 9.2, 代谢滞留指数 29.58%。

2.4 两组患者显影肿瘤征像的比较

恶性结节的分叶征、毛刺征、血管集束征、空泡

征、支气管充气征的显示率高于良性结节 (P < 0.05); 胸膜牵拉征的显示率在良恶性结节中的差异无统计学意义 (P < 0.05)。见表 3。

2.5 显影 SUV_{max} 值鉴别诊断两组患者 SPN 的 ROC 曲线分析

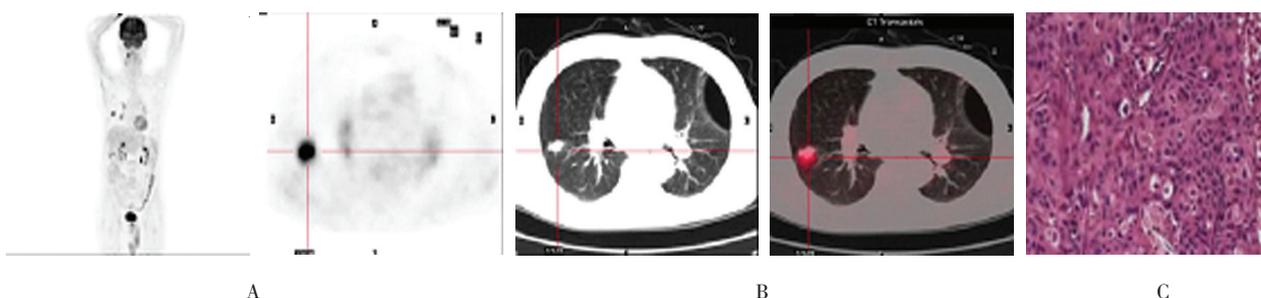
早期 SUV_{max} 值的 ROC 曲线下面积为 70.07 (95%CI : 57.95, 82.19), 敏感性和特异性分别为 52.17% 和 96.67%; 延迟期 SUV_{max} 值的 ROC 曲线下面积为 93.19 (95%CI : 87.69, 98.68), 敏感性和特异性分别为 93.48% 和 83.33%; 代谢滞留指数的 ROC

表 1 两组患者的一般情况比较

组别	男 / 女 / 例	年龄 / 例		吸烟指数 ($\bar{x} \pm s$)	结节直径 / (cm, $\bar{x} \pm s$)	结节部位 / 例			
		≥ 55 岁	<55 岁			右肺上叶	右肺中叶	左肺上叶	左肺下叶
恶性结节组 (n=92)	50/42	35	57	200.5 ± 95.4	1.2 ± 1.5	32	30	18	12
良性结节组 (n=60)	34/26	26	34	213.5 ± 84.7	1.1 ± 1.3	18	19	15	8
t/χ ² 值	0.079	0.423		0.858	0.423	0.759			
P 值	0.779	0.515		0.395	0.674	0.859			

表 2 两组患者显影 SUV_{max} 值比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	早期 SUV _{max} 值	延迟期 SUV _{max} 值	代谢滞留指数 (RI)
恶性结节组 (n=92)	7.86 ± 3.15	9.03 ± 3.49	20.59 ± 12.87
良性结节组 (n=60)	3.36 ± 2.88	3.12 ± 2.64	10.46 ± 3.59
t 值	8.901	11.190	5.942
P 值	0.000	0.000	0.000



A: 中分化鳞状细胞癌; B: CT 平扫显示右肺实性占位性病变; C: ¹⁸F-FDG PET-CT

图 1 患者 59 岁, 男性

表 3 两组患者显影肿瘤征像的比较 例 (%)

组别	分叶征	毛刺征	胸膜牵拉征	血管集束征	空泡征	支气管充气征
恶性结节组 (n=92)	84 (91.30)	56 (60.87)	48 (52.17)	32 (34.78)	28 (30.43)	18 (19.57)
良性结节组 (n=60)	36 (60.00)	4 (6.67)	22 (36.67)	4 (6.67)	2 (3.33)	2 (3.33)
χ ² 值	21.412	44.657	3.515	15.883	16.838	8.374
P 值	0.000	0.000	0.061	0.000	0.000	0.000

