

乳腺核医学检查共识

来源：丁香园

单光子发射计算机断层成像检查

单光子发射计算机断层成像 (single photon emission computed tomography, SPECT) 是一种功能性分子影像技术，主要包括乳腺闪烁成像和乳腺专用伽马射线成像(breast special gamma ray imaging, BSGI)。其中乳腺闪烁成像主要指通过 SPECT 技术对乳腺组织进行成像的单光子发射断层成像技术。

BSGI 是基于乳腺闪烁成像和乳腺 X 线摄影发展的一种乳腺功能性分子成像技术，具有高分辨率、小视野等优点，其最大空间分辨率为 1.9-3.3 mm。对于乳腺组织比较致密或复杂的患者，以及解剖结构成像技术（如乳腺 X 线摄影术和超声）不能确诊的患者可以提供较大帮助。

一、显像剂

1997 年美国食品药品管理局 (food and drug administration. FDA) 正式批准 99m 钽 - 甲氧基异丁基异腈 (99mTc -sestamibi, 99mTc-MIBI) 用于乳腺癌的诊断。99mTc-MIBI 是一种亲脂性阳离子化合物，可通过细胞膜和线粒体膜的负电位被细胞摄取，常作为亲肿瘤显像剂应用于临床。目前，以 99mTc-MIBI 显像剂为基础的 SPECT 技术在乳腺癌诊断和鉴别诊断中的价值已经获得普遍认可。

二、适应证

包括：(1) 高危乳腺癌患者的筛查；(2) 乳腺组织比较致密或复杂乳腺占位病变的鉴别诊断；(3) 明确乳腺癌患者的临床分期。

三、显像程序

(一) 乳腺 SPECT 闪烁成像

1. 注射方式和剂量：99mTc-MIBI 的注射部位推荐采用患侧乳房对侧的上肢静脉，如果怀疑双侧乳腺有病变的患者，注射部位可选择下肢。剂量一般为 925 MBq。

2. 显像模式：药物注射后 5-10 min 行图像平面采集，时间约 10 min。

3. 图像采集：仪器选择低能高分辨准直器，能峰为 140 keV，能窗为 10%，矩阵为 128x128。患者取俯卧位，双上肢外伸。采集视野应包括乳腺、腋窝及前胸壁。必要时可加做乳腺俯卧侧位相、乳腺俯卧 300 斜位相。

4. 图像处理：应用计算机软件剪除具有高放射性的组织器官显像（如心脏、肝脏），使乳腺组织放射性显像更为突出。

5. 图像分析：正常乳腺及腋窝具有轻度、均匀的放射性显像，乳腺及腋窝部位出现明显的局限性显像剂摄取增高灶均考虑为恶性病灶。

6. 临床评价：乳房闪烁成像的优势在于其诊断效率不受乳腺密度影响；其局限性主要在于 SPECT 显像的分辨率较低，不能达到毫米级，对隐匿性的乳腺癌探测效率较低。

Lberman 等荟萃了 5 340 例乳腺癌患者，结果显示 99mTc-MIBI SPECT 闪烁成像诊断乳腺癌原发灶的敏感度、特异度、阴性预测值和阳性预测值分别为 85.2%、86.6%、81.8% 和 88.2%，准确度为 85.9%；在可扪及肿块的乳腺癌患者中，敏感度和特异度分别为 87.8% 和 87.5%，在不可扪及肿块的乳腺癌患者中，敏感度和特异度则分别为 66.8% 和 86.9%。

Scopinaro 等的结果也显示，在可扪及肿块的乳腺肿块患者中，99mTc-MIBISPECT 闪烁成像诊断乳腺癌的敏感度和特异度分别为 98% 和 89%；而在不可扪及肿块的患者中，其敏感度和特异度分别为 62% 和 91%；99mTc-MIBISPECT 闪烁成像诊断 T1a、T1b、T1c 及 T2 期乳腺癌的敏感度分别为 26%、56%、95% 和 97%。

