

PET/CT在胰腺癌临床应用中的进展

王荣福

背景资料
PET/CT将PET的功能显像与CT的解剖成像有机融合, 不仅显示脏器或病变的位置、形态、大小等解剖学结构, 更同时提供有关脏器和病变的血流、功能、代谢和/或受体密度, 甚至是分子水平的化学信息, 有助于疾病的早期诊断、诊疗指导、疗效监控和预后评价等。PET/CT显像为无创性检查, 具有灵敏度高、安全性好的优点。随着多种正电子药物的开发以及融合图像技术的发展, PET/CT在临床疾病诊断, 尤其是肿瘤诊断中具有重要的应用价值。

王荣福, 北京大学第一医院核医学科北京市 100034
国家重点基础研究发展计划基金-973计划, No. 2006CB705705
北京大学985 II期基金资助, NO. 985-2-056
通讯作者: 王荣福, 100034, 北京大学第一医院核医学科。
Rongfu_wang2003@yahoo.com.cn
电话: 010-66551122-2594
收稿日期: 2007-01-17 接受日期: 2007-04-02

Progress in the clinical application of in patients with pancreatic cancer

Rong-Fu Wang

Rong-Fu Wang, Department of Nuclear Medicine, Peking University First Hospital, Beijing 100034, China
Supported by National Basic Research Program-973 Program of China, No. 2006CB705705; and 985-II Project Foundation of Peking University, No. 985-2-056
Correspondence to: Rong-Fu Wang, Department of Nuclear Medicine, Peking University First Hospital, Beijing 100034, China. rongfu_wang2003@yahoo.com
Received: 2007-01-17 Accepted: 2007-04-02

Abstract

Pancreatic cancer, which has high morbidity, difficult diagnosis, and poor treatment results, is a type of malignant tumor in the digestive system. Positron emission tomography-computed tomography, an important imaging modality in modern medicine, combines the functional imaging of PET and the anatomic imaging of CT to efficiently image tumor metabolism, proliferation, hypoxia and cell apoptosis. It can also precisely image the anatomic structure of tumors and their adjacent organs or tissues. Positron emission tomography-computed tomography was found to be particularly helpful for guiding diagnosis and therapy, the staging and grading of tumors, monitoring therapy and in evaluating the prognosis of patients with pancreatic cancer.

Key Words: Positron emission tomography-computed tomography; Pancreatic cancer; Clinical application; Progression

Wang RF. Progress in the clinical application of Positron emission tomography-computed tomography in patients

with pancreatic cancer. Shijie Huaren Xiaohua Zazhi 2007;15(16):1830-1834

摘要

胰腺癌是一类发病率高、早期诊断困难、治疗疗效不佳的消化系统恶性肿瘤。PET/CT作为现代医学成像重要组成内容之一, 将PET的功能显像与CT的解剖成像有机融合, 不仅能有效显示肿瘤的代谢、增生、乏氧和细胞凋亡状态, 而且能精确显示肿瘤与其周围脏器组织的解剖结构。在胰腺癌患者的诊疗指导、肿瘤分期、疗效监控和预后评价等方面, PET/CT都具有重要的临床应用价值。本文将简要介绍PET/CT在胰腺癌临床应用中的进展情况。

关键词: PET/CT; 胰腺癌; 临床应用; 进展

王荣福, PET/CT在胰腺癌临床应用中的进展。世界华人消化杂志 2007;15(16):1830-1834
<http://www.wjgnet.com/1009-3079/15/1830.asp>

0 引言

胰腺癌(pancreatic cancer)是胰外分泌性恶性肿瘤, 发病率仅次于胃癌、食管癌、肝癌、大肠癌, 居消化系统恶性肿瘤第五位, 近年呈增多趋势。我国胰腺癌的年发病率为5.1/10万, 好发年龄在40-70岁之间, 男性多于女性。由于胰腺癌的临床表现较多样化, 常与癌肿的部位、病程早晚、远近组织受累、转移及有关并发症因素有关; 而且生长较快, 很早发生转移, 所以早期诊断困难, 绝大多数患者一经确诊已属晚期。据统计, 未经治疗的胰腺癌患者, 90%以上于诊断明确后1 a内死亡。只有10%-15%的患者有手术切除的机会, 其中能根治者仅为5%-7.5%。美国国立卫生研究院报告, 胰腺癌1 a生存率为8%, 5 a生存率为3%, 中位生存期仅2-3 mo。我国外科的统计资料显示, 胰腺癌患者的5 a生存率在5%左右。