曲线下面积为 87.90 (95%CI: 80.20, 95.59), 敏感性 和特异性分别为 82.61% 和 80.0%。见表 4 和图 2。

表 4 显影 SUV_{max} 值鉴别诊断两组患者 SPN 的 ROC 曲线分析

指标	诊断阈值	敏感性 /%	特异性 /%	约登指数	ROC 曲线下面积	95%CI	
						下限	上限
早期 SUV _{max} 值	4.93	52.17	96.67	0.488	70.07	57.95	82.19
延迟期 SUV _{max} 值	5.46	93.48	83.33	0.768	93.19	87.69	98.68
代谢滞留指数	16.74	82.61	80.0	0.626	87.90	80.20	95.59

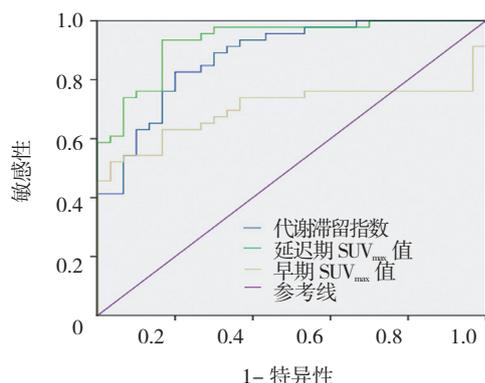


图 2 显影 SUV_{max} 值鉴别诊断两组患者 SPN 的 ROC 曲线图

3 讨论

SPN 多指直径、边界较清晰的圆形或类圆形病灶, 但无肺不张、肺炎及肺门淋巴结肿大等病变, 其病灶可分为良性和恶性两种^[5]。良性病灶多为感染和局部炎症造成的感染性肉芽肿、肺炎性假瘤或其他病因造成的非感染性肉芽肿、良性肿瘤; 而恶性病灶多为早期肺癌引起, 特别是以小腺癌及支气管肺泡癌^[6-7]。因此, SPN 的正确诊断和良恶性的鉴别对早期肺癌患者的预后和治疗具有重要的意义。SPN 的病灶一般较小, 且良性与恶性病灶并无或特异性的影像学差异, 临床上定性诊断较为困难^[8]。目前多采用 CT 影像学检查的方式对 SPN 进行定性诊断, 但难以诊断病灶的良恶性, 且其特异性和准确率较低, 对一些无明显症状的患者结节也容易漏检, 造成严重的后果^[9]。

PET-CT 能将功能学的代谢信息与解剖学的形态信息相结合, 对 SPN 的鉴别诊断效果更好^[10]。细胞膜上的 Glut 可将 ¹⁸F-FDG 转运入细胞, 经己糖激酶的催化生成 6-磷酸-¹⁸F-FDG 并由胞液中的磷酸酶再将其还原为 ¹⁸F-FDG, 最后转向细胞外, 而标记核素 ¹⁸F 所发出的正电子可被正电子探测器捕捉而显影^[11-12]。恶性肿瘤的生长更为活跃, 细胞异常增殖需求的能量也

更大, 导致 ¹⁸F-FDG 在肿瘤细胞中的浓聚增高^[13]。研究表明, 正常炎症病变细胞摄取 ¹⁸F-FDG 的峰时是在注射后 30 min, 而恶性肿瘤摄取 ¹⁸F-FDG 均峰时在注射后 4 h, 且随着时间的延长良性病灶的 SUV 值会降低, 而恶性病灶的 SUV 值则明显升高^[14]。因此, 可以利用良恶性病变间在显像剂摄取峰时的差异, 通过双时相显像对病灶摄取 ¹⁸F-FDG 程度进行分析, 并成功的对病灶进行定性诊断。有研究表明, 利用 PET-CT 双时相显像对 SPN 进行诊断, 其敏感性、特异性、准确率及阳性预测值都较高, 诊断的效果良好^[15]。

