

❖腹部影像学

¹⁸F-FDG PET/CT in diagnosis of venous tumor thrombus

SONG Le, ZHANG Weifang*, ZHANG Yanyan, ZHAO Meixin, HOU Xiaoyan

(Department of Nuclear Medicine, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the diagnostic value of ¹⁸F-FDG PET/CT in diagnosis of venous tumor thrombus (VTT). **Methods** The PET/CT data of 34 patients with VTT were reviewed. The maximal standard uptake value (SUV_{max}) of VTT and primary tumors, the morphological features of VTT were analyzed. PET/CT and contrast enhanced CT were used respectively to classify inferior vena cava tumor thrombus, according to the criteria of Mayo Clinic. The correlation of SUV_{max} between VTT and primary tumor, as well as the consistency of VTT classification between PET/CT and contrast enhanced CT were analyzed. **Results** Totally 53 venous segments were involved by tumor thrombus, most of which were inferior vena cava (n=16), renal vein (n=16) and portal vein (n=7) respectively. Fifty-one segments of VTT increased, one equaled and one decreased FDG activity compared with blood pool respectively. VTT were linear in 48 segments, focal in 5 segments. Forty-one segments were dilated. VTT were continued with primary tumors in 31 patients. The mean SUV_{max} of VTT was 7.54 ± 5.06 , and that of primary tumors was 9.25 ± 6.17 . There was a positive correlation between the mean SUV_{max} of VTT and primary tumors ($r=0.76$, $P<0.001$). The diagnostic accuracy of PET/CT was 91.18% (31/34). PET/CT had a good consistency with contrast enhanced CT in classification of VTT ($Kappa=0.87$, $P<0.001$). **Conclusion** ¹⁸F-FDG PET/CT is a valuable modality in diagnosis of venous tumor thrombus.

[Key words] Tumor thrombus; Fludeoxyglucose F 18; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed
DOI:10.13929/j.1003-3289.2016.11.016

¹⁸F-FDG PET/CT 诊断静脉瘤栓

宋 乐, 张卫方*, 张燕燕, 赵梅莘, 侯小艳

(北京大学第三医院核医学科, 北京 100191)

[摘要] **目的** 探讨¹⁸F-FDG PET/CT对静脉瘤栓的诊断价值。**方法** 回顾性分析34例静脉瘤栓患者的PET/CT资料, 观察瘤栓放射性摄取程度及形态学改变, 测量瘤栓及原发肿瘤的最大标准化摄取值(SUV_{max})。按照美国Mayo Clinic瘤栓分级标准, 采用PET/CT及增强CT分别对20例肾脏肿瘤导致的下腔静脉瘤栓进行分级。分析静脉瘤栓与原发肿瘤SUV_{max}的相关性和PET/CT与增强CT对瘤栓分级的一致性。**结果** 瘤栓共累及53个静脉节段, 以下腔静脉(n=16)、肾静脉(n=16)及门静脉(n=7)为主; 瘤栓代谢高于血池本底51个, 等于或低于血池本底各1个; 48个呈条状, 5个呈结节状; 41个伴静脉增宽, 31个患者瘤栓与原发肿瘤相延续。静脉瘤栓平均SUV_{max}为 7.54 ± 5.06 , 原发肿瘤平均SUV_{max}为 9.25 ± 6.17 , 二者呈正相关($r=0.76$, $P<0.001$)。PET/CT明确诊断静脉瘤栓31例, 诊断正确率为91.18% (31/34)。PET/CT与增强CT对瘤栓分级的一致性较好($Kappa=0.87$, $P<0.001$)。**结论** ¹⁸F-FDG PET/CT对静脉瘤栓具有良好的诊断价值。

[关键词] 瘤栓; 氟脱氧葡萄糖 F18; 正电子发射断层显像术; 体层摄影术, X线计算机

[中图分类号] R730.44; R817.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2016)11-1688-05

