

〈原著〉

99mTc-MIBI シンチグラフィによる副甲状腺病変の局在診断

奥田 逸子* 斎藤 京子* 丸野 広大* 波多野 治*
 滝澤 義和* 村田 啓* 小谷野 肇** 小澤 安則**
 清水多恵子** 紫芝 良昌** 鈴木 規之***

要旨 手術によって病理組織が確認された副甲状腺機能亢進症 17 症例において、99mTc-MIBI による副甲状腺病変の局在診断の有用性を検討した。判定は、2 時間後の遅延画像から行った。17 症例 21 病変のうち 18 病変 (86%) が MIBI 画像で描出された。検出最小例は、腺腫で 380 mg、過形成で 270 mg であった。外頸・内頸動脈分岐部にあった異所性副甲状腺腺腫や副甲状腺癌術後の再発例では、他の画像診断法では局在診断が困難であったが、MIBI 画像で明瞭に描出された。これらの病変を含め、MIBI 画像を他の画像診断法と比較すると、検出率は 201Tl-99mTc サブトラクション法で 56%、超音波検査で 71%、CT で 63%、MRI で 67% と MIBI の検出率が勝っていた。MIBI シンチグラフィは副甲状腺病変の検出に優れており、超音波検査等と組み合わせて行うべき核医学検査であり、異所性および転移性病変の first choice にすべき検査と考えられた。

(核医学 32: 557-562, 1995)

I. はじめに

副甲状腺病変の局在診断は、強く望まれながらも、必ずしも成功裡には行き難いものの一つである。その背景としては、副甲状腺自体が小さく、4 腺あり、また異所性病変の可能性があることが挙げられる。副甲状腺病変の検出に、従来より核医学検査の領域では、201Tl-99mTc サブトラクション法が施行されてきた^{1,2)}。しかし、500 mg 未満の病変の検出率は低い傾向にあり、また、検査対象となる範囲が通常は頸部および上縦隔に限定されることから、検出能のより一層の改善が望まれていた。

* 虎の門病院放射線科
 ** 同 内分泌代謝科
 *** 同 内分泌外科

受付：7 年 1 月 18 日

最終稿受付：7 年 4 月 6 日

別刷請求先：東京都港区虎ノ門 2-2-2 (〒105)

虎の門病院放射線科

奥田 逸子

近年開発された 99mTc-methoxy-isobutyl-isonitrile (以下、MIBI) は、心筋血流用製剤であるが、副甲状腺病変にも集積するとの報告がある^{3,4)}。

今回、副甲状腺病変の検出における本剤の有用性を検討したので報告する。

II. 対 象

手術で病理組織が確認された副甲状腺機能亢進症 17 症例 21 病変を対象とし検討した。症例の内訳は、副甲状腺腺腫 14 例 14 病変、MEN 1 型に伴う副甲状腺過形成 2 例 5 病変 (1 例は 3 腺摘出後の再発例)、副甲状腺癌の骨転移 1 例 2 病変である。

切除された副甲状腺病変の重量は、腺腫で 192-5000 mg、過形成で 25-535 mg であり、癌の骨転移 1 例 2 病変は測定不能であった。

対象となった症例の臨床検査値は、Ca 4.6-9.3 mEq/l (正常値 4.4-5.1 mEq/l)、P 2.1-4.0 mg/dl (正常値 2.8-4.6 mg/dl)、intact PTH 42.0-1797.0 pg/ml (正常値 20.0-53.0 pg/ml) である。

これらの検査はすべて被検者の同意を得た上で行った。

III. 方 法

1. MIBI シンチグラフィ

MIBI 300 MBq 静注後、頸部および縦隔の範囲を ZLC-LEM 型ガンマカメラで、10 分後の早期画像と 2 時間後の遅延画像を撮像し、遅延画像から病変の有無を判定した⁴⁾。頸部および縦隔に集積像を認めたものを病変ありとした。

さらに、異所性ないしは転移性病変が疑われた症例では、全身の撮像を追加した。

2. ^{201}TI - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ サブトラクション法

塩化タリウム(以下、 ^{201}TI) 74 MBq 静注後、頸部および縦隔の範囲を上記装置で撮像し、さらに、過テクネチウム酸ナトリウム(以下、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$) 185 MBq を投与し、サブトラクションを行った。

