

SPECT/CT 和乳腺专用伽玛显像对乳腺癌 诊断价值的对比研究

谭 辉¹▲ 张宏伟²▲ 顾宇参¹ 陈曙光¹ 侯晓广¹ 修 雁¹ 石洪成¹△

(¹ 复旦大学附属中山医院核医学科, ² 普外科 上海 200032)

【摘要】 目的 通过与 SPECT/CT 显像进行比较,探讨乳腺专用伽玛显像(breast specific gamma imaging, BSGI)仪诊断乳腺癌的临床应用价值。方法 回顾性研究 74 例因乳腺肿块或乳头溢液接受手术治疗的患者。所有患者均在术前 15 天内完成 BSGI 和 SPECT/CT 检查,其显像资料与术后病理结果进行对照,分别计算这两种检查方法诊断乳腺癌的灵敏度、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值,诊断效能比较采用配对 Fisher 确切概率法, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。同时计算这两种检查方法对于癌灶最大径为 3~15 mm 和 >15 mm 诊断的灵敏度,以及诊断腋窝淋巴结转移的灵敏度。结果 BSGI 和 SPECT/CT 显像对乳腺癌诊断的灵敏度、特异性、准确性、阳性预测值、阴性预测值分别为 91.8%(45/49)、80.0%(20/25)、87.8%(65/74)、90.0%(45/50)、83.3%(20/24)和 77.6%(38/49)、80.0%(20/25)、78.4%(58/74)、88.4%(38/43)及 64.5%(20/31),且诊断乳腺癌的效能差异有统计学意义($\chi^2 = 5.44, P = 0.0391$)。BSGI 显像对于癌灶最大径为 3~15 mm 和 >15 mm 诊断的灵敏度分别为 80.0%(12/15)和 97.1%(33/34),相应的 SPECT/CT 显像灵敏度为 60.0%(9/15)和 85.3%(29/34);BSGI 和 SPECT/CT 显像诊断腋窝淋巴结转移的灵敏度分别为 18.8%(3/16)和 37.5%(6/16)。结论 相对于 SPECT/CT 显像,BSGI 提高了乳腺癌诊断的灵敏度,但其诊断腋窝淋巴结转移灵敏度较低。

【关键词】 乳腺癌; 乳腺专用伽玛显像; SPECT/CT

【中图分类号】 R 817.4; R 737.9 **【文献标志码】** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-8467.2015.06.004

Comparative study of SPECT/CT and breast specific gamma imaging in the diagnosis of breast cancer

TAN Hui¹▲, ZHANG Hong-wei²▲, GU Yu-shen¹, CHEN Shu-guang¹, HOU Xiao-guang¹,
XIU Yan¹, SHI Hong-cheng¹△

(¹ Department of Nuclear Medicine, ² Department of General Surgery, Zhongshan Hospital,
Fudan University, Shanghai 200032, China)

【Abstract】 Objective To compare the efficiency of breast specific gamma imaging (BSGI) and SPECT/CT for the diagnosis of breast cancer. **Methods** Seventy-four patients with palpable breast mass or nipple discharge underwent both BSGI and SPECT/CT within 15-day interval before surgery, and the result diagnoses were verified with histological examination in retrospective study. The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value of BSGI and SPECT/CT for diagnosing breast carcinoma were calculated respectively. Fisher exact probabilities in 2 × 2 table was applied for statistical analysis, $P < 0.05$ regarded as statistical difference. The

上海卫生系统先进适宜技术推广项目(2013SY008)

▲Co-first authors

△Corresponding author E-mail: shihongcheng@sina.com

sensitivity of BSGI and SPECT/CT for diagnosing the maximum diameter of breast cancer lesion in 10–15 mm and more than 15 mm, and for diagnosing axillary metastatic lymph nodes was calculated respectively. **Results** The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value of BSGI and SPECT/CT was 91.8% (45/49), 80.0% (20/25), 87.8% (65/74), 90.0% (45/50), 83.3% (20/24) and 77.6% (38/49), 80.0% (20/25), 78.4% (58/74), 88.4% (38/43), 64.5% (20/31), respectively, and there was significant difference between the two methods ($\chi^2=5.44, P=0.039$). And the sensitivity of BSGI for diagnosing the maximum diameter of breast cancer lesion in 3–15 mm and more than 15 mm was 80.0% (12/15) and 97.1% (33/34) respectively. The sensitivity for axillary metastatic lymph nodes was 18.8% (3/16) by BSGI, while SPECT/CT was 60.0% (9/15) and 85.3% (29/34) respectively, and 37.5% (6/16) by SPECT/CT. **Conclusions** Compared with SPECT/CT, BSGI is a useful adjunct imaging modality with higher sensitivity for the diagnosis of breast cancer. However, it has relatively low sensitivity for diagnosing axillary metastatic lymph node.

