

## 《短 報》

心拍同期  $^{99m}\text{Tc}$ -methoxy isobutyl  
isonitrile (MIBI) 画像の特性

今井 嘉門\* 西尾裕香里\* 荒木 康史\* 斎藤 穎\*  
小沢友紀雄\* 八杉 忠男\* 萩原 和男\*\* 鎌田力三郎\*\*

**要旨** 最近開発された冠灌流イメージ製剤  $^{99m}\text{Tc}$ -methoxy isobutyl isonitrile (MIBI) は比較的高エネルギーの  $\gamma$  線を放射するので、心拍同期 SPECT で拡張末期 (ED) および収縮末期 (ES) の画像を記録できる。この心拍同期 MIBI 画像の特性を解明するため、非同期 (NG) MIBI, タリウム (Tl) 心筋シンチおよび左室壁運動とを心筋梗塞症 6 症例で対比較検討した。左室は 8 区画に細分し、灌流および壁運動異常はおのおの、0: 正常, 1: 軽度障害, 2: 高度障害と評価し、障害の severity および extent のスコアを求めた。Severity は壁運動:  $3.0 \pm 2.0$  (M $\pm$ SD), Tl:  $3.3 \pm 1.7$ , NG-MIBI:  $3.7 \pm 1.3$ , ES-MIBI:  $5.0 \pm 0.6$ , ED-MIBI:  $7.3 \pm 2.0$  で、extent は壁運動:  $2.3 \pm 1.0$ , Tl:  $2.5 \pm 1.3$ , NG-MIBI:  $3.0 \pm 1.6$ , ES-MIBI:  $3.5 \pm 0.8$ , ED-MIBI:  $4.8 \pm 1.0$  であった。壁運動と比較して、ED-MIBI でのみ severity および extent は有意に大であった。ED-MIBI は灌流障害を過大に評価するゆえ、心拍同期画像を評価する際、考慮すべき特徴である。

(核医学 29: 695-699, 1992)

## I. 目 的

最近開発された冠灌流イメージ製剤である methoxy isobutyl isonitrile (MIBI) は、比較的高エネルギーの  $\gamma$  線を放射する  $^{99m}\text{Tc}$  で標識されている<sup>1-3)</sup>。それゆえ、心拍同期法で任意の時相、特に拡張末期 (end-diastolic: ED) および収縮末期 (end-systolic: ES) の画像を記録できる。心拍同期 MIBI 心筋シンチグラフィで認める灌流障害の重症度および広がり心周期の時相と関連するか否か、心筋梗塞症患者で、壁運動異常および従来からの灌流製剤である thallium (Tl) 心筋シンチグラフィと対比較検討した。

## II. 方 法

対象は左室造影法および心エコー図法で左室に壁運動異常を認めた陳旧性心筋梗塞症患者 6 症例 (前壁: 3 症例および下壁: 3 症例, 全員男性, 平均年齢:  $64 \pm 4$  歳) である。

## (1) MIBI 心筋シンチグラフィ

空腹安静時に  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI 555-740 MBq (15-20 mCi) を静注し、約 60 分後に心拍同期 single photon emission computed tomography (SPECT) を撮像した。装置は、日立製シンチカメラ (RC-135 DT, 口径 35 cm,  $64 \times 64$  マトリクス, 1.5 倍ズーム) で、心拍同期 SPECT の条件はフレーム間隔: 60 msec で、右前斜位 45 度から左後斜位 45 度まで 180 度を 32 方向 (100 心拍加算/方向) で記録した。ミニコンピュータ (HARP) で再構築した短軸像のうち、心電図の波より 0-120 msec を拡張末期 (end-diastole: ED) 画像とし、240-360 msec あるいは 360-480 msec の画像のうち心筋部分のカウントが高い画像を収縮末期 (end-systole: ES) 画像とし、

\* 日本大学医学部第二内科

\*\* 同 放射線科

受付: 3 年 10 月 11 日

最終稿受付: 4 年 3 月 16 日

別刷請求先: 東京都板橋区大谷口上町 30-1 (☎ 173)

