

¹⁸F-FDG PET/CT imaging and diagnosis method of pancreatic carcinoma

WANG Da-long, YU Li-juan*, WANG Xin, LIANG Xiu-yan, LU Pei-ou, WANG Wen-zhi
(PET/CT Center, Affiliated Tumor Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150081, China)

[Abstract] **Objective** To explore the value of ¹⁸F-FDG PET/CT in the diagnosis of pancreatic carcinoma, and to analyze the method of diagnosis. **Methods** ¹⁸F-FDG PET/CT was performed in 88 patients with primary pancreatic lesions (65 malignant, 23 benign). The visual assessment and semiquantitative analysis were used to analyze the lesions' PET/CT characteristics. A 5-point rank scale was used for visual assessment according to the CT features, the degree of ¹⁸F-FDG uptake and the PET/CT characteristics. The maximum standardized uptake value (SUV_{max}) was measured for semiquantitative analysis. **Results** The sensitivity, specificity, accuracy with visual assessment was 92.31% (60/65), 69.57% (16/23), 86.36% (76/88) for CT; 90.77% (59/65), 78.26% (18/23), 87.50% (77/88) for PET visual analysis; 98.46% (64/65), 91.30% (21/23), 96.59% (85/88) for PET/CT visual analysis. The areas under the receiver operating characteristics curves (ROC-AUC) were all more than 0.90. The average value of SUV_{max} for malignant lesions (8.06±2.96) was statistically different from benign lesions (3.13±2.09, $t=7.344$, $P<0.01$), but no statistical difference was found between peripancreatic tissue invasion or metastasis group (8.06±3.01) and primary pancreatic carcinoma group (7.23±2.96, $t=0.693$, $P=0.381$). With a threshold of 4.65, SUV_{max} showed a sensitivity of 87.69% and a specificity of 86.96% in differentiating malignant lesions from benign lesions. **Conclusion** ¹⁸F-FDG PET/CT has important value in the diagnosis of pancreatic malignant tumor, and the 5-point rank scale-visual assessment of PET/CT is an excellent method in differentiating malignant pancreatic lesions from benign lesions.

[Key words] Pancreatic neoplasms; Tomography, X-ray computed; Positron-emission tomography; Fluorodeoxyglucose F18

胰腺癌¹⁸F-FDG PET/CT 显像及诊断方法

王大龙, 于丽娟*, 王欣, 梁秀艳, 陆佩欧, 王文志
(哈尔滨医科大学附属肿瘤医院 PET/CT 中心, 黑龙江 哈尔滨 150081)

[摘要] **目的** 评价¹⁸F-FDG PET/CT 诊断胰腺癌的价值及分析方法。**方法** 回顾性分析 88 例接受¹⁸F-PET/CT 检查的胰腺原发疾病患者资料, 其中恶性 65 例, 良性 23 例, 采用目测和半定量方法分析胰腺疾病的 PET/CT 特点。目测法分别根据病变 CT 特征、PET 摄取程度和 PET/CT 特点制定 CT、PET 和 PET/CT 五级分析方法; 定量分析方法主要在 PET 图像上测量病变的最大标准化摄取值(SUV_{max}), 并与最后诊断结果进行诊断学试验评价。**结果** CT、PET 及 PET/CT 目视五分法诊断胰腺癌的灵敏度、特异度和准确率分别为 92.31% (60/65)、69.57% (16/23)、86.36% (76/88); 90.77% (59/65)、78.26% (18/23)、87.50% (77/88); 98.46% (64/65)、91.30% (21/23)、96.59% (85/88)。三种方法的 ROC 曲线下面积(ROC-AUC)均大于 0.90。胰腺癌 SUV_{max} 平均值为 8.06±2.96, 胰腺良性病变 SUV_{max} 平均值为 3.13±2.09 ($t=7.344$, $P<0.01$)。胰腺癌转移组与非转移组 SUV_{max} 分别为 8.06±3.01 和 7.23±2.96 ($t=0.693$, $P=0.38$), 以 SUV_{max}=4.65 为判断良恶性的阈值, PET 诊断胰腺癌的灵敏度和特异度为 87.69% 和 86.96%。**结论** ¹⁸F-FDG PET/