【Key words】 breast cancer; breast specific gamma imaging; SPECT/CT

* This work was supported by Shanghai Health System Advanced Suitable Technology Popularization Project (2013SY008).

乳腺癌是女性最常见的恶性肿瘤之一,严重危害女性健康。钼靶成像和超声检查是乳腺癌筛查及诊断的主要手段之一。但钼靶成像对致密型乳腺、假体植入者及手术后瘢痕形成者的检查具有局限性,超声检查诊断乳腺癌的灵敏度和特异性均较低^[1-2],且结果易受操作者主观因素影响。SPECT/CT 显像作为核医学功能成像技术,在一定程度上可以弥补这些形态学检查方法的不足,并提供解剖信息,但其诊断直径<1 cm 的乳腺癌病灶的灵敏度较低^[3]。乳腺专用伽玛显像(breast specific gamma imaging,BSGI)较普通的伽玛相机具有更小的视野和更高的分辨率,可以诊断直径仅为 3 mm 的病灶,且不受乳腺组织密度、假体植入及瘢痕组织等因素的影响,提高了对乳腺癌诊断的灵敏度^[4]。本研究通过与 SPECT/CT 检查进行比较,探讨 BSGI 显像诊断乳腺癌的临床应用价值。

资 料 和 方 法

研究对象 2012 年 3 月至 2013 年 1 月,对复旦大学附属中山医院 74 例体检或偶然发现乳腺肿块或乳头溢液,且拟行手术治疗的女性患者进行了回顾性研究。患者年龄 28~80 岁,平均(55.46±12.93)岁,术前 15 天内在本院行 BSGI 显像及 SPECT/CT 显像。哺乳及妊娠患者、显像前行放疗及化疗、显像前行乳房及腋窝部位组织学穿刺活组织检查者均不纳入本研究。

本研究内容经复旦大学附属中山医院医学伦理委员会批准,所有患者均签署了知情同意书。

仪器和显像剂 BSGI 仪器使用配有低能通用型准直器的 Dilon6800 型单探头伽玛照相机(Dilon Technologies,美国)。SPECT/CT 显像仪器为荷兰 Philips 公司生产的 Precedence 型,同机 CT 为 16 排螺旋 CT。显像剂为⁹⁹Tc^m-甲氧基异丁基异腈(⁹⁹Tc^m-sestamibi,⁹⁹Tc^m-MIBI),由上海欣科医药有限公司提供,放化纯度均>95%。

显像方法

BSGI 显像 患者无需特殊准备,在患乳对侧的肘静脉或手背静脉注射⁹⁹Tc^m-MIBI 740MBq 5~10 min 后,分别采集双侧乳房头尾位(craniocaudal,CC 位)与内外侧斜位(mediolateral,MLO 位),与钼靶成像的体位相似,采集时间为 6 min/体位。扫描参数:能峰 140 KeV,窗宽 10%。

SPECT/CT 显像 所有患者在 BSGI 显像后按照俯卧位分别采集 CT 和 SPECT 图像。将自制乳腺显像装置置于 SPECT/CT 显像仪床上,受检者俯卧位,双侧乳房自然下垂于自制显像孔中。CT 采集条件:120 kV,100 mAs,视野 500 mm,重建层厚 5 mm;CT 采集范围:包括双侧乳房、腋窝及锁骨上区。SPECT 采集条件:采用低能高分辨率准直器,矩阵 64×64,放大倍数 1.0,双探头平行采集,分别旋转 180°,20 s/帧。采集的核医学原始图像应用厂家推荐的 Astonish 程序处理出断层图像,采用厂家配备的 Syntegra 软件进行 SPECT 与 CT 图像融合。

