

- 10 Nyberg G, Bergstrom M, Enblad P, et al. PET-methionine of skull base neuromas and meningiomas[J]. Acta Otolaryngol (Stockh), 1997, 117: 482--489.
- 11 Braga FJHN, Flamen P, Van Calenberg F. 11-C-methionine (MET) and 18-FDG PET for the evaluation of suspected recurrent brain tumours(SRBT)[J]. Eur J Nucl Med, 2000, 27(8):1145.
- 12 Kaschten B, Stevenaert A, Sadzot B, et al. Preoperative evaluation of 54 gliomas by PET with fluorine-18-fluorodeoxyglucose and/or carbon-11-methionine[J]. J Nucl Med, 1998, 39(5): 778 - 785.
- 13 Nuntinen J, Sonninen P, Lelikoinen P, et al. Radiotherapy treatment planning and long-term follow-up with [¹¹C]methionine PET in patients with low-grade astrocytoma[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2000, 48(1): 43 - 52.
- 14 Roelcke U, Ammom KV, Hausmann O, et al. Operated low grade astrocytomas: a long term PET study on the effect of radiotherapy[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1999, 66: 644 - 647.
- 15 Gudjonsson O, Blomquist E, Lilja A, et al. Evaluation of the effect of high - energy proton irradiation treatment on meningiomas by means of ¹¹C-L-methionine PET[J]. Eur J Nucl Med, 2000, 27(12):1793 - 1799.
- 16 Voges J, Herholz K, Holzer T, et al. ¹¹C-methionine and ¹⁸F-2-fluorodeoxyglucose position emission tomography: a tool for diagnosis of cerebral glioma and monitoring after brachytherapy with ¹²⁵I seeds[J]. Stereotact Funct Neurosurg, 1997, 69(1 - 4 pt2): 129 - 135.
- 17 Tsuyuguchi N, Sunada I, Iwai Y, et al. Investigation of false positive and false negative signs in methionine-PET[J]. Riv Neuroradiol, 1998, 11(suppl 2): 87 - 90.
- 18 Tashima T, Moriaka T, Nishio S, et al. Delayed cerebral radionecrosis with a high uptake of ¹¹C-methionine on positron emission tomography and 201Tl-chloride on single-photon emission computed tomography[J]. Neuroradiology, 1998, 40: 435 - 438.

文章编号: 1001-098X(2002)01-0004-04

双探头符合线路技术和检测肿瘤的价值

川 玲

摘要: 双探头符合线路(DHC)显像技术的不断成熟和广泛应用,使核医学显像技术在诊断肿瘤方面有了新的发展。由于双探头符合线路在图像处理方面采用了符合探测的预先分组最大期望值图像重建(COSEM)方法(迭代重建法)代替了常用的滤波反投影法(FBP),使图像效果有了明显改善。并且,采用CT或¹³⁷Cs等放射源在发射显像之前或之后作透射显像以对图像进行衰减校正,对病灶的检出以及图像效果均有较大益处。近来许多研究采用CT等影像技术与SPECT图像进行同机或非同机图像融合处理,对临床判定病灶部位有很大帮助。

关键词: 双探头符合线路; 图像处理; 衰减校正; 图像融合; 肿瘤

中图分类号: R817.4

文献标识码: A

Dual-head coincidence technique and the efficiency of detecting tumor

CHUAN Ling

(Department of Nuclear Medicine, Navy General Hospital, Beijing 100037, China)

Abstract: This discussion extends that review to a description of dual-heads coincidence(DHC). On the imaging reconstruction of DHC, new algorithms using iterative reconstruction that based on the ordered subsets estimation maximization(COSEM) has been developed for coincidence imaging that improved the effect of imaging. The attenuation correction(AC) for the body DHC imaging was performed by the using CT or ¹³⁷Cs. On the comparison of the effect of imaging between AC and no AC, the image quantity of AC imaging is superior to that no AC's. The numerous studies have shown the fusion

imaging from coregistered the function imaging of DHC and anatomy imaging of CT or MRI can apply more accurately imaging than DHC only. This paper also compare the efficiency of diagnosis for tumor patients with PET and FDG-DHC. The efficiency of DHC detecting to the mass of $> 1.5\text{cm}$ was higher, but the mass of $< 1.5\text{cm}$ was lower.