[作者简介] 王大龙(1982—), 男, 黑龙江牡丹江人, 硕士, 医师。研究方向: 肿瘤 PET/CT 诊断。现工作于哈尔滨医科大学附属第二医院放射线科。
E-mail: wangdalongbao@163.com.cn

[通讯作者] 于丽娟, 哈尔滨医科大学附属肿瘤医院 PET/CT 中心, 150081。E-mail: yulijuan2002@yahoo.com.cn

[收稿日期] 2010-05-13 **[修回日期]** 2010-07-14

CT 在胰腺癌的诊断上具有较大价值;PET/CT 目视五分法是鉴别胰腺良恶性病变较好的方法。

[关键词] 胰腺肿瘤;体层摄影术,X线计算机;正电子发射型体层摄影术;¹⁸F 氟脱氧葡萄糖

[中图分类号] R735.9; R817.4 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2011)01-0103-05

胰腺癌是恶性程度较高的致死性肿瘤之一^[1],侵袭性强,且缺乏有效的早期诊断方法,确诊时往往已发生转移,预后很差。作为集功能和形态显像于一身的影像学手段,PET/CT 诊断胰腺癌具有明显优势。目前国内关于 PET/CT 诊断胰腺癌的具体方法研究相对较少^[2]。本文采用目视五分法和定量方法分析 88 例胰腺疾病的 PET/CT 表现,比较其对胰腺癌的诊断效能。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2005 年 3 月—2009 年 1 月在本院 PET/CT 中心接受 FDG PET/CT 检查的胰腺原发疾病患者 92 例,3 例失访,1 例随访结果未明,共计 88 例病例纳入本研究;其中男 59 例,女 29 例,年龄 30~86 岁,平均(52.4±10.8)岁;胰腺癌 65 例,5 例合并糖尿病,血糖范围 4.10~5.80 mmol/L,病灶直径 18.0~72.0 mm;胰腺良性改变 23 例,包括慢性胰腺炎 13 例,急性胰腺炎恢复期 3 例,胆总管囊肿 2 例,正常变异 1 例,良性胰岛细胞瘤 1 例,自体免疫性胰腺炎 1 例,2 例其他原因所致炎性改变。

1.2 检查方法 采用 GE Discovery ST PET/CT,¹⁸F-FDG 放化纯度大于 98%。检查前禁食 4~6 h,空腹血糖浓度 < 6 mmol/L,静脉注射 FDG 0.10~0.15 mCi/kg 后 60 min 行全身显像。先行 CT 扫描,电压 140 kV,电流 150 mA,扫描时间 0.5 秒/周,层厚 3.75 mm,PET 采集选用 2D 模式,采集 5~7 个床位,每个床位 2.5 min。图像重建采用有序子集最大期望值法,利用 CT 透射扫描数据对 PET 图像进行衰减校正,校正后的 PET 图像与 CT 图像在 Xeleris 工作站上进行自动融合。SUV 由工作站根据患者体质量、注射剂量和时间等自动生成。由一位 PET/CT 医生测量 SUV,1 cm 感兴趣区(region of interest, ROI)置于 FDG 摄取最浓处。本组研究选定最大 SUV 为测量指标,用最大标准化摄取值(maximum standardized uptake value, SUV_{max})表示。

1.3 图像分析 由 3 位 PET/CT 诊断医师共同制定 CT、PET 和 PET/CT 目视分级标准。采用 CT 五分法、PET 五分法及 PET/CT 五分法,分别在不同时间段进行盲法阅片(最少间隔 1 个月)。

1.3.1 CT 五分法

(1)肯定阳性:胰腺局部肿块或胰腺弥漫不规则肿大,呈等密度,可伴有不规则低密度,伴有胰周组织侵犯,或伴有肝脏或腹膜种植等其他部位转移;伴或不伴胰、胆管中断征;伴或不伴胰周淋巴结肿大等。