[第一作者] 宋乐(1983—), 男, 山东德州人, 硕士, 主治医师。研究方向: 骨关节及肿瘤影像学。E-mail: songle1983@qq.com

[通信作者] 张卫方, 北京大学第三医院核医学科, 100191。E-mail: tsy1997@126.com

[收稿日期] 2016-04-01 **[修回日期]** 2016-08-17

恶性肿瘤侵犯血管是导致局部浸润和远处转移的病理基础之一,肿瘤侵犯血管形成瘤栓会影响病变分期、患者的预后和治疗决策,需要及时准确诊断^[1]。增强 CT 是目前诊断静脉瘤栓的主要检查方法。¹⁸F-FDG PET/CT 的广泛应用使越来越多的肿瘤患者获益,但应用于静脉瘤栓的报道^[2]少见。为提高对静脉瘤栓的认识,避免漏诊或误诊,本研究收集 34 例恶性肿瘤合并静脉瘤栓患者的 PET/CT 资料,分析其代谢及形态学特点,并与同期增强 CT 进行对比,分析 PET/CT 对静脉瘤栓的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2012 年 10 月—2015 年 12 月于我院接受¹⁸F-FDG PET/CT,并经手术病理或增强 CT 和(或)MR 检查诊断为腹部静脉瘤栓的患者 34 例,其中男 25 例,女 9 例,年龄 21~84 岁,中位年龄 62 岁。经手术病理确诊静脉瘤栓 19 例,原发肿瘤包括肾透明细胞癌 11 例,肾乳头状癌、肾脏高级别上皮癌各 2 例,胃神经内分泌肿瘤、肝细胞肝癌、胆管细胞癌、左侧肾上腺嗜铬细胞瘤各 1 例。经增强 CT 及 MRI 诊断瘤栓 15 例,原发肿瘤包括肾脏占位 6 例,肝脏占位 4 例、乙状结肠癌 2 例,直肠癌、骨骼神经内分泌肿瘤、子宫内膜间质肉瘤各 1 例。增强 CT 和(或)MRI 诊断瘤栓的标准^[1]:动脉期,静脉血管内出现高密度/信号异常强化灶;静脉期,相对于强化的静脉呈低密度/信号。增强 CT 或 MR 检查均在 PET/CT 检查前或后 1 周内完成。20 例肾脏肿瘤患者同时接受 PET/CT 和增强 CT 检查。

1.2 ¹⁸F-FDG PET/CT 显像 嘱患者禁食 4 h 以上,测量血糖<10 mmol/L,以 3.7~5.5 MBq/kg 体质量经肘静脉注射¹⁸F-FDG(由北京原子高科股份有限公司提供,放化纯度>95%)。患者平静休息 60 min 后,采用 Siemens Biograph 64 PET/CT 机,扫描范围颅底至双侧股骨近段。CT 扫描管电压 120 kV,有效管电流 100 mAs,螺距 0.9;重建参数:层厚 5.0 mm,层间距 2.0 mm, B19f very smooth, FOV 700 mm×700 mm,用于 PET 衰减校正;层厚 3.0 mm,层间距 2.0 mm, B30f medium smooth, FOV 500 mm×500 mm,用于图像融合及诊断。PET 采集 5~6 个床位,每床位 2 min,利用 CT 数据进行衰减校正, True X 方法重建,迭代 3 次,子集 21,高斯滤波,半峰宽 5.0,放大倍数 1.4。

1.3 CT 检查 采用 GE Discovery CT750 HD 64 排 VCT 或 Siemens Somatom Definition Flash 64 排 CT

扫描仪,管电压 120 kV,管电流 250 mA,矩阵 512×512,层厚 5 mm,层间距 5 mm。增强扫描采集动脉期及静脉期 2 个时相,对于肝脏占位性病变增加延迟期扫描。将轴位、冠状位及矢状位重组图像传送至 GE Centricity V3.0 PACS 系统。

