

# ·单光子显像在临床中的应用· <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI SPECT/CT 融合断层显像在 甲状旁腺功能亢进症中的应用价值

彭诗瑶 李盼丽 张艾米 刘秋芳 徐莲 孙晓光 黄钢 宋少莉

200127, 上海交通大学医学院附属仁济医院核医学科(彭诗瑶、李盼丽、张艾米、刘秋芳、徐莲、孙晓光、宋少莉); 201318, 上海健康医学院医学影像学院(黄钢)

通信作者: 宋少莉, Email: shaoli-song@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.03.001

**【摘要】目的** 评价<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI SPECT/CT 双时相融合断层显像在原发性甲状旁腺功能亢进症(PHPT)与继发性甲状旁腺功能亢进症(SHPT)中的应用价值。**方法** 回顾性分析 97 例(PHPT 28 例, SHPT 69 例)HPT 患者的<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI SPECT/CT 显像图像特征、症状、血清甲状旁腺激素(PTH)、血钙、磷及碱性磷酸酶(AKP)等结果。分析比较 PHPT 和 SHPT 两组患者的显像特点、手术病理、实验室检查以及诊断的灵敏度、特异度与临床指标之间的相关性。**结果** (1)<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI SPECT/CT 显像对 PHPT 的术前诊断灵敏度为 96.55%, 特异度为 98.78%; 对 SHPT 的术前诊断灵敏度为 68.77%, 特异度为 79.17%。(2)PHPT 多表现为单发病灶, 而 SHPT 多表现为多个亢进的甲状旁腺病灶, 病灶平均直径较小( $Z=-2.591, P=0.010$ ), 且容易合并钙化( $\chi^2=9.588, P<0.01$ ), 差异均有统计学意义。(3)PHPT 中无特殊不适主诉的患者比例明显高于 SHPT 中的比例( $\chi^2=11.713, P<0.001$ ), PHPT 出现结石的比例高于 SHPT( $\chi^2=6.075, P<0.001$ ), SHPT 出现骨痛的比例高于 PHPT( $\chi^2=24.382, P<0.01$ ), 差异均有统计学意义; SHPT 患者血清 PTH 和 AKP 水平均明显高于 PHPT, 差异有统计学意义( $Z=-6.663, -4.326$ , 均  $P<0.001$ ), PHPT 具有高钙低磷的特点, SHPT 患者血钙正常或轻度升高, 血磷明显升高。**结论** <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI SPECT/CT 双时相显像在 PHPT 患者的术前定位中有重要价值, 特别是在 PHPT 中有极高的准确率。与 PHPT 相比, SHPT 血清 PTH、AKP 水平升高更明显, 多表现为多个病灶, 病灶小, 易合并钙化。

**【关键词】** 99m 锝甲氧基异丁基异腈; 单光子发射计算机断层摄影术; 甲状旁腺功能亢进, 原发性; 甲状旁腺功能亢进症, 继发性

**基金项目:** 国家自然科学基金(81471708, 81771861); 上海市高峰高原计划研究型医师(20172010)

**Importance of <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI SPECT/CT fusion imaging in primary and secondary hyperparathyroidism** Peng Shiyao, Li Panli, Zhang Aimi, Liu Qiufang, Xu Lian, Sun Xiaoguang, Huang Gang, Song Shaoli

Department of Nuclear Medicine, Renji Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200127, China(Peng SY, Li PL, Zhang AM, Liu QF, Xu L, Sun XG, Song SL); Shanghai University of Medicine&Health Sciences, Shanghai 201318, China (Huang G)

Corresponding author: Song Shaoli, Email: shaoli-song@163.com

**【Abstract】 Objective** The value of <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI SPECT/CT fusion imaging in primary hyperparathyroidism (PHPT) and secondary hyperparathyroidism (SHPT) was evaluated. **Methods** A total of 97 HPT patients (28 PHPT patients and 69 SHPT) were enrolled in this retrospective study. The <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI SPECT/CT imaging features, clinical symptoms, serum PTH, Ca, P, and AKP were analyzed. The following data were compared between PHPT and SHPT patients: imaging features; pathological findings; laboratory examination results; and relevance of diagnostic efficiency and clinical index. **Results** (1) The sensitivity and specificity of <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI SPECT/CT in PHPT were 96.55% and 98.78%, respectively. By contrast, the sensitivity and specificity of <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI SPECT/CT SHPT were 68.77% and 79.17%, respectively. (2) PHPT generally exhibited single lesion with average diameter was 17.4 mm. Compared with