(2)可疑阳性:①胰腺局部肿块或胰腺弥漫不规则肿大,呈等密度,可伴不规则低密度,伴胰、胆管中断征,或伴有胰周血管脂肪间隙模糊,或伴胰周淋巴结肿大,或有癌肿块远端胰腺萎缩等,不伴其他部位转移;②似可见胰腺局部肿大或弥漫肿大但伴有其他部位转移。

(3)不确定:胰腺局部肿块或胰腺弥漫肿大,边缘光滑,呈等密度或不均匀密度,无血管脏器侵犯、无胰周淋巴结肿大、转移等其他征象者。

(4)可疑阴性:胰腺局部肿大或成比例增大,呈等密度或低密度,肿瘤边界清或不清,伴有钙化或伴肾前筋膜增厚,不伴胆管中断征,不伴其他部位转移。

(5)肯定阴性:胰腺萎缩伴钙化或胰腺假性囊肿形成,或胰腺弥漫性肿大或胰周脂肪离心性模糊(伴急性胰腺炎的症状和体征),无胆管扩张或扩张胆管逐渐移行,无突然截断,无胰周组织侵犯,无远处转移等其他征象。

1.3.2 PET 目视五分法分级 如摄取 ≥ 3 级判断为阳性。1 级:明显低于肝脏本底放射性摄取,接近周围组织本底摄取;2 级:高于胰腺周围组织低于肝脏本底摄取;3 级:相当于肝脏本底摄取;4 级:相当于大脑皮质放射性浓聚;5 级:高于大脑皮质放射性浓聚。

1.3.3 PET/CT 目视五分法

(1)如 CT 为肯定阳性和肯定阴性者,无论 PET 的¹⁸F-FDG 摄取高低(1~5 级),一律依 CT 诊断给出 PET/CT 肯定性诊断意见。

(2)如 CT 为可疑阳性,PET 摄取 ≥ 3,考虑为可疑阳性。

(3)CT 如为可疑阴性,PET 摄取为 1 或 2 者,考虑为可疑阴性。

(4)CT 为不确定,PET 摄取为 1 或 2 者,为不确定。

(5)一些少见情况如 CT 为可疑阳性而 PET 为 1 或 2 级,CT 为可疑阴性、PET 摄取 ≥ 3,CT 为不确定、PET 摄取 ≥ 3 归类于不确定。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 16.0 统计软件, 计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 进行独立样本 t 检验、 χ^2 检验和受试者工作特性 (receiver operator characteristic, ROC) 曲线下面积 (ROC-AUC) 的比较, $P < 0.05$ 为有差异统计学意义。

2 结果

2.1 胰腺良恶性病变的平均 SUV_{max} 差异有统计学意义, 而胰腺癌转移者与非转移者 SUV_{max} 差异无统计学意义 (表 1)。

表 1 不同类型胰腺病变 SUV_{max} 差异
独立样本 t 检验

类型	例数	SUV_{max} 均数	SUV_{max} 范围	P 值
恶性	65	8.06 ± 2.96	1.82~16.30	0.00
良性	23	3.13 ± 2.09	1.31~9.70	
转移	49	8.06 ± 3.01	2.40~13.30	0.38
非转移	13	7.23 ± 2.96	1.82~16.30	

2.2 88 例胰腺疾病 CT、PET 和 PET/CT 目视五分法与最后诊断结果的比较 (表 2) 三种方法的灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值和阴性预测值分别为 92.31% (60/65)、69.57% (16/23)、86.36% (76/88) 89.55% (60/67)、76.19% (16/21); 90.77% (59/65)、78.26% (18/23)、87.50% (77/88)、92.19% (59/64)、75.00% (18/24); 98.46% (64/65)、91.30% (21/23)、96.59% (85/88)、96.97% (64/66)、95.45% (21/22); 三种方法之间 χ^2 检验差异无统计学意义, χ^2 值分别为 1.92、0.50、0.81; P 值分别为 0.16、0.47、0.36。

