维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号:0253-3626(2006)05-0742-05

PET/CT 融合图像在体部转移性肿瘤中的诊断价值——与 CT、SPECT 或 PET 的比较研究

文 明[1],彭志平[2],柏 玮[3],李少林[2],彭 云[4],陈 刚[5]

(1.重庆医科大学附属第一医院放射科,重庆 400016;2.重庆医科大学基础医学院放射医学教研室,重庆 400016;
3.重庆医科大学 2005 级肿瘤学硕士研究生,重庆 400016;4.华蓥市广能医院放射科,四川 638500;
5.重庆医科大学附属第一医院核医学科,重庆 400016)

【摘 要】目的:通过与 CT、SPECT 或 PET 图像的对比研究,探讨 PET/CT 融合图像在诊断体部转移性肿瘤中的价值。方法:收集经手术或活检后病理证实的体部转移性肿瘤共 19 例 60 个病灶,所有病例均经 CT、SPECT 或 PET、PET/CT 扫描等手段检查,其中 CT 检查 19 例,平扫 9 例,另 10 例加做增强扫描;SPECT 检查 11 例,其余 8 例为 PET 检查;PET/CT 检查 19 例。分别在这些图像上观察并记录肿瘤病灶的数目、位置、大小、放射性核素分布、有无淋巴结增大或局部软组织肿胀等情况。结果:9 例转移性肺癌,PET/CT 检出率为 100%(29/29 个),SPECT 或 PET 为 86.2%(25/29 个),CT 为 82.8%(24/29 个);7 例脊柱转移性肿瘤,PET/CT检出 100%(17/17 个),SPECT 或 PET 为 88.2%(15/17 个),CT 为 76.5%(13/17 个);3 例转移性肝癌,检出率分别为 PET/CT 100%(14/14 个),SPECT 或 PET 71.4%(10/14 个),CT 78.6%(11/14 个)。结论:CT 图像能清晰显示病灶的形态、解剖部位;核医学图像如 SPECT、PET 可提供病灶的生物功能信息;PET/CT 融合图像,既可以显示病灶的形态、结构变化,又能得到功能信息,从而提高了定位、定性诊断和鉴别生理性摄取的能力。

【关键词】转移性肿瘤;断层摄影术;X 线计算机;体层摄影术;发射型计算机;单光子发射计算机断层;图像融合
【中国图书资料分类法分类号】R817.4 【文献标识码】B 【收稿日期】2006-03-14

The diagnostic value of PET/CT fusion images in metastatic tumors of the body: research based on the comparison of CT, SPECT or PET images

WEN Ming, et al

(*Department of Radiology, the First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To evaluate the diagnostic value of PET/CT fusion images in the research field of metastatic tumors of the body by the comparison of CT, SPECT or PET images. *Methods*: The analysis was based on 19 cases with 60 metastatic lesions. The final diagnoses were confirmed by surgery, biopsy and pathology. CT, SPECT or PET and PET/CT were applied in all cases. CT scanning was applied in 19 cases. Among them, there were 9 plain examinations, and on the basis of that, the other 10 cases were applied enhancement scanning. SPECT was applied in 11 cases. Among them, there were also another 8 cases which were applied PET. Combined PET/CT examinations were performed in 19 cases. PET/CT was separately compared with CT, SPECT or PET findings, and the its numbers, localization, size, the distrubution of radionuclide, the involvement of lymph node and local swelling of soft tissues of the lesions were recorded. *Results:* There were 9 cases of pulmonary metastasis and the detective rate of PET/CT was 100% (29/29 cases), SPECT or PET 86.2%(25/29 cases), CT 82.8% (24/29 cases); 7 cases of spine metastasis and the detective rate of PET/CT was 100% (17/17 cases), SPECT or PET 88.2% (15/17 cases), CT 76.5% (13/17 cases); 3 cases of hepatic metastasis, and the detective rate of PET/CT was 100% (14/14 cases), SPECT or PET 71.4%(10/14 cases), CT 78.6%(11/14 cases)respectively. *Conclusion*: The shape and anatomic position of metastatic lesion can be clearly detected on CT image; nuclear medicine images such as SPECT, PET can provide excellent information on functional biology. Referring to PET/CT, it is a very useful method in detecting lesions of the shape and construction, and it can also provide more functional information, localization and characterization of metastatic lesion, PET/CT image can differentiate physiologic uptake, and meanwhile promote the differentiation of its physiologic intake.