3. 頸部超音波検査、CT、MRI

原則として、頸部を対象に行い、舌骨の高さから甲状腺の下極を充分に含む範囲で病変の有無を検討した。

IV. 代表例呈示

症例 1

一般的にみられる頸部副甲状腺腺腫例を呈示する。48歳女性。Ca 5.1 mEq/l, P 3.6 mg/dl, intact PTH 42 pg/ml。10 分後の早期画像で、副甲状腺病変の局在する左上は他部位に比べ、MIBI の集積

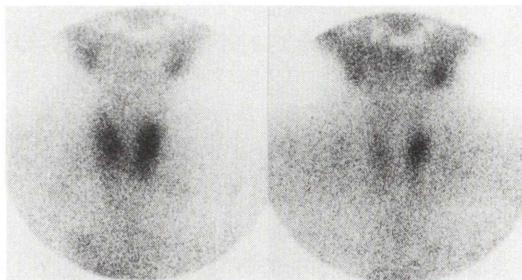


Fig. 1 Early (A) and delayed (B) images of MIBI in a patient with parathyroid adenoma (650 mg, the left upper portion).

が高く、2 時間後の遅延画像では、甲状腺の取り込みは washout され、副甲状腺病変への集積が明瞭に認められた(Fig. 1)。手術にて 650 mg の副甲状腺腺腫が確認された。

症例 2

MIBI で検出された最小腺腫例である。48歳女性。Ca 6.3 mEq/l, P 2.4 mg/dl, intact PTH 264 pg/ml。他の画像診断では病変の検出が困難であったが、MIBI シンチグラフィで甲状腺の左下方に集積像を認めた(Fig. 2)。手術にて左胸鎖関節の背側に副甲状腺腺腫が確認された。380 mg と比較的小さなものであった。

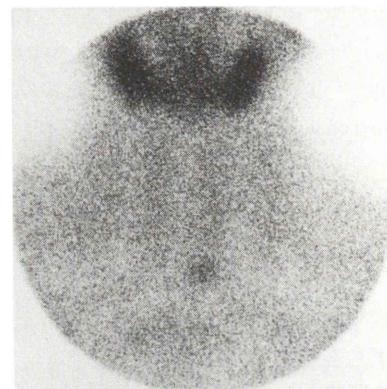


Fig. 2 MIBI scintigram (delayed image) in a patient with parathyroid adenoma (380 mg, the left lower portion).

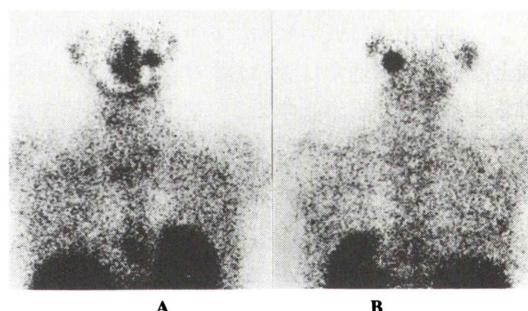


Fig. 3 Anterior (A) and posterior (B) views of delayed MIBI images in a patient with ectopic parathyroid adenoma (3,080 mg). An area of abnormal uptake was noted in the left mastoid region.

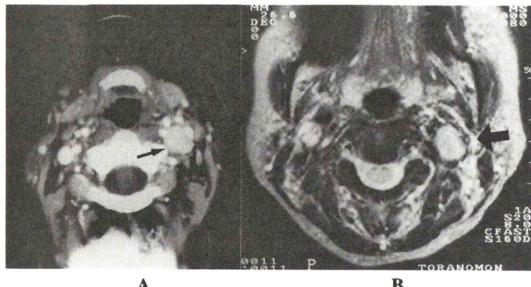


Fig. 4 CT (A) and MRI (B) in a patient with ectopic parathyroid adenoma (3,080 mg). CT and MRI demonstrated a rounded mass posterior to the left carotid bifurcation (arrow).