Prats 等对 253 例怀疑乳腺癌患者进行了 $99m\text{Tc}$ -MIBI SPECT 闪烁成像，共发现 286 个病灶（恶性病灶 155 个、良性病灶 113 个）， $99m\text{Tc}$ -MIBI SPECT 闪烁成像诊断乳腺癌的敏感度为 91%，特异度为 71%，阴性预测值为 85%，阳性预测值 81%；当病灶最大径 $<1 \text{ cm}$ 时， $99m\text{Tc}$ -MIBI SPECT 闪烁成像诊断乳腺癌的敏感度和特异度分别为 57% 和 100%；

当病灶最大径为 1-2 cm 时，其敏感度和特异度分别为 90% 和 72%；当病灶最大径 $>2 \text{ cm}$ 时，其敏感度和特异度分别为 99% 和 50%， $99m\text{Tc}$ -MIBI SPECT 闪烁成像诊断乳腺癌的诊断效率与病灶大小明显相关。

（二）BSGI

1. 注射方式和剂量：同乳腺 SPECT 闪烁成像。
2. 显像模式：药物注射后 5-10 min 行图像平面采集，时间约 10 min，或计数达到 175 K。
3. 图像采集：采用高分辨率小视野伽马相机，能峰选择 140 keV，能窗为 10%。患者取坐位，双上肢外伸。采集视野与标准 X 线摄影术范围相同，方位包括右轴位、左轴位、右斜位和左斜位。

4. 图像处理：同乳腺 SPECT 闪烁成像。
5. 图像分析：同乳腺 SPECT 闪烁成像。
6. 临床评价：BSGI 具有高分辨率、小视野等优点。适合早期发现乳腺癌，甚至可以达到亚毫米级的病灶。Brem 等回顾性分析了 146 例进行 $99m\text{Tc}$ -MIBI BSGI 的乳腺肿块患者，共 167 个病灶进行了活检（恶性 83 个、良性 82 个、2 例为不典型增生）， $99m\text{Tc}$ -MIBI BSGI 诊断乳腺癌的敏感度为 96.4%，特异度为 59.5%，阳性预测值为 68.8%，阴性预测值为 94.3%，探测到最小的病灶直径为 1 mm； $99m\text{Tc}$ -MIBI BSGI 在探测乳腺癌原发灶方面具有较高的敏感度、中度的特异度。

Rechtman 等回顾性分析了 341 例进行了 $99m\text{Tc}$ -MIBI BSGI 且活检证实为乳腺癌的患者， $99m\text{Tc}$ -MIBI BSGI 探测所有乳腺癌患者的敏感度为 95.4%，其中探测非致密乳房组的敏感度为 95.8%，致密乳房组的敏感度为 95.1%，差异无统计学意义。因此， $99m\text{Tc}$ -MIBI BSGI 对致密乳房与非致密乳房的乳腺癌患者均具有较高的探测敏感度。

Johnson 等回顾性分析了 1 480 例进行 $99m\text{Tc}$ -MIBI BSGI 的受试者，新发现乳腺癌患者 539 例，75 例在 2 个月内同时进行了 MR 检查， $99m\text{Tc}$ -MIBI BSGI 诊断乳腺癌原发灶的灵敏度为 92%、特异度为 73%、阳性预测值为 78%、阴性预测值为 90%；MRI 诊断乳腺癌原发灶的灵敏度为 89%、特异度为 54%、阳性预测值为 67%，阴性预测值为 67%；BSGI 诊断乳腺癌原发灶的灵敏度与 MRI 相似，但特异度较 MRI 略好，可作为高危女性乳腺筛查的选择之一。

PET-CT 检查

PET-CT 乳腺显像的主要目的，一方面是通过提供定性和定量的信息，帮助诊断和鉴别诊断乳腺癌原发灶，探测腋窝淋巴结和远处转移，对乳腺癌进行分期；另一方面是提供乳腺癌的生物学行为信息，对乳腺癌患者进行预后分析和疗效评价。根据显像剂的不同分为隋氟 - 脱氧葡萄糖 (18F -fluorine-fluorodeoxyglucose，惜 18F -FDG) 乳腺显像和除 18F -FDG 以外的乳腺显像， 18F -FDG 是 PET-CT 乳腺显像最常用的显像剂。

