

论著 · 临床研究

## <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT 与 B 超在甲状腺功能亢进症中的诊断价值比较

徐莲<sup>1</sup>, 孙晓光<sup>1</sup>, 刘建军<sup>1</sup>, 周明舸<sup>1</sup>, 江舟<sup>2</sup>

上海交通大学医学院附属仁济医院 1. 核医学科, 2. 病理科, 上海 200127

**[摘要]** 目的 · 探讨<sup>99m</sup>锝 - 甲氧基异丁基异腈 (<sup>99m</sup>Tc-MIBI) 单光子发射型计算机断层显像 / 计算机断层扫描 (SPECT/CT) 在甲状腺功能亢进症中的诊断价值及其与 B 超诊断效能的比较。方法 · 纳入 50 例诊断为甲状腺功能亢进症并手术治疗的患者, 术前行<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT, 其中 33 例同时行 B 超检查。以手术病理结果为金标准, 比较 2 种检查方法的诊断效能。结果 · 原发性和继发性甲状腺功能亢进症患者血清甲状旁腺激素 (PTH) 质量浓度分别为 352.0 (141.5 ~ 846.0) pg/mL 和 1 792.0 (1 018.5 ~ 2 358.5) pg/mL, 病灶最大径分别为 14.5 (9.0 ~ 20.9) mm 和 10.0 (8.0 ~ 12.6) mm, 诊断准确度分别为 97.7% 和 62.5%, 差异均有统计学意义 (均 P<0.01)。33 例患者<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT 的诊断灵敏度为 66.3%、准确度为 74.2%, B 超的灵敏度为 45.7%、准确度为 61.4%; 2 种检查方法灵敏度和准确度的差异均有统计学意义 (均 P<0.05)。结论 · 原发性甲状腺功能亢进症与继发性甲状腺功能亢进症比较, 血清 PTH 水平低, 病灶大, 诊断效能高。<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT 显像的诊断灵敏度及准确度均高于 B 超。

**[关键词]** <sup>99m</sup>锝 - 甲氧基异丁基异腈; 单光子发射型计算机断层显像 / 计算机断层扫描; B 超; 甲状腺功能亢进症; 甲状旁腺激素

**[DOI]** 10.3969/j.issn.1674-8115.2017.04.014 **[中图分类号]** R445.6 **[文献标志码]** A

### Comparison of <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT and ultrasonography in diagnosis of hyperparathyroidism

XU Lian<sup>1</sup>, SUN Xiao-guang<sup>1</sup>, LIU Jian-jun<sup>1</sup>, ZHOU Ming-ge<sup>1</sup>, JIANG Zhou<sup>2</sup>

1. Department of Nuclear Medicine, 2. Department of Pathology, Renji Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200127, China

**[Abstract]** Objective · To explore the diagnostic value of <sup>99m</sup>Tc-sestamibi (<sup>99m</sup>Tc-MIBI) single photon emission computed tomography/computed tomography (SPECT/CT) and ultrasonography in hyperparathyroidism. Methods · Fifty patients with hyperparathyroidism were included. <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT was performed before operations in all patients, while ultrasonography was performed in 33 patients. The diagnostic efficiency was calculated for both imaging methods in comparison to pathological data. Results · Serum parathyroid hormone (PTH) levels were 352.0 (141.5~846.0) pg/mL and 1 792.0 (1 018.5~2 358.5) pg/mL, respectively, in primary hyperparathyroidism (PHPT) and secondary hyperparathyroidism (SHPT), while maximum diameters of lesion were 14.5 (9.0~20.9) mm and 10.0 (8.0~12.6) mm, respectively (both P<0.01). The accuracy of SPECT/CT were 97.7% and 62.5%, respectively (P<0.01), in PHPT and SHPT. In 33 patients, the sensitivity and accuracy of SPECT/CT were 66.3% and 74.2%, respectively, whereas the sensitivity and accuracy of ultrasonography were 45.7% and 61.4%, respectively (both P<0.05). Conclusion · Serum PTH levels were higher, while maximum diameters of lesion were longer in PHPT than that in SHPT, and the diagnostic efficiency was also higher in PHPT than that in SHPT. In the other hand, the sensitivity and accuracy of SPECT/CT were higher than that of ultrasonography.