1.4 图像分析 由 2 名有 PET/CT 诊断经验的核医学医师共同阅片,采用 Siemens SyngoMMWP VE40A 工作站分析 PET/CT 图像。以同层面大动脉为参照,分析瘤栓放射性摄取程度,分为增高、减低或与血池相似。于瘤栓和原发肿瘤处勾画 ROI(尽可能包括病灶实性部分),分别测量最大标准化摄取值(maximal standard uptake value, SUV_{max}),多个瘤栓者记录最大瘤栓 SUV_{max}。观察病变血管有无扩张、变形、移位等形态学改变。

按照美国 Mayo Clinic 标准,对 20 例接受 PET/CT 和增强 CT 检查的肾脏肿瘤导致的下腔静脉瘤栓进行分级^[3-4]:0 级,瘤栓局限于肾静脉;Ⅰ级,下腔静脉瘤栓头端距肾静脉开口处≤2 cm;Ⅱ级,瘤栓头端距肾静脉开口处>2 cm,但位于肝静脉水平以下;Ⅲ级,瘤栓位于肝内下腔静脉水平,膈肌以下;Ⅳ级,瘤栓侵入膈肌以上,甚至进入右心房。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料以百分比表示。患者代谢最高的瘤栓与原发灶 SUV_{max} 的相关性采用 Pearson 相关分析。PET/CT 与增强 CT 对下腔静脉瘤栓分级的一致性采用 Kappa 检验, Kappa≥0.75 认为一致性较好;0.75>Kappa≥0.4 认为一致性一般;Kappa<0.4 认为一致性较差。P<0.05 认为差异有统计学意义。

2 结果

34 例患者中,瘤栓共累及 53 个静脉节段,其中下腔静脉 16 个、肾静脉 16 个、门静脉 7 个,肝静脉、髂静脉、椎旁静脉各 3 个,卵巢静脉、睾丸静脉、胃周静脉、脾静脉、肠系膜下静脉各 1 个(图 1~6)。51 个放射性摄取高于血池,其中 47 个呈条状浓聚(图 1~4),4 个呈局灶性类圆形结节(图 5);1 个放射性摄取与血池相似,呈条状;1 个放射性减低,呈结节状。41 个伴静脉增宽,2 个经下腔静脉延续至右心房。1 例下腔静脉瘤栓远心段至双侧髂总静脉代谢减低,提示血栓形成(图 1)。31 例患者静脉瘤栓与原发肿瘤相延续,1 例子宫内膜间质肉瘤患者的卵巢静脉、髂静脉(图 2)以及 1 例胃神经内分泌肿瘤患者的脾静脉内见孤立性瘤栓(图 5),1 例左侧肾上腺嗜铬细胞瘤切除术后患者 PET

仅见左肾静脉、下腔静脉及右心房内瘤栓,未见原发肿瘤复发(图7)。

静脉瘤栓 SUV_{max} 为 1.9~20.9, 平均 7.54 ± 5.06 。原发肿瘤 SUV_{max} 为 2.9~25.3, 平均 9.25 ± 6.17 , 静脉瘤栓与原发肿瘤 FDG 代谢呈正相关($r=0.76$, $P<0.001$)。

PET/CT 明确诊断静脉瘤栓 31 例,漏诊 3 例,诊断正确率为 91.18%(31/34)。1 例肝脏占位及 1 例肾脏肿瘤患者,病变体积均较大,包绕门静脉及肾静脉,瘤栓的密度及放射性摄取与肿瘤组织近似,难以分辨。另 1 例肾癌导致的心房瘤栓较小,术中可见呈薄片状,与下腔静脉瘤栓相延续, PET/CT 难以区分而漏诊。