一、 18F -FDG 乳腺显像

1. 适应证：(1) 乳腺癌的分期；(2) 治疗后病情监测及随访；(3) 局部进展期肿瘤或有转移的患者经常规检查（如 CT、全身骨显像）诊断不清或可疑时；(4) 乳腺癌患者随访时，若常规检查（如 CT、全身骨显像）诊断不清或可疑时。

2. 禁忌证：无绝对禁忌证。如患者怀孕（疑似或确诊），应均衡检查对患者临床决策的利弊进行评估；哺乳期妇女停止母乳喂养 24 h 以上；尽量避开月经周期。

3. 检查前准备和注意事项：(1) 按规范介绍并签署 PET-CT 显像检查知情同意书。(2) 嘱受检者携带既往检查资料，详细询问患者的发病过程（包括现病史、既往史、家族史、职业、吸烟史等），及诊断与治疗经过（如肿瘤标记物和病理活检结果，是否行手术、放射治疗和化学治疗等，是否应用骨髓刺激因子及激素，及目前的治疗情况等），尤其注意询问是否有糖尿病史及血糖控制情况，近期接触史和感染史。

(3) 确认是否有幽闭恐怖症，能否耐受双手臂上举且平卧 15- 20 min。(4) 注射 18F-FDG 前禁饮食至少 4-6h，显像前 24 h 内适量多饮水，并避免剧烈活动。(5) 检查前常规测量身高、体质量，并测血糖。血糖水平原则上应 <11.1 mmol/L，血糖升高会降低肿瘤对 18F-FDG 的摄取，并增加本底。血糖≥11.1 mmol/L 的患者可另行预约检查时间。对于注射胰岛素治疗的患者，注射 18F-FDG 的时间应延迟至胰岛素注射 2h 后，具体情况视胰岛素的类型与给药途径而定，以免造成肌肉显影明显。

(6) 避免服用止咳糖浆、双胍类药物，避免静脉输入含葡萄糖的液体。(7) 注射 18F-FDG 时及注射后嘱患者放松，对于精神过度紧张的患者，检查前给予镇静剂。注射 18F-FDG 后，患者取卧位或坐位安静避光休息。(8) 注意保暖，以便减少棕色脂肪摄取 18F-FDG。可在注射 18F-FDG 前口服氯羟安定或地西泮，减少棕色脂肪和骨骼肌对 18F-FDG 的摄取；B 受体阻滞剂也可减少棕色脂肪对 18F-FDG 的摄取。

(9) 注射 18F-FDG 24 h 内远离婴幼儿，且避免孕妇陪伴。(10) 需要静脉注射 CT 增强对比剂时，应按有关要求进行处置。如患者近期接受过钡剂造影，显像应安排在 1 周之后进行。

4. 图像采集：(1) 静脉注射 18F-FDG 剂量为 2.96- 7.77 MBq/kg，儿童酌情减量。可根据不同显像仪器，对 18F-FDG 剂量进行适当调整。注射部位宜选择已知病变的对侧肢体，注射药物后安静休息，避免与人交谈和肌肉紧张。(2) 显像时间一般选择在注射药物 60 min 后进行。(3) PET-CT 检查前排空膀胱。(4) 上检查床前取下体表的高密度物（如腰带、钥匙、项链、手饰、胸罩、硬币等）。(5) 乳腺检查取俯卧位，双上肢举过头顶，利用乳腺悬垂架，将乳腺充分向下悬垂。

(6) CT 扫描：选择适宜的管电压、管电流、层厚、层距等参数，进行较低剂量 CT 扫描。患者平静自由呼吸，尽可能保持 CT 与 PET 图像融合的一致性。(7) PET 扫描：行二维或三维采集，时间为 1.5-5.0 min/ 床位。不同型号的 PET-CT 设备，扫描条件的具体参数可有不同。