2.3 CT、PET、PET/CT 五分法三种方法诊断胰腺病变 ROC-AUC 分别为 0.93、0.91、0.99。三种检查方法 ROC-AUC 均大于 0.90 (图 1)。

2.4 65 例胰腺癌, 肿瘤位于胰腺头部 28 例、体尾部 30 例, 全胰腺 7 例, 其中 25 例有胰管和 (或) 肝内外胆管扩张, 11 例胆总管扩张伴局部截断; 癌肿密度: 等密度 22 例、低密度 14 例、混合密度 29 例, 其中 2 例 CT 诊断困难, 行 PET/CT 后明确诊断, 1 例为胰尾癌 (图 2); 1 例为胰体部癌 (图 3)。14 例 (15.90%) 患者治疗方案得以修正, 其中 9 例 (10.22%) 因发现广泛远处转移而避免了不必要外科手术。

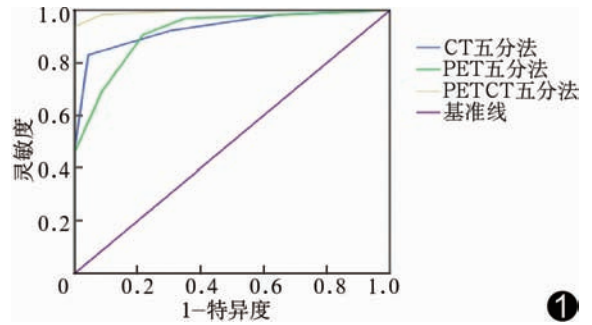


图 1 CT、PET、PET/CT 目视五分法的 3 条 ROC 曲线重合图

2.5 根据所测病变的 SUV_{max} , 绘制 PET 诊断效能 ROC 曲线, 当以 $SUV_{max} = 4.65$ 为诊断胰腺良恶性切峰值时, 约登指数 (Youden's index) 最大, 曲线下面积为 0.92 ± 0.04 , 假阳性 5 例, 假阴性 8 例, PET SUV_{max} 方法诊断胰腺癌的灵敏度为 87.69% (57/65), 特异度为 86.96% (20/23)。

3 讨论

胰腺良、恶性病变对 ^{18}F -FDG 的摄取程度不同, 这是 PET 及 PET/CT 诊断的基础。本组定量分析显示胰腺良、恶性病变间 SUV_{max} 差异有统计学意义, 而恶性病变转移与非转移者差异无统计学意义, 说明 SUV_{max} 只能用于诊断胰腺癌, 而不能判断是否出现转移; CT、PET、PET/CT 目视五分法诊断胰腺癌 ROC-AUC 均大于 0.90, 说明三种方法对胰腺癌的诊断能力均较好, 都可以被用来诊断胰腺癌, 但以 PET/CT 目视五分法的诊断效能最高。

^{18}F -FDG PET 诊断胰腺癌也存在假阴性、假阳性。文献报道引起假阳性的病变主要有炎症病变 (如慢性胰腺炎的急性发作、炎性肉芽肿、活动性结核)、脂肪坏死、腹膜后纤维变性、胰腺假瘤、胰腺内分泌肿瘤等^[3-5]; 假阴性病例主要见于糖尿病患者的糖代谢及黏液腺癌^[6], 偶见于高分化胰腺癌、浆液囊腺癌等。PET/CT 可以根据 CT 的形态学特点矫正一部分假阳性和假阴性病例^[7]。本组 ^{18}F -FDG PET 的 5 例假阳

表 2 CT、PET、PET/CT 目视五分法与最后诊断结果的比较 (例)

五分法诊断	CT		PET		PET/CT	
	恶性 (n=65)	良性 (n=23)	恶性 (n=65)	良性 (n=23)	恶性 (n=65)	良性 (n=23)
肯定阴性	1	8	2	15	0	14
可疑阴性	4	7	4	3	1	7
不确定	6	7	14	3	0	0
可疑阳性	23	1	15	2	3	2
肯定阳性	31	0	30	0	61	0