PET/CT 与增强 CT 对下腔静脉瘤栓分级诊断结果见表 1, 二者诊断肾脏肿瘤所致下腔静脉瘤栓一致性较好($Kappa=0.87$, $P<0.001$)。

3 讨论

腹部静脉瘤栓多源自肾脏或肝脏肿瘤,本组病例中肝、肾肿瘤共 27 例(27/34, 79.41%)。静脉瘤栓 FDG 代谢活跃,但差异较大。本组静脉瘤栓平均 SUV_{max} 为 7.54 ± 5.06 , 而原发肿瘤平均 SUV_{max} 为 9.25 ± 6.17 , 二者呈显著正相关($r=0.76$, $P<0.001$), 提示静脉瘤栓 FDG 代谢受原发肿瘤影响, 主要因瘤栓组织学构成与肿瘤原发灶近似。虽然肝细胞癌比肾细胞癌更容易发生静脉瘤栓^[1], 但由于本组患者以肾癌为主, 故瘤栓主要分布于下腔静脉和肾静脉。多数瘤栓呈条状放射性浓聚, 伴静脉增粗、扩张, 且与原发肿瘤相延续或位于静脉回流的近心端。Ravina 等^[5]分析了 21 例静脉瘤栓, 平均 SUV_{max} 为 7.8, 14 例累及下腔静脉; 原发肿瘤平均 SUV_{max} 为 10.3, 以肾细胞癌和肝细胞癌为主, 本研究入组患者构成、结果均与之相符。

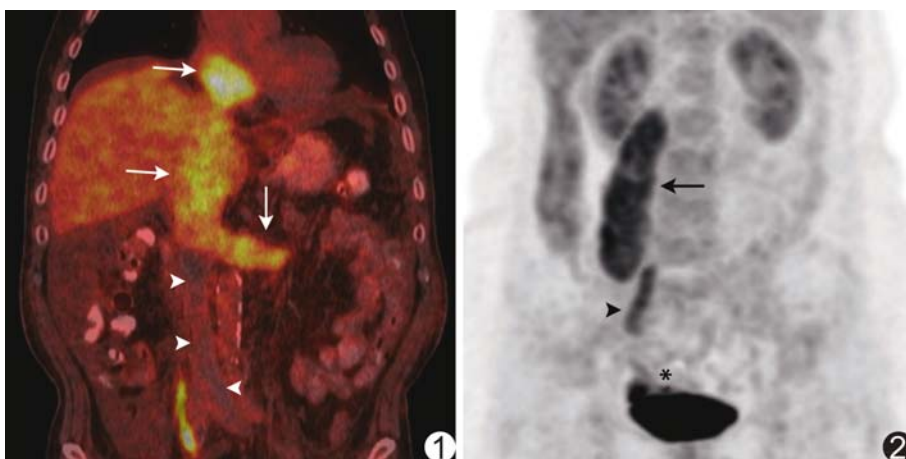


图1 患者男,67岁,左肾透明细胞癌 左肾静脉及下腔静脉扩张,代谢活跃, SUV_{max} 为6.7,病变延续至心脏(箭);下腔静脉远段代谢减低,提示血栓(箭头) 图2 患者女,68岁,子宫内膜间质肉瘤 PET/CT MIP 图像显示右侧卵巢静脉(箭)、髂总静脉(箭头)增宽,代谢活跃, SUV_{max} 为5.9,膀胱右上方为术后复发病变(*)