PHPT, SHPT generally displayed more lesions with smaller diameter of 12.8 mm ( $Z=-2.591, P=0.010$ ) and more likely to be found with calcification ( $\chi^2=9.588, P<0.01$ ). (3) The percentage of patients without special clinical symptoms was higher in PHPT ( $\chi^2=11.713, P<0.001$ ). The percentage of patients with calculus in urinary system was also higher in PHPT ( $\chi^2=6.075, P<0.001$ ). However, the percentage of patients with ostealgia was higher in SHPT ( $\chi^2=24.382, P<0.001$ ). Serum PTH and AKP were significantly higher in SHPT ( $Z=-6.663, -4.326$ , both  $P<0.001$ ). PHPT had high serum calcium level and low phosphorus level, whereas SHPT showed normal or slightly higher calcium level and significantly high phosphorus level.

**Conclusions**  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT fusion imaging had a significant value in preoperation localization of HPT, especially in PHPT. Compared with PHPT, SHPT had a greater increase in serum PTH and AKP and usually exhibited several lesions which are smaller and more likely to accompany calcification.

**【Key words】** Technetium Tc 99m sestamibi; Single-photon, emission-computed, Tomography; Hyperparathyroidism, primary; Hyperparathyroidism, secondary

**Fund programs:** National Natural Science Foundation of China(81471708, 81771861); Shanghai Municipal Education Commission-Gaofeng Clinical Medicine Grant Support (20172010)

甲状旁腺功能亢进症(hyperparathyroidism, HPT)分为原发性(primary hyperparathyroidism, PHPT)、继发性(secondary hyperparathyroidism, SHPT)和三发性 HPT。HPT 是各种原因引起的甲状旁腺激素(parathyroid hormone, PTH)分泌过多及钙磷代谢紊乱。PHPT 是甲状旁腺自身病变引起的,如甲状旁腺增生、腺瘤甚至腺癌;SHPT 是各种原因引起的低血钙长期刺激甲状旁腺所致,如慢性肾功能衰竭,维生素 D 缺乏,肠道、肝和肾脏疾病致维生素 D 吸收不良和生成障碍。手术是目前治疗 PTH 的主要方法,术前对甲状旁腺病灶进行准确定位对甲状旁腺微创手术尤其重要。在本研究中我们探讨了  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 对 HPT 的定位诊断价值,并比较分析了不同类型 HPT 的显像特征及临床特点。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

回顾性分析 2013 年 8 月至 2017 年 4 月于上海交通大学附属仁济医院行甲状旁腺切除术并于术前完善  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 融合显像、血清 PTH、血钙、磷检查的 97 例 HPT 患者资料。其中,男性 46 例、女性 51 例,平均年龄( $51.34\pm 12.79$ )岁(23~77 岁)。97 例患者中 PHPT 患者 28 例,SHPT 患者 69 例。术后患者血清 PTH 水平均下降至参考范围。所有患者均于检查前签署了知情同意书。

### 1.2 显像方法

静脉注射 740 MBq  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI(上海欣科医药有限公司或上海原子科兴药业有限公司)。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, 荷兰 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,总计数 500 K。SPECT/CT 采集参数:CT 电压 120 kV,电流 160 mA,显示视野 250 mm,层厚 3 mm,层间距 1.5 mm,矩阵 512×512,常规扫描范围为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,放大倍数为 2.19,连续采集 360°。