**[Key words]** <sup>99m</sup>Tc-sestamibi; single photon emission computed tomography/computed tomography; ultrasonography; hyperparathyroidism; parathyroid hormone

甲状腺功能亢进症 (hyperparathyroidism, HPT) 分为原发性和继发性 2 大类。原发性甲状腺功能亢进症 (primary hyperparathyroidism, PHPT) 是由于甲状腺自身病变引起甲状腺激素 (parathyroid hormone, PTH) 分泌增加及钙磷代谢紊乱, 如甲状腺增生、腺瘤或腺癌。继发性甲状腺功能亢进症 (secondary hyperparathyroidism, SHPT) 主要见于慢性肾功能不全、小肠吸收功能障碍或维生素 D 缺乏等, 机体钙磷代谢紊乱刺激甲状腺分

泌 PTH, 属于代偿性亢进。最有效的治疗方法是手术切除功能亢进的甲状腺组织。甲状腺位于颈部甲状腺的后方, 腺体体积较小。每个人有 4 个甚至更多个甲状腺腺体, 其中下甲状腺位置变异较大。为了减少手术的损伤及缩短手术时间, 术前对甲状腺病灶进行准确定位诊断是非常重要的。<sup>99m</sup>锝 - 甲氧基异丁基异腈 (<sup>99m</sup>Tc-sestamibi, <sup>99m</sup>Tc-MIBI) 单光子发射型计算机断层显像 / 计算机断层扫描 (single photon emission computed

[基金项目] 国家自然科学基金 (81530053) (National Natural Science Foundation of China, 81530053)。

[作者简介] 徐莲 (1984—), 女, 住院医师, 硕士; 电子信箱: xulian2004@126.com。

[通信作者] 孙晓光, 电子信箱: xgsun@vip.sina.com。



tomography/computed tomography, SPECT/CT) 对 HPT 的术前诊断具有重要价值。本研究探讨<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT 显像在 HPT 中的诊断价值，并与 B 超诊断效能进行比较。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

回顾性分析 2011 年 8 月—2014 年 6 月在上海交通大学医学院附属仁济医院诊断为 PHPT 或 SHPT 并进行手术治疗的患者资料，共 50 例，男性 21 例，女性 29 例，平均年龄为 53 岁（26~75 岁）。所有患者术前都接受了<sup>99m</sup>Tc-MIBI 甲状腺双时相平面显像及 SPECT/CT 断层显像，其中 33 例患者接受了颈部 B 超检查。

### 1.2 SPECT 显像方法

静脉注射 20 mCi<sup>99m</sup>Tc-MIBI（上海欣科医药有限公司或上海原子科兴药业有限公司提供）。患者取仰卧位，充分暴露颈前区域，分别于早期相（20 min）及延迟相（2 h）采集颈部静态平面图像，同时于延迟相采集颈部 SPECT/CT 断层融合图像。采用有诊断级 CT 的 SPECT/CT 成像系统（Precedence, Philips），配备低能高分辨率准直器，能峰 140 keV，能窗 20%。平面显像采集矩阵 256×256，放大倍数 2.19×(27.3) cm，总计数 500 K。SPECT/CT 采集参数：CT 电压 120 kV，电流 160 mA，FOV 250 mm，层厚 3 mm，层间距 1.5 mm，矩阵 512×512，常规扫描范围颈部至胸骨柄体交界处；双探头各旋转 180°，6°/帧，20 s/帧，矩阵 128×128，放大倍数 2.19×(27.3) cm，连续采集 360°。

