

- 99m sestamibi myocardial perfusion single-photon emission computed tomography in asymptomatic patients with diabetes mellitus and no known coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 2002, 90(8): 827-832.
- 13 Berman DS, Kang X, Hayes SW, et al. Adenosine myocardial perfusion single-photon emission computed tomography in women compared with men: impact of diabetes mellitus on incremental prognostic value and effect on patient management. *J Am Coll Cardiol*, 2003, 41(7): 1125-1133.
- 14 Giri S, Shaw LJ, Murthy DR, et al. Impact of diabetes on the risk stratification using stress single-photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging in patients with symptoms suggestive of coronary artery disease. *Circulation*, 2002, 105(1): 32-40

(收稿日期: 2006-11-27)

SPECT-CT——核医学影像技术的新阶段

查金顺

【摘要】精确的解剖定位一直是具有功能特异性的 SPECT 所追求的目标。SPECT 与 CT 融合系统为临床诊疗提供了丰富的信息, 其良好的定位功能进一步巩固了 SPECT 的临床地位。在心脏病学中, SPECT-CT 可提供准确的衰减图或心功能影像, 有利于早期和更准确的诊断。在肿瘤病学中, 可对神经内分泌瘤等原发或转移病灶的位置、性质等作出准确判断, 有利于临床制定切实可行的诊疗措施。在常规核医学的应用中, 能够较为准确地寻找感染灶以及为肺栓塞形态学-灌注缺损关系的评估提供精确的方法。SPECT-CT 带来了清晰的解剖图像并加快了工作流程。

【关键词】体层摄影术, 发射型计算机, 单光子; 体层摄影术, X 线计算机; 图像融合

【中图分类号】R814.42, R817.4 【文献标识码】A 【文章编号】1673-4114(2007)03-0135-04

Functional anatomical image fusion with a hybrid SPECT-CT an new stage of the developing nuclear medicine techniques

ZHA Jing-shun

(Department of Nuclear Medicine, The Second Affiliated Hospital of Fujian Medical University, Quanzhou 362000, China)

【Abstract】To obtain a function of precise anatomical localization, it is a goal that SPECT with functional sensitivity aspire to all through. Although the SPECT hybrid system with non-diagnostic CT could provided more information for clinical practice. It's better function of anatomical localization has confirmed further the role of SPECT in clinical practice. It has a good future in application that is could provide accurate image of attenuaton and function of heart in cardiovascular disease, so that in favor of diagnosis early and accurately. The hybrid SPECT-CT help improved planning of diagnosis and therapy for patients with cancer such as ectopic parathyroid tumours, neuroendocrine tumours, and prostate cancer so on that it could evaluate accurately position and characters to those primary or focus of metastases tumours. In general nuclear medicine. It could help clinicians accurately locate the source of infection and improve the sensitivity of diagnosis and Improved therapy planning optimized for each individual patient, it also provide an accurate assessment of the morphological-perfusion defect relationship. The SPECT-CT brought high accurateness for functional and anatomical image and so improve workflow.

【Key words】Tomography, emission-computed, single-photon; Tomography, X-ray computed; Image fusion

早在 50 年前, 人们就在 X 射线摄影时增加了与活体大小一致的核医学直线扫描。1993 年, 可对脑模型进行同时 SPECT 和 X-CT 功能解剖显像研究的第一台样机系统面世。2000 年, 由低剂量 CT

系统和双探头可变角 SPECT 共同构成的 SPECT-CT 系统应用于临床, 该系统可进行两种影像模式的连续采集, 然后进行衰减校正和影像融合。SPECT 与 CT 的同机融合可对 SPECT 结果作出更为精确的阐释、改善其精确性、为临床治疗提供重要的信息, 其价值超过了单独的 SPECT 显像。