(8) 进行放射治疗计划定位时，应注意与 CT 模拟定位的匹配、标志点和成像参数，精确放射治疗可以应用定位专用床、激光定位系统以及呼吸门控技术。(9) 为评价放射治疗和化学治疗疗效而行再次显像时，2 次显像和图像处理的条件应尽可能保持一致。

5. 影像阅读和诊断：先评价图像（包括 PET 图像、CT 图像及融合图像）质量能否满足诊断要求，然后按照一定的顺序，全面阅读图像。

按照以下要求规范书写报告：(1) 诊断原发病灶：明确病变的位置、形态、大小、数目、密度，邻近器官和组织的改变，显像剂摄取程度、范围等，必要时观察非衰减校正图像。观察显像剂摄取程度时，需与参照组织比照，计算 SUV_{max}(standardized uptake value Max, 最大标准摄取值) 和（或）SUV_{mean}(standardized uptake value mean, 平均标准摄取值)。

多数乳腺恶性肿瘤形态不规则，边界不光滑，呈分叶状，周边见长短不一、分布不均的毛刺。密度一般高于正常乳腺腺体密度，内部有时出现沙砾样钙化灶，18F-FDG 代谢明显增高，SUV_{max} 通常 >3.0，如果肿块中央有液化坏死时，呈 18F-FDG 代谢缺损改变。

(2) 诊断淋巴结转移：影响乳腺癌患者预后最重要的因素是腋窝淋巴结有无转移。

18F-FDG PET-CT 检查可以发现腋窝不同淋巴结群的转移，尤其是胸小肌内侧、锁骨上和内乳的转移淋巴结。转移淋巴结与正常组织间有较高的放射性摄取比值，**18F-FDG** 代谢增高，通常 **SUVmax>2.5**。

(3) 诊断远处转移：乳腺癌常见的远处转移部位有肺、骨骼、胸膜、肝脏、脑、肾上腺等，**18F-FDG PET-CT** 一次全身显像可以明确各个器官、系统转移情况，对乳腺癌的分期诊断有重要的临床意义。延迟显像者及复查的患者需要与以往结果进行对照诊断。

(4) 评价疗效：肿瘤代谢的变化是评价非手术治疗疗效最灵敏、最可靠的指标。对比放射治疗和化学治疗前后 **18F-FDG** 显像肿瘤的代谢变化，及观察有无新发病灶，可以了解治疗效果。另外，利用 **18F-FDG** 显像的生物靶区指导放射治疗，可提高定位的精确性。报告经上级医师审核后方可签发。

6. 注意事项：(1)病灶较小（直径 <1 cm）、近期接受过大剂量化学治疗和血糖过高的患者，结果可能出现假阴性。(2) 乳腺感染或炎症、乳腺增生、部分良性肿瘤（如纤维腺瘤、错构瘤）及乳腺假体患者，结果可能出现假阳性。(3) 诊断不明确者，需行进一步检查或随访。

(4) 乳腺俯卧位显像时，应尽量保证乳腺在采集野内，患者尽量避免活动，否则图像模糊，出现“假象匹配”。(5) 因血糖直接影响 **18F-FDG** 的摄取与分布，需严格控制血糖水平和影响血糖变化的各种相关因素。(6) 放射治疗定位时，PET 扫描体位应与放射治疗一致。

二、**18F-FDG** 以外显像剂的乳腺显像

常用的显像剂包括：**18F-** 雌激素 (**18fluorine-fluoroestradiol**, **18F-FES**)、**18F-3'-脱氧-3'氟胸腺嘧啶** (**18fluorine-fluorothymidine**, **18F-FLT**)、**18F-** 血管活性肠肽 (**18fluorine-vasoactive intestinal peptide**, **18F-VIP**) 受体及 **18C-** 胆碱 (**18C-choline**, **CHO**) 等可用于乳腺显像。其中，**18F-FES** 与雌激素受体具有高亲和力，用于乳腺癌的诊断及鉴别诊断、分期和疗效判断。**18F-FLT** 用于乳腺癌疗效评估的效果优于 **18F-FDG**。**18F-VIP** 受体用于乳腺导管癌的诊断。