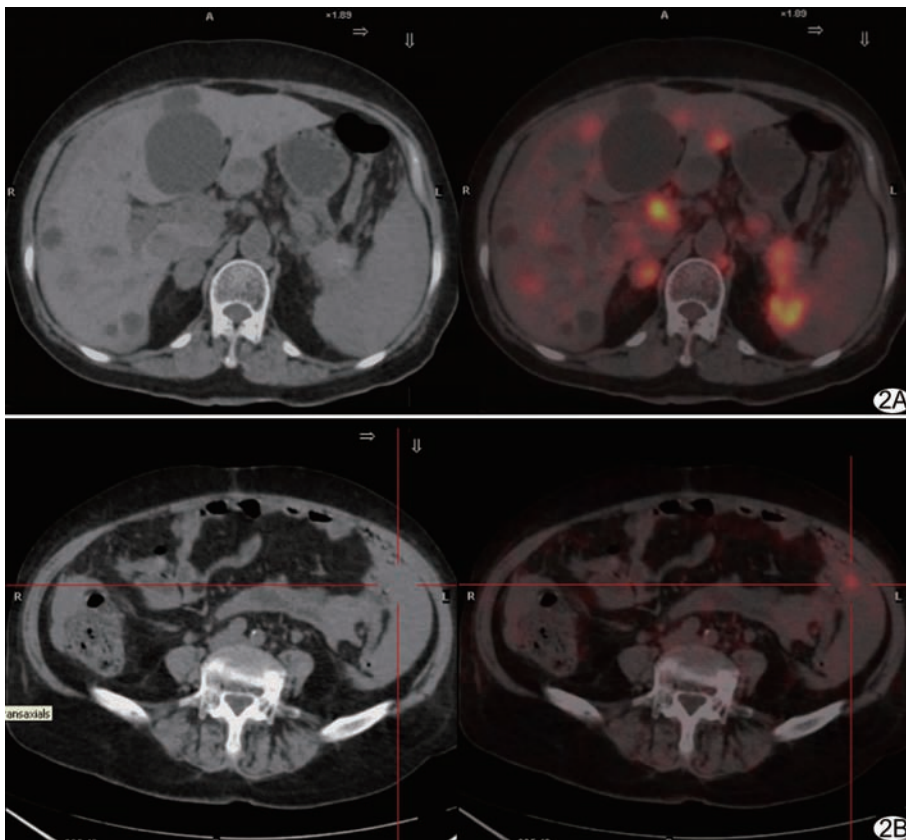


图 2 胰尾癌 PET/CT 显像 A. 胰尾软组织肿块影, PET 上呈明显放射性浓聚, SUV_{max} 11.70, CT 大小为 3.71 cm×2.43 cm, 与脾脏间界限消失; 肝门、腹主动脉旁多发淋巴结明显放射性浓聚; 肝脾内多发不均匀放射性浓聚; B. 意外发现左下腹肠旁结节状浓聚, SUV_{max} 6.30, CT 直径约 0.83 cm

性病例在 PET/CT 五分法中均获得正确诊断; 8 例 ^{18}F -FDG PET 假阴性病例, 其中 7 例在 PET/CT 五分法中均获得正确诊断, 另 1 例 $SUV_{max} < 2.50$, 呈本底样摄取, CT 未见异常密度影, 五分法诊断肯定阴性, 但结合临床其他检查, PET/CT 诊断分级为 3 级(不确定), 经手术病例证实为胰腺导管腺癌。

大部分胰腺癌 CT 表现为胰腺局限性肿块, 发生在胰头者常伴有低位梗阻性黄疸等征象, CT 较容易诊断, 而发生在体尾者, 如呈等密度, 在平扫 CT 上不易分辨, 易造成漏诊; 而 PET/CT 可发现局部高代谢病灶。本组 65 例胰腺癌, PET/CT 正确诊断 64 例, 这是因为本研究制定的 PET/CT 五分法充分利用了 CT 诊断胰腺癌的形态学特征, 起到了良好的校正作用^[8]。

