

·临床研究·

乳腺专用 γ 显像的图像特征对乳腺病变的鉴别诊断价值

朱羽苑¹ 张宏伟² 谭辉¹ 尹红燕¹ 庞丽芳¹ 顾宇参¹ 严丽霞³ 陈曙光¹

石洪成¹

¹复旦大学附属中山医院核医学科, 上海 200032; ²复旦大学附属中山医院普外科, 上海 200032; ³复旦大学附属中山医院超声科, 上海 200032

通信作者: 石洪成, Email: shihongcheng163@163.com

【摘要】目的 探讨乳腺专用 γ 显像(BSGI)的图像特征对乳腺病变的鉴别诊断价值。**方法** 回顾性分析2014年7月至2015年6月行BSGI的272例中国女性乳腺疾病患者(共293个病灶), 观察BSGI图像上病灶形态、病灶边缘是否清晰、灰度分布是否存在“偏心核心”、乳腺影像报告和数据系统(BIRADS)结果以及最大肿瘤/非肿瘤比值(T/NT)。采用二变量秩相关分析及二分类Logistic回归分析法计算上述特征与病理结果的相关性。基于病灶计算所有图像特征的独立诊断效能以及上述显著相关特征的合并诊断效能, 用MedCalc软件行Z检验比较上述特征的受试者工作特征曲线。**结果** 病灶形态($OR=0.013$, $95\%CI: 3.664\sim 21.846$, $P=0.000$)、病灶边缘是否清晰($OR=2.121$, $95\%CI: 1.061\sim 4.239$, $P=0.033$)以及灰度分布是否存在“偏心核心”($OR=12.927$, $95\%CI: 5.415\sim 30.863$, $P=0.000$)与病理结果显著相关。三者的灵敏度、特异度分别为92.0%(172/187)和58.5%(62/106)、66.8%(125/187)和71.7%(76/106)、95.7%(179/187)和27.4%(29/106)。三者合并诊断效能最佳, 灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、准确率分别为88.2%(165/187)、81.1%(86/106)、89.2%(165/185)、79.6%(86/108)和85.7%(251/293), 较BIRADS以及最大T/NT(界值: 1.75)更准确, 且差异均有统计学意义($Z=4.079$ 、 4.090 , 均 $P<0.05$)。**结论** 病灶形态、病灶边缘是否清晰以及灰度分布是否存在“偏心核心”可作为BSGI鉴别诊断乳腺病灶的图像特征, 三者联合诊断能提高BSGI在乳腺病变中的独立诊断价值。

【关键词】 乳腺疾病; 放射性核素显像; 乳房X线摄影术; 诊断, 鉴别; 图像特征

DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.01.002](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.01.002)

Efficacy of the image features of breast-specific Gamma imaging in the differential diagnosis of breast lesions

Zhu Yuyuan¹, Zhang Hongwei², Tan Hui¹, Yin Hongyan¹, Pang Lifang¹, Gu Yushen¹, Yan Lixia³, Chen Shuguang¹, Shi Hongcheng¹

¹Department of Nuclear Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China; ²Department of General Surgery, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China; ³Department of Ultrasound, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China
Corresponding author: Shi Hongcheng, Email: shihongcheng163@163.com

【Abstract】Objective To investigate the image features of breast specific gamma imaging(BSGI) in the differential diagnosis of breast lesions. **Methods** A total of 272 Chinese female patients(including 293 lesions) who underwent BSGI between July 2014 to June 2015 were included. Several characteristics of the shape of the lesion, clarity of the boundary, grey scale distribution(the existence of a decentered core), breast imaging reporting and data system(BIRADS), and maximum tumor to non-tumor ratio(T/NT) were recorded. The correlation of each feature with the pathology was evaluated by rank correlation analysis and binary logistic regression analysis. All features were used in

