

论 著

 ^{18}F -FDG PET/CT显像在肺外结核诊断中的应用价值*中国科学技术大学附属第一医院
(安徽省立医院)PET/CT中心
(安徽 合肥 230001)倪 明 汪世存 潘 博
展凤麟 刘 昕 张依凡

【摘要】目的 探讨肺外结核在 ^{18}F -FDG PET/CT显像的特点和征象,以提高对肺外结核的认识和诊断水平。**方法** 回顾性分析经病理和实验室检查确诊为肺外结核的23例患者的 ^{18}F -FDG PET/CT资料,测量活性病灶 SUV_{max} ,进行半定量分析。**结果** 23例肺外结核患者共41处病灶,有13例患者合并2种及以上多处肺外结核,除了1处肝结核和1处颅内结核,其余均表现为 ^{18}F -FDG代谢不同程度增高, $\text{SUV}_{\text{max}}2.9\sim28.3$,根据肺外结核的发病部位大致分四大类:①淋巴结结核,主要表现为淋巴结不同程度的肿大,部分伴有钙化;②浆膜结核,包括胸膜和腹膜结核,主要以弥漫性增厚为主,部分呈结节样增厚;③骨结核,均呈溶骨性骨质破坏改变,部分伴椎间盘受累及椎旁脓肿形成;④脏器结核,肝、脾结核可见软组织结节及肿块影,输尿管结核可见管壁增厚、继发肾积水,附件结核主要表现为软组织增厚、输卵管迂曲增粗,回盲部结核表现为肠壁环形增厚,肠腔变窄,颅内结核表现为颅内多发结节灶伴周围水肿。另有一例患者同时出现右侧臀部软组织肿块影。**结论** ^{18}F -FDG PET/CT全身显像有利于显示肺外结核的病变部位、形态及代谢特点,对肺外结核的早期诊断和鉴别诊断有一定的临床价值。

【关键词】 肺外结核; 体层摄影术; 正电子发射断层显像术; 脱氧葡萄糖

【中图分类号】 R521

【文献标识码】 A

【基金项目】 国家自然科学基金, 青年科学基金项目(项目批准号: 31500967); 安徽高校自然科学研究重点项目(项目编号: KJ2016A366)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2018.09.009

通讯作者: 汪世存

The Application Value of ^{18}F -FDG PET/CT in Diagnosing of Extrapulmonary Tuberculosis*

NI Ming, WANG Shi-cun, PAN Bo, et al., Department of PET/CT Center, The First Affiliated Hospital of University of Science and Technology of China(Anhui Provincial Hospital), Hefei 230001, Anhui Provincial, China

[Abstract] Objective To investigate the characteristics and signs of ^{18}F -FDG PET/CT imaging in extrapulmonary tuberculosis, so as to improve the understanding and diagnosis level of extrapulmonary tuberculosis. **Methods** The ^{18}F -FDG PET/CT data of 23 patients with extrapulmonary tuberculosis diagnosed by pathology and laboratory examinations were retrospectively analyzed. The SUV_{max} of the active lesion was measured with the results subject to the semi-quantitative analysis. **Results** There were a total of 41 lesions in 23 patients with extrapulmonary tuberculosis, 13 patients with multiple extrapulmonary tuberculosis. Except for one site of liver tuberculosis and one site of intracranial tuberculosis, the rest showed varying degrees of the increase in ^{18}F -FDG metabolism, $\text{SUV}_{\text{max}}2.9\sim28.3$. According to the pathogenesis site, extrapulmonary tuberculosis was roughly divided into four types: (1) lymph node tuberculosis, mainly characterized by lymph nodes in varying degrees of swelling of which some were with calcification. (2) serous tuberculosis, including pleura and peritoneal tuberculosis, mainly characterized by the diffuse thickening (as a main phenomenon), some nodular thickening. (3) bone tuberculosis, characterized by osteolytic bone destruction, some with intervertebral disc involvement and paraspinal abscess formation, (4) organ tuberculosis (liver and spleen tuberculosis was found with soft tissue nodules and masses; ureteral tuberculosis with wall thickening and secondary hydronephrosis, annex tuberculosis was mainly characterized by soft tissue thickening, tubal tortuous thickening, ileocecal tuberculosis was characterized by intestinal wall ring-shaped thickening, narrowing of intestinal cavity, intracranial tuberculosis was characterized by multiple intracranial nodules with peripheral edema. There was one patient with concurrent soft tissue mass in the right side of the buttock. **Conclusion** ^{18}F -FDG PET/CT imaging is helpful to show the location, morphology and metabolic characteristics of pulmonary tuberculosis, which is of great clinical value in the early diagnosis and differential diagnosis of extrapulmonary tuberculosis.