### 1.3 图像分析

SPECT 图像由 2 名核医学科医师独立目测分析，协商诊断。阳性诊断标准：双时相平面显像示早期相在甲状腺区域或异位见放射性分布浓聚灶，延迟相甲状腺放射性分布减淡、消退，局部见放射性分布仍浓聚者为阳性；SPECT/CT 断层融合显像示甲状腺区域或异位见局灶性放射性分布浓聚灶，且 CT 图像上可见独立的软组织密度结节。

B 超诊断标准：甲状腺区域见卵圆形或长条形低回声结节，内部回声均匀，边界清楚，可见薄层强回声包膜，结节周边及内部可见较丰富的血流信号，周边血流呈弧形或环样改变，病灶随吞咽动作与甲状腺同步运动。

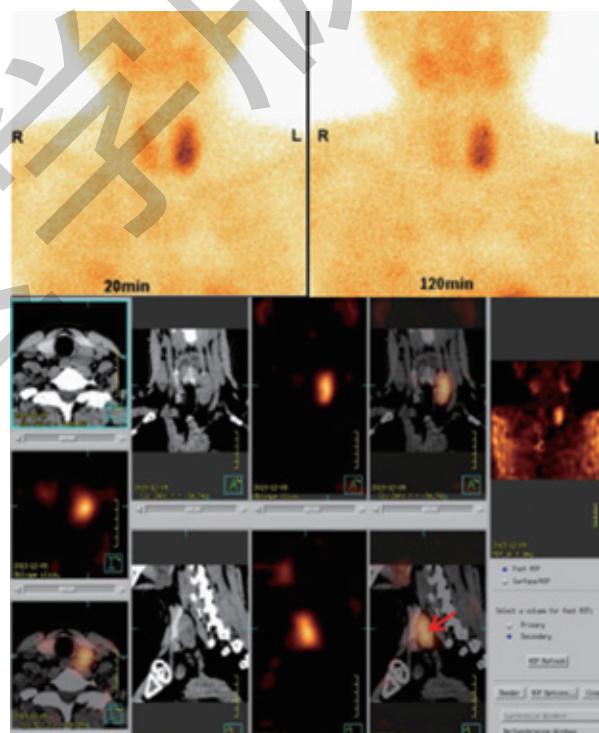
### 1.4 统计学分析

每例患者按 4 个甲状腺计算，以术中所见及术后病理结果作为金标准，SPECT/CT 显像及 B 超检查结果与手术病理结果一致者为真阳性。使用 SPSS 20.0 统计软件处理数据，不符合正态分布的定量资料以中位数（四分位数范围）表示，采用非参数检验。应用四格表分别计算诊断的灵敏度、特异度和准确度，定性资料采用 $\chi^2$  检验。 $P<0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 手术及病理结果

根据病理诊断结果，50 例患者共有 127 个甲状腺病灶。15 例患者为甲状腺腺瘤，共 18 个病灶，其中 1 例患者有 4 个甲状腺腺瘤，其余均为单发病灶。甲状腺腺瘤典型病例见图 1。35 例患者为甲状腺增生，共 109 个病灶；7 例患者为单发病灶，其余为多发病灶，有 1 个病灶异位于上纵隔内。甲状腺增生典型病例见图 2。所有患者中无甲状腺腺癌。