### 1.3 图像分析

SPECT 图像由 2 名具有 10 年以上工作经验的核医学科高级医师独立目测分析,协商诊断。阳性诊断标准:SPECT/CT 断层融合显像示甲状旁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。阳性病灶在影像上与术中病灶位置(左上、左下、右上、右下、纵膈)相同者为诊断及定位准确;定位不正确视为假阳性。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 23.0 统计学软件处理数据。正态分布资料以  $\bar{x}\pm s$  表示,非正态分布资料以中位数(25%、75%)表示。在 PHPT 与 SHPT 的比较中,计数资料(性别、病理类型、显像有无钙化、症状有无骨痛、有无结石等)采用卡方检验,正态分布计量资料(年龄、血钙)采用独立样本  $t$  检验,非正

态分布计量资料[血清PTH、血磷、血清碱性磷酸酶(alkaline phosphatase, AKP)、显像直径]和等级资料(显像阳性病灶数、病理阳性病灶数)采用Mann-Whitney *U* 检验。在SHPT病灶定位完全准确与不准确患者间的比较中,正态分布计量资料(血清PTH、血钙、血磷、AKP、显像直径)采用*t* 检验,计数资料(病灶有无钙化)采用卡方检验。 $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 PHPT 与 SHPT 手术病理结果的比较

28例PHPT患者经病理确认共有29个甲状旁腺病灶,其中17例(60.7%)为单发甲状旁腺腺瘤,7例为单发甲状旁腺增生,2例为2个甲状旁腺增生,1例为非典型甲状旁腺肿瘤,1例为甲状腺腺瘤误诊;69例SHPT患者经病理确认共有253个病灶,其中52例(75.4%)为4个甲状旁腺增生病灶,10例为3个甲状旁腺增生病灶,4例为2个甲状旁腺增生病灶,1例为3个甲状旁腺增生病灶合并1个腺瘤(异位腺瘤),1例为双发甲状旁腺腺瘤,1例为单发甲状旁腺腺瘤。两组患者病理类型( $\chi^2 = 35.413, P < 0.001$ )及病灶数量( $Z = -8.331, P < 0.001$ )比较,差异有统计学意义。

### 2.2 $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 显像对不同类型 HPT 的诊断效能比较

以手术病理为金标准, $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 显像定位结果见表1。

$^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 显像对PHPT有极高的定位诊断价值,对SHPT也具有有效的定位诊断价值。比较HPT不同病理类型病灶的显像发现, $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 显像对腺瘤病灶的检出率为95.2%(20/21),对增生病灶的检出率为70.0%(182/260),差异有统计学意义( $\chi^2 = 6.124, P = 0.013$ )。此外,经统计学分析,在 $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 显像病灶定位准确的SHPT患者与定位不准确的SHPT患

表1  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 融合显像对 HPT 定位诊断效能

Table 1 The diagnostic efficiency of  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT in hyperparathyroidism

病理类型	灵敏度	特异度	准确率
HPT( <i>n</i> =97)	71.63% (202/282)	94.39% (101/107)	77.89% (303/389)
PHPT( <i>n</i> =28)	96.55% (28/29)	98.78% (81/82)	98.21% (110/112)
SHPT( <i>n</i> =69)	68.77% (174/253)	79.17% (19/24)	69.68% (193/277)

注:表中,MIBI:甲氧基异丁基异腈;SPECT/CT:单光子发射计算机断层摄影术;HPT:甲状旁腺功能亢进症;PHPT:原发性甲状旁腺功能亢进症;SHPT:继发性甲状旁腺功能亢进症。

者之间,血清PTH( $t = 0.629, P = 0.531$ )、总钙( $t = 0.054, P = 0.957$ )、磷( $t = -0.541, P = 0.590$ )、病灶直径( $t = -0.739, P = 0.463$ )、病灶是否伴钙化( $\chi^2 = 0.145, P = 0.703$ )等检查结果差异无统计学意义(表2)。