[Key words] Extrapulmonary Tuberculosis; Tomography; Positron-emission Tomography; Deoxyglucose

结核病(tuberculosis, TB)的发病率和死亡率都很高,一些肺外结核(extrapulmonary tuberculosis, EPTB)的发病率也在逐年上升。在全球范围内,其死亡率位于感染性疾病死亡的第二位,仅次于人类免疫缺陷病毒(human immunodeficiency virus, HIV)^[1]。由于TB的多样性和复杂性,因此对TB的诊断、治疗和疗效监测的手段要求越来越高。PET/CT作为一种分子影像成像,能将结核病变的药理学,免疫学和微生物学与解剖信息联系起来^[2]。常用的显像剂为氟 ^{18}F 标记的脱氧葡萄糖(^{18}F -FDG),活动性结核杆菌在肺部和肺外病变中都摄取 ^{18}F -FDG^[3]。现回顾性分析我院经病理和临床确诊的EPTB病例,总结其在 ^{18}F -FDG PET/CT上的特点,旨在提高对EPTB的认识和诊断水平。

1 资料与方法

1.1 病例资料 回顾性分析2008年1月~2017年8月以不明原因发热、腹胀、胸背部疼痛等症状和体征为主诉并行PET/CT检查的

23例患者,男9例,女14例,年龄14岁~77岁,平均年龄 (47.96 ± 17.95) 岁。11例患者通过病灶活检或手术病理确诊,7例患者通过病灶活检或手术病理与实验室检查共同确诊,5例患者通过实验室检查,包括结核分枝杆菌T细胞斑点检测(T-SPOT.TB)、结核分枝杆菌核酸检测等确诊。上述患者随访半年以上,并且抗结核治疗有效。

1.2 PET/CT检查 患者检查前空腹4~6h,空腹血糖水平低于 11.1mmol/L 。 ^{18}F -FDG由我中心Eclipse RD(德国Siemens公司)回旋加速器产生,Explora one化学合成模块(德国Siemens公司)合成,放化纯均大于95%,按照 $3.7 \sim 7.4\text{MBq/kg}$ ($0.1 \sim 0.2\text{mCi/kg}$)静脉注射。平卧休息60min后开始全身PET/CT(德国SIEMENS Boigraph 16 HR PET/CT scanner)显像。仰卧位,扫描范围为自颅底至股骨中上段1/3处,6~7个床位,1.5~2.0min/床位,颅脑显像为5min/床位。患者扫描过程中保持平静呼吸。衰减校正CT扫描参数为120kV,100eff.mAs,层厚5mm,间隔5mm,螺距1.0,CT重建层厚3.0mm。图像衰减校正采用CT扫描数据,图像重建及融合采用有序子集最大期望值迭代法。PET图像与CT图像自动生成在Wizard副台工作站上,用Multislice软件实现PET/CT图像自动融合。

1.3 图像判读与分析图像判读 分别由3名有经验的主治医师及1名副主任医师共同阅片,选取病灶放射性浓聚最高的层面勾画感兴趣区,自动计算出最大标准摄取值(standardized uptakevalue maximum, SUV_{max})。全身各部位淋巴结结核统计时按一处病灶计算,椎体连续性病变统计为1处病灶,同一实质脏器2个及以上病变统计为1处病灶。

2 结果

2.1 PET/CT分布情况 23例EPTB患者共41处病灶,其中有13例患者合并2种及以上多处肺外病变,有4例患者合并活动性肺结核,1例患者合并陈旧性肺结核,见表1。

2.2 PET/CT具体表现

2.2.1 淋巴结结核 CT上表现为淋巴结不同程度的肿大,长径 $0.8\text{cm} \sim 3.4\text{cm}$,2处伴有淋巴结伴有钙化。所有淋巴结呈 ^{18}F -FDG放射性浓聚增高, SUV_{max} (8.28 ± 3.23) (图1)。