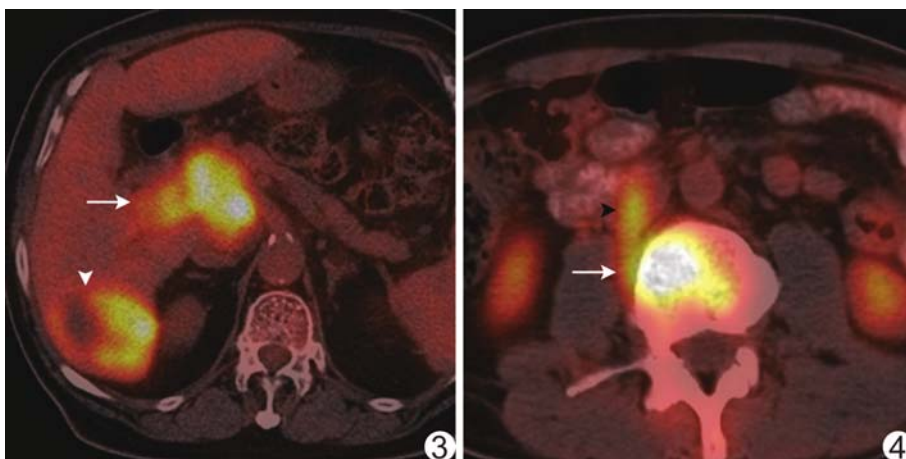


图3 患者女,76岁,肝癌 门静脉增宽,代谢活跃, SUV_{max} 为11.6(箭),肝右叶见高代谢肿块, SUV_{max} 为9.7(箭头) 图4 患者男,39岁,骨骼神经内分泌癌 右侧椎旁静脉增粗,代谢增高(箭),延续至下腔静脉(箭头), SUV_{max} 为4.0

表1 肾脏肿瘤所致下腔静脉瘤栓
分级结果(例, $n=20$)

检查方法	0	I	II	III	IV
PET/CT	8	2	6	1	3
增强 CT	6	4	6	1	3

^{18}F -FDG PET/CT 诊断静脉瘤栓敏感度较高, 可发现相对少见部位的静脉瘤栓, 如卵巢静脉、睾丸静脉、胃周静脉、脾静脉、肠系膜下静脉等。国外亦有较多类似的个案报道^[2,6-8], 但椎旁静脉瘤栓罕见。本组 3 例椎旁静脉瘤栓患者均伴邻近脊椎骨质破坏, 其中 1 例患者静脉瘤栓发生于邻近腰椎骨质破坏进展之后,

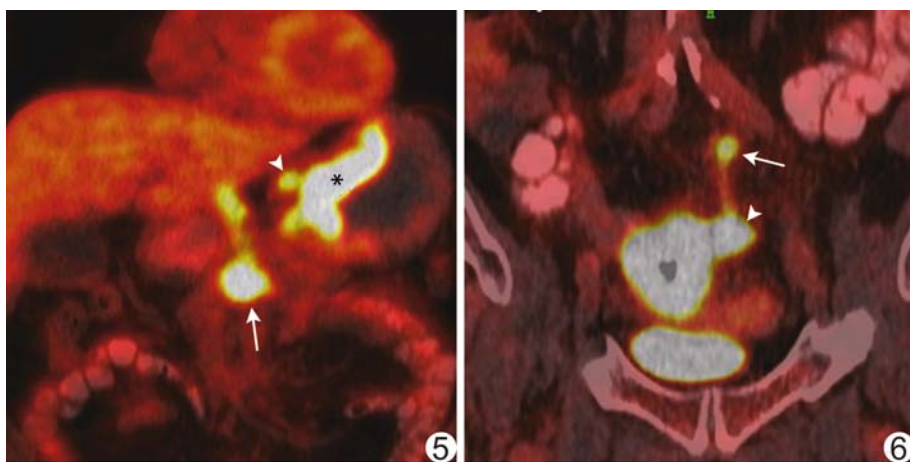


图5 患者男,52岁,胃神经内分泌癌 脾静脉见高代谢结节,SUV_{max}为11.6(箭),胃周静脉代谢增高,SUV_{max}为6.2(箭头),与胃壁病变(SUV_{max}为12.7;*)延续 图6 患者男,84岁,乙状结肠癌 肠系膜下静脉代谢增高,近心端局部 SUV_{max}为5.2(箭),远心端与结肠病变(SUV_{max}为25.3;箭头)相延续