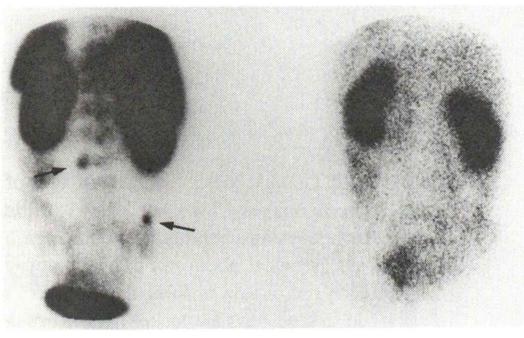


Fig. 5 Posterior views of delayed MIBI image (A) and Tl image (B) in a patient of parathyroid carcinoma with bone metastases to L3 and right sacroiliac joint (arrow).

症例 3

左外頸・内頸動脈分岐部の異所性副甲状腺腺腫例を呈示する。48歳女性。Ca 6.9 mEq/l, P 2.1 mg/dl, intact PTH 360 pg/ml であることから、副甲状腺機能亢進症を疑い、超音波検査、CT、MRI を施行したが、頸部および縦隔に病変を検出できなかった。MIBI を用い、頭部を含む全身の検索を行ったところ、左頸関節近傍に明瞭な取り込みが見られた (Fig. 3)。再度、その部位を狙って CT を施行したところ、左内頸動脈、外頸動脈、内頸静脈に囲まれた、16 mm 大の腫瘍が認められた。MRI でも、左頸関節の内側で、内頸・外頸動脈分岐部に 18×15 mm 大の腫瘍が確認され、異所性副甲状腺腺腫と診断された (Fig. 4)。手術を施

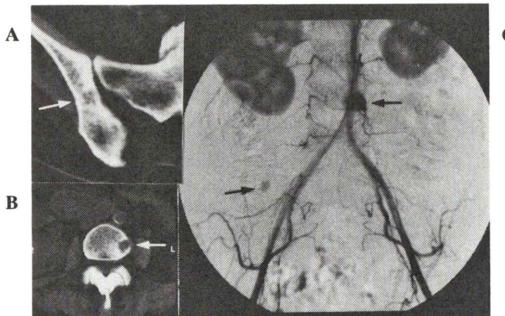


Fig. 6 CT (A), (B) and angiogram (C). Osteolytic tumors were noted in CT images (white arrows). Angiogram demonstrates tumor stains corresponding to abnormal accumulation on MIBI scintigram (black arrows).

行し、病理組織学的に 3,080 mg の副甲状腺腺腫が確認された。この例では Tl-Tc サブトラクション法では取り込みが比較的弱く見られたものの、唾液腺と重なっており陽性とは判断できなかった。しかし、MIBI シンチグラフィで明瞭な集積像として確認できた例である。

症例 4

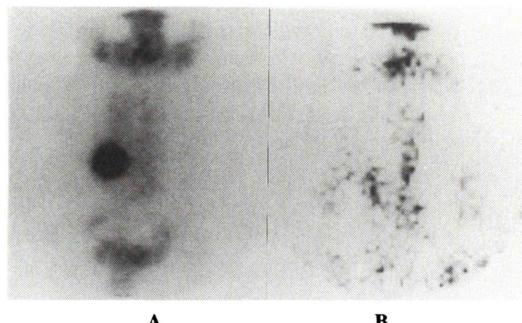
60 歳女性。副甲状腺癌の術後再発例。癌摘出術後 3 年目に、高カルシウム血症 (Ca 6.5 mEq/l) および副甲状腺ホルモンの上昇 (intact PTH 430 pg/ml) が、見られ、再発が疑われた。再発頻度の高い頸部および肺等^{5,6)}を CT、MRI で検査したが、再発腫瘍は検出できず、Tl シンチグラフィ、骨シンチグラフィで全身の撮像を行ったが、再発を示唆する所見は認められなかった。そこで、MIBI シンチグラフィを行った⁷⁾ところ、第 3 腰椎および右仙腸関節に異常集積が明瞭に見られた (Fig. 5)。同部の CT 検査では、第 3 腰椎に 1 cm 大の腫瘍、右仙腸関節に 5 mm 大の腫瘍を認め、腹部血管造影で同部に腫瘍濃染像が認められた (Fig. 6)。病変を切除し、病理組織学的に副甲状腺癌の骨転移と診断された。