鉴于胰腺癌患者的预后极差, 因此应用合适方法进行早期诊断, 进而采取适当手段干预治疗就显得至关重要。目前, 常用的筛选胰腺癌

的方法是肿瘤标志物CA19-9测定, 70%-90%的胰腺癌患者的血清CA19-9水平升高, 但是该方法的特异性不强^[1]. 影像诊断方法主要有计算机体层摄影(CT)、门静脉造影(portocavogram)、核磁共振成像(MRI)、内镜逆行胰胆管造影(endoscopic retrograde cholangiopancreatography, ERCP)、超声内镜(ultrasonic endoscope)等, 其中CT检查是临床上最常应用的诊断胰腺癌手段. 随着正电子发射计算机断层/计算机体层摄影(PET/CT)的逐渐应用, 其在胰腺癌的临床应用价值也日趋显著. 本文将就PET/CT在临床应用中的进展以及他与其他影像诊断技术之间的比较综述如下.

1 PET/CT在胰腺癌临床诊断中的应用

PET/CT是现代医学成像重要组成内容之一, 其显像原理与X线、B超、CT和MR等检查截然不同, 是通过探测器接收并记录引入体内靶组织或器官的正电子药物发射的核射线; 然后以影像的方式显示出来, 不仅可以显示脏器或病变的位置、形态、大小等解剖学结构, 更可以同时提供有关脏器和病变的血流、功能、代谢和/或受体密度, 甚至是分子水平的化学信息, 因此有助于疾病的早期诊断. 此外, PET/CT显像为无创性检查, 所用的放射性核素半衰期短, 显像剂化学量极微, 患者所接受的辐射吸收剂量低, 发生毒副作用的几率极低^[2]. 目前, 随着多种正电子药物的开发以及融合图像技术的发展, PET/CT在临床疾病诊断, 尤其是肿瘤诊断中具有重要的应用价值.

1.1 葡萄糖代谢显像 氟[¹⁸F]-氟代脱氧葡萄糖(¹⁸F-fluorodeoxyglucose, ¹⁸F-FDG)是目前临床上应用最多的肿瘤代谢显像剂. 他与天然葡萄糖的化学结构相似, 在己糖激酶的作用下, 磷酸化成6-磷酸氟代脱氧葡萄糖(¹⁸F-FDG-6-PO₄). 但与葡萄糖代谢不同的是, ¹⁸F-FDG-6-PO₄不是磷酸己糖变构酶的底物, 不能继续进一步的代谢反应; 而且带负电荷, 不能反向通过细胞膜离开细胞; 另外, 肿瘤细胞内使¹⁸F-FDG-6-PO₄去磷酸化的葡萄糖-6-磷酸酶活性极低, 所以¹⁸F-FDG-6-PO₄最后滞留在肿瘤细胞内, 其滞留率与葡萄糖在体内的代谢率具有一定的比例关系. 通过PET/CT探测¹⁸F湮灭辐射后发射的高能射线, 再经过计算机的处理, 就可以获得¹⁸F-FDG在体内的分布影像, 该影像实质是反应体内葡萄糖代谢的状态和水平^[3]. 由于恶性肿瘤如胰腺癌具有异常旺盛的

糖酵解, 因此在¹⁸F-FDG代谢显像上具有一定的基本特征, 即肿瘤病灶处出现异常增高并且持续存在的¹⁸F-FDG摄取, 摄取增高程度与肿瘤的病理类型、大小和所处肿瘤增殖周期的不同阶段密切相关.