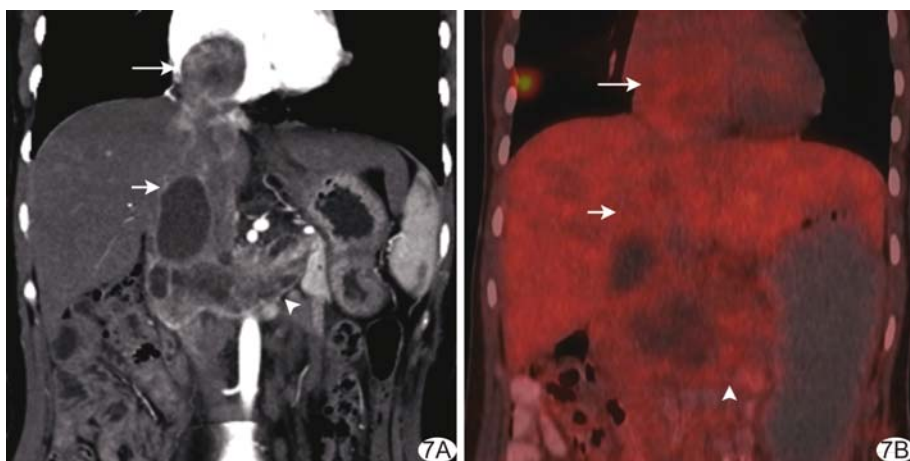


图7 患者女,21岁,恶性嗜铬细胞瘤 A.增强CT动脉期显示右心房(长箭)、下腔静脉(短箭)及左肾静脉(箭头)不均匀强化肿块;B. PET/CT融合图像显示右心房(长箭)、下腔静脉(短箭)及左肾静脉(箭头)病变均呈轻度浓聚,SUV_{max}均为1.9

提示椎骨内的肿瘤细胞可经过椎旁静脉直接回流至下腔静脉。本组另1例胃周静脉瘤栓 FDG 代谢活跃,而增强 CT 难以显示充盈缺损等典型静脉瘤栓征象,提示 PET/CT 对细小静脉瘤栓的诊断可能更具优势。

本研究结果表明¹⁸F-FDG PET/CT 对下腔静脉瘤栓的分级诊断与增强 CT 一致性良好 ($Kappa=0.87, P<0.001$)。本组2例患者 PET/CT 与 CT 诊断不一致,其中1例增强 CT 动脉期发现下腔静脉内异常强化灶,静脉期密度欠均匀,不排除存在瘤栓,但 PET/CT 未见异常放射性分布,不支持瘤栓的诊断。提示如增强 CT 扫描时相选择不当,静脉提前回流导

致的伪影可能会干扰诊断, PET/CT 可提供非常有价值的辅助诊断信息;另1例肾癌体积较大,包绕侵犯肾静脉,肾静脉瘤栓代谢与肿瘤一致, PET/CT 难以分辨。此外,当静脉瘤栓代谢不活跃,出现与邻近血池本底近似,且病变体积较小,尚未导致血流动力学改变,引起血管扩张或侧支循环形成等表现时, PET/CT 易漏诊,应联合增强 CT 等其他影像学检查方法,以提高诊断正确率。

静脉瘤栓 FDG 摄取明显高于血栓,因而¹⁸F-FDG PET/CT 有助于鉴别瘤栓或血栓^[9]。恶性肿瘤患者约20%伴发静脉血栓,需要及时溶栓治疗,而瘤栓治疗则以手术为主。Lee 等^[1]报道以 SUV_{max}=2.25 为临界值,可以鉴别静脉瘤栓和血栓。Hu 等^[10]认为 SUV_{max}=3.35 是鉴别门静脉瘤栓和血栓的理想临界值。由于各研究入组患者、检查设备有所不同,所得的 SUV_{max} 临界值有所差异。本组1例患者下腔静脉瘤栓的远心端出现放射性减低区,与高代谢的瘤栓形成鲜明对比,诊断为血栓。但新鲜的血栓由于存在大量炎性细胞浸润,也可出现 FDG 浓聚^[11],因而有学者^[12]

提出可用 PET 探查新发的富含中性粒细胞的深静脉血栓,推测血栓的演变进程。此时,静脉栓子的部位有助于鉴别血栓和瘤栓,后者多位于肿瘤静脉引流的近心端或与肿瘤相延续。

本研究不足之处:样本量较少,且病种较多,结果存在选择偏倚。今后有待收集更多病例,分析 PET/CT 对于不同系统恶性肿瘤所致静脉瘤栓的诊断价值。

总之,静脉瘤栓 FDG 多代谢活跃,呈条状分布,与原发肿瘤延续或位于静脉回流的近心端。¹⁸F-FDG PET/CT 诊断静脉瘤栓的准确率较高,可为临床肿瘤分期、制定治疗方案、预测预后提供有益的帮助。