### 2.3 PHPT 与 SHPT 患者 $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 显像图像特征比较

28例PHPT患者的 $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 显像共显示28个病灶,69例SHPT患者的显像共显示180个病灶(包括1个位于胸腺的异位病灶)。其中,1例(3.6%)、26例(92.9%)、1例(3.6%)的PHPT患者显像分别显示0、1、2个病灶;13例(18.8%)、20例(29.0%)、17例(24.6%)、19例(27.5%)SHPT患者显像分别显示1、2、3、4个浓聚灶,两种类型HPT的 $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 显像统计学意义( $Z = -6.452, P < 0.01$ )。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,PHPT病灶的平均直径为17.4 mm,SHPT病灶的平均直径为12.8 mm,差异有统计学意义( $Z = -2.591, P = 0.010$ );PHPT与SHPT的最小病灶直径分别为6 mm和3 mm。SPECT/CT 显像未显示PHPT患者甲状旁腺病灶存在钙化灶,但发现有19例SHPT患者甲状旁腺至少存在1个钙化灶,部分患者存在

表2 SHPT 病灶定位准确与不准确患者间的特征比较

Table 2 Comparison of characteristics between accurately diagnosed SHPT and inaccurately diagnosed SHPT

类型	术前 PTH/(pg/mL)	术前血钙/(mmol/L)	术前血磷/(mmol/L)	病灶直径/mm	钙化/例
定位准确 SHPT( <i>n</i> =23)	1843.76±784.93	2.57±0.24	2.01±0.57	15.31±5.22	7
定位不准确 SHPT( <i>n</i> =46)	1703.80±909.78	2.57±0.30	2.09±0.51	16.43±5.66	12
统计量	$t = 0.629$	$t = 0.054$	$t = -0.541$	$t = -0.739$	$\chi^2 = 0.145$
<i>P</i> 值	0.531	0.957	0.590	0.463	0.703

注:表中,SHPT:继发性甲状旁腺功能亢进症;PTH:甲状旁腺激素。

2个甚至多个钙化灶,两者比较差异有统计学意义( $\chi^2=9.588, P<0.01$ )。PHPT典型病例见图1, SHPT典型病例见图2、图3。

### 2.4 PHPT与SHPT临床症状及术前实验室检查的比较

两种类型HPT临床特征比较见表3。PHPT中

无特殊不适主诉的患者比例明显高于SHPT( $\chi^2=11.713, P<0.001$ ),出现结石的比例高于SHPT( $\chi^2=6.075, P<0.001$ ),差异均有统计学意义;SHPT出现骨痛的比例高于PHPT( $\chi^2=24.382, P<0.01$ ),差异均有统计学意义。PHPT患者中,2例患者明确发生骨量减少,1例患者出现胃肠道症状,无患者

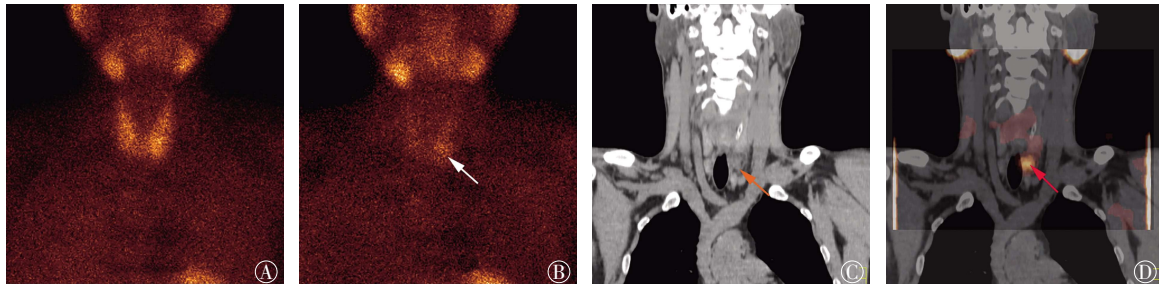


图1 一例原发性甲状旁腺功能亢进症患者的<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT显像图 患者男性,38岁,体检发现甲状旁腺激素升高,无特殊不适主诉。图中,A:<sup>99m</sup>Tc-MIBI显像20min时甲状腺双叶清晰显影,位置、形态、大小未见异常,显像剂分布基本均匀;B:延迟2h显像示甲状腺显像剂分布影逐渐减淡并消失,甲状腺左叶区局灶性显像剂分布浓聚影(白色箭头);C~D:<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT显像CT示甲状腺左叶后下方见一大约23mm×20mm结节样软组织密度影(橙色箭头),融合显像示结节伴有显像剂轻度摄取(红色箭头),考虑为甲状旁腺腺瘤。术后病理示甲状旁腺腺瘤。MIBI:甲氧基异丁基异腈;SPECT/CT:单光子发射计算机断层摄影术。