[Key words]Metastatic tumor; Tomography; X-ray Computer; Tomography; emission computer; Single photon emission computed tomography; Image fusion

影像医学与核医学检查广泛应用于肿瘤病灶的术前定位、定性和术后随访中,这些成像模式大致分为解剖成像和功能成像两种类型,由于成像原理的差异,不同类型的影像反映的信息各有侧重。近年来,学者们尝试将核医学图像和 CT、MRI 等图

作者介绍:文 明(1964-),男,副主任医师,博士生,主要研究方向:分子影像学。

维普资讯 http://www.cqvip.com

像进行融合,得到形态成像、功能成像和代谢成像并用的综合图像,在临床实践中显示出极大的应用价值[1-5],笔者拟就 PET/CT 融合图像在诊断体部转移性肿瘤中的价值做出初步探讨。

1 材料与方法

1.1 临床资料

收集 2003 年 7 月至 2005 年 5 月,经临床随访(6 个月以上)、外科手术、穿刺活检、病理证实的体部转移性肿瘤共 19 例,男 11 例、女 8 例,年龄 32~77 岁,平均 55.9 岁,其中转移性肺癌 9 例,脊柱转移性肿瘤 7 例,转移性肝癌 3 例。这些病例资料分别来自重庆医科大学(3 例)、第三军医大学(7 例)、中国医科大学(5 例)和华中科技大学(4 例)。

影像学检查包括 CT、SPECT 或 PET、PET/CT 等,分别为 CT 扫描 19 例(平扫 9 例,10 例在平扫基础上加做增强扫描)、SPECT 检查 11 例、PET 检查 8 例、PET/CT 检查 19 例,有 16 例还经腹部超声波检查。综合各种检查和手术病理,19 例中共有 60 个转移性病灶。

1.2 检查方法

全部病例的影像学检查时间均在 5 天内完成。

1.2.1 CT 扫描 层厚 5~8mm,螺距 0.5~0.8。胸部扫描范围从肺尖至肺底,5 例还针对病灶部位做薄层扫描(层厚 3mm);腹部扫描范围为上腹部区域,扫描前半小时口服清水 800ml;脊椎扫描范围在临床或其它影像学提示的病变区域进行。10 例增强扫描包括胸部 7 例,腹部 3 例,平扫后保持体位不变,用高压注射器以 3ml/s 的速度,从前臂静脉团注优维显或欧乃派克 100ml,扫描参数及范围与平扫期相同,其中腹部分别做动脉期、门脉期和延迟期扫描。

1.2.2 SPECT 扫描 检查前静脉注射 ^{67}Ga 296~370 MBq(8~10mCi)或 ^{99m}Tc 740~1110 MBq(20~30mCi),24h ~ 48h 后分别行前位、后位、侧位全身显像;图像处理采用空间平滑和滤波器技术,截止频率为 0.35~0.45 周/像素,阶数为 4。

1.2.3 PET 显像 患者空腹 6h 以上,平静状态下经三通管静脉注射 ^{18}FDG 259~444MBq,在暗室内静卧 50min~60min,排尿后行 PET 全身检查;对每个所获得的体位图像均进行衰减校正,以便更好区分体内异常浓聚区和正常浓聚区。

1.2.4 PET/CT 显像 患者空腹 6h 以上,检查在注射 ^{18}FDG,5.55MBq/kg 后 40min~60min 进行。扫描范围从大腿中段至头顶,扫描结束后将 PET 和 CT 图像传送至 Entegra 工作站进行对位融合,图像重建采用有序子集最大期望值迭代法,子集 28,迭代次数 2,得到横断位、冠状位和矢状位融合图像。

1.2.5 图像分析 分别在 CT、SPECT 或 PET、PET/CT 图像上观察并记录肿瘤病灶的数目、位置、大小、密度、放射性核素分布、有无淋巴结增大或局部软组织肿胀等情况,数据的记录采用 3 级分法,即阳性(清楚显示)、可疑、阴性(无法显示)。