[参考文献]

- [1] Lee EY, Khong PL. The value of ^{18}F -FDG PET/contrast-enhanced CT in detection of tumor thrombus. Clin Nucl Med, 2013, 38(2):e60-e65.
- [2] Luo Y, Feng R, Li F. FDG PET/CT appearance of tumor thrombus of ovarian vessels masquerading as retroperitoneal fibrosis. Clin Nucl Med, 2015, 40(6):501-503.
- [3] 顾良友, 马鑫, 张旭, 等. 肾癌伴下腔静脉血栓患者的治疗效果及预后分析. 中华泌尿外科杂志, 2014, 35(2):87-90.
- [4] Blute ML, Leibovich BC, Lohse CM, et al. The Mayo clinic experience with surgical management, complications and outcome for patients with renal cell carcinoma and venous tumour thrombus. BJU Int, 2004, 94(1):33-41.
- [5] Ravina M, Hess S, Chauhan MS, et al. Tumor thrombus: Ancillary findings on FDG PET/CT in an oncologic population. Clin Nucl Med, 2014, 39(9):767-771.
- [6] Lapa C, Werner RA, Brumberg J, et al. Preoperative FDG PET/CT in adrenocortical cancer depicts massive venous tumor invasion. Clin Nucl Med, 2014, 39(6):570-572.
- [7] Senthil R, Mittal BR, Kashyap R, et al. ^{18}F FDG PET/CT demonstration of IVC and right atrial involvement in adrenocortical carcinoma. Jpn J Radiol, 2012, 30(3):281-283.
- [8] Aras M, Dede F, Dane F, et al. FDG PET/CT appearance of portal vein tumor thrombus in the gastric primitive neuroectodermal tumor: Uncommon primary tumor site with rare finding. Clin Nucl Med, 2013, 38(1):47-49.
- [9] Sonavane SN, Malhotra G, Asopa R, et al. Role of fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography in a case of renal cell carcinoma to differentiate tumor thrombus from bland thrombus. Indian J Nucl Med, 2015, 30(4):355-357.
- [10] Hu S, Zhang J, Cheng C, et al. The role of ^{18}F -FDG PET/CT in differentiating malignant from benign portal vein thrombosis. Abdom imaging, 2014, 39(6):1221-1227.
- [11] Houshmand S, Salavati A, Hess S, et al. The role of molecular imaging in diagnosis of deep vein thrombosis. Am J Nucl Med Mol Imaging, 2014, 4(5):406-425.
- [12] Hess S, Madsen PH, Iversen ED, et al. Efficacy of FDG PET/CT imaging for venous thromboembolic disorders: Preliminary results from a prospective, observational pilot study. Clin Nucl Med, 2015, 40(1):e23-e26.

欢迎订阅 2017 年《放射学实践》

《放射学实践》是由国家教育部主管,华中科技大学同济医学院主办,与德国合办的全国性影像学学术期刊,由国内著名影像专家郭俊渊教授担任主编,1986 年创刊。本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向,关注国内外影像医学的新进展、新动态,全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果,受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文统计源期刊、《中文核心期刊要目总览》特种医学类核心期刊、中国科学引文数据库统计源期刊,在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中,被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊!

主要栏目:论著、继续教育园地、研究生展版、图文讲座、本刊特稿、实验研究、影像技术学、外刊摘要、学术动态、请您诊断、病例报道、知名产品介绍、信息窗等。

本刊为月刊,每册 15 元,全年定价 180 元。

国内统一刊号:ISSN 1000-0313/CN 42-1208/R 邮政代号:38-122

电话:(027)83662875 传真:(027)83662887 投稿网址:www.fsxsj.net

E-mail:fsxsjzz@163.com; fsxsjzz@vip.126.com

编辑部地址:430030 武汉市解放大道 1095 号 同济医院《放射学实践》编辑部