1.1.1 在胰腺癌治疗指导中的应用 胰腺癌的主要治疗手段是手术治疗, 但是仅有20%的胰腺癌患者有手术治疗的机会^[4]. 通常导致胰腺癌手术无法正确实施的困难在于以下两方面: 一, 缺乏组织学诊断, 错过了切除恶性胰腺肿瘤的良机; 二, 临床上疑似恶性胰腺肿瘤, 实为良性病变, 却采取了手术切除措施. 这些无疑都给患者带来极大的痛苦.

多项研究表明, ¹⁸F-FDG PET显像相较于CT来说, 可以提高术前胰腺癌患者的诊断精确度(达到85%-93%), 而且显像灵敏度达到85%-100%, 特异性为67%-99%. 另外, CT成像灵敏度随着胰腺癌病灶大小的增加而提高, 而¹⁸F-FDG PET显像的灵敏度是不依赖于病灶的大小^[5]. PET/CT图像的融合, 将PET与CT在诊断胰腺癌方面的优势结合起来, 不仅能够准确显示出病灶范围、大小、与邻近组织器官的关系, 还能够区分肿瘤的良恶性, 提供肿瘤生物学活性的信息, 从而有助于判断是否适宜进行手术治疗以及采取何种手术方法. 另一方面, 对于原发病灶未明的患者, PET/CT全身显像有助于追溯原发病灶(主要是肺癌或胰腺癌), 从而有效地制定治疗方案^[6].

Heinrich *et al*^[7]对已确诊并拟定手术治疗的胰腺癌患者行PET/CT检查, 诊断的阳性率达到91%, 其中16%的患者在检查之后确定无手术适应证而改变治疗方案. Nishiyama *et al*^[8]对86例胰腺肿瘤患者(55例为胰腺癌, 31例为良性病变)进行临床试验, 评价¹⁸F-FDG PET延迟显像是否更有助于区分良恶性病灶以及是否能够发现更多的病灶. 他们采用SUV(standard uptake value)值作为分析指标, 并且计算滞留指数(retention index, RI) = $(SUV_{延迟} - SUV_{早期}) \times 100 / SUV_{早期}$, 其中延迟显像为注射¹⁸F-FDG后2 h, 早期显像为注射¹⁸F-FDG后1 h. 结果发现: RI的诊断精确度达到88%; 胰腺癌患者的SUV_{延迟}平均值显著高于SUV_{早期}平均值; 而且仅在延迟图像中观察到2例肝转移、1例淋巴结转移. 通过研究结果, 得出结论: ¹⁸F-FDG PET延迟显像有助于区分病灶的良恶性, 并且有助于发现更多的转移病灶, 从而有利于正确地实施治疗方案.

相关报道
CT检查是临床上最常应用的诊断胰腺癌的手段. 随着PET/CT的逐渐应用, 临床试验研究表明其对胰腺癌的治疗指导、肿瘤分期、疗效监控与预后评价等临床应用价值也日趋显著.

名词解释

1 PET/CT: 通过探测器接收并记录引入体内靶组织或器官的正电子药物发射的核射线, 以影像的方式显示。将PET的功能显像与CT的解剖成像有机融合。
2 ^{18}F -FDG: 即氟 [^{18}F] 标记的氟代脱氧葡萄糖 (^{18}F -fluorodeoxyglucose, ^{18}F -FDG)。他与天然葡萄糖的化学结构相似, 引入体内后, PET显像结果反应体内葡萄糖代谢的状态和水平, 是目前临床上应用最多的肿瘤代谢显像剂。

1.1.2 在胰腺癌肿瘤分期中的应用 研究发现, 在诊断II期胰腺癌方面, 解剖性成像技术(如CT、MRI)具有较大的优势; 但是, 在诊断III期(淋巴结转移)和IV期(远处转移)胰腺癌方面, 功能性显像如 ^{18}F -FDG PET具有较高的诊断效率^[4]。

一项临床研究^[9]报道, 对42例未经过任何治疗的胰腺癌患者行 ^{18}F -FDG PET全身显像, 然后结合临床症状、体征和放射学资料进行肿瘤分期。结果表明: PET显像的诊断精确度达到81%; 他能发现7例患者身上的共8处转移灶, 而相应的CT检查结果为阴性。最后, 依据PET显像结果, 有5例患者的临床分期做出相应修改。