the diagnosis of the 293 lesions. Each independent lesion-based diagnostic performance as well as the combined diagnostic efficacy of statistically significant features were evaluated. Using MedCalc software, Z test based on receiver operating characteristic curve was used between each pair of image features to figure out their possible differences. **Results** Three imaging features including the shape of the lesion($OR=0.013$, $95\%CI: 3.664-21.846$, $P=0.000$), the clarity of boundary($OR=2.121$, $95\%CI: 1.061-4.239$, $P=0.033$), and grey scale distribution(the existence of a decentered core)($OR=12.927$, $95\%CI: 5.415-30.863$, $P=0.000$) were significantly related with the pathology. The sensitivity and specificity of the three former characteristics were 92.0%(172/187) and 58.5%(62/106), 66.8%(125/187) and 71.7%(76/106), and 95.7%(179/187) and 27.4%(29/106), respectively. The sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, and accuracy of the combined diagnosis of the three former image characteristics were 88.2%(165/187), 81.1%(86/106), 89.2%(165/185), 79.6%(86/108), and 85.7%(251/293), respectively. With the best performance of all, this combined diagnosis has a higher diagnostic performance than BIRADS and maximum T/NT(cutoff ratio:1.75)($Z=4.079$ and 4.090 , both $P<0.05$). **Conclusions** The shape of the lesion, the clarity of boundary, and the grey-scale distribution(the existence of a decentered core) could be three important differential diagnostic standards of breast lesions in BSGI. With the combined diagnosis of the three features, the efficacy of independent diagnosis of BSGI in breast lesions could be improved.

【 Key words 】 Breast diseases; Radionuclide imaging; Mammography; Diagnosis, differential; Image features

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.01.002

乳腺专用 γ 显像(breast specific gamma imaging, BSGI)是一项高诊断效能的新技术,主要用于致密性乳腺及超声、钼靶诊断不明确的乳腺病例^[1]。作为补充显像,其灵敏度优于钼靶,特异度优于超声和MRI^[2-3]。中国女性患有致密性乳腺的比例较高,BSGI的诊断价值尤为突出。

根据2010年美国核医学会发布的《BSGI操作指南》1.0版^[4],乳腺影像报告和数据系统(breast imaging reporting and data system, BIRADS)主要参考病灶的放射性摄取程度、病灶形态及边缘进行诊断。已有部分研究者提出,基于上述标准,BSGI面临假阳性较高且特异性受限的问题^[5-7]。Tan等^[8]和Park等^[9]曾分别使用最大肿瘤/非肿瘤比值(the ratio of tumor to non-tumor, T/NT)以及延迟相显像剂的洗脱,提高病灶诊断的特异度,但暂未进行病灶灰度分布特征的相关研究。本研究回顾性分析乳腺病灶的BSGI图像特征,拟探讨有利于鉴别诊断乳腺病变的潜在图像特征。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2014年7月至2015年6月在上海复旦大学附属中山医院核医学科进行BSGI

并行后续手术治疗的中國女性乳腺患者。入选标准:①存在临床症状,如可触及乳腺包块、乳腺疼痛或乳头血性溢液,但超声和钼靶结果为阴性或不能完全解释症状者;②乳腺钼靶和(或)超声诊断模棱两可者及可疑恶性者;③BSGI检查前活检病理明确,尚未行治疗的乳腺恶性肿瘤患者;④乳腺癌高危人群,如怀疑术后复发、直系亲属患乳腺癌等;⑤致密性乳腺行筛查者。所有入选患者均经病理证实。排除标准:BSGI前已经行乳腺手术或化疗的患者。患者或家属均签署了知情同意书。

1.2 显像方法

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(上海欣科医药有限公司)740 MBq,5~10 min后嘱患者取坐位,使用乳腺专用 γ 相机(Dilon 6800, Dilon Technologies, 美国)分别采集双乳头尾位和侧斜位图像。每个体位采集6 min,能峰为140 keV,窗宽为 $\pm 10\%$ 。

1.3 图像分析

在不知患者临床信息的情况下,由3位有3~5年以上工作经验的核医学科医师同时在Dilon 6800工作站上用黑白模式和(或)伪彩色模式观察病灶,记录病灶形态、病灶边缘是否清晰、灰度分布是否存在“偏心核心”、BIRADS结果及最大T/NT^[8]。

病灶的形态和边缘均为美国核医学会《BSGI操作指南》1.0版^[4]归纳的参考特征：斑片状或边缘模糊的病灶倾向于良性病变，结节状或边缘清晰的病灶倾向于恶性病变。“偏心核心”是指在病灶的非中心区域见到“星芒状”的局限性放射性摄取增高，该灰度分布特征由上海复旦大学附属中山医院核医学科首次提出，读图时能被肉眼清晰辨别，多见于乳腺腺病和纤维腺瘤等良性病变。最大T/NT是以9个像素ROI分别勾画病灶及周围本底在头尾位和内外侧斜位中的放射性计数，选取2个体位中较大的比值作为评价参数^[8]。BIRADS 1~3级诊断为良性，BIRADS 4~5级诊断为恶性。当上述读图发生异议时，由3位核医学医师共同商议达成一致。