Fig.1 A <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT image of primary hyperparathyroidism

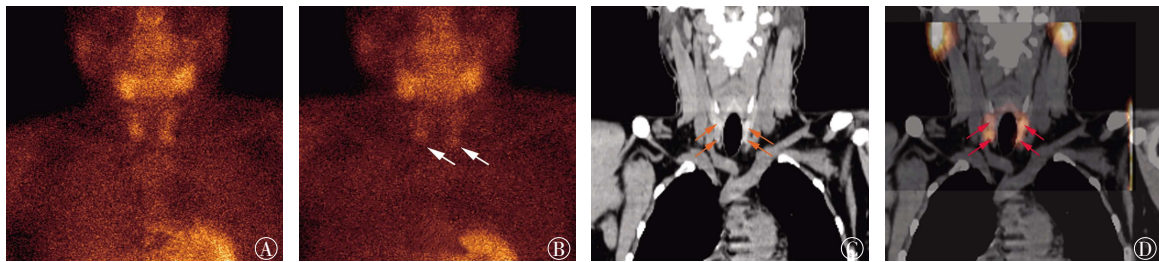


图2 一例继发性甲状旁腺功能亢进症患者的<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT显像图 患者男性,30岁,慢性肾功能不全,行走时腿痛半年,检查发现甲状旁腺激素增高。图中,A:<sup>99m</sup>Tc-MIBI显像20min时两侧甲状腺清晰显影,位置、形态、大小未见异常,显像剂分布基本均匀;B:延迟2h显像示甲状腺两叶下极显像剂轻度浓聚影(白色箭头);C~D:<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT显像CT示甲状腺双叶上下极低密度结节(橙色箭头),右上、右下、左上、左下极后方结节分别为6mm×4mm×7mm、10mm×5mm×13mm、7mm×6mm×10mm、10mm×7mm×10.6mm,融合显像示结节伴显像剂浓聚(红色箭头),考虑为增生的甲状旁腺组织。术后病理示“右上、右下、左上、左下”甲状旁腺瘤样增生。MIBI:甲氧基异丁基异腈;SPECT/CT:单光子发射计算机断层摄影术。

Fig.2 A <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT image of secondary hyperparathyroidism

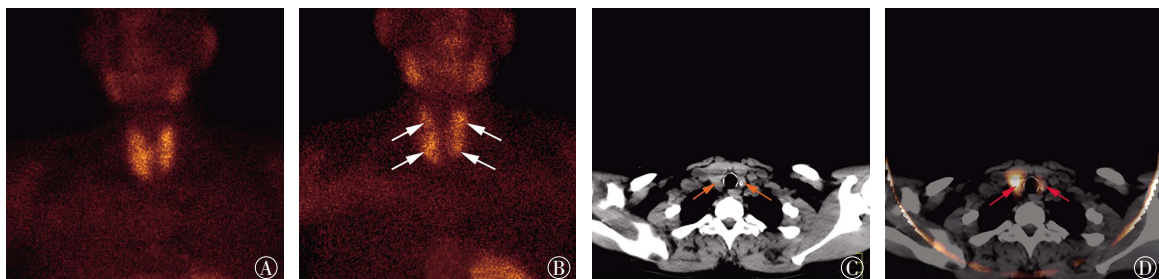


图3 一例继发性甲状旁腺功能亢进症患者甲状旁腺内合并钙化的<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT显像图 患者女性,44岁,慢性肾功能不全,检查发现甲状旁腺激素升高。图中,A:<sup>99m</sup>Tc-MIBI显像示20min时甲状腺双叶清晰显影,位置、形态、大小未见异常,显像剂分布基本均匀;B:延迟2h显像示甲状腺显像剂分布影逐渐减淡,甲状腺双叶上、下极残留显像剂浓聚影(白色箭头);C~D:<sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT显像CT可见甲状腺后方多发软组织密度结节(橙色箭头),左叶者其内见钙化灶,融合显像示结节伴显像剂浓聚(红色箭头),考虑为甲状旁腺增生或腺瘤。术后病理示甲状旁腺腺瘤样增生。MIBI:甲氧基异丁基异腈;SPECT/CT:单光子发射计算机断层摄影术。