临床上, 胰腺癌的患者通常发生原位复发、肝转移和腹膜转移等恶性肿瘤征象, 但是很少见有胃转移的病例。Takamori *et al*^[10]报道1例胰体癌患者(49岁, 女性, 行远端胰腺切除术后合并放疗), 通过 ^{18}F -FDG显像, 发现在胃部出现一高摄取区域, 经组织学诊断确定为胃转移癌。

另一项研究中, 对31例胰腺癌术后患者进行随访(分别进行 ^{18}F -FDG PET显像和CT/MRI扫描), 发现其中25例患者出现复发病灶, ^{18}F -FDG PET的诊断率为96%, CT/MRI的诊断率为34%。但是, 研究同时表明, CT/MRI更有利于发现肝脏转移病灶, 而PET倾向于发现腹部转移病灶和腹腔外的转移病灶^[11]。肿瘤的分期情况, 如表1-2所示。

1.1.3 在胰腺癌疗效监控中的应用 胰腺癌患者在手术期间, 如果辅以放射治疗和(或)化学治疗, 有助于提高生存率。初步研究结果表明, ^{18}F -FDG PET显像可以评价肿瘤患者对放、化疗的反应, 并且监控在肿瘤切除部位是否出现复发病灶^[12]。

Yoshioka *et al*^[13]应用 ^{18}F -FDG PET评价胰腺癌患者经过动脉灌注化疗结合放疗之后的治疗疗效。研究中, 10例胰腺癌患者(无手术治疗适应证)在放化疗前后分别进行CT检查(显示肿瘤大小情况)、 ^{18}F -FDG PET检查(以SUV值评价肿瘤的生物学活性)以及血清CA19-9水平测定。结果显示, ^{18}F -FDG PET显像能早期、有效地评价肿瘤患者的治疗疗效, 而且在 ^{18}F -FDG PET显示肿瘤部位放射性摄取降低的2 mo之后, CT才检测出肿瘤病灶缩小。

1.1.4 在胰腺癌预后评价中的应用 胰腺癌的预后与该病的分级、分期、肿瘤标志物的水平、早期诊断和及时治疗等因素有关^[14]。多项研究表明, ^{18}F -FDG在肿瘤部位的摄取变化有利于评价患者的生存期长短, 是一个良好的预后因素。

表 1 肿瘤(TNM)分期(美国癌症联合委员会)

分组	标准
原发肿瘤(T)	
T _x	无法发现原发癌
T ₀	无法证实原发癌
T ₁	原位癌
T ₂	肿瘤局限于胰腺, 最大直径小于或等于2 cm
T ₃	肿瘤局限于胰腺, 最大直径大于2 cm
T ₄	肿瘤突出胰腺但未过腹中线或未侵犯肠系膜上动脉
T ₄	肿瘤突破腹中线或侵犯肠系膜上动脉(原发灶不能切除)
局部淋巴结(N)	
N _x	无法评估局部淋巴结
N ₀	无局部淋巴结转移
N ₁	局部淋巴结转移
远处转移(M)	
M _x	无法估计的远处转移
M ₀	无远处转移
M ₁	有远处转移

表 2 综合分期

0期	Tis	N ₀	M ₀
IA期	T ₁	N ₀	M ₀
IB期	T ₂	N ₀	M ₀
IIA期	T ₃	N ₀	M ₀
IIB期	T ₁	N ₁	M ₀
	T ₂	N ₁	M ₀
	T ₃	N ₁	M ₀
III期	T ₄	任何N	M ₀
IV期T ₂	任何T	任何N	M ₁