图像分析及诊断标准 BSGI 图像分别由 2 名经验丰富的核医学科医师分析。根据 2010 年美国核医学会(the Society of Nuclear Medicine, SNM)发布的《BSGI 操作指南》^[5], BSGI 乳腺图像目测分析标准分为 5 级:1 级,双乳未见明显放射性异常浓聚;2 级,正常乳腺组织小片状或斑片状放射性浓聚;3 级,片状或斑片状放射性异常浓聚灶;4 级,局灶性放射性低浓聚灶;5 级,局灶性放射性高浓聚灶或局灶性放射性低浓聚灶伴腋窝浓聚。1~3 级定义为阴性,4~5 级定义为阳性^[6]。BSGI 腋窝淋巴结图像分析:腋窝处未见放射性异常浓聚,考虑为阴性;腋窝处见放射性异常浓聚,考虑为阳性。

SPECT/CT 图像分别由 2 名经验丰富的核医学科医师共同分析。CT 提供解剖定位信息,不作为乳腺癌诊断的主要依据^[3]。SPECT/CT 乳腺图像目测分析分为 4 类。1 类:SPECT 图像及 CT 图像均未见异常;2 类:SPECT 图像未见异常浓聚灶,但 CT 图像上有异常;3 类:SPECT 图像局部放射性异常浓聚,但相应部位 CT 图像未见异常;4 类:SPECT 图像及 CT 图像相应部位均有异常^[3]。将 1~2 类归为阴性,3~4 类归为阳性。SPECT/CT 腋窝淋巴结图像分析:腋窝淋巴结伴放射性浓聚,均考虑为阳性。

统计分析 与术后病理结果进行对照,分别计算 BSGI 和 SPECT/CT 显像诊断乳腺癌的灵敏度、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值,诊断效能比较采用配对 Fisher 确切概率法, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。并计算这两种检查方法诊断最大径为 3~15 mm 和 > 15 mm 癌灶的灵敏度,以及诊断腋窝淋巴结转移的灵敏度。

结 果

病理结果 74 例患者术后病理诊断为乳腺良性疾病者 25 例和乳腺癌者 49 例(49 个病灶),如表 1,其中 49 例乳腺癌伴腋窝淋巴结转移者共 16 例,不伴腋窝淋巴结转移者 33 例。40 例浸润性导管癌:分化程度为 I 级 1 例、II 级 15 例、II-III 级 7 例、III 级 17 例。49 个恶性病灶最大长径范围为 3~60 mm,其中最大长径为 3 mm 者 1 个病灶,10 mm 者共 2 个病灶,11~15 mm 者共 12 个病灶,16~20 mm 者共 10 个病灶,21~30 mm 者共 12 个病灶,31~40 mm 者共 6 个病灶,41~60 mm 者共 6 个病灶。

表 1 病理类型

Tab 1 Pathological types

Subjects	Pathology	Case No.
Benign cases	Fibrocystic change	9
	Intraductal papilloma	7
	Fibroadenoma	6
	Benign phyllodes tumor	2
	Chronic inflammation	1
Total		25
Malignant cases	Infiltrating ductal carcinoma	40
	DCIS	5
	Infiltrating lobular carcinoma	1
	Malignant phyllodes tumor	1
	Secretory carcinoma	1
	Micropapillary carcinoma	1
Total		49

BSGI 图像分析

目测分析法分级 1 级(13 例)、2 级(1 例)、3 级(10 例)、4 级(17 例)及 5 级(33 例),BSGI 诊断阴性者共 24 例,阳性者共 50 例。BSGI 显像仅发现 3 例腋窝处浓聚,术后病理证实为淋巴结转移,其与病理结果比较漏诊了 13 例腋窝淋巴结转移病例。

BSGI 显像 有 4 例假阴性,2 例导管原位癌(ductal carcinoma in situ, DCIS)、1 例分化 I 级浸润性导管癌、1 例分化 III 级浸润性导管癌;有 5 例假阳性:2 例导管内乳头状瘤伴不典型增生、2 例良性分叶状肿瘤和 1 例乳腺慢性炎症。