Key words: dual-head coincidence, attenuation correction, fusion imaging, tumor

20世纪90年代以来, ^{18}F -FDG(^{18}F -氟代脱氧葡萄糖)功能显像已被神经病学、心脏病学和肿瘤学所接受,特别是对于肿瘤的诊断、肿瘤转移灶的确定、肿瘤的分期和肿瘤复发的判定方面有其独到之处。由于PET的检查费用昂贵,近年来几个厂家开始提供双探头符合线路(DHC)的 ^{18}F -FDG,使一般收入人群能够承受这种检查费用。

1 双探头符合线路的采集与图像处理

与早先用于PET的图像重建方法包括滤波反投影方法(FBP)相比,双探头符合线路是用迭代法处理符合显像,信噪比以实时方式得以改善^[1]。迭代重建法是基于有限子集最大期望值法(OSEM)而建立的程序。符合探测的OSEM(COSEM)是采用实时建立的资料程序取代常规OSEM。有人比较了28例肿瘤患者检测肿瘤的重建方法的效果:PET检出60个病灶,以PET结果为标准,COSEM的检出率达75%,FBP的检出率为67%;23个 $\leq 1.5\text{cm}$ 的病灶中,COSEM可检出56%,FBP可检出39%;另外,COSEM法改进了显像质量,使结果得到了可信的解释^[2]。另外一些研究显示,用COSEM重建的图像比FBP有所改善^[3]。然而,Bleckman C等^[4]通过目测分析比较了28例乳腺PET影像,发现用迭代重建衰减校正后的 ^{18}F -FDG图像与FBP比较,肿瘤的检出率无明显改善。许多研究比较了二维和三维法的FBP和迭代重建技术,采用接受器工作特性分析(ROC)法,证明迭代法比FBP对肿瘤的检出有改进,但是无统计学意义。

与 ^{18}F -FDG PET显像比较,FDG DHC显像的准直器灵敏度和分辨力均有限。为了改进灵敏度,部分厂家采用5/8英寸(1.59cm)厚NaI(Tl)晶体。已经证明,5/8英寸(1.59cm)NaI(Tl)晶体与3/8英寸(0.95cm)晶体的DHC分辨率在同一范围,但是灵敏

度高于3/8英寸(0.95cm)的2倍,然而两种技术对肿瘤的探测没有统计学意义的区别,这可能与DHC系统的灵敏度有限有关。同时也注意到,不同机型的DHC探测肿瘤的检出率有所不同,这是由于晶体的厚度和迭代重建的方式等多种条件不同所致^[5]。

2 双探头图像的衰减校正

由于 ^{18}F -FDG DHC显像产生的噪音大于一般SPECT,正电子衰减对图像的影响要比单光子明显,影响了图像质量,所以符合线路图像均需要进行衰减校正处理。但是,衰减校正的不准确也会影响图像的质量。目前已经采用外放射源或X射线的穿透扫描技术得到的组织密度图对符合线路图像进行衰减校正,这两种方法各有利弊:外放射源法是采用放射性核素 ^{137}Cs 或 ^{133}Ba 作为穿透源进行衰减校正,这类方法简单并且价格较低,但是由于放射源光子通量低,校正图像的信息量远不如X射线方法所得的CT图像;为了避免射线漏出,放射源还要求有很好的屏蔽。现在一些DHC采用X射线球管获得衰减图,衰减图可以在 ^{18}F -FDG检查前获得,再与SPECT同机全能量衰减校正,而不需要对病人再定位,发射图和透射图配准较好,所得图像质量高,性能稳定,不存在更换放射源的问题,不进行采集时也不会有射线漏出,但是成本较高。

一些临床研究已经证明,符合线路SPECT的衰减校正可以改善 ^{18}F -FDG显像的非均匀性部位密度结构的失真和边缘效应。衰减校正也用于计算均匀性组织的衰减。放射性透射源提供组织分布的解剖图,解剖图的每个像素代表了组织的衰减系数,最后所得的发射显像的质量依赖于透射和发射扫描的对位及发射和透射显像之间探头对病人的准确定位。

一般, ^{18}F -FDG DHC显像对各种生理参数(如灌注和糖代谢)均可以进行半定量分析,并且可以进行衰减校正。Tasumi M等^[6]对23例肺癌采用衰减校正或非衰减校正进行 ^{18}F -FDG DHC和 ^{18}F -FDG PET显像,结果显示PET显像衰减校正的靶/本底比值

收稿日期:2001-04-23

作者简介:川玲(1951),女,四川人,海军总医院核医学科副主任医师,主要从事心脏核医学临床工作和研究。

审校者:海军总医院核医学科 朱家瑞

(L/B)比值高于非衰减校正方法的 L/B(9.3:6.6); PET的衰减校正高于 DHC的衰减校正 L/B(9.3:4.3); PET对于恶性肿瘤的检出率是87%, DHC是73.9%。Weber WA等^[7]报道, PET的非衰减校正 L/B与 DHC非衰减校正 L/B比较是6.9:4.7。