1 SPECT-CT 在心脏病学中的应用

心脏核医学、功能影像的常规核医学、靶向肿瘤学是影像核医学应用的三大领域。心脏 SPECT 的特异性显著受组织结构所致光子吸收的影响,成功的衰减校正主要依赖于高质量的衰减影像。随着介入心血管病学的进展和多层 CT 技术的图像融合,使这一方法可对某个循环系统疾病是否危及心功能作出判断。SPECT-CT 可以改善来自介入检查的信息和减少 SPECT 不确定性结果的方法,并被证实是经济、有效的。

Kraitchman 等^[1]报道,动物异体间充质干细胞迁移到心肌梗死灶的动态 SPECT-CT 显示,梗死心肌局灶性和弥散性的充质干细胞摄取,而 MRI 却未能证实该摄取,认为 SPECT-CT 可较好地动态跟踪间质干细胞的生物学分布及在靶-非靶器官间的迁移。

Fricke 等^[2]的研究结果证实,在心脏病学的应用中,多层 CT 可提供准确的衰减图或心功能影像,有利于早期和更准确的诊断;多层 CT 的 SPECT-CT 系统可在心脏事件发生后快速和准确地判明由于血供不足所导致的心肌损伤部位并分级,故 SPECT-CT 在心脏病学中具有良好的应用前景。

2 SPECT-CT 在肿瘤病学中的应用

SPECT-CT 可高度精确地定位肿瘤病灶,并能评估肿瘤入侵周围组织及其功能代谢特征^[3]。

SPECT-CT 有助于探测到甲状腺癌患者体内其他部位的转移灶。如果肿瘤已经扩散,则整机系统中的 CT 图像将有助于定位转移灶,并根据显像结果确定是否继续接受治疗。Ruf 等^[4]和 Tharp 等^[5]报道, SPECT-CT 可显示出传统 SPECT 全身平面显像未明确或未显示的病灶,优化残留甲状腺组织的淋巴结转移灶、纵隔的肺转移灶和骨骼转移灶¹³¹I 摄取的定位,并对病灶性质作出新的评价而调整部分患者相应的治疗计划。SPECT-CT 对于肿瘤患者¹³¹I 治疗、服用放射药物剂量的确定、肿瘤切除术和放疗等治疗方案的制定也具有重要的临床价值。

^{99m}Tc-甲氧基异丁基异腈(^{99m}Tc-sestamibi, ^{99m}Tc-MIBI)SPECT 被认为是甲状腺腺瘤切除术前定位检查的主要影像方法,其灵敏度为 74%~87%。Krausz 等^[6]证实, ^{99m}Tc-MIBI SPECT-CT 优于单独的

SPECT, 提高了显像的灵敏度(91%~96%),对 36 例中的 14 例(39%)甲状腺腺瘤功能亢进症患者的甲状腺腺瘤定位和手术计划发挥了较大的作用,特别是对异位甲状腺腺瘤或颈部外科手术后患者较为有用。异位甲状腺腺瘤较之典型甲状腺疾病难于发现,当腺体不在预期的部位时,特别是在胸部很难找到其位于何处,而 SPECT-CT 较之独立的 SPECT 或 CT 能更好地诊断这类异位肿瘤。

Even-Sapir^[7]回顾和讨论各种影像学 and 闪烁扫描方法的恶性肿瘤骨转移显像原理、优势和局限性后认为, ^{99m}Tc-亚甲基二膦酸盐(^{99m}Tc-methylene diphosphonate)摄取的增加反映了骨质对肿瘤细胞存在的造骨细胞的反应, SPECT-CT 则为浓聚灶的解剖定位提供了一个较好的方法,并改善了 SPECT 检测恶性肿瘤骨转移的精确性。

骨髓抑制是非霍奇金淋巴瘤放射免疫治疗的剂量限制性副作用,预期个体化的骨髓放射性测量能使骨髓毒性的危险降至最低,但目前还缺乏确定骨髓摄取量的可靠方法。Boucek 等^[8]和 Minarik 等^[9]对此项研究结果认为, SPECT-CT 全身放射性测量方法可安全、有效地应用于临床。