SPECT/CT 图像分析

SPECT/CT 乳腺图像目测分析 1 类共 23 例(SPECT 及 CT 图像上均未见异常);2 类共 8 例(SPECT 图像上未见明显放射性异常浓聚灶,CT 图像上 5 例见密度增高的小结节或肿块影,3 例见点状钙化影);3 类共 1 例(SPECT 图像上见放射性异常浓聚,CT 图像相应部位未见异常);4 类共 42 例(SPECT 图像上见放射性异常浓聚,CT 图像相应部位见肿块或局部密度增高影,其中 CT 图像上显示 2 例乳头牵拉凹陷征象,3 例邻近乳房皮肤增厚或牵拉征象,图 1);SPECT/CT 显像诊断阳性共 43 例,阴性共 31 例。SPECT 显像发现 6 例腋窝淋巴结伴放射性异常浓聚,术后病理证实为淋巴结转移,其与病理结果比较漏诊了 10 例腋窝淋巴结转移。

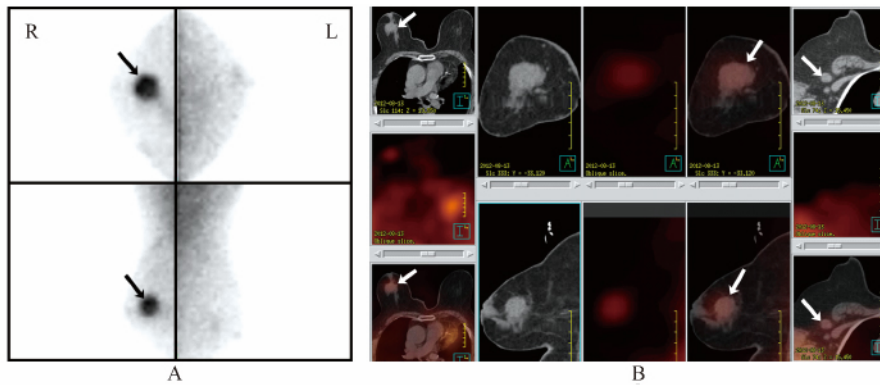


图 1 乳腺癌伴腋窝淋巴结转移的 BSGI 和 SPECT/CT 图像

Fig 1 BSGI and SPECT/CT image of breast cancer with axillary lymph nodes metastasis

A:BSGI image showed one round lesion with focal radioactivity uptake as grade 5. B:SPECT/CT image displayed a mass behind the right nipple and enlargement axillary lymph node with ⁹⁹Tc^m-MIBI uptake.

SPECT/CT 显像 有 11 例假阴性,8 例浸润性导管癌、2 例 DCIS、1 例浸润性小叶癌,其中 7 例假阴性病例被 BSGI 确诊(图 2),包括 1 例病灶最大

径为 3 mm 的病灶;有 5 例假阳性(2 例良性分叶状肿瘤、1 例导管内乳头状瘤伴不典型增生、1 例乳腺慢性炎症和 1 例纤维囊性乳腺病)。

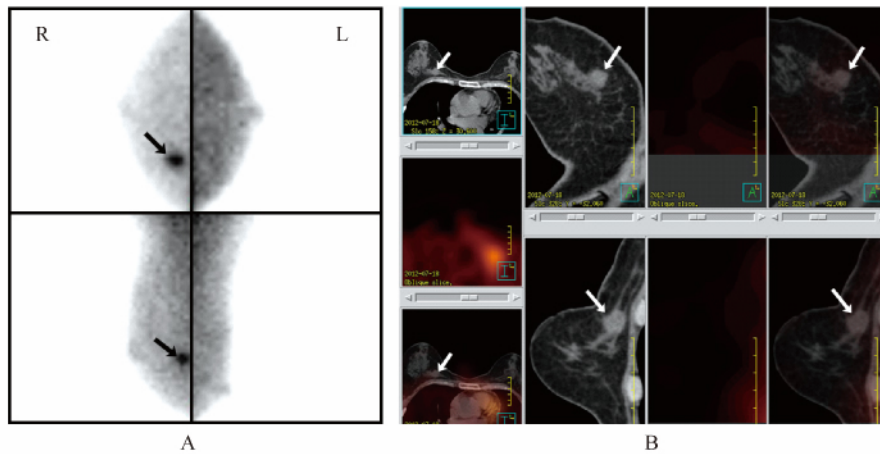


图 2 乳腺癌不伴腋窝淋巴结转移的 BSGI 和 SPECT/CT 图像

Fig 2 BSGI and SPECT/CT image of breast cancer without axillary lymph node metastasis

A:BSGI image displayed one lesion with focal radioactivity uptake as grade 5. B:SPECT/CT image showed a mass without ⁹⁹Tc^m-MIBI uptake.