日本大学医学部第二内科

今 井 嘉 門

コンピュータ上で全時相の画像を加算合成したものを非心拍同期 (no-gated: NG) とした。

## (2) TI 心筋シンチグラフィ

運動負荷 TI 心筋シンチグラフィ (TMS) はエルゴメータ負荷終了直前に  $^{201}\text{Tl}$  166 MBq (4.5 mCi) を投与し、約10分後の直後像および3時間後の遅延像を、右前斜位45度から左後斜位45度まで180度を32方向 (40秒/方向) で、心拍非同期 SPECT 法で記録した。撮像に用いた機器は MIBI と同一で、2回の撮像のうち、3時間後の遅延像を今回の検討の対象とした。

## (3) 灌流欠損の半定量的評価

MIBI および TI の左室の短軸像のうち、心室を3区分し、心尖部および心基部よりおのおの1/3のスライス于心尖側層および心基側層とし、さらに各層を前壁、中隔、後壁および側壁の4区画に細分した。すなわち、左室を総計8区画に分割した。MIBI および TI 心筋シンチにおける灌流障害の程度はおのおの短軸像の circumferential profile analysis の結果を基に“normal” ( $\geq 70\%$  最大取り込み)、“decreased” (70–50% 最大取り込み)、“defect” ( $< 50\%$  最大取り込み) に区分し、“0”、“1”、“2”とスコアを付け、重症度を示す severity score と、広がりを示す extent score を求めた。

## (4) 壁運動の半定量的評価

左室の壁運動は左室造影法および超音波検査で、視覚的に半定量的に評価した。AHA の左室分画命名法<sup>4)</sup>に準じて、segment 1, 2 は前壁、segment 4, 5 は後壁で、segment 6 の中隔および segment 7 の側壁はおのおの心基側と心尖側に細分し、総計8区画で壁運動を normo-kinesis, hypo-kinesis, akinesis および dys-kinesis と区分し、おのおの“0”、“1”、“2”とスコアを付け、重症度を示す severity score と、広がりを示す extent score を求めた。

## (5) 検討事項および統計処理

壁運動異常と MIBI の心拍同期像、MIBI および TI の非心拍同期像の灌流異常との関連を、広がり (extent) および重症度 (severity) で検討した。

結果は mean  $\pm$  SD で表し、paired Student's t test で検定し、 $p < 0.05$  を有意とした。

## III. 結果

灌流異常および壁運動異常の severity に関する検討：壁運動異常の severity score は  $3.0 \pm 2.0$  であった。灌流異常の severity score は TI 心筋シンチグラフィ (TMS):  $3.3 \pm 1.7$  で、MIBI 心筋シンチグラフィでは非心拍同期像:  $3.7 \pm 1.3$ 、収縮末期像:  $5.0 \pm 0.6$ 、拡張末期像:  $7.3 \pm 2.0$  であった。壁運動異常の severity と比較して、MIBI の拡張末期像の severity は有意に高値であった ( $p < 0.02$ ) が、TMS、MIBI の非心拍同期像および収縮末期像は有意な差を示さなかった (Table 1)。

灌流異常および壁運動異常の extent に関する検討：壁運動異常の extent score は  $2.3 \pm 1.0$  であった。灌流異常の extent score は TI 心筋シンチグラフィ (TMS):  $2.5 \pm 1.3$  で、MIBI 心筋シンチグラフィでは、非心拍同期像:  $3.0 \pm 1.6$ 、収縮末期像:  $3.5 \pm 0.8$ 、拡張末期像:  $4.8 \pm 1.0$  であった。壁運動異常の extent と比較して、MIBI 心筋シンチの拡張末期像での灌流異常の extent score は、有意に高値であった ( $p < 0.02$ ) が、他の TMS、MIBI の非心拍同期像および収縮末期像は有意差を示さなかった (Table 1)。