1.18F-FLT 乳腺显像：适应证包括：(1) 乳腺癌治疗后监测病情及随访，特别是判断早期疗效和预测预后。(2) 鉴别乳腺炎症。**18F-FLT** 不受血糖影响，检查前无需空腹。禁忌证、检查前准备、图像采集、影像阅读和诊断，及注意事项同 **18F-FDG** 乳腺显像。

2.18F-FES 乳腺显像：**18F-FES** 可检测乳腺癌原发灶和转移灶雌激素受体的生物学活性，在受体水平进行定量分析。主要用于乳腺癌内分泌治疗适应证的选择及乳腺癌靶向治疗后病情的监测及随访，特别早期疗效的判断和预测预后。**18F-FES** 不受血糖影响，检查前无需空腹。其他禁忌证、检查前准备、图像采集、影像阅读和诊断，及注意事项同 **18F-FDG** 乳腺显像。

乳腺前哨淋巴结探测

前哨淋巴结组织病理学状态可反映整个区域淋巴结的状态，即前哨淋巴结病理检查未发现肿瘤转移的患者，局部淋巴结转移的可能性小。对于临床检查腋窝淋巴结无明确转移的患者，可以行前哨淋巴结活检结果决定是否进行腋窝淋巴结清扫。

然而，由于原发肿瘤的淋巴引流往往存在多个淋巴循环，很难预测经哪个淋巴循环转移的可能性大，而跳跃转移现象使施行准确淋巴结活检非常困难。因此，前哨淋巴结探测技术可以为活检提供准确位置和数目，对于保证准确的分期，判断是否需要行区域淋巴结清扫术，决定是否进行术后辅助治疗和预测患者的预后具有重要意义。

用于准确定位乳腺癌的前哨淋巴结，辅助患者临床分期，决定是否进行术后辅助治疗以及预测患者预后。无明确禁忌证。常用前哨淋巴结显像剂包括：(1)**99mTc-** 硫化锑：颗粒大小为 3-25 nm，常用活度为 37-74 MBq；(2) **99mTc** 硫胶体：颗粒大小为 100-1 000 nm，

常用活度为 37-74 MBq; (3)99mTc- 右旋糖酐：颗粒大小为 6-7 nm，常用活度为 37-74 MBq。

检查前无需特殊准备。患者仰卧于检查床上，探头尽可能接近患者体表。注射显像剂采用肿瘤局部皮下、瘤内单点注射和瘤周皮下多点注射的方式，每个注射点注射 0.1-0.3 ml，活度 3.7- 37.0 MBq。视野范围为胸部前位、后位、侧位和斜位，增加体位可避免前哨淋巴结与注射点在前后位发生重叠而出现假阴性。

注药后 1、2、4、6 和 24 h 分别行静态显像，采集完成后需在前哨淋巴结处作好体表标志以协助术中探查。为提高前哨淋巴结检出率，可动态采集 30 min, 1 帧 /min。术中定位活检按照放射活性从高到低的顺序，定位活检到的放射性计数较高的前 4 枚淋巴结为前哨淋巴结。淋巴回流和淋巴结的显示时间与显像剂有关。

采用以下措施可提高乳腺癌前哨淋巴结检出率：(1) 手臂角度：前位显像时手臂与躯干保持 90°，侧位显像时手臂与躯干 135°- 180°；(2) 行动态采集；(3) 多体位显像；(4) 断层采集显像；(5) 避免下垂乳腺干扰显示靠近注射点的前哨淋巴结；(6) 注射显像剂后按摩乳腺数分钟，加速显像剂进入淋巴系统；(6) 患者保温，提高血液流动，以助显像剂到达淋巴结；(7) 避免检查部位放射性污染。

工作组成员：上海交通大学医学院附属仁济医院核医学科（黄钢、刘建军）；中国医科大学附属第一医院核医学科（李亚明）；吉林大学中日联谊医院核医学科（马庆杰）；内蒙古医科大学附属医院核医学科（王雪梅）；复旦大学附属肿瘤医院核医学科（章英剑）