1.2.6 统计学处理 所有数据的处理均在 SAS 8.0 软件上进行,其中 CT、SPECT 或 PET、PET/CT 之间的诊断效能比较,采用成组设计多个样本比较的秩和检验,即 H-test,计算出校正的 H 值(Hc)。当 Hc 值 > 5.99,则 $P < 0.05$,认为差别有统计学意义,则再行扩展 t 检验,比较两组之间差别有无显著性;若 $P > 0.05$,提示总体不存在差别,不需再作进一步的两两比较。

2 结 果

2.1 胸部病灶表现(图 1~6)

9 例,原发病灶分别是甲状腺癌 3 例、肾脏透明细胞癌 1 例、子宫内膜癌 4 例、肝细胞癌 1 例。

2.1.1 病灶分布 位于左肺 1 例、右肺 1 例,双肺 7

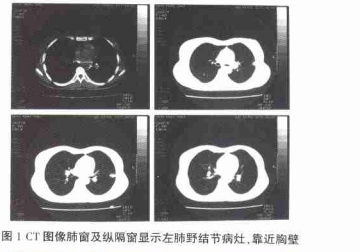


图 1 CT 图像肺窗及纵隔窗显示左肺野结节病灶,靠近胸壁

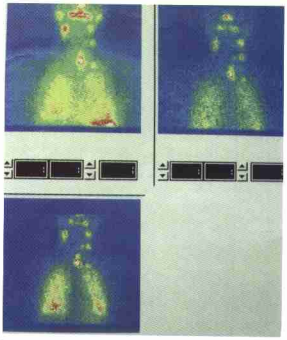


图 2 SPECT 图像显示肺野及右侧甲状腺区域点状、结节状放射性浓聚影

维普资讯 http://www.cqvip.com

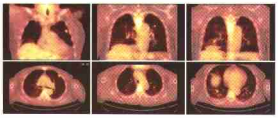


图 3 PET/CT 可见双侧肺野及右侧甲状腺区域高代谢灶,定位清楚

图 1-3 右侧甲状腺癌双肺转移

例,共有病灶 29 个。PET/CT 显示全部 29 个病灶,SPECT 或 PET,CT 均显示同一部位病灶 21 处,另外 SPECT 或 PET 还多发现病灶 4 处,而相应部位 CT 检查未见异常;CT 图像上另显示病灶 3 处,但 SPECT或 PET 无异常改变。可见,在检出病灶方面,PET/CT 为 100%(29/29 个),SPECT 或 PET 为 86.2%(25/29 个),CT 为 82.8%(24/29 个)。

2.1.2 图像特点 SPECT 或 PET,PET/CT 图像上全部 9 例均见原发部位放射性浓聚,转移性病灶表现为点状、结节状、块状、圆形或类圆形放射性浓聚影,较大病灶中心可有放射性稀疏或缺损区,其中 PET/CT 图像上显示 11 个病灶边缘分叶状,2 个有偏心性空洞;CT 图像显示转移性病灶呈结节、肿块或网状结节样,密度较均匀,分叶状病灶 17 个,毛刺 9 个,偏心性空洞与壁结节 10 个。5 例同时伴有纵隔或/和肺门淋巴结转移,1 例伴有脊柱/肋骨破坏。7 例增强共显示病灶 22 个,19 个为中度强化。

2.2 脊柱病灶表现(图 4~6)

7 例,原发病灶为前列腺癌 3 例,肾癌 1 例,甲状腺癌 1 例,卵巢癌 1 例,左下肢骨肉瘤 1 例。

2.2.1 病灶分布 位于颈胸段 1 例、胸腰段 3 例,腰段 3 例,共 17 个病灶。PET/CT 显示全部 17 个病灶,SPECT 或 PET,CT 均显示同一部位病灶 12 处,另外 SPECT 或 PET 还多发现病灶 3 处,而相应部位 CT 检查未见异常;CT 图像上另显示病灶 1 处,但