2.2.2 浆膜结核 结核性胸膜炎CT上表现一侧胸膜结节状、弧形均匀或不均匀增厚,继发同侧或双侧胸腔积液,伴 ^{18}F -FDG放射性浓聚增高, SUV_{max} 分别为3.2、3.9和12.7;结核性腹膜炎(图1)CT上以弥漫性腹膜增厚为主,伴有结节状、粟粒状、絮状软组织影,均未见钙化病灶形成,继发大量腹水, ^{18}F -FDG放射性浓聚增高, SUV_{max} 范围(9.80 ± 3.21)。

2.2.3 骨结核 本组病例均只累及脊柱骨,相连病变3处(胸椎1处、腰椎2处),其余均为单发病变。CT上主要表现为不同程度的溶骨性骨质破坏,3处病灶出现椎

旁脓肿,表现为软组织肿块影,其中1处脓肿内部为低密度坏死区,其放射性浓聚减低,其余病灶均为放射性浓聚增高。结核累及椎间盘导致椎间盘变窄。有4处病灶内可见死骨形成。上述病灶 SUV_{max} 范围(17.50 ± 8.47) (图2)。

2.2.4 脏器结核 肝脏结核(图3)CT上表现均为低密度结节影,最大者病灶大小约 $2.4\text{cm} \times 2.5\text{cm}$ 。有1例患者肝右叶出现2个病灶,其中1个病灶与周围正常肝实质 ^{18}F -FDG摄取程度相差不多,呈等代谢改变,一个病灶表现为环形 ^{18}F -FDG摄取增高,病灶内坏死放射性摄取减低, SUV_{max} 5.0,另外2处病灶 SUV_{max} 分别为2.9、6.8。脾脏结核CT上表现为不规则软组织肿块影,病灶内见钙化,呈不均匀性 ^{18}F -FDG放射性摄取浓聚增高(图4)。左侧输尿管结核位于末端,CT上见管壁环形增厚,继发左肾积水,常规及延迟显像 ^{18}F -FDG放射性浓聚增高。附件结核均由手术发现,CT上表现为附件区软组织增厚,一侧或双侧输卵管迂曲增粗,边缘毛糙,卵巢肿胀,未见明显包块形成,伴有结节状、条形 ^{18}F -FDG放射性浓聚增高灶。回盲部结核CT上显示肠壁环形增厚,常规及

表1 23例EPTB患者的病灶分布和 SUV_{max}

部位(肺外部位)	例数(单位:处)	SUV_{max}
淋巴结结核	13	$3.9 \sim 13.5$
浆膜结核		
胸膜	3	$3.2 \sim 12.7$
腹膜	9	$4.7 \sim 13.1$
骨结核		
胸骨	1	25.3
胸椎	3	$6.3 \sim 28.3$
腰椎	3	$10.5 \sim 15.5$
脏器结核		
肝脏	3	$2.9 \sim 6.8$
脾脏	1	8.0
左侧输尿管	1	5.4(延迟2h后 SUV_{max} 7.4)
附件(输卵管和卵巢)	2	$3.9 \sim 5.7$
回盲部	1	7.7(延迟30min后 SUV_{max} 13.7)
脑组织	1	(-)
其他:右侧臀部软组织	1	8.0

延迟显像 ^{18}F -FDG放射性浓聚均增高(图5)。颅内结核CT上可见脑实质内多发等密度病灶,周围有水肿改变,未见 ^{18}F -FDG放射性浓聚摄取。

另外,本组有1例全身多部位、多脏器淋巴结结核患者同时伴有右侧臀部软组织结核,病灶大小约3.5cm×4.5cm, ^{18}F -FDG代谢呈均匀放射性浓聚增高。

3 讨论

80%的TB在肺部,也可以通过血液、淋巴或消化道等途径播散到全身任何组织和器官形成EPTB,但是EPTB的临床症状无特

异性,缺乏细菌学基础,难以被早期发现。 ^{18}F -FDG PET/CT作为一种非侵入性全身影像学检查,可快速提供身体内深部疾病的三维视图,有研究对比分析发现, ^{18}F -FDG PET/CT对EPTB的敏感性优于CT,可以发现更多的病灶^[4-5],并且可以用来评估治疗效果。另外,结核的病理是一个连续变化过程,包括炎性渗出、肉芽肿形成、组织吸收坏死和纤维化修复,PET/CT全身显像可以显示各部位、各种形式的代谢改变。