对于测量 SUV 诊断胰腺癌的价值看法不一。Stollfuss 等^[4]以 $SUV_{max} = 1.53$ 为鉴别良恶性病变的界值, 其灵敏度和特异度分别为 93% 和 95%。Seo 等^[9]采用 $SUV = 2.50$ 为界值, 56 例胰腺癌中有 51 例

阳性摄取。魏功华等^[10]采用 $SUV_{max} = 2.95$ 为判断良恶性病变的界值, 灵敏度和特异度分别是 88.5% 和 85.0%。本组 ROC 曲线表明, SUV_{max} 界值为 4.65, 相对而言是诊断胰腺良恶性病变的最佳界值, 其灵敏度和特异度分别是 87.69% 和 86.96%。本组切峰值较高, 其原因可能与就医人群差异(本中心就诊患者多为晚期较重患者)、肿瘤病理类型与分化程度、病例数等因素有关。以上结果提示, 单纯根据 SUV 来鉴别胰腺良、恶性病变有一定局限性。

Wang 等^[2]将胰腺病变的 PET/CT 表现分为四种基本类型: I 型、II 型、III 型、IV 型, 其灵敏度、特异度和准确率分别为 92.3%、66.7% 和 87.5%。本研究采用 PET/CT 目视五分法对 CT 特点和 PET 摄取程度进行了具体细化, 目测法具有易操作性, 规范性等优点, 诊断胰腺癌的敏感度、特异度和准确率较高。但本组病例多数为中晚期患者,

诊断分级结论比较明确, 不典型分级情况很少或未出现。

本组 PET/CT 在 23 例胰腺癌患者中确定了之前常规分期检查方法难以确定的转移, 14 例患者治疗方案得以修正, 其中 9 例因发现广泛远处转移而避免了不必要的外科手术。Heinrich 等^[11]对已确诊并拟定手术治疗的胰腺癌患者行 ^{18}F -FDG PET/CT 检查, 诊断阳性率达 91%, 其中 16% 患者在检查之后确定无手术适应证而改变治疗方案, 表明 ^{18}F -FDG PET/CT 可用于胰腺癌分期及指导临床治疗方案的选择。因此, PET/CT 在胰腺癌早期诊断、术前分期、指导治疗方案选择方面具有重要临床意义^[12]。但本方法亦具有一定局限性, 如诊断灵活性不强等, 应结合病史、临床资料等进行全面诊断。

[参考文献]