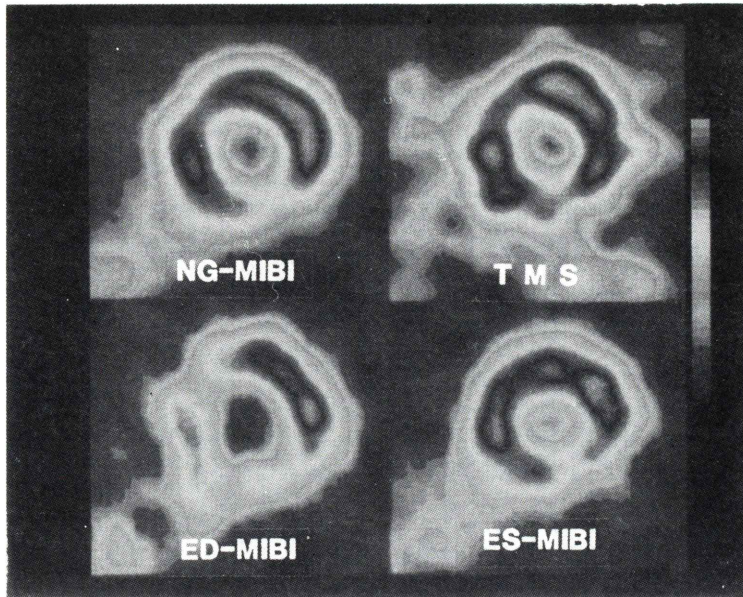
MIBI 心筋シンチグラフィの拡張末期画像の灌流異常の重症度および広がり、他より高度な症例を呈示する (Fig. 1)。

**Table 1** Severity and extent of wall motion abnormality and perfusion defect

	Severity score	Extent score
Wall motion	$3.0 \pm 2.0$	$2.3 \pm 1.0$
Thallium	$3.3 \pm 1.7$	$2.5 \pm 1.3$
NG-MIBI	$3.7 \pm 1.3$	$3.0 \pm 1.6$
ES-MIBI	$5.0 \pm 0.6$	$3.5 \pm 0.8$
ED-MIBI	$7.3 \pm 2.0^{**}$	$4.8 \pm 1.0^{**}$

NG: no-gated, ES: end-systolic, ED: end-diastolic, MIBI:  $^{99m}\text{Tc}$ -methoxy isobutyl isonitrile

\*\* :  $p < 0.02$  compared with wall motion



**Fig. 1** Case report. A 68-year-old male had prior inferior myocardial infarction. Images on thallium myocardial scintigraphy (TMS), no-gated (NG) methoxy isobutyl isonitrile (MIBI), end-systolic (ES) MIBI, end-diastolic (ED) MIBI myocardial scintigraphy are shown. Severity and extent of perfusion defect on ED MIBI is larger than others.

#### IV. 考 案

心筋灌流イメージ製剤として<sup>201</sup>Tlが使用されているが、最近新しい心筋灌流イメージ製剤として<sup>99m</sup>Tc-MIBIが開発された<sup>1-3)</sup>。<sup>99m</sup>Tc-MIBIは<sup>201</sup>Tlより高エネルギーの $\gamma$ 線を放射する<sup>99m</sup>Tcで標識しているゆえ、心拍同期法で拡張末期像および収縮末期像を得ることが可能である<sup>5-8)</sup>。心拍同期画像は、心筋灌流の情報のみならず壁運動などの機械的機能に関する情報をも提供することが期待されている。心拍同期記録がMIBI心筋シンチグラフィの冠灌流障害の程度(severityおよびextent)にいかなる影響を与えるか、壁運動、MIBIあるいはTl心筋シンチグラフィの非心拍同期画像などと比較検討した。左室の壁運動異常の程度と比較して、MIBI心筋シンチグラフィの拡張末期画像で認める欠損像のextentおよびseverityは、有意に高度であった。

MIBI心筋シンチグラフィの拡張末期画像で、

欠損像が大きく観察される機序として、心筋の壁厚が関与していると推察される。先に、Marcassaらはファントムを用いて壁厚と計測値との関連を検討し、壁厚が10mm以下の時に計測値を過小に評価することを、さらにこの現象はpartial volume effectに由来すると報告している<sup>7)</sup>。健常者の心筋の壁厚は拡張末期では $8.8 \pm 1.3$  mm、収縮末期では $15.7 \pm 2.4$  mm前後である<sup>9)</sup>。心筋壁厚が薄い拡張末期画像の心筋梗塞部位では、partial volume effectがより顕著に関与し、心筋部分の計測値を過剰に低く測定するものと推察される。今後、心拍同期MIBI画像を用いて壁の機能を評価する試みも成されるが、検討の基になる画像、特に拡張末期画像で、灌流障害の重症度および広がりやを過大に評価することに留意することが必要で、また<sup>123</sup>I製剤の開発も進められているが、本製剤と同様に心拍同期法で記録する際には、同様な問題が生ずると推察され、今後さらに検討を要すると思われる。