为进一步探讨 PET-CT 双时相显像对 SPN 的诊断价值, 本研究对 152 例 SPN 患者行 ¹⁸F-FDG PET-CT 检查手术后的病结节良恶性、SUV_{max} 值、代谢滞留指数及各肿瘤症像显示率进行分析, 共诊断出 92 例恶性结节, 经证实分别为腺癌、鳞癌和小细胞癌, 另外 60 例为肺炎性假瘤、肉芽肿性肺炎、结核等良性结节。恶性结节早期 SUV_{max} 值、延迟期 SUV_{max} 值及代谢滞留指数均高于良性结节, 且其延迟期的 SUV_{max} 值也高于早期, 说明恶性结节与良性结节在显像剂摄取峰时方面差异有统计学意义, 且恶性结节的吸收峰时较为靠后, 而通过结节 SUV_{max} 值的差异可正确判断其良恶性。恶性结节的分叶征、毛刺征、血管集束征、空泡征的显示率高于良性结节, 但胸膜牵拉征和和支气管充气征的显示率差异无统计学意义, 这可能与结核球可以出现放射状毛刺、胸膜尾征或切迹的恶性征象有关。正如 Fleischner 学会指南^[16]指出 PET-CT 检查, 对 FDG 存在由弱至中度亲和力的结节, 提示结节具有高恶性。尽管高预测概率并不代表必须进行 PET 功能成像, 但患者进行 PET-CT, 显示肺结节存在高代谢活动, 那么患者应进一步接受非手术活检确诊。

进一步研究显影 SUV_{max} 值鉴别诊断 SPN 良恶性的 ROC 曲线分析结果发现, 早期 SUV_{max} 值的 ROC 曲线下面积、敏感性和特异性均低于延迟期; 而延迟

期的 SUV_{max} 值的 ROC 曲线下面积,敏感性和特异性分别为 93.19%、93.48% 和 83.33%;代谢滞留指数的 ROC 曲线下面积、敏感性及特异性分别为 87.90%、82.61% 和 80.0%,说明利用 ^{18}F -FDG PET-CT 双时相显像对早期和延迟期的 SUV_{max} 和代谢滞留指数进行检查能有有效的鉴别诊断 SPN 的良恶性,且敏感性和特异性较高。中华医学会呼吸病学分会制定的《肺部结节诊治 2015 中国专家共识》对 PET-CT 给予较高的评价^[17-18],①对单个不明原因结节直径 >8 mm,恶性肿瘤预测概率 $>65\%$ 者,应进行 PET-CT 进行确诊;②对单个不明原因结节直径 >8 mm, PET-CT 显示结节为高代谢时应采用手术诊断;③ PET-CT 可给出肿瘤预判的恶性概率。由此可见, PET-CT 因为具有较高的鉴别诊断 SPN 良恶性效能,因此在指导临床治疗方案具有重要的意义。

限于研究样本的不足,对 SUV_{max} 临界值的选择及安全性的探讨仍需做进一步的研究。尽管本课题结果所示早期 SUV_{max} 值、延迟期 SUV_{max} 值及代谢滞留指数的敏感性和特异性均较高,但 PET-CT 诊断也存在局限,如对肺癌代谢较低的支气管肺泡癌和类癌也可呈假阴性, SUV_{max} 仍处于正常范围,肿瘤内富含纤维及急性血糖升高均可干扰诊断结果,另外结节病和曲霉菌病也存在假阳性^[19-20],而本课题未纳入上述病理因素,难以系统和客观地评估 PET-CT 的临床诊断价值。

综上所述,利用 PET-CT 双时相显像技术对 SPN 良恶性进行鉴别诊断,敏感性高和特异性高,具有重要的临床价值,可在临床上进一步的推广应用。

参 考 文 献:

- [1] SOLOMON J, MILETO A, NELSON R C, et al. Quantitative features of liver lesions, lung nodules, and renal stones at multi-detector row CT examinations: Dependency on radiation dose and reconstruction algorithm[J]. *Radiology*, 2015, 2(3): 13-15.
- [2] 仲崇浩,张思泉,史宏灿.孤立性肺结节在不同区域和社会经济环境下诊断及治疗的差异研究进展[J].*中华实用诊断与治疗杂志*, 2015, 29(7): 628-630.
- [3] 肖鑫武,孙文远,宋勇. CT 引导下分离式 BARD 活检枪对支气管镜阴性孤立性肺结节的诊断价值[J].*中华肺部疾病杂志: 电子版*, 2015, 8(3): 10-13.
- [4] 邱斌,冯飞跃,高树庚. 253 例直径 ≤ 1 cm 的孤立性肺结节的胸腔镜诊治经验[J].*中华胸部外科电子杂志*, 2014, 1(1): 54-57.
- [5] PEÑA D M, LUO S, ABDELGADER A M S. Auto diagnostics of lung nodules using minimal characteristics extraction technique[J]. *Diagnostics*, 2016, 1(1): 6-8.
- [6] LAKSHMI N A, JEEVA J B. A computer aided diagnosis for detection and classification of lung nodules[C]// *IEEE International Conference on Intelligent Systems and Control*[J]. *IEEE*, 2015, 4(3): 12-16.
- [7] THOMAS R A, KUMAR S S. Automatic detection of lung nodules using classifiers[C]// *International Conference on Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies*, 2014, 44(3): 705-710.
- [8] 谷田露. 非小细胞肺癌脑转移者应用替莫唑胺联合全脑放疗的随机对照研究[J].*现代仪器与医疗*, 2015, 21(1): 36-38.
- [9] SUÁREZCUENCA J J, GUO W, LI Q. Integration of multiple classifiers for computerized detection of lung nodules in CT[J]. *Biomedical Engineering Applications Basis & Communications*, 2015, 27(4): 223-225.
- [10] 左聪,徐文贵,戴东,等. 18 氟-氟代脱氧葡萄糖 PET/CT 检查在胃癌与原发胃淋巴瘤鉴别诊断中的应用[J].*中华消化外科杂志*, 2015, 14(3): 216-220.
- [11] ZHOU W, WU H, HAN Y, et al. Preliminary study on the evaluation of Langerhans cell histiocytosis using F-18-fluorodeoxy-glucose PET/CT[J]. *中华医学杂志(英文版)*, 2014, 127(13): 2458-2462.
- [12] 毛思月,吴沛宏. 弥散加权成像与 PET/CT 对鉴别良恶性淋巴结的价值[J].*中华医学杂志*, 2014, 94(19): 1517-1519.
- [13] 陈丹丹,吴湖炳,王全师,等. ^{18}F -FDG PET/CT 在复发宫颈癌疗效评价及预后预测中的价值[J].*中华核医学与分子影像杂志*, 2015, 35(3): 168-172.
- [14] 张冰,赵卫威,王晓燕,等. ^{18}F -FDG PET/CT 在 POEMS 综合征诊断中的应用[J].*中华核医学与分子影像杂志*, 2014, 34(5): 345-348.
- [15] 梁颖,吴宁,方艳,等. ^{18}F -FDG PET/CT 显像 SUV_{max} 、MTV 和 TLG 判断弥漫性大 B 细胞淋巴瘤的预后价值[J].*中华核医学与分子影像杂志*, 2015, 35(2): 97-101.
- [16] CHOROMAŃSKA A, MACURA K J. Evaluation of solitary pulmonary nodule detected during computed tomography examination[J]. *Pol J Radiol*, 2012, 77(2): 22-34.
- [17] 袁雅冬,陈焯,王丽,等. 2015 年呼吸系统疾病研究进展[J/OL].*临床荟萃*, 2016, 31(2): 143-150.
- [18] 时国朝,冯耘. 美国胸科医师学会最新肺结节诊疗指南解读[J].*内科理论与实践*, 2015, 10(6): 397-402.
- [19] GARRIGUE P, BODIN-HULLIN A, BALASSE L, et al. The evolving role of succinate in tumor metabolism: an ^{18}F -FDG-based study[J]. *J Nucl Med*, 2017, pii: jnumed.117.192674 [Epub ahead of print].
- [20] MANCA C, CLAUDIN M, BELLE A, et al. FDG PET/CT in type I glycogen storage disease[J]. *Clin Nucl Med*, 2016, 41(4): e200-201.

(张西倩 编辑)