Lyshchik *et al*^[15]对65例胰腺癌患者进行双时相 ^{18}F -FDG PET显像(分别在注射 ^{18}F -FDG后1 h和2 h), 并且计算 $\text{RI} = (\text{SUV}_{2\text{h}} - \text{SUV}_{1\text{h}}) / \text{SUV}_{1\text{h}}$ 。通过多因素分析发现, 只有3个因素(即女性性别、TNM分期和RI值)与患者的预后具有独立相关性。I -III期患者伴有 $\text{RI} > 10\%$, 其生存期显著长于同分期但 $\text{RI} < 10\%$ 的患者(分别为15.3和11.5 mo); IV期患者伴有 $\text{RI} > 10\%$, 其中位生存期为9.5 mo; IV期患者伴有 $\text{RI} < 10\%$, 其预后最差, 中位生存期为4.9 mo。

另一项临床研究对118例胰腺癌患者进行长期随访(1996-2002年), 分析多个参考因素(包括 ^{18}F -FDG PET显像的SUV值, TNM分期标准, 肿瘤分级, 是否患有糖尿病, 年龄, 性别, 血清

表 3 PET与CT诊断胰腺癌

	CT	PET(CT检查阳性)	PET(CT检查阴性)	PET(CT检查不明确)
灵敏度(%)	81(72-88)	92(87-95)	73(50-88)	100
特异性(%)	66(53-77)	68(51-81)	86(75-93)	68

同行评价
本文是对PET/CT在临床应用中的方法研究,对胰腺癌的诊断方法有借鉴作用和参考价值。

CA19-9水平等)对患者预后的影响。通过多因素分析,结果显示其中三个因素(即肿瘤分期、分级与SUV值)可作为判断患者预后的独立因素^[16]。

1.2 其他正电子药物 首先用于诊断胰腺癌患者的显像剂有DL-碳^[11C-]缬氨酸和DL-^{11C}-色氨酸,他们能快速聚集在肿瘤病灶处,并且清除速度快,静脉注射这些显像剂后几乎可以立即进行PET显像。之后,逐渐发展有其他的正电子药物用于诊断胰腺肿瘤,诸如^{11C}-蛋氨酸、氮^[13N]-L-谷氨酸、^{14C}-酪氨酸、氧^[15O]-水、^{13N}-氨水、^{11C}-5-羟色氨酸、^{11C}-L-DOPA、^{18F}-FET^[17]以及^{18F}、镓^[67Ga]、钇^[86Y]等标记的生长抑素特异受体等等。但是,在临床上应用较多的还是^{18F}-FDG PET显像。

2 其他技术在胰腺癌诊断中的作用及与PET/CT的比较

在诊断胰腺癌方面,主要的诊断技术有:CT、MRI、ERCP、超声内镜等。其中,CT、超声内镜是首选的临床诊断手段。

2.1 PET, CT, PET/CT 不仅能探测到胰腺肿块,而且随着CT成像技术的不断发展,能够清楚地显示出肿瘤周边血管侵袭和邻近器官组织浸润的情况。在一项多中心性研究中^[4],结果显示:CT的诊断精确度达到73%;对非适合手术切除治疗病例的阳性预测率达到90%。然而,在以下几种情况中,CT检查很难做出正确的诊断:(1)肿块型胰腺炎或其他可疑发现(如胰头扩大而不伴有确定的恶性征象);(2)胰腺癌发生局域性淋巴结转移;(3)小转移病灶(病灶直径小于1 cm)和包囊。同为解剖型成像技术,MRI和MRI结合MR血管造影可为CT检查提供进一步的有用信息,但是他的临床应用局限如同CT^[18]。

Orlando *et al*^[19]采用偏位分析法,比较PET与CT在诊断胰腺癌上的作用。患者分别在CT检查结果阳性、阴性和不明确的情况下行PET显像,如表3所示。

在另一项研究中,对104例疑似胰腺癌患者行PET、CT和PET/CT检查,结果表明:PET/CT的诊断精确度达到96%;仅通过PET/CT发现2例

主动脉旁淋巴结转移。PET、CT和PET/CT的灵敏度分别是84.4%、76.6%和89.1%。由此可见,PET/CT图像融合有助于提高诊断灵敏度^[20]。

2.2 其他 超声内镜能探测到直径为2-3 mm的微小病灶。而且,在超声内镜的引导下进行病灶活检,做病理诊断,可以提高诊断的精确度,但是该方法的局限性在于活检的范围有限,并且容易存在取样误差的情况。