对¹⁸F-FDG肿瘤显像作衰减校正有较大意义,最重要的是使解剖界限(纵隔与肺,肺与肝)更加清楚,从而使衰减校正图像比非衰减校正图像更加容易解释,定位病损更加准确。其次,衰减校正的优点是半定量测定SUV值,在鉴别肺部良恶性肿瘤时使图像的分辨率提高了2倍,并且能够使体表深部的强度与浅部的强度相似。但是,衰减校正的噪音常常比非衰减校正高,衰减校正噪音的强度往往依赖于使用衰减校正的方法^[11]。

有人^[8]评价了45例已知或怀疑恶性肿瘤者的PET和DHC检测结果:以PET的衰减校正为标准,PET的衰减校正发现118个病灶,非衰减校正发现113个(96%);DHC的衰减校正病灶101个(86%),非衰减校正的病灶84个(71%)($P < 0.05$);DHC的衰减校正和非衰减校正对 > 20 mm病灶的检出率相似;DHC衰减校正对 < 20 mm病灶的检出率为60%~80%($P < 0.01$)。DHC衰减校正法明显提高了检出率,DHC的衰减校正结果与PET的衰减校正结果接近。

3 图像融合技术的应用

研究显示,¹⁸F-FDG显像在检测肿瘤方面的灵敏度和特异性均高于CT,但¹⁸F-FDG显像不能提供准确的解剖定位。为了避免错误解释FDG图像^[9],现在多家医院用PET或DHC图像与CT或MRI图像进行图像融合,从而获得准确解剖和功能的图像。近年来,GE公司推出VG Millennium Hawkeye DHC-CT系统,将X射线球管安装在双探头SPECT的机架上,先进行X射线的透射扫描,再将所得的解剖图像与发射扫描图像进行融合,以获得准确的解剖定位。

4 双探头符合线路对肿瘤的检测效率

大量的事实证明,在恶性肿瘤的定性方面,¹⁸F-FDG PET与CT及其他显像方法比较,准确性更高。Delbeke D等^[11]比较了¹⁸F-FDG PET与¹⁸F-FDG SPECT对肿瘤病变的检出率:24例患者有46个病

灶,其中SPECT检出病灶是PET检出病灶的78%,SPECT对 > 1.5 cm的病灶检出率为92%,10个病灶未检出,其中7个 < 1.8 cm,1个良性,2个为化疗后。有人对30例^[10]患者采用DHC非衰减校正法观察肿瘤原发灶和转移淋巴结:以MRI为金标准,治疗前与MRI一致,治疗后原发灶或肿瘤复发的检出比MRI准确性高;DHC对颈部转移结节检出的准确性小,可能与颈部肌肉不对称和淋巴结过小有关。

有人^[11]比较了双探头符合线路显像与PET对肿瘤的检测效率,31例已知或怀疑肿瘤者检出病灶分别是109个(PET)与60个(DHC);DHC的检测灵敏度为55.5%,其中肺内结节或肿块为93%(PET/DHC = 14/13),纵隔淋巴结为85%(31/20)。颈部为71%(7/5),腋窝淋巴结为55%(9/5),骨转移为50%(22/11),腹部为23%(26/6)。综上所述,双探头对肺部肿瘤的诊断效率高,对腹部或肺外占位诊断效率低,特别是小于1.5 cm(短轴)的病灶。Drane WE等^[12]用¹⁸F-FDG DHC/PET共检出47个原发性和转移性肺结节中的43个占91%,包括1个0.5 cm直径的肺病变,而1例低分化癌未检出。

11例放疗后喉癌患者经DHC检测与放疗(间隔平均6~6.5个月),6例组织学检查证明局部复发,5例局部控制;6例组织学复发者¹⁸F-FDG DHC显像均发现高摄取灶,肿瘤直径平均约2.6 cm(1.4~5.0 cm),其中1例复发者局部炎症淋巴结也有高摄取灶,5例局部控制者¹⁸F-FDG DHC均阴性^[13]。30例(32~78岁)怀疑乳癌的妇女,均经组织活检或乳房切除术,PET可检出26个病灶,而DHC检出22个病灶;DHC最小可分辨1.0 cm病灶,一般可见病灶 ≥ 1.3 cm,而PET可分辨所有病灶;DHC可检出所有 ≥ 2 cm($n = 10$)的占位病变和12个中的10个 < 2 cm的病灶;肿瘤/本底比值PET为 7.12 ± 7.13 ,明显高于DHC的 2.9 ± 1.47 ;9个 < 1 cm腋窝转移淋巴结,PET检出7个,DHC检出3个。结论:DHC对大于2 cm的乳腺病灶或转移淋巴结作用确实,而对小于2 cm的病灶的检测是不可靠的^[14]。Holle LH等^[15]观察到,DHC对50例乳腺癌患者 > 2.3 cm病灶均检出,最小的1.4 cm,检出的淋巴结为9/13。总结DHC检出肿瘤的效率,结果以PET为金标准^[11],¹⁸F-FDG DHC对于病灶的总检出率是78%,胸部 < 1.5 cm的肿块检出率是78%,而 > 1.5 cm的肿块检出率是100%;腹部肝外 > 1.5 cm的肿块检出率