1.4 统计学方法

图像特征(包括病灶形态、病灶边缘是否清晰、灰度分布特征是否存在“偏心核心”、最大T/NT和BIRADS)如提示恶性，被量化为1；如提示良性，被量化为0。灰度分布是否存在“偏心核心”因暂无成熟的经验参考，故缺乏“偏心核心”暂被量化为1，存在“偏心核心”暂被量化为0。将病灶的最大T/NT与病理结果勾画受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线，获得诊断表现最佳的界值，大于或等于该界值的病灶视为恶性，量化为1，反之量化为0。病理结果中，乳腺导管上皮不典型增生作为良性病变被量化为0。

使用SPSS 20.0软件进行统计学分析。将每个BSGI图像特征与病理结果进行二变量秩相关分析，计算Spearman相关系数，包括95%CI。将存在明显相关性的图像特征与病理结果进行二分类Logistic回归分析，筛选出显著相关的图像特征。基于病灶计算所有图像特征的独立诊断效能以及上述显著相关特征的合并诊断效能(包括灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、准确率)并勾画ROC曲线。用MedCalc软件行Z检验比较上述参数间的ROC曲线，评估诊断效能的差异。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 入选病例结果

行BSGI且乳腺病灶经手术病理确诊的女性患者有282例，其中10例为已确诊乳腺恶性肿瘤，

且BSGI检查前已行手术或放化疗，故予以剔除。本研究最终入组272例患者，其中包括临床症状可疑者25例、超声和(或)钼靶诊断模棱两可及可疑恶性者224例、病理确诊但未行治疗者8例、乳腺癌高危人群7例、因致密性乳腺行筛查者8例。患者年龄为20~89(51.63±12.43)岁，共293个病灶，包括187个恶性病灶(187/293, 63.8%)和106个良性病灶(106/293, 36.2%)(表1)。187个恶性病灶的最大长径为0.5~11.0 cm，其中0.5~1.0 cm 17个、1.1~1.5 cm 43个、1.6~2.0 cm 36个、>2.0 cm 91个。

2.2 最大T/NT的最佳界值、秩相关分析及Logistic回归分析结果

病灶最大T/NT与病理结果的ROC曲线提示：ROC曲线下面积为0.802(标准误：0.026；95%CI：0.750~0.853, $P=0.000$)。本研究中病灶最大T/NT的最佳界值为1.75(图1)。

二变量秩相关分析结果显示，病灶形态、病灶边缘是否清晰、灰度分布是否存在“偏心核心”(图2)、BIRADS结果及最大T/NT(界值：1.75)都与病理结果存在显著的相关性(Spearman相关系数分别为0.551、0.371、0.290、0.489和0.436, 均 $P=0.000$)，即结节状病灶、病灶边缘清晰、灰度分布缺乏“偏心核心”、BIRADS 4~5级以及最大T/NT > 1.75均与恶性病灶呈正相关。

表1 入选病例的293个乳腺病灶的病理分型

Table 1 Pathological subtypes of the included 293 breast lesions

| 病灶类型 | 病灶数(个) | 病理分型 | 数量(个) | | |
|-------------|--------|---------|-------|------|----|
| 恶性病灶 | 187 | 浸润性导管癌 | 135 | | |
| | | 导管原位癌 | 32 | | |
| | | 浸润性小叶癌 | 3 | | |
| | | 小叶原位癌 | 4 | | |
| | | 浸润性乳头状癌 | 3 | | |
| | | 乳头状原位癌 | 3 | | |
| | | 恶性分叶状肿瘤 | 1 | | |
| | | 黏液癌 | 2 | | |
| | | 神经内分泌肿瘤 | 4 | | |
| | | 良性病灶 | 106 | 纤维腺瘤 | 49 |
| | | | | 乳腺腺病 | 36 |
| 导管内乳头状瘤 | 9 | | | | |
| 慢性或急性感染 | 6 | | | | |
| 良性分叶状肿瘤 | 1 | | | | |
| 乳腺导管上皮不典型增生 | 4 | | | | |
| 间质胶原化 | 1 | | | | |