BSGI 与 SPECT/CT 检查结果对比分析 与病理结果比较,BSGI 和 SPECT/CT 显像对乳腺癌诊断的灵敏度、特异性、准确性、阳性预测值、阴性预测值分别为 91.8%(45/49)、80.0%(20/25)、87.8%(65/74)、90.0%(45/50)、83.3%(20/24)和 77.6%(38/49)、80.0%(20/25)、78.4%(58/74)、88.4%(38/43)、64.5%(20/31),这 2 种检查方法诊断乳腺癌的效能差异有统计学意义($\chi^2=5.44, P=0.0391$),见表 2~4。BSGI 显像与 SPECT/CT 显像对于癌灶的最大径为 3~15 mm 和 >15 mm 诊断的灵敏度(表 5),其对于腋

窝淋巴结诊断的灵敏度分别为 18.8%(3/16)和 37.5%(6/16)。

表 2 BSGI 检查对乳腺癌的诊断效能

Tab 2 BSGI in the diagnosis of breast cancer

(n)

Imaging	Pathology			
	Positivity	Negativity	Total	
BSGI	Positivity	45	5	50
	Negativity	4	20	24
Total	49	25	74	

$\chi^2=0.11, P=1.000.$

表3 SPECT/CT检查对乳腺癌的诊断效能

Tab 3 SPECT/CT in the diagnosis of breast cancer (n)

Imaging	Pathology			
		Positivity	Negativity	Total
SPECT/CT	Positivity	38	5	43
	Negativity	11	20	31
Total		49	25	74

$$\chi^2 = 2.25, P = 0.2101.$$

表4 BSGI与SPECT/CT显像对乳腺癌诊断效能的比较

Tab 4 The comparison of SPECT/CT and BSGI in the Diagnosis of Breast Cancer (n)

Imaging	BSGI			
		Positivity	Negativity	Total
SPECT/CT	Positivity	42	1	43
	Negativity	8	23	31
Total		50	24	74

$$\chi^2 = 5.44, P = 0.0391.$$

表5 SPECT/CT与BSGI显像对于不同癌灶大小诊断的灵敏度

Tab 5 The sensitivity of SPECT/CT and BSGI for the diagnosis of lesions size

Maximum diameter	SPECT/CT	BSGI
3-15 mm ⁽¹⁾	60.0% (9/15)	80.0% (12/15)
>15 mm ⁽²⁾	85.3% (29/34)	97.1% (33/34)

$$^{(1)} \chi^2 = 4.0, P = 0.125; \quad ^{(2)} \chi^2 = 3.0, P = 0.25.$$

讨 论

⁹⁹Tc^m-MIBI 乳腺平面显像是一项成熟的传统检查技术,曾用于乳腺癌的诊断和疗效评价^[7-8],但由于通用型 SPECT 探测效率较低,未能在临床上得以推广。随着核医学技术发展,出现 SPECT/CT 融合显像技术,其 CT 提供的解剖信息可用于病灶的定位及解剖分析,但诊断乳腺癌灵敏度依然较低(尤其是对于直径<1 cm 的乳腺癌病灶)^[3],且大视野采集时病灶易受心脏、肝脏等毗邻器官内放射性聚集的影响。为了弥补上述核医学乳腺显像设备的不足,采用改进的乳腺专用小型伽玛显像即 BSGI 显像,其具有小视野、高分辨率及多方位采集图像特点,采集图像时可以紧贴乳腺,一方面减少目标病灶与探头的距