Birchall 等^[10]对 1 例颈痛患者实施了 ^{99m}Tc-羟亚甲基二膦酸盐(^{99m}Tc-hydroxymethylene diphosphonate, ^{99m}Tc-HDP) SPECT-CT, 结果在第五颈椎右侧椎弓根和部分椎间关节处显示一个放射性摄取增强的孤立病灶,术后病理学证实为成骨细胞瘤。

Krausz 等^[11]对疑似神经内分泌肿瘤患者进行的 ¹¹¹In-pentetreotide SPECT-CT 研究结果显示, SPECT-CT 改变了 32%患者单独 SPECT 或 CT 的诊断性描述,并导致 14%患者处理方式的改变。

3 SPECT-CT 在其他疾病中的应用

传统的感染显像由于缺乏解剖定位标志,使之难以确定浓聚灶的相应解剖位置。具有丰富信息定位能力的 SPECT-CT, 有助于对感染原发灶进行精确定位、改善诊断敏感性和作出最佳的治疗计划。Natan 等^[12]报道, 1 例 70 岁的女性患者,行髋部外科手术后 3 个月出现脓毒血症临床表现,腹部和盆腔 CT 未发现明显的病灶,逐行 ¹¹¹In-白细胞 SPECT 影像显示有异常放射性浓聚,但不能明确其解剖位置,而 SPECT-CT 则清楚地显示了感染灶的解剖位置,由此还得出结论: ¹¹¹In-白细胞显像可成为腹

部和盆腔感染灶定位的重要手段,其定位能力远胜于 ^{67}Ga 显像。

Zaki 等^[13]利用呼吸门控灌注 SPECT-CT 图像融合法(三维图像融合软件)确定了早期发生、X 射线摄片和 CT 未发现的急性肺栓塞所致实变性肺不张部位,认为 SPECT-CT 为评估形态学-灌注缺损的关系提供了精确的方法,并可对急性肺栓塞和炎性疾病所致的损伤进行鉴别诊断。

4 展望

美国核医学学会 2006 年年会从数千张参会图片中评选出两张年度图像,均为 SPECT-CT 所获,融合图像精确地显示了相应冠状动脉极微小的血流缺损,研究的结果强调了 CT 血管造影与 SPECT 组合评估以识别哪些可能需要行紧急血管成形术和作适当治疗病灶的重要意义^[14]。Wagner^[15]提出,图像融合是当今核医学的一个主要研究领域,SPECT-CT 的发展引人注目,虽然 SPECT-CT 的起步较晚,但将和 PET-CT 并列发展。

SPECT-CT 有效显示了解剖和生理间的关系,并有助于对诊断信息的理解和病理生理学基础的描述。SPECT-CT 开启了 SPECT 的新时代,并对患者的诊疗产生深远的影响^[16]。随着混合型装置技术的发展和推广应用,SPECT 与 CT 的图像融合将变得常规化且更简易和有效。在放射性活性生理性摄取增加时,融合图像所提供的影像信息对于明确与疾病无关或异常病灶,将发挥重要的作用。

SPECT-CT 技术的发展方向是获得高分辨率的 CT 图像和最精确的衰减校正图、实时图像融合并提供最精确的融合图像、缩短成像时间,从而获得高度准确的诊断。可以预期,这些越来越完善的技术改进,将更好地发挥 SPECT 在脑、心脏、肿瘤及病变在诊断、治疗决策和疗效评估等方面的作用,对临床策略产生积极的影响,特别是脑和神经内分泌等肿瘤显像、乳腺癌患者前哨淋巴结的定位检测、冠心病心肌缺血部位的明确识别、甲状旁腺腺瘤术前定位显像、炎性病灶定位显像等,SPECT-CT 将可能彻底改变这些疾病的诊断和治疗策略^[17,20-26]。但未来更多的研究是需要明确这一新技术的临床应用指征,由此为临床提供最大的利益。在硬件设备技术应用发展的同时,单光子发射放射性药物的开发和应用也是必不可少的一个环节。