Fig.3 A <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT image of secondary hyperparathyroidism with calcification in parathyroid

伴有骨折病史或皮肤瘙痒主诉; SHPT 患者中, 2 例患者有骨折病史, 3 例患者明确发生骨量减少, 2 例患者出现胃肠道症状, 1 例患者出现皮肤瘙痒; 以上数据之间的差异不显著。

两种类型 HPT 术前实验室检查比较见表 4。SHPT 患者平均血清 PTH、AKP 水平分别为 1750.5 pg/mL 和 431.6 U/L, PHPT 分别为 399.0 pg/mL 和 184.2 U/L, SHPT 患者血清 PTH 和 AKP 水平均明显高于 PHPT, 差异有统计学意义( $Z=-6.663$ 、 $-4.326$ , 均  $P<0.001$ )。两种类型 HPT 的术前血钙、磷差异均有统计学意义( $t=4.131$ ,  $Z=-7.643$ , 均  $P<0.001$ )。

### 3 讨论

HPT 的影像学检查方法包括 B 超、MRI、CT 和放射性核素显像等,  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 显像因其高灵敏度以及对异位病灶精确的定位能力成为 HPT 术前常用的检查方法, 特别是在 PHPT 定位诊断中有极高的临床价值<sup>[1-3]</sup>。本研究中,  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 显像对 PHPT 的术前定位诊断灵敏度为 96.55%, 特异度为 98.78%, 对 SHPT 的术前定位诊断灵敏度为 68.77%, 特异度为 79.17%。该显像方法可提供病灶功能信息和详尽的解剖信息, 结果支持对 PHPT 患者根据显像结果减少手术探查范围, 以减少并发症及提高手术成功率。虽然已有许多研究表明 SPECT/CT 显像对 SHPT 的诊断效能高于 B 超、SPECT 平面显像等其他显像方法<sup>[1,4-5]</sup>, 但其检测 SHPT 病灶的灵敏度稍低。SHPT 手术病理结果多

为程度各不相同的多个腺体增生, 其中较小的腺体常被漏诊; 由于增生腺体中线粒体较少、嗜酸细胞含量较少<sup>[6-7]</sup>, 病灶对  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI 的清除快, 导致 SPECT/CT 显像在 SHPT 中的诊断灵敏度较低。本研究结果提示, SHPT 患者仍需进行双侧甲状旁腺切除术。我们对  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT/CT 显像中病灶定位准确与定位不准确的 SHPT 患者进行了比较分析, 然而, 各临床指标间未能发现显著差异。本研究中 1 例患者伴有异位甲状旁腺腺瘤(位于胸骨柄右上缘), SPECT/CT 显像对其定位准确。本研究显像所示最小 PHPT 及 SHPT 病灶直径分别为 6 mm 和 3 mm, 与 Monzen 等<sup>[8]</sup>报道的 SPECT/CT 显像检测的病灶最小直径一致。

本研究中假阴性病灶包括 1 个腺瘤和 79 个增生病灶。有研究报道 SPECT/CT 显像诊断上极甲状旁腺的灵敏度和特异度均低于下极甲状旁腺<sup>[9]</sup>, 我们的研究结果与之类似, 69.6%(55/79)的假阴性增生病灶位于甲状腺上极后方, 大多与病灶体积小、放射性摄取低有关。假阳性病灶包括 1 个炎性淋巴结, 其余为甲状腺结节误诊。分析图像时, 应仔细分析放射性摄取低的小病灶以提高检出率, 注意可疑病灶与甲状腺的解剖关系以减少误诊。