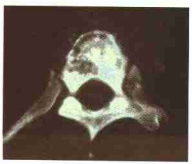


图 4 胸椎 CT 显示椎体溶骨性破坏,相邻软组织肿胀

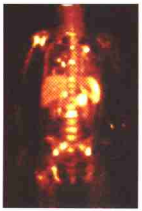


图 5 PET 图像显示左肾、胸腰段



图 6 PET/CT 除图 5 所示病灶外,多个椎体、骨盆、右侧肾上腺、双、另见右肾、左绕骨放射性浓聚肺、右锁肩关节放射性浓聚

图 4-6 左侧肾癌全身多处转移

SPECT 或 PET 无异常改变。由此计算,在检出病灶方面,PET/CT 为 100%(17/17 个),SPECT 或 PET 为 88.2%(15/17 个),CT 为 76.5%(13/17 个)。

2.2.2 图像特点 SPECT 或 PET,PET/CT 图像上,5 例见原发肿瘤区放射性浓聚,1 例前列腺癌和 1 例卵巢癌无异常发现。转移性病灶表现为相应椎体放射性浓聚影,其中 PET/CT 图像上显示 3 个病灶呈溶骨性破坏,6 个病灶呈成骨性破坏;CT 图像显示转移性病灶呈溶骨性破坏 6 个,成骨性破坏 8 个,混合性破坏 3 个,相邻软组织均有不同程度肿胀。

2.3 肝脏病灶表现(图 7~9)

3 例,分别来自胃癌 1 例,结肠癌 1 例,直肠癌 1 例。

2.3.1 病灶分布 位于右叶 2 例,另 5 例布满整个肝脏,其中 1 例肝门及腹主动脉旁淋巴结增大。PET/CT 显示全部 14 个病灶,SPECT 或 PET,CT 均显示同一部位病灶 9 处,SPECT 或 PET 另发现病灶

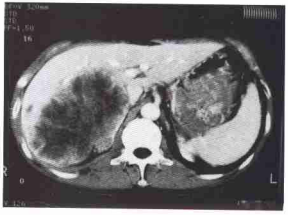


图 7 增强 CT 门脉期图像,显示肝脏巨大类圆形病灶,边缘环形强化,中心为坏死区

维普资讯 http://www.cqvip.com



图 8 PET 图像



图 9 为 PET/CT 融合图像，见降结肠区域及肝区放射性浓聚，其中肝下缘病灶呈环状，中心无放射性浓聚。融合图像显示的解剖结构更清楚

图 7~9 降结肠癌肝转移

1处，而相应部位 CT 检查未见异常；CT 图像上另显示病灶 2 处，但 SPECT 或 PET 无异常改变。在检出病灶方面，PET/CT 为 100%(14/14 个)，SPECT 或 PET 为 71.4%(10/14 个)，CT 为 78.6%(11/14 个)。

2.3.2 图像特点 SPECT 或 PET、PET/CT 显示转移病灶为圆形或类圆形放射性浓聚影，由于 SPECT 或 PET 生理性摄取干扰，2 例无法确定原发肿瘤，而 PET/CT 上可见原发灶区域放射性浓聚；于 CT 图像上，平扫期病灶呈低密度 11 个、等密度 3 个，增强扫描动脉期病灶边缘强化，门脉期混杂密度者 12 个(其中“牛眼征”5 个)，低密度 2 个，延迟期均呈低密度。

表 1 60 个病灶分别在 CT、SPECT 或 PET、PET/CT 的检出比较

	阳性病灶	可疑病灶	阴性病灶	H_c值	P值
CT	48	1	11		
SPECT或 PET	50	2	8	8.273	0.010
PET/CT	60	0	0		
合计	158	3	19		

运用扩展 t 检验计算，CT 组与 SPECT 或 PET 组之间 t 值 =13.22，$P>0.05$；CT 组与 PET/CT 组间 t 值 =2.53，$P<0.05$；SPECT 或 PET 组与 PET/CT 组之间的 t 值 =5.19，$P<0.05$。

表 2 CT、SPECT 或 PET、PET/CT 在显示病灶形态特征的比较

	清楚显示	可疑	无法显示	H_c值	P值
CT	42	3	3		
SPECT或 PET	0	5	45	12.15	0.0001
PET/CT	13	2	45		
合计	55	10	93		