V. 結 果

副甲状腺機能亢進症 17 症例 21 病変のうち、MIBI シンチグラフィで 18 病変 (86%) を検出で

Table 1 Detectability of parathyroid lesions in the patients with hyperparathyroidism (17 patients)

	Patients	Lesions	Detectability
MIBI	17	21	18/21 (86%)
Tl-Tc subtraction	12	16	9/16 (56%)
US	17	21	15/21 (71%)
CT	15	19	12/19 (63%)
MRI	8	12	8/12 (67%)

**Fig. 7** Delayed MIBI image (A) and Tl-Tc subtraction image (B) in a patient with parathyroid adenoma (the right lower portion).

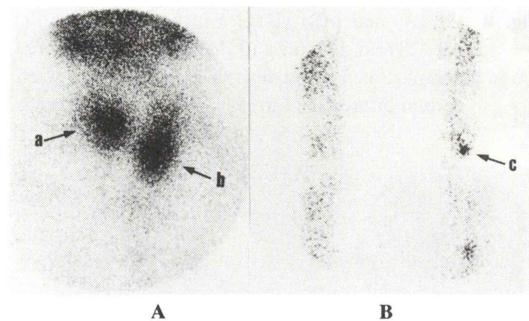
きた (Table 1)。その重量は 270–5,000 mg で、腺腫では 380 mg、過形成では 270 mg が検出最小例であった。検出されなかった 3 病変のうち、1 病変は上縦隔の胸腺内に埋没していた 192 mg の腺腫で、他の 2 病変は、MEN 1 型に伴う 4 腺過形成 535 mg, 270 mg, 210 mg, 25 mg のうちの 210 mg と 25 mg の小病変であった。

Tl-Tc サブトラクション法は、17 症例のうち 12 症例 16 病変に施行した。検出できたのは 9 病変 (56%) で、その重量は 380–5,000 mg であった。MEN 1 型に伴う 4 腺過形成はいずれも検出できなかった。頸部超音波で甲状腺の右下に存在した 14×9×9 mm と大きな副甲状腺腺腫は MIBI では明瞭な集積像を認めたが、Tl-Tc サブトラクション法では病変を検出することができなかった (Fig. 7)。また、副甲状腺癌の骨転移 2 病変は、Tl 画像で描出されなかった。

超音波検査では、頸部に存在する病変は 83% (18 病変中 15 病変) が検出でき、検出できなかつ

Table 2 Detectability for the parathyroid lesions in the restudies with US, CT & MRI among the lesions detected in the previous MIBI images

	Lesions	Detectability
US	15	15/15 (100%)
CT	7	16/17 (94%)
MRI	8	7/8 (88%)

**Fig. 8** Anterior neck (A) and lower limb (B) images of MIBI (delayed images). Two hot lesions in the neck and a hot lesion in the left patellar region were noted. arrow a: adenoma of right upper parathyroid gland. arrow b: follicular carcinoma of thyroid gland. arrow c: osteitis fibrosa generalisata of left patella.

たのは、甲状腺の下方にあったため指摘が難しかった 2 病変と 4 腺過形成のうち 25 mg の小病変であった。しかし、異所性および転移性病変は検査範囲外に局在したため、この 3 病変を含むと 71% の検出率であった。

CT および MRI も頸部が対象となっているため異所性および転移性病変を含むと、CT では 63% (15 症例 19 病変中 12 病変)、MRI では 67% (8 症例 12 病変中 8 病変) の検出率であった。

MIBI が異常集積した 17 病変の部位について、超音波検査、CT、MRI の再検査をしたところ、病変を検出できた症例があった (Table 2)。超音波検査では異所性や骨転移病変を除く 15 病変の再検査で全例を検出することができた。CT、MRI は異所性や骨転移病変を含み再検査したところ、CT で 17 症例中 16 症例、MRI で 8 症例中 7 病変を検出することができた。しかしながら、CT、MRI で