无疑,基于“从分子影像到分子医学”的理念,SPECT-CT 具有广阔的发展空间并将发挥极其重要的作用。

参 考 文 献

- 1 Kraitman DL, Tatsumi M, Gilson, WD, et al. Dynamic imaging of allogeneic mesenchymal stem cells trafficking to myocardial infarction. *Circulation*, 2005, 112(10): 1451-1461.
- 2 Fricke E, Fricke H, Weise R, et al. Attenuation correction of myocardial SPECT perfusion images with low-dose CT: evaluation of the method by comparison with perfusion PET. *J Nucl Med*, 2005, 46 (5): 736-744.
- 3 Keidar Z, Israel O, Krausz Y. SPECT/CT in tumor imaging: technical aspects and clinical applications. *Semin Nucl Med*, 2003, 33 (3): 205-218.
- 4 Ruf J, Lehmkuhl L, Bertram H, et al. Impact of SPECT and integrated low-dose CT after radioiodine therapy on the management of patients with thyroid carcinoma. *Nucl Med Commun*, 2004, 25(12): 1177-1182.
- 5 Tharp K, Israel O, Hausmann J, et al. Impact of ^{131}I -SPECT/CT images obtained with an integrated system in the follow-up of patients with thyroid carcinoma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2004, 31 (10): 1435-1442.
- 6 Krausz Y, Bettman L, Guralnik L, et al. Technetium-99m-MIBI SPECT/CT in primary hyperparathyroidism. *World J Surg*, 2006, 30(1): 76-83.
- 7 Even-Sapir E. Imaging of malignant bone involvement by morpho-logic, scintigraphic, and hybrid modalities. *J Nucl Med*, 2005, 46 (8): 1356-1367.
- 8 Boucek JA, Turner JH. Validation of prospective whole-body bone marrow dosimetry by SPECT/CT multimodality imaging in (^{131}I) -anti-CD20 rituximab radioimmunotherapy of non-Hodgkin's lymphoma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2005, 32(4): 458-469.
- 9 Minarik D, Sjogreen K, Ljunberg M. A new method to obtain transmission images for planar whole-body activity quantification. *Cancer Biother Radiopharm*, 2005, 20(1): 72-76.
- 10 Birchall JD, Blackband K, Freeman BJ, et al. Precise localisation of osteoblastoma with SPET/CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2004, 31(2): 308.
- 11 Krausz Y, Keidar Z, Kogan I, et al. SPECT/CT hybrid imaging with ^{111}In -pentetreotide in assessment of neuroendocrine tumours. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2003, 59(5): 565-573.
- 12 Natan J, Crawford JA, Sodee B, et al. Fused SPECT/CT imaging of perivertebral infection using indium-111-labeled leukocytes. *Clin Nucl Med*, 2006, 31(N12): 801-802.
- 13 Zaki M, Suga K, Kawakami Y, et al. Preferential location of acute pulmonary thromboembolism induced consolidative opacities: assessment with respiratory gated perfusion SPECT-CT fusion images. *Nucl Med Commun*, 2005, 26(5): 465-474.
- 14 SNM. 2006 image of the year: focus on cardiac SPECT/CT. *J Nucl Med*, 2006, 47(7): 14N-15N.
- 15 Wagner Jr. From molecular imaging to molecular medicine henry. *J Nucl Med*, 2006, 47(8): 14N-39N.
- 16 Schillaci O. Hybrid SPECT/CT: a new era for SPECT imaging?. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2005, 32(5): 521-524.