淋巴结结核是EPTB最常见的形式,本组出现率56.5%(13/23)。既往报道由于淋巴结内部存在干酪样坏死而周围

出现结核性肉芽肿导致 ^{18}F -FDG环形摄取为其特征性表现^[6],但是本组病例中均未见这种代谢改变,可见淋巴结坏死并不是常见表现。鉴别诊断主要有淋巴瘤和结节病,在PET/CT上鉴别要点除淋巴结肿大程度、分布特点、代谢改变之外,最重要一点是上述两种病变出现淋巴结钙化的几率比较小,而淋巴结结核可以伴有钙化。但是,本组病例中仅有2处伴有淋巴结钙化,因此确诊主要还是淋巴结活检。

结核性胸膜炎、腹膜炎也是EPTB的常见形式。这些膜性结构具有转运葡萄糖及腹腔代谢产物的半透膜性质^[7],所以不论炎性

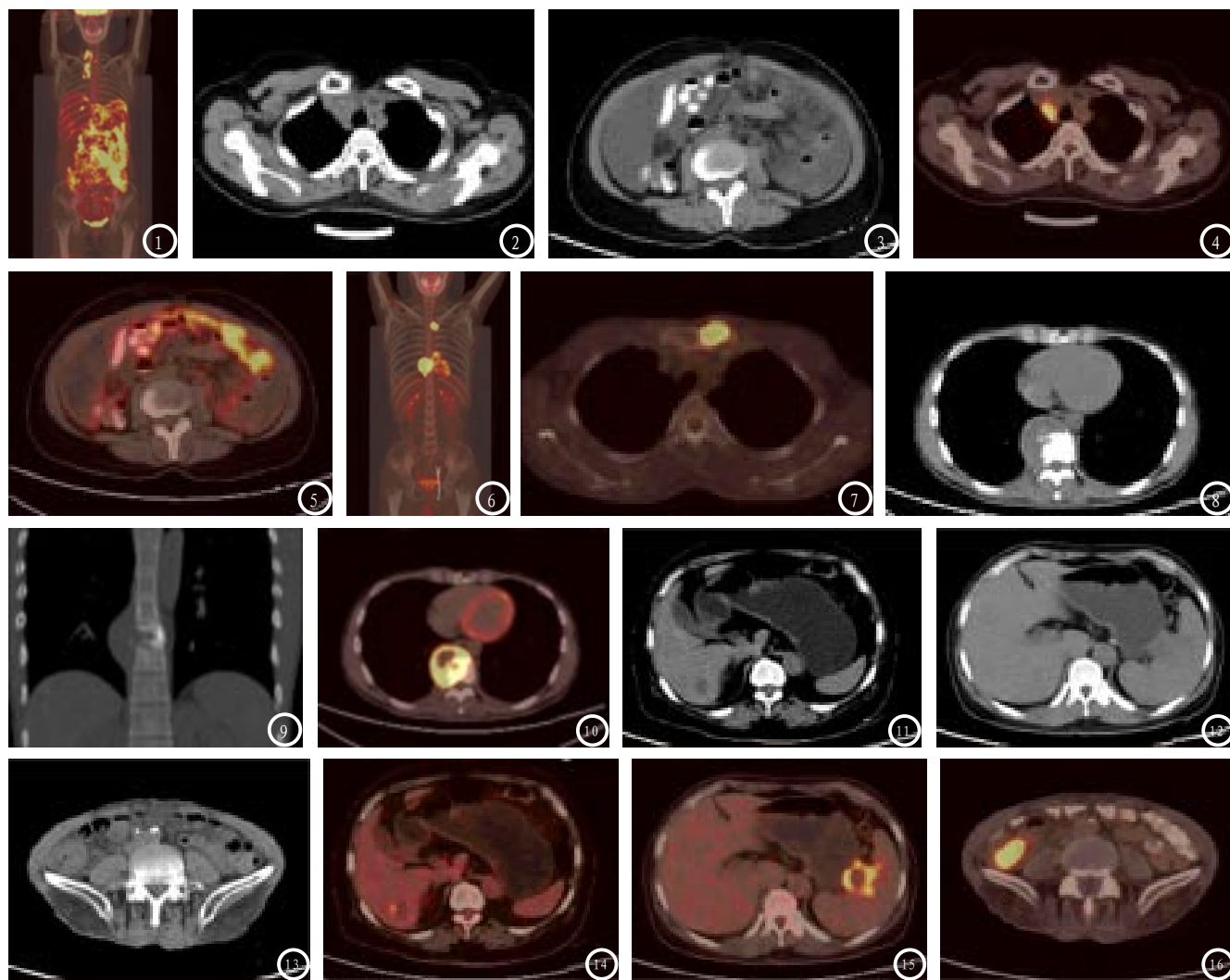


图1-5 患者女,46岁,全身多部位肺外结核,右侧颈部淋巴结活检证实,抗结核治疗有效。右侧颈部、锁骨上、纵隔、腹膜后多发淋巴结增大伴 ^{18}F -FDG放射性摄取增高,腹膜结核呈弥漫性改变,伴有大量腹水形成。图6-10 患者男,骨结核,胸骨柄穿刺、胸椎手术病理证实。胸骨柄左侧及胸9椎体溶骨性骨质破坏,并可见死骨形成,胸8-10椎体层面右侧可见椎旁脓肿形成,脓肿内部为干酪样坏死组织,无放射性摄取,周围为肉芽组织,呈 ^{18}F -FDG放射性摄取增高。图11-16 3例脏器结核,均手术病理证实。图3患者女,67岁,肝右叶后段结核,呈环形放射性摄取增高;图4患者女,46岁,脾脏结核,脾脏内软组织肿块,累及脾门,呈环形放射性摄取增高;图5患者男,77岁,回盲部结核,回盲部肠管环形增厚、肠腔变窄伴 ^{18}F -FDG放射性摄取增高。