は 500 mg 未満の病変の検出が難しい傾向にあり、CT では 380 mg の腺腫 1 例を、また MRI でも別の 380 mg の腺腫 1 例を検出しえなかった。

VI. 考 察

副甲状腺病変の診断に、現在、超音波検査、CT、MRI、Tl-Tc サブトラクション法がなされている。しかし、これらの画像診断法では 500 mg 未満の病変の検出率は低い傾向にある¹⁾。MIBI シンチグラフィでは、500 mg 未満の小さな病変が明瞭な集積像として認められた。検出できた最小病変は、腺腫が 380 mg、過形成では 270 mg であった。検出できなかった病変は、192 mg の腺腫と 4 腺過形成のうちの 210 mg と 25 mg の小病変であることから 250 mg 前後が本検査の検出限界ではないかと思われる。

病変部位に関しては、超音波検査、CT、MRI は、通常、検査範囲が頸部および上縦隔を対象としているため、異所性ないし転移性病変の診断が困難である。副甲状腺病変が頸部に存在する場合、頸部超音波検査が有用と考えるが、甲状腺の条件によっては病変が描出されがたく、甲状腺の下極よりさらに下方にある場合、胸骨や鎖骨によって描出が困難となることがある。また、Tl-Tc サブトラクション法では Tl 画像の撮像後、Tc によるサブトラクションを必要とするため一度に全身の検査をすることが困難である。しかし、MIBI シンチグラフィでは病変部位の制約を受けることなく検査を行うことができる。

副甲状腺は本来甲状腺の背側に存在するが、その他の部位に存在することもある。異所性部位としては、縦隔胸腺や下降不全の胸腺内に見つかることが比較的多く、肺動脈と胸部大動脈の間や総頸動脈の外側、外頸三角にも病変が認められる^{8,9)}。ほか、内頸・外頸動脈分岐部に存在することもある¹⁰⁾。MIBI シンチグラフィは全身の検索を容易に行うことができる点から、異所性ないしは転移性病変の検出に優れている。頸部に明らかな集積像が認められない場合、全身を撮像し、頸部以外の部位の病変の有無を確認すべきであると考える。

MIBI は投与後の早期では血流を反映し、血流の豊富な甲状腺および副甲状腺とともに集積するが、甲状腺では副甲状腺よりも washout が早く、したがって、副甲状腺病変が徐々に明瞭になってくる。MIBI 副甲状腺病変への集積機序は、現在のところ明確ではないが、MIBI はミトコンドリアの豊富な臓器において、washout が遅いとされており¹¹⁾、副甲状腺腺腫も細胞内のミトコンドリアの豊富なことが知られている³⁾。

ここに示したように MIBI は、原発および転移巣での副甲状腺病変の検出にきわめて優れていることが判明したが、副甲状腺病変のみに特異的に集積するとは限らないので注意を要することがある。Fig. 8 に示した症例では、著しい囊胞性線維性骨炎を伴った原発性副甲状腺機能亢進症の例である。副甲状腺腺腫 (arrow a) および左膝蓋骨の囊胞性線維性骨炎 (arrow c) の両者に集積を認めた。また甲状腺濾胞癌も同時に合併しており、この部位にも集積 (arrow b) がみられた。このように副甲状腺以外の病変にも集積があることで、他の画像診断による鑑別を要することがある。

VII. 結 語

MIBI シンチグラフィは、Tl-Tc サブトラクション法に比べ手技が容易であり、全身の検索を比較的容易に行い得る。異所性や転移性病変を含むと、MIBI シンチグラフィは、Tl-Tc サブトラクション、頸部超音波、CT、MRI の他の画像診断より検出率が勝っており、副甲状腺病変の検出に有用であった。

副甲状腺病変の局在診断を行う場合、MIBI シンチグラフィは、超音波検査等に組み合わせて行うべき核医学検査であり、特に、全身の検査が容易に行えることから、異所性および転移性病変が疑われる症例では first choice とすべき検査と考えられた。