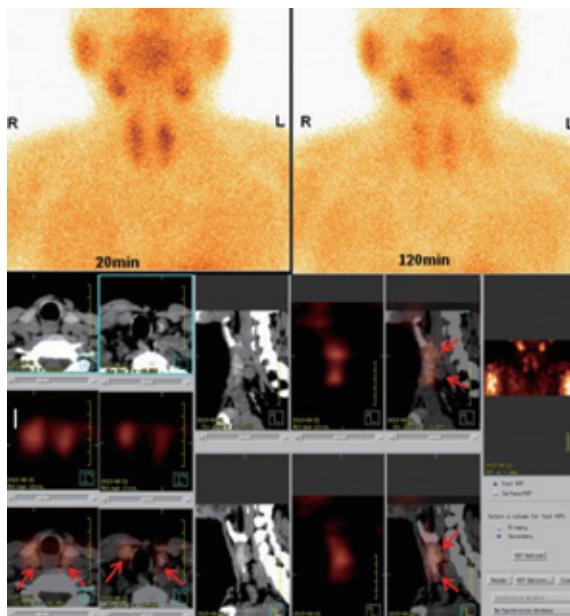


**注：**B 超示左侧甲状腺区低回声团块，约 41 mm×22 mm×25 mm；<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT 显像示甲状腺左叶中下部深面软组织密度灶伴 MIBI 浓聚；行左侧甲状腺肿瘤切除术，术后病理示“左侧”甲状腺腺瘤。

图 1 甲状腺腺瘤<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT 显像图

Fig 1 <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT images shown in parathyroid adenoma





注: B 超示双侧甲状腺增大, 最大约  $14 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$ ;  $^{99}\text{mTc}$ -MIBI SPECT/CT 显像示甲状腺右叶上极后方、右叶下极深面、左叶上极后方和左叶下极深面软组织密度灶伴 MIBI 轻度摄取; 行双侧甲状腺切除术 + 移植术, 术后病理示“右上、右下、左上、左下”甲状腺瘤样增生。

图 2 甲状腺增生  $^{99}\text{mTc}$ -MIBI SPECT/CT 显像图

Fig 2  $^{99}\text{mTc}$ -MIBI SPECT/CT images shown in parathyroid hyperplasia

## 2.2 血清 PTH 水平、病灶大小及 $^{99}\text{mTc}$ -MIBI 摄取程度

根据患者临床资料, 22 例患者为 PHPT, 28 例患者为 SHPT, 均继发于肾功能衰竭并行腹膜透析或血液透析者。除 4 例患者术前未检测血清 PTH 水平, 其余 46 例患者血清 PTH 质量浓度为  $75.7 \sim 2500.0 \text{ pg/mL}$ 。PHPT 患者血清 PTH 质量浓度为  $352.0 (141.5 \sim 846.0) \text{ pg/mL}$ , SHPT 患者血清 PTH 质量

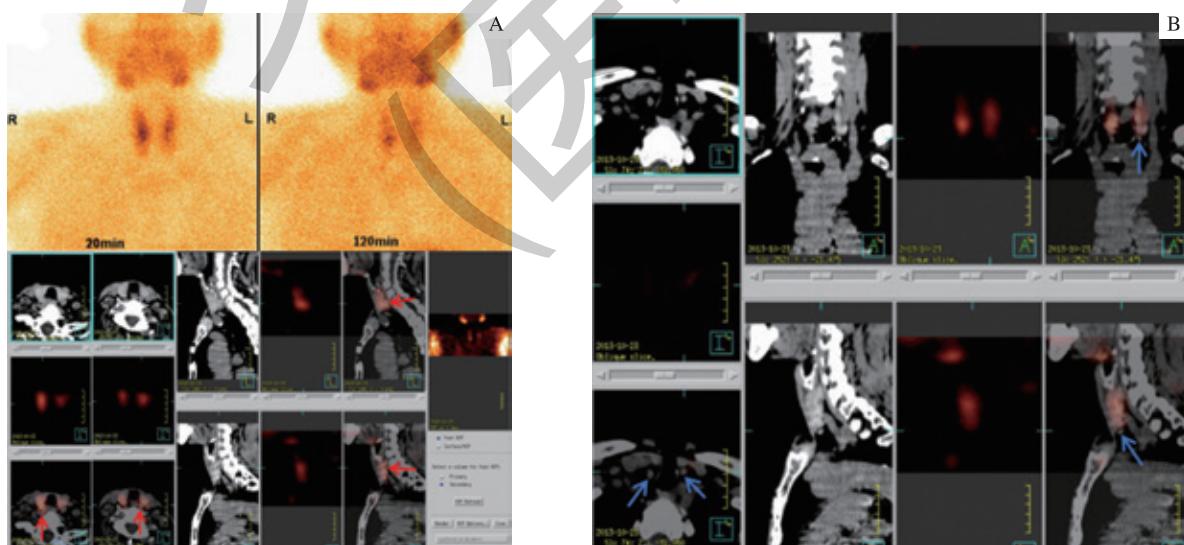
浓度为  $1792.0 (1018.5 \sim 2358.5) \text{ pg/mL}$ , 差异有统计学意义 ( $P=0.002$ )。以 CT 图像上甲状旁腺病灶最大横断面的最大径表示病灶大小, 127 个甲状旁腺病灶的最大径为  $3.0 \sim 41.2 \text{ mm}$ 。PHPT 病灶最大径为  $14.5 (9.0 \sim 20.9) \text{ mm}$ , SHPT 病灶最大径为  $10.0 (8.0 \sim 12.6) \text{ mm}$ , 差异有统计学意义 ( $P=0.000$ )。