在 HPT 的发展过程中, 功能亢进的甲状旁腺分泌过量 PTH, 增加钙的重吸收, 引起高钙血症。高血钙刺激肾脏对钙的排泄, 出现高钙尿症, 从而促使肾结石的形成及钙质在肾脏中的沉着<sup>[10]</sup>。当血清钙与磷酸盐离子的浓度乘积超过生理水平时, 钙

表 3 两种类型甲状旁腺功能亢进症临床特征比较

Table 3 Comparison of clinical features between PHPT and SHPT

类型	年龄/岁	病程/月	女性占比	无明显不适主诉/例	骨痛/例	结石/例
PHPT( $n=28$ )	52.1±12.8	8(2,24)	0.57(16/28)	20	2	8
SHPT( $n=69$ )	51.0±12.9	12(6,36)	0.51(35/69)	23	43	5
统计量	$t=0.392$	$Z=-2.069$	$\chi^2=0.329$	$\chi^2=11.713$	$\chi^2=24.382$	$\chi^2=6.075$
P 值	0.696	0.039	0.566	0.001	<0.01	0.014

注: 表中, PHPT: 原发性甲状旁腺功能亢进症; SHPT: 继发性甲状旁腺功能亢进症;  $\chi^2$ : 校正卡方值。

表 4 两种类型甲状旁腺功能亢进症实验室检查结果比较

Table 4 Comparison of laboratory examination results between PHPT and SHPT

病理类型	术前 PTH(pg/mL)	术前血钙(mmol/L)	术前血磷(mmol/L)	术前 AKP(U/L)
PHPT( $n=28$ )	276.70(134.78,522.12)	2.85±0.35	0.76±0.16	119.00(84.00,171.50)
SHPT( $n=69$ )	1750.46±866.88	2.57±0.28	2.06±0.53	340.00(186.00,647.00)
统计量	$Z=-6.663$	$t=4.131$	$Z=-7.643$	$Z=-4.326$
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: 表中, PTH: 甲状旁腺激素; AKP: 碱性磷酸酶; PHPT: 原发性甲状旁腺功能亢进症; SHPT: 继发性甲状旁腺功能亢进症。

会在软组织内沉积。本研究中 PHPT 患者病理类型以单发腺瘤为主, 瘤体较大, 平均直径为 17.4 mm, 病灶放射性摄取明显, 血清 PTH 水平中度升高, 平均为 399.0 pg/mL, 高钙低磷表现典型, AKP 水平正常或轻度升高; 本研究中的 SHPT 均继发于慢性肾功能不全, 以多发甲状旁腺增生为主, 病灶大小不一, 平均直径为 12.8 mm, 部分伴钙化, 患者出现 HPT 相关症状的病程较长, 血清 PTH 水平重度升高, 平均为 1750.5 pg/mL, 血钙水平正常或轻度升高, 血磷水平升高, AKP 水平明显升高。SHPT 患者 AKP 水平升高更明显, 提示骨骼破坏更严重, 临床症状统计也发现出现骨痛的 SHPT 患者比例明显高于 PHPT 患者, 这可能与肾功能不全情况下, 钙磷代谢障碍持续存在, 重度升高的 PTH 长期刺激骨钙吸收有关。PHPT 患者伴有结石病史的比例更高, 这与 PHPT 发生的典型高钙血症相关。慢性肾病尤其是长期维持性血液透析患者, 由于长期钙磷代谢紊乱和 SHPT 发展等因素, 可出现全身软组织的转移性钙化<sup>[1]</sup>, 这解释了 SHPT 患者甲状旁腺更易伴有钙化。两种 HPT 的临床特征和实验室检查各有特点, 结合 <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT 显像对诊断 HPT 有重要意义。

综上所述, <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT 显像对 HPT 的术前定位有重要价值, 特别是在 PHPT 的诊断中有极高的准确率。与 PHPT 相比, SHPT 血清 PTH、AKP 水平升高更明显, 多表现为多个病灶, 病灶小, 易合并钙化。