经过扩展 t 检验计算，CT 组与 SPECT 或 PET 组之间 t 值 =4.27，$P<0.05$；CT 组与 PET/CT 组间 t 值 =4.34，$P<0.05$；SPECT 或 PET 组与 PET/CT 组之间的 t 值 =9.52，$P>0.05$。

3 讨 论

3.1 PET/CT 的成像原理

PET/CT 是将 PET 和 CT 两种先进的影像技术有机地结合在一起的新型影像设备，兴起于 20 世纪 90 年代。众所周知，PET 属于功能显像，能从分子水平上反映人体组织的生理、病理、生化代谢改变，但受脏器或组织的血流、细胞功能、细胞数量、代谢活性和排泄引流等因素影响，加之采集图像的信息量有限，解剖分辨率往往不及 CT、MRI。而 CT 成像是建立在形态学基础上，能显示机体精细的解剖结构变化，不能反映组织器官的功能代谢。因此，PET/CT 实现了功能显像和形态成像技术的同机融合，一次 PET/CT 检查可完成全身的 CT 及 PET 数据采集，分别显示三个方向的三维断层图像，互相参考，互相印证，弥补了 CT 定性困难、PET 定位不精确和由于生理性摄取所造成假阳性的缺陷，是影像学发展的又一新起点[3-5]。

3.2 CT、SPECT 或 PET、PET/CT 各自在诊断体部转移性肿瘤中的优势

CT 检查诊断转移性肿瘤的优势，在于它能够显示肿瘤病灶的形态特征和与相邻结构的关系。典型的转移性肺癌，CT 表现两肺弥散分布的多发结节灶，肺中下野较肺尖多见，大小不等，密度均匀，较大病灶可有分叶，边界清楚[6]；本组资料也显示，CT 上转移性病灶呈结节、肿块或网状结节样变，密度较均匀，边缘可呈分叶状，5 例同时伴有纵隔或/和肺门淋巴结转移。脊柱转移性肿瘤，可见多个椎体受累及，呈成骨性、混合性或溶骨性破坏，相邻软组织肿胀[7]。而转移性肝癌，CT 检查显示多个结节，增强扫描在鉴别诊断中具有重要价值。从表 2 可以看出，在显示病灶的形态特征方面，如形态、密度、边界、强化特征及相邻结构改变，CT 具有明显的优势。

观察表 1 不难发现，核医学显像如 SPECT、PET 对病灶的检出率与 CT 相似，分别为核医学显像 83.3%(50/60 个)，CT80.0%(48/60 个)，P 值 >0.05，二者之间没有统计学差异。但是，如果疾病处于早期阶段，仅引起器官功能改变时，则核医学显像优势明显。此外，核医学显像可以获得全身的功能图像，提供有关脏器、组织、病变的血流、代谢和排泄方面的信息，甚至是分子水平的代谢和化学信息。同时，根据局部放射性浓聚，核医学显像可以提示