采用视觉分析法对甲状旁腺病灶  $^{99}\text{mTc}$ -MIBI 摄取程度进行分组, 甲状旁腺病灶摄取程度与甲状腺本底相仿者为不摄取组, 摄取程度略高于本底者为轻度摄取组, 摄取程度明显增高者为明显摄取组, 3 组病灶的大小分别为  $7.8 (6.3 \sim 9.1) \text{ mm}$ ,  $11.7 (9.5 \sim 12.8) \text{ mm}$  和  $16.5 (14.2 \sim 21.0) \text{ mm}$ 。3 组间两两比较, 差异有统计学意义 ( $P=0.000$ )。

## 2.3 影像学检查诊断效能

50 例患者  $^{99}\text{mTc}$ -MIBI SPECT/CT 显像正确诊断 87 个阳性病灶, 假阴性 40 个 (图 3), 假阳性 4 个 (图 4)。对 PHPT 的诊断灵敏度、特异度和准确度分别为 95.8%、98.5% 和 97.7%, 对 SHPT 的诊断灵敏度、特异度和准确度分别为 62.1%、66.7% 和 62.5%; 灵敏度、特异度和准确度在 2 种疾病间比较, 差异均有统计学意义 ( $\chi^2=10.2$ ,  $P=0.001$ ;  $\chi^2=15.6$ ,  $P=0.000$ ;  $\chi^2=35.6$ ,  $P=0.000$ )。

比较 33 例患者 2 种影像学检查方法的诊断效能:  $^{99}\text{mTc}$ -MIBI SPECT/CT 显像的诊断灵敏度为 66.3%, 特异度为 92.5%, 准确度为 74.2%; 颈部 B 超的诊断灵敏度为 45.7%, 特异度为 97.5%, 准确度为 61.4%。2 种检查方法的灵敏度和准确度比较, 差异均有统计学意义 ( $\chi^2=8.0$ ,  $P=0.005$ ;  $\chi^2=5.0$ ,  $P=0.025$ )。