- 17 Delbeke D, Edward RC, Guiberteau MJ, et al. Procedure guideline for SPECT/CT imaging 1.0. J Nucl Med, 2006, 47(7): 1227-1234.
- 18 Lerman H, Metser U, Lievshitz G, et al. Lymphoscintigraphic sentinel node identification in patients with breast cancer: the role of SPECT-CT. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2006, 33(3): 329-337.
- 19 Schillaci O, Danieli R, Manni C, et al. Technetium-99m-labelled red blood cell imaging in the diagnosis of hepatic haemangiomas: the role of SPECT/CT with a hybrid camera. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2004, 31(7): 1011-1015.

(收稿日期: 2006-11-06)

抵抗素研究进展及其在肿瘤核医学中的应用

陈仲 韩佩珍

【摘要】抵抗素是脂肪细胞分泌的一种多肽类细胞因子,是肥胖与胰岛素抵抗和糖尿病联系的纽带,其在体内分布广泛,但现阶段研究还存在很大的争议。目前,抵抗素的检测方法主要是酶联免疫吸附分析、相对定量实时聚合酶链反应技术、放射免疫分析和蛋白质印迹法。乳腺癌患者血清抵抗素水平为 $(5.23 \pm 6.90) \text{ mg/L}$,明显高于对照组的 $(1.46 \pm 2.00) \text{ mg/L}$ 。通过对抵抗素在肿瘤核医学中的应用研究,可进一步研究其与乳腺癌在分子水平上的关系。

【关键词】酶联免疫吸附测定; 聚合酶链反应; 放射免疫测定; 印迹法, 蛋白质; 抵抗素

【中图分类号】 Q503

【文献标识码】 A

【文章编号】 1673-4114(2007)03-0138-03

Progress of study on resistin and its application in tumor nuclear medicine

CHEN Zhong, HAN Pei-zhen

(Tianjin Key Laboratory of Molecular Nuclear Medicine, Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Tianjin 300192, China)

【Abstract】 Resistin, a peptide cell factor secreted by fat cells, has wide distribution in human body and multiple functions. Although resistin probably is a bridge connecting obesity to insulin resistance and diabetes, there are lots of controversies and disconformations among recent studies. So far, the detection method of resistin is enzyme linked immunosorbent assay, relative quantitative real-time PCR, radioimmunoassay and Western blotting. There was a statistically significant difference in serum resistin levels between the groups (breast cancer group $5.23 \pm 6.90 \text{ mg/L}$ vs. control $1.46 \pm 2.00 \text{ mg/L}$). The studies of resistin in application in tumor nuclear medicine will investigate the relationship of resistin and breast cancer further in the molecular level.

【Key words】 Enzyme-linked immunosorbent assay; Polymerase chain reaction; Radioimmunoassay; Blotting, western; Resistin

抵抗素是脂肪细胞分泌的一种多肽类细胞因子。Steppan 等^[1]于 2001 年在研究胰岛素增敏剂噻唑烷二酮衍生物的作用机制时发现,一种由脂肪细胞特异分泌的富含半胱氨酸的蛋白质具有抵抗胰岛素的作用,将其命名为抵抗素(resistin)。抵抗素是联系肥胖与胰岛素抵抗、糖尿病的一个纽带,但其生物学功能以及与肥胖、胰岛素抵抗、2 型糖尿病的关系尚有待进一步研究。

1 抵抗素的分布

抵抗素首先是作为脂肪细胞因子提出的,后来的研究对抵抗素的这种来源和分布都提出了质疑。Savage 等^[2]从严重的胰岛素抵抗患者的脂肪细胞中没有检测出抵抗素的 mRNA, Nagaev 等^[3]也得到同样的实验结果。Patel 等^[4]利用实时定量聚合酶链反应(polymerase chain reaction, PCR)分析方法对人体多个组织的抵抗素 mRNA 进行检测发现,骨髓具有高水平抵抗素表达,肺部的表达量居次,仅为骨髓的十分之一,胎盘、胎儿、脾脏有少量表达。

作者单位: 300192 天津, 中国医学科学院中国协和医科大学放射医学研究所天津市分子核医学重点实验室

通讯作者: 韩佩珍(E-mail: peggyhan_5@hotmail.com)