ERCP是一种较好的诊断胰腺癌的手段,其区分良、恶性肿瘤(包括慢性胰腺炎)的精确度可以达到80%-90%。但是,ERCP主要适用于伴有胆管阻塞的胰腺癌患者,当胰腺肿瘤不是来源于主胆管时,应用该方法常出现诊断假阴性的情况。而且,临床实践表明,进行该操作时会出现10%的失败率,从而导致医源性胰腺炎。

3 总结及展望

总之,PET/CT能有效显示肿瘤的代谢、增生、乏氧和细胞凋亡状态,能精确显示解剖结构,对于肿瘤患者的诊疗指导、肿瘤分期、疗效监控、预后评价等具有十分重要的作用^[21-22]。

^{18F}-FDG是目前PET/CT显像中最常应用、也最成熟的显像剂。但是在应用^{18F}-FDG时,须考虑到以下几方面的问题:(1)患者的血糖水平对^{18F}-FDG PET诊断精确度的影响。高葡萄糖耐量患者和糖尿病患者,由于血清葡萄糖浓度升高,通过竞争性抑制的作用导致^{18F}-FDG在肿瘤部位的摄取降低,从而引起诊断假阴性率提高、SUV比值降低。有研究者提出根据患者的血糖水平来校正SUV值。但是,关于血糖水平对^{18F}-FDG PET诊断精确度的真正影响机制,还存在一定的争议,这需要提高临床诊断样本量来进行进一步的研究。(2)^{18F}-FDG PET诊断的假阳性情况。许多良性炎症病变,如慢性活动性胰腺炎(伴或不伴有脓肿形成)、浆液性囊腺瘤、腹膜后纤维变性、胰腺假瘤、胰腺内分泌肿瘤等等,均能导致^{18F}-FDG在病灶部位的摄取增加,出现假阳性的诊断。因此,在诊断过程中,应当结合患者的病史、临床表现、体征和其他的辅助检查来提高诊断的精确度。

另外, PET/CT在诊断胰腺癌方面, 还具有极大的潜在发展空间, 这有赖于研究者开发出具有特异性的、正电子标记的、可在胰腺癌聚集, 而不在其他病变组织中聚集的显像剂; 结合基因诊断技术, 研发能在基因水平上早期诊断胰腺癌的正电子分子探针; 并且研发监测胰腺癌治疗疗效的正电子显像剂。