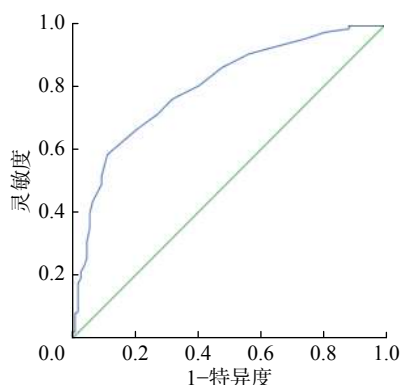


图1 乳腺病灶最大肿瘤/非肿瘤比值与病理结果的受试者工作特征曲线

Fig. 1 Receiver operating characteristic curve between the maximum ratio of tumor to non-tumor and pathology for determining the best cut-off ratio of tumor to non-tumor in the diagnosis of breast cancer

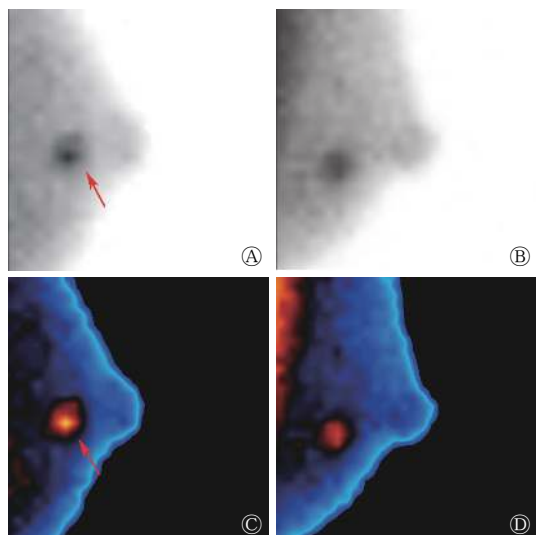


图2 乳腺病灶“偏心核心”的典型BSGI图 患者女性, 33岁,发现左乳肿块1年,母亲有乳腺癌病史,CA125为52.10 U/mL,AFP、CA199、CEA均为(-),超声提示良性病变可能,大小约为1.7 cm×0.7 cm。图中,左乳结节状放射性异常浓聚灶,并见“偏心核心”(A和C,红色箭头),左侧头尾位(A和C)和左侧内外侧斜位(B和D)的最大肿瘤/非肿瘤比值分别为2.0和1.6。BSGI诊断为BIRADS 5级,考虑为恶性病变可能性大;术后病理为乳腺纤维腺瘤。BSGI:乳腺专用 γ 显像;CA:糖类抗原;AFP:甲胎蛋白;CEA:癌胚抗原;BIRADS:乳腺影像报告和数据库系统。

Fig. 2 Characteristic image of "a decentered core" of the breast lesion in breast specific gamma imaging

二分类 Logistic 回归分析结果显示,病灶形态($OR=0.013$, $95\%CI$: 3.664~21.846, $P=0.000$)、病灶边缘是否清晰($OR=2.121$, $95\%CI$: 1.061~4.239, $P=0.033$)以及灰度分布是否存在“偏心核心”($OR=12.927$, $95\%CI$: 5.415~30.863, $P=0.000$)

均与病理结果的相关性有统计学意义,而BIRADS结果($OR=2.546$, $95\%CI$: 0.944~6.867, $P=0.065$)和最大T/NT(界值:1.75)($OR=1.570$, $95\%CI$: 0.659~3.738, $P=0.308$)均与病理结果的相关性无统计学意义。

2.3 不同诊断标准的诊断效能以及基于ROC曲线的Z检验结果

BIRADS结果、最大T/NT、病灶形态、病灶边缘是否清晰、灰度分布是否存在“偏心核心”对乳腺病变的诊断效能见表2。其中,病灶形态、病灶边缘是否清晰、灰度分布是否存在“偏心核心”对乳腺病变的合并诊断灵敏度、特异度和准确率分别为88.2%(165/187)、81.1%(86/106)和85.7%(251/293)。