文 献

- 1) 福地 稔、末廣美津子、日下部きよ子、牧 正子、大塚信昭、片桐 誠、他: 副甲状腺疾患の診

- 断における塩化タリウム(^{201}TI)注射液の有用性。
核医学 30: 1481-1490, 1993
- 2) 鐘ヶ江香久子, 伊藤和夫, 加藤千恵次, 永尾一彦, 中駄邦博, 藤森研司, 他: ^{201}TI - ^{99m}Tc サブトラクションシンチグラフィによる原発性および二次性副甲状腺機能亢進症の局在診断。核医学 31: 441-449, 1994
 - 3) O'Doherty MJ, Kettle AG, Wells P, Collins REC, Coakley AJ: Parathyroid imaging with Technetium- $99m$ -Sestamibi: Preoperative Localization and Tissue Uptake Studies. J Nucl Med 33: 313-318, 1992
 - 4) Taillefer R, Boucher Y, Potvin C, Lambert R: Detection and Localization of Parathyroid Adenomas in Patients with Hyperparathyroidism Using a Single Radionuclide Imaging Procedure with Technetium- $99m$ -Sestamibi (Double-Phase Study). J Nucl Med 33: 1801-1807, 1992
 - 5) Shane E, Bilezikian JP: Parathyroid Carcinoma: A Review of 62 Patients. The Endocrine Society 3: 218-226, 1982
 - 6) Obara T, Fujimoto Y: Diagnosis and Treatment of Patients with Parathyroid Carcinoma: An Update and Review. World J Surg 15: 738-744, 1991
 - 7) Kitapçı MT, Tastekin G, Turgut M, Caner B, Kars A, Barista I, et al: Preoperative Localization of Parathyroid Carcinoma Using Tc-99m MIBI. Clin Nucl Med 18: 217-219, 1993
 - 8) Kaplan EL, Yashiro T, Salti G: Primary Hyperparathyroidism in the 1990s. Ann Surg 215: 300-317, 1992
 - 9) 小原孝男: 原発性副甲状腺機能亢進症の診断と治療。日本内分泌学会誌 68: 1167-1176, 1992
 - 10) Doppman JL, Shawker TH, Krudy AG, Miller DL, Marx SJ, Spiegel AM, et al: Parathyroid CT, US, and Angiographic Findings. Radiology 157: 419-423, 1985
 - 11) Crane P, Laliberte R, Heminway S, Thoollen M, Orlandi C: Effect of mitochondrial viability and metabolism on technetium- $99m$ -sestamibi myocardial retention. Euro J Nucl Med 20: 20-25, 1993

Summary

^{99m}Tc -MIBI Scintigraphy for the Detection of Parathyroid Lesions in Patients with Hyperparathyroidism

Itsuko OKUDA*, Kyouko SAITO*, Takahiro MARUNO*, Osamu HATANO*,
Yoshikazu TAKIZAWA*, Hajime MURATA*, Hajime KOYANO**, Yasunori OZAWA**,
Taeko SHIMIZU**, Yoshimasa SHISHIBA** and Noriyuki SUZUKI***

*Division of Nuclear Medicine, **Departments of Endocrinology and Metabolism,

***Department of Surgery, Toranomon Hospital

The usefulness of ^{99m}Tc -MIBI scintigraphy for the detection of parathyroid lesions was evaluated in 17 patients with hyperparathyroidism. Delayed image was used to evaluate the lesions. Detectability of MIBI for parathyroid lesions was 86% (18/21). The smallest lesion detected was parathyroid hyperplasia weighted 270 mg. Ectopic parathyroid adenoma and bone metastases of parathyroid carcinoma were clearly demonstrated. Detectability of MIBI scintigraphy for

the lesions including ectopic and metastatic lesions was the highest among those of ultrasonography, CT and MRI methods. MIBI scintigraphy was thought to be useful for the detection of parathyroid lesions, especially for ectopic and metastatic lesions.

Key words: ^{99m}Tc -MIBI, Hyperparathyroidism, Parathyroid adenoma, Parathyroid hyperplasia, Parathyroid carcinoma.