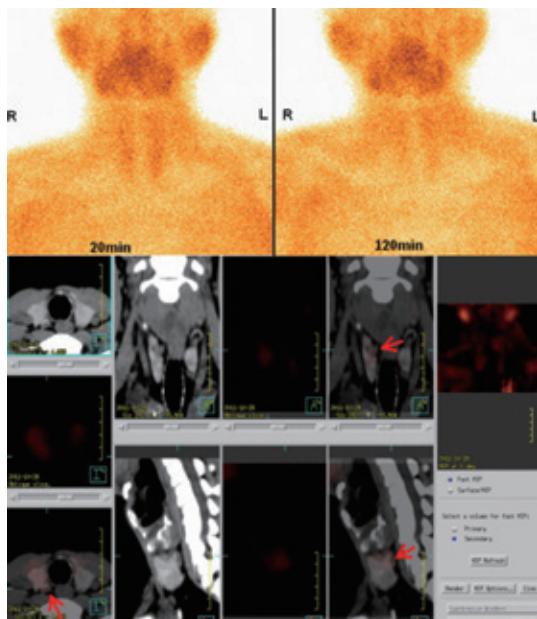


注: A. B 超示双侧甲状腺区低回声团块, 右侧最大约  $17 \text{ mm} \times 11 \text{ mm}$ , 左侧约  $8.5 \text{ mm} \times 6.4 \text{ mm}$ , 左下见一大小约  $13 \text{ mm} \times 5.1 \text{ mm}$  淋巴结;  $^{99}\text{mTc}$ -MIBI SPECT/CT 显像示甲状腺右叶下极后方及左叶上极后方软组织密度结节伴 MIBI 轻度摄取; 行双侧甲状腺切除术 + 移植术, 术后病理示“右上、右下、左上、左下”甲状腺瘤样增生; B. 回顾 SPECT/CT 显像, 甲状腺双叶下极深面可见小结节影 (最大径约  $8 \text{ mm}$  及  $6 \text{ mm}$ ), MIBI 未见摄取。

图 3  $^{99}\text{mTc}$ -MIBI SPECT/CT 显像漏诊甲状腺双叶下方小病灶

Fig 3 Undiagnosed small lesions in  $^{99}\text{mTc}$ -MIBI SPECT/CT images





注: <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT诊断“右上甲状腺病灶”,术后病理诊断为甲状腺胶质结节。

Fig 4 <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT 显像误诊甲状腺结节为甲状腺病灶  
Fig 4 False-positive lesion in <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT images

### 3 讨论

HPT患者术前定性、定位诊断的影像学检查方法有B超、CT、磁共振成像(MRI)及SPECT显像。超声简便、经济、无辐射,是首先的筛查方法,但其诊断价值有限<sup>[1-2]</sup>。目前,<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT显像是HPT患者术前定位诊断的主要检查方法,灵敏度高,可发现多个病灶及异位甲状旁腺<sup>[3-4]</sup>。

甲状旁腺SPECT显像有双核素减影法和<sup>99m</sup>Tc-MIBI双时相法,其中双时相法方法简便,图像质量好,临床应用广泛。随着诊断级CT的配备,SPECT/CT断层显像将病灶的功能信息与解剖信息融合,有助于区分甲状腺和甲状旁腺病灶,并且可以显示被甲状腺掩盖的小病灶或放射性摄取不高的病灶,减少误诊和漏诊,进一步提高诊断效能<sup>[5-6]</sup>。此外,SPECT/CT还可提供其他解剖信息,如甲状

旁腺病灶的钙化、液化,异位病灶的准确定位,而且能发现甲状腺的病变或颈部其他病变,可一次手术解决。

甲状旁腺<sup>99m</sup>Tc-MIBI的摄取程度与病灶大小有相关性,病灶体积小,放射性摄取低,易漏诊,大部分假阴性病灶为此类情况。下甲状旁腺病灶的位置变异较大,位于甲状腺外侧或下方有一定距离的病灶,且放射性摄取较低者,与颈部淋巴结较难鉴别。少数患者甲状腺密度减低、不均,甲状旁腺与甲状腺的密度相仿,且放射性摄取较低者,容易误诊为甲状腺的病灶。个别患者上、下2个甲状旁腺病灶紧贴,被判读为1个病灶。此外,延迟显像甲状腺放射性未消退或消退不均匀的患者,甲状腺放射性异常摄取会掩盖小病灶的放射性轻度摄取。因此,在分析图像时要注意放射性摄取低的小病灶,以提高检出率。有研究者报道,与平行孔准直器相比,使用针孔准直器能提高检出小病灶的灵敏度和分辨率<sup>[7]</sup>。本研究中4个假阳性病灶为甲状腺结节向外凸出,且有放射性摄取,误诊为甲状旁腺病灶,经病理证实为甲状腺胶质结节或腺瘤。