不同诊断标准的ROC曲线参见图3。图中,BIRADS结果的曲线下面积为0.731(标准误:0.033; $95\%CI$: 0.667~0.795; $P=0.000$);最大T/NT(界值:1.75)的曲线下面积为0.722(标准误:0.032; $95\%CI$: 0.659~0.785; $P=0.000$);病灶形态、病灶边缘是否清晰、灰度分布是否存在“偏心核心”的曲线下面积分别为0.752(标准误:0.032; $95\%CI$: 0.689~0.815; $P=0.000$)、0.693(标准误:0.032; $95\%CI$: 0.630~0.756; $P=0.000$)和0.603(标准误:0.036; $95\%CI$: 0.533~0.673; $P=0.003$)。病灶形态+病灶边缘是否清晰+灰度分布是否存在“偏心核心”合并诊断的曲线下面积为0.847(标准误:0.026; $95\%CI$: 0.796~0.898; $P=0.000$)。上述ROC曲线的Z检验结果提示:BIRADS结果与最大T/NT(界值:1.75)的诊断效能差异无统计学意义($Z=0.379$, $P=0.704$);病灶形态与病灶边缘是否清晰的诊断效能差异无统计学意义($Z=1.942$, $P=0.052$);灰度分布是否存在“偏心核心”与病灶形态、病灶边缘是否清晰的诊断效能差异均有统计学意义($Z=3.574$ 、2.316, 均 $P<0.05$);而病灶形态、病灶边缘是否清晰、灰度分布是否存在“偏心核心”三者联合诊断的效能均优于三者单独诊断的效能($Z=4.380$ 、4.816和9.275, 均 $P<0.05$),且优于BIRADS结果和最大T/NT(界值:1.75)的单独诊断效能($Z=4.079$ 、4.090, 均 $P<0.05$)。

2.4 假阴性及假阳性病灶

基于BIRADS的独立诊断,本研究293个病灶中有66个病灶被误诊,包括22个假阴性病灶

表 2 BSGI 的图像特征中不同诊断标准对乳腺病变的诊断效能

Table 2 Diagnostic efficacy of the different diagnostic standards in image features of breast specific gamma imaging

| 诊断标准 | 灵敏度 | 特异度 | 准确率 | 阳性预测值 | 阴性预测值 |
|----------------------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
| BIRADS结果 | 88.2%(165/187) | 58.5%(62/106) | 77.5%(227/293) | 78.9%(165/209) | 73.8%(62/84) |
| 最大T/NT(界值: 1.75) | 76.5%(143/187) | 67.9%(72/106) | 73.4%(215/293) | 80.8%(143/177) | 62.1%(72/116) |
| 病灶形态 | 92.0%(172/187) | 58.5%(62/106) | 79.9%(234/293) | 79.6%(172/216) | 80.5%(62/77) |
| 病灶边缘是否清晰 | 66.8%(125/187) | 71.7%(76/106) | 68.7%(201/293) | 80.6%(125/155) | 55.1%(76/138) |
| 灰度分布是否存在“偏心核心” | 95.7%(179/187) | 27.4%(29/106) | 71.0%(208/293) | 69.9%(179/256) | 78.4%(29/37) |
| 病灶形态+病灶边缘是否清晰 +灰度分布是否存在“偏心核心” | 88.2%(165/187) | 81.1%(86/106) | 85.7%(251/293) | 89.2%(165/185) | 79.6%(86/108) |