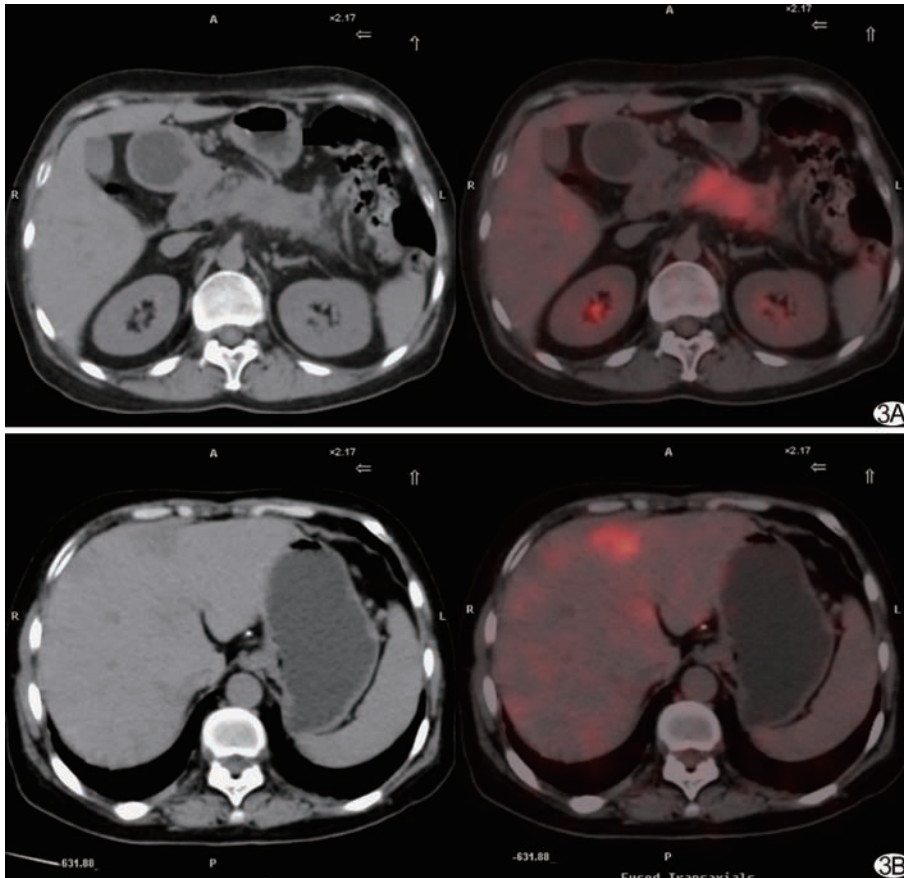


图 3 胰体癌 PET/CT 显像 A. 胰腺体部肿块影, 密度不均匀减低, 大小约 4.4 cm×2.0 cm, 边缘毛糙, PET 上呈明显放射性浓聚, SUV_{max} 9.90; B. 肝内高代谢结节影, SUV_{max} 3.90~7.80, CT 可见低密度结节

[1] Jemal A, Siegel R, Ward E, et al. Cancer Statistics, 2008. *Cancer J Clin*, 2008, 58(2):71-96.

[2] Wang ZQ, Lu GM, Zhu H, et al. ¹⁸F-FDG PET/CT findings in pancreatic carcinoma and their diagnosis value. *Journal of Medical Postgraduates*, 2006, 19(4):359-364.

[3] Zhao S, Kuge Y, Mochizuki T, et al. Biologic correlates of intratumoral heterogeneity in ¹⁸F-FDG distribution with regional expression of glucose transporters and hexokinase-II in experimental tumor. *J Nucl Med*, 2005, 46(4):675-682.

[4] Stollfuss JC, Glatting G, Friess H, et al. 2-(fluorine-18)-fluoro-2-deoxy-D-glucose PET in detection of pancreatic cancer: value of quantitative image interpretation. *Radiology*, 1995, 195(2):339-344.

[5] 叶枫, 赵心明, 石素胜, 等. 自身免疫性胰腺炎的 CT 诊断. *中国医学影像技术*, 2008, 24(8):1223-1226.

[6] Bares R, Klever P, Hauptmann S, et al. 2[F-18]-fluoro-2-deoxy-d-glucose PET in vivo evaluation of pancreatic glucose metabolism for detection of pancreatic cancer. *Radiology*, 1994, 192(1):79-86.

[7] 王欣, 于丽娟. ¹⁸F-FDG PET/CT 综合分析法在胰腺癌诊断中的价值. *中国医学影像技术*, 2007, 23(11):1709-1712.

[8] 张永克, 厉红民, 郑磊, 等. CT 在 ¹⁸F-FDG PET/CT 临床诊断中的作用初探. *现代医药卫生*, 2009, 25(23):3615-3616.

[9] Seo S, Doi R, Machimoto T, et al. Contribution of ¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography to the diagnosis of early pancreatic carcinoma. *J Hepatobiliary Pancreat Surg*, 2008, 15(6):634-639.

[10] 隗功华, 孙晓光, 刘建军, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 在胰腺癌诊断中的价值. *中华核医学杂志*, 2009, 29(2):23-26.

[11] Heinrich S, Goerres GW, Schafer M, et al. Positron emission tomography/computed tomography influences on the management of resectable pancreatic cancer and its cost-effectiveness. *Ann Surg*, 2005, 242(2):235-243.

[12] Mataka Y, Shinci H, Kurahara H, et al. Clinical usefulness of FDG-PET for pancreatic cancer. *Gan To Kagaku Ryoho*, 2009, 36(13):2516-2520.