病变如结核或非特异性炎症、恶性如原发肿瘤或转移瘤均可表现为 ^{18}F -FDG代谢增高,特异性并不高。有文献报道^[8]结核组和恶性组腹膜增厚形态学表现存在部分重叠,但其分布范围和增厚类型有相对特异性的差异,前者表现为壁腹膜、大网膜、肠系膜弥漫性均匀增厚,范围较广泛,可合并结节样、锯齿样等增厚,而后者多表现为不规则结节及肿块样增厚,以网膜饼样增厚最具特征。本组88.9%(8/9)以腹膜弥漫性病变为主,11.1%(1/9)以腹膜多发结节灶为主,均未见明显软组织肿块形成。T-SPOT.TB对二者的鉴别诊断很重要,有研究结果表明T-SPOT.TB对诊断肺外结核的灵敏度为95%,特异度为100%^[9]。本组腹膜结核患者有8例行该项检查,87.5%(7/8)有反应性。另外,有2例腹膜结核患者同时发现附件结核,由于附件结核一般表现为附件区软组织增厚、输卵管在CT上形态显示欠清,如果病灶形成肿块,又与附件恶性肿瘤难以鉴别,容易造成漏诊或误诊。因此,在诊断上要密切结合实验室检查,仔细观察病灶的形态、代谢特点。

脊柱结核多起源于椎体前部的上下缘、终板下,随之侵及椎间盘,沿前纵韧带或后纵韧带蔓延继而侵犯相邻椎体。PET/CT上典型改变为连续椎体受累伴有椎间盘改变(以椎间盘变窄伴代谢增高为主),周围形成椎旁寒性脓肿。本组有3例这种典型改变,与文献报道相似^[10]。多发骨骼病变主要与骨转移瘤相鉴别,PET/CT的优势在于全身显像,本组1例患者同时累及胸骨和胸椎,在PET/CT图像上未发现其他原发恶性肿瘤证据。有学者^[11]通过对比抗结核治疗前后的 SUV_{max} 变化,发现治疗后 SUV_{max} 降低,有显著性差异,认为 SUV_{max} 可作为判断脊柱结核代