注: 表中, BSGI: 乳腺专用 γ 显像; BIRADS: 乳腺影像报告和数据库系统; T/NT: 肿瘤/非肿瘤比值。

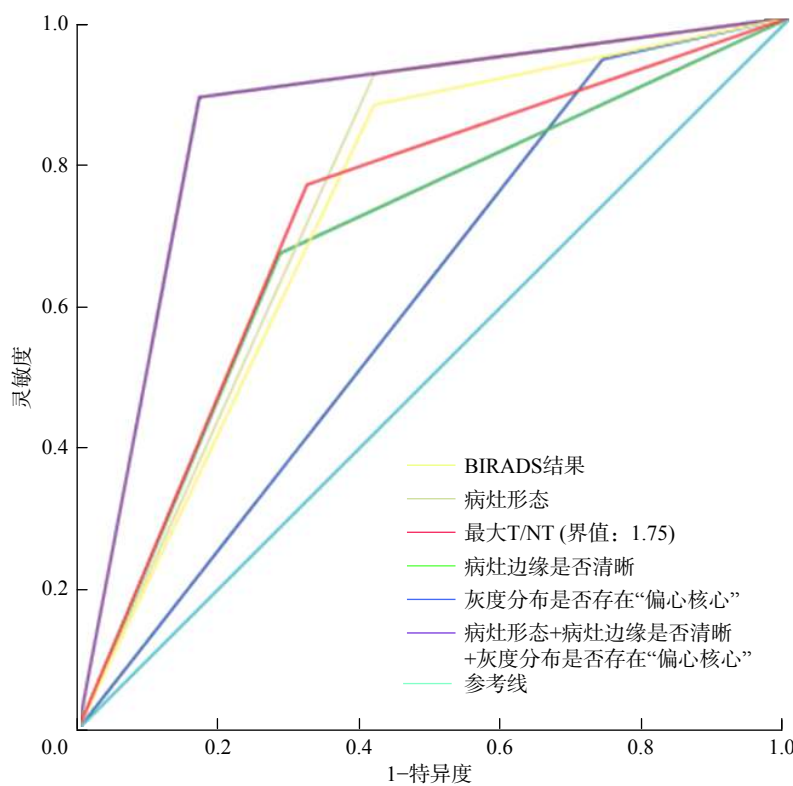


图 3 BSGI 的图像特征中不同诊断标准的受试者工作特征曲线 图中, BSGI: 乳腺专用 γ 显像; BIRADS: 乳腺影像报告和数据库系统; T/NT: 肿瘤/非肿瘤比值。

Fig. 3 Receiver operating characteristic curves of different diagnostic standards in image features of breast specific gamma imaging

[7 个低级别浸润性导管癌、10 个导管原位癌、1 个黏液癌、1 个恶性分叶状肿瘤和 3 个浸润性小叶癌(上述病灶最大径均>1 cm)]和 44 个假阳性病灶(22 个纤维腺瘤、8 个乳腺腺病、5 个导管内乳头状瘤、5 个感染性病变、2 个乳腺导管上皮不典型增生、1 个良性分叶状肿瘤和 1 个间质胶原化)。

基于病灶形态+病灶边缘是否清晰+灰度分布是否存在“偏心核心”3 个图像特征的联合诊断,

本研究 293 个病灶中有 42 个病灶被误诊, 包括 22 个假阴性病灶[9 个浸润性导管癌、7 个导管原位癌、1 个浸润性小叶癌、1 个浸润性乳头状癌、1 个小叶原位癌、1 个恶性分叶状肿瘤、1 个黏液癌和 1 个神经内分泌肿瘤(上述病变最大径均>1 cm)]和 20 个假阳性病灶(12 个纤维腺瘤、4 个乳腺腺病、1 个导管内乳头状瘤、1 个间质胶原化和 2 个乳腺导管上皮不典型增生)。

3 讨论

作为乳腺钼靶、超声和 MRI 的补充^[1,4], BSGI 在乳腺病灶中有较好的诊断表现, 并且性价比高, 是很有潜力的分子影像学检查方法。

Rechtman 等^[10]的研究回顾性纳入 343 例病理确诊的术前乳腺癌患者(包括恶性病灶 343 个), BSGI 的诊断灵敏度为 95.4%。Cho 等^[3]的研究回顾性纳入 162 例钼靶和(或)超

声诊断为 BIRADS 4 级的可疑恶性患者(包括恶性病灶 66 个、良性病灶 96 个), BSGI 的诊断灵敏度、特异度分别为 90.9%和 78.1%。Brem 等^[5]的研究回顾性入选 146 例乳腺疾病患者(包括 167 个病灶, 其中恶性病灶 83 个、良性病灶及交界性病灶 84 个)。入选标准如下: ①有乳腺肿块但钼靶无法解释; ②经病理确诊的多灶性乳腺癌; ③钼靶提示双侧腺体不对称但超声、MRI 或者临床检查结果无法解释; ④例行筛查的乳腺癌高危病例。该研究

结果显示 BSGI 的诊断灵敏度、特异度分别为 96.4% 和 59.5%。上述 3 项研究均基于传统的视觉判断,但由于入选标准不同,BSGI 的诊断效能也不尽相同。在 Brem 等^[5]较广谱的入选标准中,BSGI 的诊断特异度偏低(59.5%),有假阳性病灶 34 个、假阴性病灶 3 个。根据既往对^{99m}Tc-MIBI 在乳腺病变中的病理生理研究结果,假阳性病灶多源于^{99m}Tc-MIBI 高摄取的乳腺腺病、纤维腺瘤、炎症等良性病变,与血流及线粒体代谢相关^[11];而假阴性病灶多源于乳腺恶性肿瘤的特殊病理类型以及小病灶^[12-13]。根据《BSGI 操作指南》1.0 版,本研究的病例入选标准与 Brem 等^[5]的研究类似,纳入标准适应证较多,疾病谱较广,总共纳入 272 例患者(293 个病灶),探讨了图像特征的鉴别诊断价值。