离,另一方面有效地避免或者减少了来自于毗邻器官的散射线干扰,提高了乳腺癌诊断的灵敏度。

2002 年 Brem 等^[9]学者对 55 例(58 个病灶)疑似乳腺癌患者进行了前瞻性研究,与普通大视野伽玛相机检查相比,BSGI 显像提高了乳腺癌诊断的灵敏度,将诊断<1 cm 和≥1 cm 病灶灵敏度由 47%和 85%提高至 67%和 92%。而本研究结果也表明与通用型全身 SPECT/CT 显像相比,BSGI 显像将诊断 3~15 mm 和>15 mm 病灶灵敏度由 60.0%和 85.3%提高至 80%和 97.1%;且 BSGI 显像诊断乳腺癌的灵敏度、准确性、阳性预测值及阴性预测值均高于相应的 SPECT/CT 显像。这在一定程度上说明 BSGI 显像相对于普通的全身 SPECT/CT 显像,提高了对乳腺癌诊断的灵敏度,其在国人乳腺癌诊断方面具有较大的应用前景。但本研究也显示融合 SPECT/CT 显像技术可以提供乳腺及腋窝部位解剖信息,CT 可以提示病灶确切位置及大小、乳头凹陷、乳房皮肤增厚牵拉等方面的信息,这些解剖信息对于临床上乳腺癌分期及选择手术方案尤为重要,因此 BSGI 显像并不能完全替代 SPECT/CT 显像在乳腺癌诊断方面的应用。

虽然 BSGI 显像较 SPECT/CT 显像提高了乳腺癌诊断的效能,但这两种检查技术均存在假阴性和假阳性病例。部分研究结果显示 SPECT 显像及 BSGI 显像诊断乳腺癌的效能与其分化程度及病灶大小相关^[3,10]。本研究结果显示 SPECT/CT 显像和 BSGI 显像假阴性病例分别是 11 例和 4 例乳腺癌,诊断乳腺癌的灵敏度均随着病灶径线的变小而降低,在一定程度上反映了这两种检查技术诊断效能均与病灶的大小相关,SPECT/CT 显像更显著,但诊断效能是否与乳腺癌的分级相关,还有待大样本的进一步研究。此外,BSGI 准确发现了 SPECT/CT 显像 11 例假阴性病例中的 7 例,包括 1 例最大直径为 3 mm 的病灶,这也说明了 BSGI 显像相对于 SPECT/CT 显像提高了乳腺癌诊断的灵敏度。由于这两种检查技术均使用⁹⁹Tc^m-MIBI 作为显像剂,而⁹⁹Tc^m-MIBI 是一种非特异性的肿瘤显像剂,部分良性病灶也会摄取,因此会出现假阳性的结果。本研究 BSGI 和 SPECT/CT 显像出现的假阳性病例类型,如良性分叶状肿瘤、导管内乳头状瘤伴不典型增生、乳腺慢性炎症及纤维囊性乳腺病,与文献报道基本一致^[11-12]。⁹⁹Tc^m-MIBI 摄取的机制主要与细胞内的线粒体数目及活力和新生血管形成有

关^[13],而这些假阳性病例类型在一定程度上病灶增生相对活跃、血供丰富,易摄取⁹⁹Tc^m-MIBI。

Lee 等^[14] 回顾性分析了 471 例(107 例乳腺癌和 364 例乳腺良性病变,其中 38 例伴有腋窝淋巴结转移)影像学 and 病理结果,研究结果表明 BSGI 显像诊断腋窝淋巴结转移的灵敏度和特异性分别为 44.74% 和 87.88%。而本研究结果显示 BSGI 诊断腋窝淋巴结转移的灵敏度仅为 18.8%,且低于相应的 SPECT/CT 显像的 37.5%。BSGI 显像诊断腋窝淋巴结转移效能较低的原因如下:(1) 早期临床研究,可能受使用者对该仪器操作不娴熟而导致腋窝淋巴结漏诊;(2) 由于部分转移的腋窝淋巴结未在探头视野范围内而导致漏诊;(3) 由于胸大肌浓聚影与腋窝淋巴结影重叠,掩盖了部分腋窝淋巴结转移病灶;(4) 样本数量有限,部分转移的淋巴结径线较小而导致其诊断效能降低。针对 BSGI 显像对于腋窝淋巴结显示欠佳, Jones 等^[15] 学者提出了专门的乳腺腋窝体位显像,来提高对腋窝淋巴结转移诊断的灵敏度,这需待进一步临床研究证实。