**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** 彭诗瑶负责数据的获取与分析、论文的撰写与修订; 李盼丽、张艾米、刘秋芳负责数据的获取与分析; 徐莲、孙晓光负责研究过程的实施; 黄钢负责研究命题的提出与设计; 宋少莉负责研究命题的提出与设计、论文的审阅。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] Tokmak H, Demirkol MO, Alagöl F, et al. Clinical impact of SPECT-CT in the diagnosis and surgical management of hyper-parathyroidism [J]. Int J Clin Exp Med, 2014, 7(4): 1028-1034.
- [ 2 ] Sandqvist P, Nilsson IL, Grybäck P, et al. SPECT/CT's Advantage for Preoperative Localization of Small Parathyroid Adenomas in Primary Hyperparathyroidism[J]. Clin Nucl Med, 2017, 42(2): e109-e114. DOI: 10.1097/RLU.0000000000001447.
- [ 3 ] 徐莲, 孙晓光, 刘建军, 等. <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT 与 B 超在甲状旁腺功能亢进症中的诊断价值比较[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2017, 37(4): 496-499. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8115. 2017. 04.014.
- [ 4 ] Xu L, Sun XG, Liu JJ, et al. Comparison of <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT and ultrasonography in diagnosis of hyperparathyroidism[J]. J Shanghai Jiaotong Univ Med Sci, 2017, 37(4): 496-499.
- [ 5 ] Zhen L, Li H, Liu X, et al. The application of SPECT/CT for preoperative planning in patients with secondary hyperparathyroidism[J]. Nucl Med Commun, 2013, 34(5): 439-444. DOI: 10.1097/MNM.0b013e32835f9447.
- [ 6 ] 钟箫, 欧晓红, 李林, 等. <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT 融合显像在甲状旁腺功能亢进症术前诊断中的应用价值[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2017, 37(7): 395-399. DOI: 10.3760/cma.j.issn. 2095-2848.2017.07.004.
- [ 7 ] Zhong X, Ou XH, Li L, et al. Value of <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT/CT in preoperative diagnosis of primary and secondary hyperparathyroidism[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2017, 37(7): 395-399.
- [ 8 ] Erbil Y, Kapran Y, İşsever H, et al. The positive effect of adenoma weight and oxyphil cell content on preoperative localization with <sup>99m</sup>Tc-sestamibi scanning for primary hyperparathyroidism[J]. Am J Surg, 2008, 195(1): 34-39. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2007.01.040.
- [ 9 ] Palestro CJ, Tomas MB, Tronco GG. Radionuclide imaging of the parathyroid glands[J]. Semin Nucl Med, 2005, 35(4): 266-276. DOI: 10.1053/j.semnuclmed.2005.06.001.
- [ 10 ] Monzen Y, Tamura A, Okazaki H, et al. SPECT/CT Fusion in the Diagnosis of Hyperparathyroidism[J]. Asia Ocean J Nucl Med Biol, 2015, 3(1): 61-65.
- [ 11 ] 曾鸣, 柳卫, 王宁宁, 等. <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT-CT 技术在甲状旁腺切除术前定位诊断中的增益价值[J]. 中华肾脏病杂志, 2017, 33(2): 86-91. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2017.02.002.
- [ 12 ] Zeng M, Liu W, Wang NN, et al. Additional role of <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT-CT imaging in preoperative localization of parathyroidectomy-clinical analysis of 359 patients with secondary hyperparathyroidism [J]. Chin J Nephrology, 2017, 33(2): 86-91.
- [ 13 ] Brown EM. Role of the calcium-sensing receptor in extracellular calcium homeostasis[J]. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab, 2013, 27(3): 333-343. DOI: 10.1016/j.beem.2013.02.006.
- [ 14 ] Moe S, Drüeke T, Cunningham J, et al. Definition, evaluation, and classification of renal osteodystrophy: a position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes(KDIGO)[J]. Kidney Int, 2006, 69(11): 1945-1953. DOI: 10.1038/sj.ki.5000414.

(收稿日期: 2018-02-20)