本文中首次提出“偏心核心”的灰度分布概念,经秩相关分析结果证实,其与恶性病变呈正相关(Spearman 相关系数: 0.290, $P=0.000$),即存在“偏心核心”倾向于良性,缺乏“偏心核心”倾向于恶性。同时,在二分类 Logistic 回归分析中,“偏心核心”的 OR 最高,为 12.927(95%CI: 5.415~30.863),这说明该图像特征在本研究中具有较高的诊断价值,但其独立诊断特异度仅为 27.4%,限制了独立诊断能力。灰度分布是否存在“偏心核心”与病灶形态、病灶边缘是否清晰联合诊断达到了最高的诊断效能,优于 BIRADS 和最大 T/NT(界值: 1.75)的诊断效能。与 BIRAD 独立诊断相比,联合诊断的假阳性病灶由原来的 44 个减少为 20 个,在不降低灵敏度的基础上,特异度由 58.5% 提升至 81.1%,准确率由 77.5% 提升至 85.7%。由此看出,在本研究入选标准较宽泛的乳腺疾病人群中,图像特征联合诊断的效能优于传统的视觉和半定量诊断。

在本研究中,基于图像特征的联合诊断标准仍存在一定的假阳性和假阴性病例,原因为病灶形态、病灶边缘或者灰度分布“偏心核心”的图像特征不典型,而无法通过肉眼进行准确判断。因此,对于这类病例,需要积极结合患者的病史问诊、乳腺触诊、传统影像(钼靶、超声或 MRI)结果,在获得更多临床信息的基础上,达到更高的诊断效能。同时,在核医学领域,应用¹⁸F-FDG 高分辨率乳腺 PET 成像仪已经实现了纹理分析(texture analysis)对于乳腺恶性肿瘤不同病理亚型的鉴别诊

断^[14]。BSGI 的图像分辨率与之相似,达 3 mm^[15],对于肉眼无法准确分辨的不典型病灶,纹理分析可能是潜在的鉴别诊断方法。

本研究的局限性如下:①本研究为回顾性研究,需要前瞻性队列研究的验证;②我们首次提出了“偏心核心”的概念,虽然确定了比较清晰的视觉评判定义,但是没有使用纹理分析参数,因此需要进一步使用图像处理软件,得出更明了的半定量灰度分布参数;③“偏心核心”的病理生理机制尚有待进一步研究。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,不涉及任何利益冲突。

作者贡献声明 朱羽苑负责研究命题的提出、设计,研究试验和调查,数据的获取、分析以及论文起草和最终版本修订;张宏伟、石洪成负责研究命题的提出、研究调查,数据的提供以及论文最终版本修订;谭辉、尹红燕、庞丽芳负责数据的获取、分析及论文起草;顾宇参负责研究命题的提出,研究的试验和调查;严丽霞、陈曙光负责数据的提供及论文起草。

参 考 文 献

- [1] Schillaci O, Buscombe JR. Breast scintigraphy today: indications and limitations[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2004, 31 Suppl 1: S35-45. DOI: 10.1007/s00259-004-1525-x.
- [2] Yu X, Hu G, Zhang Z, et al. Retrospective and comparative analysis of ^{99m}Tc-Sestamibi breast specific gamma imaging versus mammography, ultrasound, and magnetic resonance imaging for the detection of breast cancer in Chinese women[J/OL]. *BMC Cancer*, 2016, 16: 450[2018-05-05]. <https://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12885-016-2537-1>. DOI: 10.1186/s12885-016-2537-1.
- [3] Cho MJ, Yang JH, Yu YB, et al. Validity of breast-specific gamma imaging for Breast Imaging Reporting and Data System 4 lesions on mammography and/or ultrasound[J]. *Ann Surg Treat Res*, 2016, 90(4): 194-200. DOI: 10.4174/ast.2016.90.4.194.
- [4] 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. DOI: 10.2967/jnmt.110.082271.
- [5] Brem RF, Floerke AC, Rapelyea JA, et al. Breast-specific gamma imaging as an adjunct imaging modality for the diagnosis of breast cancer[J]. *Radiology*, 2008, 247(3): 651-657. DOI: 10.1148/radiol.2473061678.
- [6] Meissnitzer T, Seymer A, Keinrath P, et al. Added value of semi-quantitative breast-specific gamma imaging in the work-up of suspicious breast lesions compared to mammography,