为78%，肝内肿块检出率为67%。

参考文献：

- 1 Delbeke D, Sandler MP. The role of hybrid camera in oncology[J]. Semin Nucl Med, 2000,30(4): 268-280.
- 2 Delbeke D, Cerci R, Martin WH, et al. Comparison of iterative reconstruction and back projection algorithm to detect lesion on FDG images obtained with a hybrid camera in patients with known or suspected malignancies[J]. J Nucl Med, 2000,41:197.
- 3 Meike SR, Hutton BF, Baily DL, et al. Accelerated EM reconstruction in total body PET: Potential for improving tumour detectability[J]. Phys Med Biol, 1994, 39:1689.
- 4 Bleckman C, Dose J, Bohuslavizki KH, et al. Effect of attenuation correction on lesion detectability in FDG PET of breast cancer[J]. J Nucl Med, 1999, 40: 2021-2024.
- 5 Shreve P, Steventon RS, Deters E, et al. FDG imaging of neoplasms using a dual head SPECT camera operated in coincidence mode[J]. Eur J Nucl Med, 1997, 24:860.
- 6 Tasumi M, Yutani K, Watanabe Y, et al. Feasibility of fluorodeoxyglucose dual-head camera coincidence imaging in the evaluation of lung cancer: comparison with FDG PET[J]. J Nucl Med, 1999, 40: 566-573.
- 7 Weber WA, Neerve J, Sklarek J, et al. Imaging of lung cancer with fluorine-18 fluorodeoxyglucose: comparison of dual-head gamma camera in coincidence mode with a full-ring positron emission tomography system[J]. Eur J Nucl Med, 1999, 26: 388-395.
- 8 Zimny M, Kaiser HJ, Cremerius U, et al. Dual-head gamma camera 2-[fluorine-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography in oncological patients: effects of non-uniform attenuation correction on lesion detection[J]. Eur J Nucl Med, 1999, 26(8): 818-823.
- 9 Engel H, Steinert H, Buck A, et al. Whole body PET: Physiological and artifactual fluorodeoxyglucose accumulation [J]. J Nucl Med, 1996, 36: 441-446.
- 10 Pai M, Park CH, Suh JH, et al. Fluorine-18-Fluorodeoxyglucose imaging using dual-head coincidence positron emission tomography without attenuation correction in patients with head and neck cancer[J]. Clin Nucl Med, 1999, 24(7): 495-500.
- 11 Shreve PD, Steventon RS, Deters EC, et al. Oncologic diagnosis with FDG imaging dual head coincidence gamma camera suspositron emission tomographic scanner[J]. Radiology, 1998, 207(2): 431-437.
- 12 Drane WE, Abbott FD, Nicole MW, et al. Technology for FDG SPECT with a relatively inexpensive gamma camera[J]. Radiology, 1994, 191: 461-465.
- 13 Landoni C, Gianoli L, Lucignani G, et al. Comparison of dual-head coincidence PET versus ring PET in tumor patients [J]. J Nucl Med, 1999, 40(10):1617-1622.
- 14 Yutani K, Tasumi M, Shiba E, et al. Comparison of dual-head coincidence gamma camera FDG imaging with FDG PET in detection of breast cancer and axillary lymph node metastasis[J]. J Nucl Med, 1999, 40(6):1003-1007.
- 15 Holle LH, Trampert L, Lung Kurt S, et al. Investigations of breast tumors with fluorine-18-fluorodeoxyglucose and SPECT [J]. J Nucl Med, 1996, 37: 615-622.

文章编号：1001-098X(2002)01-0007-05

统计参数图在 PET 和 SPECT 脑功能显像中的应用

郭万华

摘要：感兴趣区(ROI)法是脑功能显像资料常用的分析方法,但由于其主观性强、重复性差等缺点使脑功能研究的精确性及效率显著降低,统计参数图(SPM)法是为解决这一问题而开发的以像素为基础的自动分析软件,该法将多种数理模型应用到针对全脑的像素统计推断中。本文介绍了该法的简单原理、主要应用模块组成和实际应用。该方法对认知领域、神经生物学和神经药理学研究将起到一定的推动作用,必将随着脑科学发展的需要得到更广泛的应用。

关键词：脑显像；正电子发射断层显像；单光子发射断层显像；统计参数图

中图分类号：817.4

文献标识码：A