本研究显示PHPT患者病理类型以单发腺瘤为主,瘤体较大,大部分直径在1cm以上,病灶放射性摄取明显,血清PTH水平中度升高;而SHPT患者多发甲状旁腺增生多见,病灶可大可小,患者慢性肾功能衰竭病史较长,血清PTH水平重度升高。因此,SPECT/CT显像对PHPT的诊断效能明显高于SHPT。另外,本研究发现SPECT/CT显像的诊断灵敏度及准确度均高于B超,与Patel等<sup>[8]</sup>报道的SPECT/CT准确度高于B超和CT一致。也有文献报道,对于直径<1cm的病灶,B超灵敏度高于SPECT显像及CT<sup>[9]</sup>。随着正电子发射计算机断层显像(positron emission tomography, PET/CT)的广泛应用及新型显像剂的研发,有研究者指出,临床高度怀疑HPT而影像学检查阴性时,可行<sup>11</sup>C-甲硫氨酸或<sup>18</sup>F-氟胆碱PET/CT显像<sup>[10-11]</sup>,其分辨率较SPECT高,能发现更多阳性病灶。但PET/CT费用昂贵,一般作为补充检查。

综上所述,<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT显像是HPT患者术前定性、定位诊断的重要方法。根据临床需要,可多种检查方法联用,有助于提高诊断准确性。

### 参·考

- [1] 周洁,洪智慧,石怡珍,等.<sup>99m</sup>Tc-MIBI双时相显像定位诊断继发性甲状腺功能亢进症的价值[J].中华核医学与分子影像杂志,2014,34(3):192-195.
- [2] Ansquer C, Mirallie E, Carlier T, et al. Preoperative localization of parathyroid lesions. Value of <sup>99m</sup>Tc-MIBI tomography and factors influencing detection[J]. Nuklearmedizin, 2008, 47(4): 158-162.
- [3] 朱瑞森,朱继芳,陆汉魁,等.原发性甲状腺功能亢进症患者甲状旁腺显像和骨显像[J].中华核医学杂志,2004,24(1):33-35.
- [4] Tiktinsky E, Horne T, Agranovich S, et al. Tc-99m methoxyisobutylisonitrile parathyroid scintigraphy: the value of adding a whole-body scan[J]. Nucl Med Commun, 2011, 32(11): 1079-1083.
- [5] Vaz A, Griffiths M. Parathyroid imaging and localization using SPECT/CT: initial results[J]. J Nucl Med Technol, 2011, 39(3): 195-200.
- [6] 顾宇参,邬鹏跃,张宏伟,等.<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT对原发性甲状腺功能亢进症的诊断价值[J].中华核医学与分子影像杂志,2016,36(3):242-245.
- [7] Spanu A, Falchi A, Manca A, et al. The usefulness of neck pinhole SPECT as a complementary tool to planar scintigraphy in primary and secondary hyperparathyroidism[J]. J Nucl Med, 2004, 45(1): 40-48.
- [8] Patel CN, Scarsbrook AF. Multimodality imaging in hyperparathyroidism[J]. Postgrad Med J, 2009, 85(1009): 597-605.
- [9] 常婷,王燕,李艺,等.甲状旁腺病变的超声诊断及多种影像学对比分析[J].中国介入影像与治疗学,2015,12(2):98-101.
- [10] Lenschow C, Gassmann P, Wenning C, et al. Preoperative <sup>11</sup>C-methionine PET/CT enables focused parathyroidectomy in MIBI-SPECT negative parathyroid adenoma[J]. World J Surg, 2015, 39(7): 1750-1757.
- [11] Michaud L, Burgess A, Huchet V, et al. Is <sup>18</sup>F-fluorocholine positron emission tomography / computerized tomography a new imaging tool for detecting hyperfunctioning parathyroid glands in primary or secondary hyperparathyroidism? [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2014, 99(12): 4531-4536.

[收稿日期] 2016-11-21

[本文编辑] 吴洋