4 参考文献

- 1 Papos M, Takacs T, Pavics L, Farkas G, Ambrus E, Szakall S Jr, Lonovics J, Csernay L, Tron L. The role of FDG-PET scan in the diagnosis of pancreatic carcinoma. *Orv Hetil* 2002; 143: 1283-1286
- 2 王荣福. 肿瘤影像核医学进展. 中国医学影像技术 2004; 20: 1792-1796
- 3 王荣福. 核医学. 北京: 北京大学医学出版社, 2004: 63-67
- 4 Michl P, Pauls S, Gress TM. Evidence-based diagnosis and staging of pancreatic cancer. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2006; 20: 227-251
- 5 Valk PE, Bailey DL, Townsend DW, Maisey MN. Positron emission tomography, basic science and clinical practice. *Springer Press*, 2003: 588-594
- 6 Scott CL, Kudaba I, Stewart JM, Hicks RJ, Rischin D. The utility of 2-deoxy-2-[F-18]fluoro-D-glucose positron emission tomography in the investigation of patients with disseminated carcinoma of unknown primary origin. *Mol Imaging Biol* 2005; 7: 236-243
- 7 Heinrich S, Goerres GW, Schafer M, Sagmeister M, Bauerfeind P, Pestalozzi BC, Hany TF, von Schulthess GK, Clavien PA. Positron emission tomography/computed tomography influences on the management of resectable pancreatic cancer and its cost-effectiveness. *Ann Surg* 2005; 242: 235-243
- 8 Nishiyama Y, Yamamoto Y, Monden T, Sasakawa Y, Tsutsui K, Wakabayashi H, Ohkawa M. Evaluation of delayed additional FDG PET imaging in patients with pancreatic tumour. *Nucl Med Commun* 2005; 26: 895-901
- 9 Nishiyama Y, Yamamoto Y, Yokoe K, Monden T, Sasakawa Y, Tsutsui K, Satoh K, Ohkawa M. Contribution of whole body FDG-PET to the detection of distant metastasis in pancreatic cancer. *Ann Nucl Med* 2005; 19: 491-497
- 10 Takamori H, Kanemitsu K, Tsuji T, Kusano S, Chikamoto A, Okuma T, Iyama K. Metastatic gastric tumor secondary to pancreatic adenocarcinoma. *J Gastroenterol* 2005; 40: 209-212
- 11 Ruf J, Lopez Hanninen E, Oettle H, Plotkin M, Pelzer U, Stroszczyński C, Felix R, Amthauer H. Detection of recurrent pancreatic cancer: comparison of FDG-PET with CT/MRI. *Pancreatol* 2005; 5: 266-272
- 12 Ruf J, Amthauer H, Oettle H, Steinmüller T, Plotkin M, Pelzer U, Scholman HJ, Felix R, Wust P. Role of F18-FDG PET for monitoring of radiochemotherapy--estimation of detectable number of tumour cells. *Onkologie* 2004; 27: 287-290
- 13 Yoshioka M, Sato T, Furuya T, Shibata S, Andoh H, Asanuma Y, Hatazawa J, Shimosegawa E, Koyama K, Yamamoto Y. Role of positron emission tomography with 2-deoxy-2-[¹⁸F]fluoro-D-glucose in evaluating the effects of arterial infusion chemotherapy and radiotherapy on pancreatic cancer. *J Gastroenterol* 2004; 39: 50-55
- 14 van Kouwen MC, Laverman P, van Krieken JH, Oyen WJ, Jansen JB, Drenth JP. FDG-PET in the detection of early pancreatic cancer in a BOP hamster model. *Nucl Med Biol* 2005; 32: 445-450
- 15 Lyshchik A, Higashi T, Nakamoto Y, Fujimoto K, Doi R, Imamura M, Saga T. Dual-phase ¹⁸F-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography as a prognostic parameter in patients with pancreatic cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2005; 32: 389-397
- 16 Sperti C, Pasquali C, Chierichetti F, Ferronato A, Decet G, Pedrazzoli S. 18-Fluorodeoxyglucose positron emission tomography in predicting survival of patients with pancreatic carcinoma. *J Gastrointest Surg* 2003; 7: 953-959; discussion 959-960
- 17 Pauleit D, Stoffels G, Schaden W, Hamacher K, Bauer D, Tellmann L, Herzog H, Broer S, Coenen HH, Langen KJ. PET with O-(2-¹⁸F-Fluoroethyl)-L-Tyrosine in peripheral tumors: first clinical results. *J Nucl Med* 2005; 46: 411-416
- 18 Saisho H, Yamaguchi T. Diagnostic imaging for pancreatic cancer: computed tomography, magnetic resonance imaging, and positron emission tomography. *Pancreas* 2004; 28: 273-278
- 19 Orlando LA, Kulasingam SL, Matchar DB. Meta-analysis: the detection of pancreatic malignancy with positron emission tomography. *Aliment Pharmacol Ther* 2004; 20: 1063-1070
- 20 Lemke AJ, Niehues SM, Hosten N, Amthauer H, Boehmig M, Stroszczyński C, Rohlfing T, Rosewicz S, Felix R. Retrospective digital image fusion of multidetector CT and ¹⁸F-FDG PET: clinical value in pancreatic lesions--a prospective study with 104 patients. *J Nucl Med* 2004; 45: 1279-1286
- 21 Ell PJ. PET/CT in oncology: a major technology for cancer care. *Chang Gung Med J* 2005; 28: 274-283
- 22 Delbeke D, Pinson CW. Pancreatic tumors: role of imaging in the diagnosis, staging, and treatment. *J Hepatobiliary Pancreat Surg* 2004; 11: 4-10

电编 何基才 编辑 王晓瑜