- ultrasound and 3-T MRI[J]. *Br J Radiol*, 2015, 88(1051): 20150147. DOI: [10.1259/bjr.20150147](https://doi.org/10.1259/bjr.20150147).
- [7] Kuhn KJ, Rapelyea JA, Torrente J, et al. Comparative Diagnostic Utility of Low-Dose Breast-Specific Gamma Imaging to Current Clinical Standard[J]. *Breast J*, 2016, 22(2): 180–188. DOI: [10.1111/tbj.12550](https://doi.org/10.1111/tbj.12550).
- [8] Tan H, Jiang L, Gu Y, et al. Visual and semi-quantitative analyses of dual-phase breast-specific gamma imaging with Tc-99m-sestamibi in detecting primary breast cancer[J]. *Ann Nucl Med*, 2014, 28(1): 17–24. DOI: [10.1007/s12149-013-0776-7](https://doi.org/10.1007/s12149-013-0776-7).
- [9] 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 ^{99m}Tc-sestamibi[J]. *Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 47(1): 18–26. DOI: [10.1007/s13139-012-0176-2](https://doi.org/10.1007/s13139-012-0176-2).
- [10] Rechtman LR, Lenihan MJ, Lieberman JH, et al. Breast-specific gamma imaging for the detection of breast cancer in dense versus nondense breasts[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2014, 202(2): 293–298. DOI: [10.2214/AJR.13.11585](https://doi.org/10.2214/AJR.13.11585).
- [11] Del VS, Salvatore M. ^{99m}Tc-MIBI in the evaluation of breast cancer biology[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2004, 31 Suppl 1: S88–96. DOI: [10.1007/s00259-004-1530-0](https://doi.org/10.1007/s00259-004-1530-0).
- [12] 杜勇, 任长征, 龙艳. 乳腺肿块^{99m}Tc-MIBI 显像规律与其组织病理学关系的初步探讨[J]. *中华核医学杂志*, 1997, 17(1): 43–45. DOI: [10.1007/BF02951625](https://doi.org/10.1007/BF02951625).
- Du Y, Ren CZ, Long Y. The relationship between the ^{99m}Tc-MIBI imaging characteristics and the histopathologic features of breast tumors[J]. *Chin J Nucl Med*, 1997, 17(1): 43–45. DOI: [10.1007/BF02951625](https://doi.org/10.1007/BF02951625).
- [13] 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): e212–216. DOI: [10.1259/bjr/34392802](https://doi.org/10.1259/bjr/34392802).
- [14] Moscoso A, Ruibal Á, Domínguez-Prado I, et al. Texture analysis of high-resolution dedicated breast ¹⁸F-FDG PET images correlates with immunohistochemical factors and subtype of breast cancer[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2018, 45(2): 196–206. DOI: [10.1007/s00259-017-3830-1](https://doi.org/10.1007/s00259-017-3830-1).
- [15] Jones EA, Phan TD, Blanchard DA, et al. Breast-specific gamma-imaging: molecular imaging of the breast using ^{99m}Tc-sestamibi and a small-field-of-view gamma-camera[J]. *J Nucl Med Technol*, 2009, 37(4): 201–205. DOI: [10.2967/jnmt.109.063537](https://doi.org/10.2967/jnmt.109.063537).
- (收稿日期: 2018-05-06)



· 读者 · 作者 · 编者 ·

关于本刊网站、投审稿系统改版的通知

为了更好地使用投审稿系统,提高审稿的质量和效率,本刊网站、投审稿系统已进行了改版和更新。本刊将于2019年始全面使用新的网页和投审稿系统,网站的链接地址不变(<http://www.ijrmnm.com>; <http://gjfxyxhyzz.paperopen.com>),作者、编委、审稿人等所有信息(包括用户个人登录账号、密码等)不变,但有部分操作界面与原来的不同,不便之处,敬请谅解!

欢迎广大作者、编委提出宝贵意见,帮助我们不断改进与完善相关工作。

本刊编辑部