谢活动连续定量的可靠标记,提示 ^{18}F -FDG作为一种能够无创评估骨骼结核的成像生物标志物具有潜在作用。

脏器结核不常见,影像学改变无明显特异性。本组病例中有1例肝内结核和1例颅内结核 ^{18}F -FDG代谢无增高,而文献报道均提示为高代谢^[4,12]。肝内结核报道较少,本组部分为低代谢的原因可能为:病灶直径较小,未进行延迟显像,结节灶以干酪样坏死为主或者与一些 ^{18}F -FDG呈低代谢的肝癌摄取机制近似,这些都有待更多研究。正常脑皮质对 ^{18}F -FDG摄取水平较高,因此在高本底的脑部PET/CT图像上难以显示干酪样坏死组织为主的结核。一般认为MRI对于颅内结核的诊断和分型优于CT和PET/CT。有学者按照脑实质结核的MRI表现形式,再结合病灶大小及分布特点进行分类,将其分为粟粒型、多发结节型及结核瘤型3种类型,在一定程度上能够包含结核病变的不同病理阶段^[13]。结合MRI特点,才能更好的分析颅内结核在PET/CT上各种图像和代谢改变。

综上所述,由于EPTB部位多变、症状不典型, ^{18}F -FDG PET/CT可以作为一种新的影像学检查方法,对诊断和鉴别诊断EPTB有一定的帮助,并可为临床提供更多有价值的信息。

参考文献

- [1] Alfred OA, Tjip S, Erik FJ, et al. PET/CT imaging of Mycobacterium tuberculosis infection[J]. Clin Transl Imaging, 2016, 4(2): 131-144.
- [2] Johnson DH, Via LE, Kim P, et al. Nuclear imaging: a powerful novel approach for tuberculosis[J]. Nuc Med Biol, 2014, 41(10): 777-784.
- [3] Heysell SK, Thomas TA, Sifri CD, et al. ^{18}F -Fluorodeoxyglucose positron emission tomography for tuberculosis diagnosis and

management: a case series[J]. BMC Pulm Med, 2013, 13(14).

- [4] Vorster M, Sathekge MM, Bomanji J. Advances in imaging of tuberculosis: the role of ^{18}F -FDG PET and PET/CT[J]. Curr Opin Pulm Med, 2014, 20(3): 287-293.
- [5] Ingrid S, Helmut H, Rainer W, et al. ^{18}F -FDG PET/CT in the Initial Assessment and for Follow-up in Patients With Tuberculosis[J]. Clin Nucl Med, 2015, 41(4): 187-194.
- [6] 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[J].中华结核和呼吸杂志, 2012, 35(3): 184-188.
- [7] Treglia G, Sadeghi R, Annunziata S, et al. Diagnostic performance of fluorine- 18 -fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the assessment of pleural abnormalities in cancer patients: a systematic review and a meta-analysis[J]. Lung Cancer, 2014, 83(1): 1-7.
- [8] 张文延,蔡莉,王颖,等. ^{18}F -FDG PET/CT对结核性与恶性腹膜弥漫性病变的鉴别诊断价值[J].天津医药, 2017, 45(2): 220-224.
- [9] 田涓,胡文斌,毛艳军.结核感染T细胞斑点试验对肺外结核诊断的临床意义[J].国际检验医学杂志, 2016, 37(1): 114-115.
- [10] 郑劲松,马莉,付正,等.脊柱结核的 ^{18}F -FDG PET/CT征象[J].中华核医学与分子影像杂志, 2016, 36(2): 151-155.
- [11] Dureja S, Sen IS, Acharya S. Potential role of ^{18}F FDG PET-CT as an imaging biomarker for the noninvasive evaluation in uncomplicated skeletal tuberculosis: a prospective clinical observational study[J]. Eur Spine J, 2014, 23(11): 2449-2454.
- [12] 柳伟坤,李向东,尹吉林,等.肺外结核 ^{18}F -FDG PET/CT显像的诊断价值[J].南方医科大学学报, 2013, 33(7): 1083-1086.
- [13] 过丽芳,吕岩,周新,等.颅内结核的MRI特点及抗结核治疗动态分析[J].中华放射学杂志, 2014, 48(3): 202-206.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2018-01-06