维普资讯 http://www.cqvip.com

绝大多数原发肿瘤的部位，本组资料为 73.7%（14/19 例），这对于转移性肿瘤的诊断，有着重要的参考价值。

Lardinois 等[8]学者研究了 PET/CT 检查的 49 例非小细胞肺癌病例，发现有 20 例病灶仅在单一的 CT 或 PET 图像上无法显示，认为 PET/CT 的使用大大提高了诊断的准确性。Beyer[2]等应用同机 PET/CT 扫描，检查 110 例不同病理类型的肿瘤（包括肺癌、食道癌、头颈部肿瘤、黑色素瘤、淋巴瘤、胰腺癌、肾癌等），观察并比较 PET/CT 图像在显示肿瘤原发病灶、淋巴结转移和其他器官受累及状况，也认为融合图像在评价肿瘤的诊断、分期和指导治疗方面，有着极其重要的价值，远远超过单一的核医学或 CT、MRI 检查。Patel 等[9]报道 2 例经手术治疗的输卵管癌患者，术后疑有转移或复发，但血清 CA125、腹腔镜及 CT 等检查均无阳性发现，而 PET/CT 检查清楚显示出了转移病灶，为临床改变治疗方案提供了依据。另有学者比较了 PET/CT 和 PET 在诊断肿瘤原发灶及转移灶方面的准确性，发现 PET/CT 的灵敏度、特异性和准确性分别为 98%、99%、98%，而 PET 分别为 90%、93%、91%，可见 PET/CT 在疾病的分期中占有重要地位[10]。本文分别通过比较观察三种检查方法对转移病灶的检出，发现 PET/CT 融合图像优于 CT、SPECT 或 PET，$P < 0.05$，有统计学差异；在精确定位病灶上，PET/CT 明显超过 SPECT；在显示原发肿瘤方面，PET/CT 优于 CT、SPECT，这是因为 SPECT 图像存在生理性摄取干扰，常在唾液腺、膀胱、胃肠道及肝区出现放射性核素浓聚，干扰诊断；而 CT 为局部横断位扫描，除非特别提示，扫描范围一般未包括原发肿瘤区域。综合以上研究资料，笔者认为，PET/CT 融合图像，在提供更多有关原发病灶及转移病灶异常高代谢信息的同时，提高了对病灶的定性诊断、定位诊断和鉴别生理性摄取的能力，较单一的核医学和 CT 检查有明显的优势，有利于临床医师制定和调整治疗方案[1,4,5,7]。

3.3 PET/CT 图像的不足之处

当前，虽然 PET/CT 扫描机已经实现了同机图像融合，主要的一些技术参数也能满足常见疾病诊断的需要，但是当前 PET/CT 系统所使用的 CT 机属于中档产品（如本文所使用者），图像的空间分辨力和组织对比分辨力还不太理想，在确定病灶内部的精确解剖结构上，远不及单机型 CT 图像[5,11]；呼吸运动容易造成 PET/CT 图像伪影；此外，扫描时静脉内注射的造影剂可能导致 CT 采集时血管内的衰减，产生衰减校正错误，出现伪影[12]。从本文表 2 中也可得出同样的结论，并存在统计学差异，故而应引起临床广大医师的高度注意，在日常读片时考虑这些影响因素，以减少误诊或漏诊。

参 考 文 献

[1] David W. PET/CT: Today and tomorrow[J].J Nucl Med,2004;45(1, suppl): 4-8.

[2] 李少林，张永学.核医学[M].第 6 版.北京：人民卫生出版社，2004.1-6.

[3] Beyer T,Townsend DW,Brun T,et al. A combined PET/CT scanner for clinical oncology[J]. J Nucl Med,2000;41(8):1369-1379.

[4] 文 明，李少林.医学图像融合技术及其临床应用价值[J].中国医学影像学杂志，2005;13(3):223-225.

[5] 文 明，李少林，罗天友，等.PET/CT 融合图像诊断甲状腺癌—与 CT、SPECT 或 PET 的比较研究 [J]. 中国医学影像技术，2005;21(10):1595-1598.

[6] Murata K,Takahashi M,Mori M,et al.Metastasis nodules:CT-pathologic correlation[J]. Radiology,1992;182(2):331-337.

[7] 罗小平，喻明宪.脊柱转移性肿瘤的介入治疗[J].重庆医科大学学报，2000;25(2):188-189.

[8] Lardinois D,Weder W,Hany TF,et al.Staging of non-small-cell lung cancer with integrated positron-emission tomography and computered tomography[J].N Engl J Med,2003;348(25):2500-2507.

[9] Patel PV,Cohade C,Chin BB,et al.PET-CT localizes previously undetectable metastatic lesions in recurrental fallopian tube carcinoma[J]. Gynecol Oncol,2002;87(3):323-326.

[10] Hany TF,Steinert HC,Goerres GW,et al. PET diagnostic accuracy: improvement with in-line PET/CT system:initial results [J].Radiology, 2002;225(2):575-581.

[11] Smith TAD.FDG uptake,tumor characteristics and response to therapy: a review[J].Nucl Med Commun,1998;19(2):97-105.

[12] Antoch G,Frendenberg LS,Egelhof T,et al. Focal tracer uptake:a potential artifact in contrast-enhanced dual-modality PET/CT scans[J].J Nucl Med,2002;43(10):1339-1342.