总之,初步研究结果显示与通用型全身 SPECT/CT 显像相比,BSGI 显像提高了对乳腺癌诊断的灵敏度,但其诊断腋窝淋巴结转移的灵敏度较低。SPECT/CT 融合显像不作为乳腺癌诊断的常规检查方法,虽然其可以提供病灶的解剖信息,但 CT 的辐射剂量应予以考虑。此外,本研究也存在局限性:(1) SPECT/CT 显像是在 BSGI 显像后进行的,两者显像时间点并非完全相匹配;(2) 样本量相对较少,尤其是病灶最大径 ≤ 10 mm 的病例较少;(3) 处于 BSGI 使用的起步阶段,显像技术把握还不精准,图像分析还不成熟。

参 考 文 献

- [1] Rudat V, Nour A, Almuraikhi N, et al. MRI and Ultrasonography for assessing multifocal disease and tumor size in breast cancer: Comparison with histopathological results[J]. *Gulf J Oncolog*, 2015, 1(17):65-72.
- [2] Weigert JM, Bertrand ML, Lanzkowsky L, et al. Results of a multicenter patient registry to determine the clinical impact of breast-specific gamma imaging, a molecular breast imaging technique[J]. *Am J Roentgenol*, 2012, 198(1):69-75.
- [3] Spanu A, Chessa F, Sanna D, et al. Scintimammography with a high resolution dedicated breast camera in comparison with SPECT/CT in primary breast cancer detection[J]. *Q J Nucl Med Mol Imaging*, 2009, 53(3):271-280.
- [4] Jones EA, Phan TD, Blanchard DA, et al. Breast-specific gamma-imaging: molecular imaging of the breast using⁹⁹Tc^m-sestamibi and a small-field-of-view gamma-camera[J]. *J Nucl Med Technol*, 2009, 37(4):201-205.
- [5] Goldsmith SJ, Parsons W, Guiberteau MJ, et al. SNM practice guideline for breast scintigraphy with breast-specific gamma-cameras 1.0[J]. *J Nucl Med Technol*, 2010, 38(4):219-224.
- [6] Brem RF, Petrovitch I, Rapelyea JA, et al. Breast-specific gamma imaging with ⁹⁹Tc^m-sestamibi and magnetic resonance imaging in the diagnosis of breast cancer—a comparative study[J]. *Breast J*, 2007, 13(5):465-459.
- [7] Bagni B, Franceschetto A, Casolo A, et al. Scintimammography with ⁹⁹Tc^m-MIBI and magnetic resonance imaging in the evaluation of breast cancer[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2003, 30(10):1383-1388.
- [8] 徐玉秀,潘中允,朱玫,等. 乳腺肿物⁹⁹Tc^m-MIBI 显像初步临床观察[J]. *中华核医学杂志*, 1995, 15(4):230-231.
- [9] Brem RF, Schoonjans JM, Kieper DA, et al. High-resolution scintimammography: a pilot study[J]. *J Nucl Med*, 2002, 43(7):909-915.
- [10] Tadwalkar RV, Rapelyea JA, Torrente J, et al. Breast-specific gamma imaging as an adjunct modality for the diagnosis of invasive breast cancer with correlation to tumour size and grade[J]. *Br J Radiol*, 2012, 85(1014):212-216.
- [11] Kim BS, Moon BI, Cha ES. A comparative study of breast-specific gamma imaging with the conventional imaging modality in breast cancer patients with dense breasts[J]. *Ann Nucl Med*, 2012, 26(10):823-829.
- [12] Park JS, Lee AY, Jung KP, et al. Diagnostic performance of breast-specific gamma imaging (BSGI) for breast cancer: usefulness of dual-phase imaging with ⁹⁹Tc^m-sestamibi[J]. *Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 47(1):18-26.
- [13] Del Vecchio S, Salvatore M. ⁹⁹Tc^m-MIBI in the evaluation of breast cancer biology [J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2004, 31(Suppl 1):S88-S96.
- [14] Lee A, Chang J, Lim W, et al. Effectiveness of breast-specific gamma imaging (BSGI) for breast cancer in Korea: a comparative study[J]. *Breast J*, 2012, 18(5):453-458.
- [15] Jones EA, Phan TD, Johnson NM, et al. A protocol for imaging axillary lymph nodes in patients undergoing breast-specific gamma-imaging[J]. *J Nucl Med Technol*, 2010, 38(1):28-31.

(收稿日期:2015-06-16;编辑:沈玲)