## 文献

- 1) Deutsch E, Vanderheyden JL, Gerundini P, et al: Development of nonreducible technetium-99m(III) cations as myocardial perfusion imaging agents: Initial experience in humans. *J Nucl Med* **28**: 1870-1880, 1987
- 2) Wackers FJT, Berman DS, Maddahi J, et al: Technetium-99m hexakis 2-methoxyisobutyl isonitrile: Human biodistribution, dosimetry, safety, and preliminary comparison to thallium-201 for myocardial perfusion imaging. *J Nucl Med* **30**: 301-311, 1989
- 3) Kiat H, Maddahi J, Roy LT, et al: Comparison of technetium 99m methoxy isobutyl isonitrile and thallium 201 for evaluation of coronary artery disease by planar and tomographic methods. *Am Heart J* **117**: 1-11, 1989
- 4) Austen GA, Edwards JE, Gure RI, et al: A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease (AHA committee report). *Circulation* **51**: (News from the American Heart Association) 5, 1975
- 5) Larock MP, Cantineau R, Legrand V, et al: <sup>99m</sup>Tc-MIBI (RP-30) to define the extent of myocardial ischemia and evaluate ventricular function. *Eur J Nucl Med* **16**: 223-230, 1990
- 6) Verzijlbergen JF, Cramer MJ, Niemeijer MG, et al: ECG-gated and static technetium-99m SESTAMIBI planar myocardial perfusion imaging: A comparison with thallium-201 study of observer variabilities. *Am J Physiol Imaging* **5**: 60-67, 1990
- 7) Marcassa C, Marzullo P, Parodi O, et al: A new method for noninvasive quantitation of segmental myocardial wall thickening using technetium-99m 2-methoxy-isobutyl-isonitrile scintigraphy. Results in normal subjects. *J Nucl Med* **31**: 173-177, 1990
- 8) 汲田伸一郎, 西村恒彦, 植原敏勇, 他: <sup>99m</sup>Tc-MIBIを用いた心機能評価——Gated planar imageによる検討——. *核医学* **28**: 591-597, 1991
- 9) Rossen RM, Goodman DJ, Incham, et al: Ventricular systolic septal thickness and excursion in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *New Engl J Med* **25**: 1317-1319, 1974

## Summary

### Property of Electrocardiogram Gated Single Photon Emission Tomography by $^{99m}\text{Tc}$ -Methoxy Isobutyl Isonitrile

Kamon IMAI\*, Yukari NISHIO\*, Yasushi ARAKI\*, Satoshi SAITO\*,  
Yukio OZAWA\*, Tadao YASUGI\*, Kazuo HAGIWARA\*\*  
and Rikisaburo KAMATA\*\*

\*Second Department of Internal Medicine, \*\*Department of Radiology,  
Nihon University School of Medicine, Tokyo

$^{99m}\text{Tc}$ -methoxy isobutyl isonitrile (MIBI) is a new developed myocardial perfusion imaging agent. Because this compound has higher photon energy than thallium (Tl), electrocardiogram gated single photon emission tomography (SPECT): end-diastolic (ED) and end-systolic (ES) short axis (SA) images could be taken. To investigate property of gated MIBI SPECT, MIBI myocardial scintigraphy, Tl scintigraphy (TMS) and analysis of left ventricular wall motion were performed in 6 patients with myocardial infarction. Left ventricle was divided into 8 segments. Perfusion defect (PD) was scored: "0" (normal), "1" (hypo-perfusion), "2" (defect). Wall motion abnormality (WMA) was also scored: "0" (normokinesis), "1" (hypo-kinesis), "2" (a-, dys-kinesis).

Severity and extent of PD and WMA were calculated. Severity of WMA was  $3.0 \pm 2.0$  ( $M \pm SD$ ), severity of PD was  $3.3 \pm 1.7$  in TMS,  $3.7 \pm 1.3$  in no-gated MIBI,  $5.0 \pm 0.6$  in ES-MIBI,  $7.3 \pm 2.0$  in ED-MIBI. Extent of WMA was  $2.3 \pm 1.0$ . Extent of PD was  $2.5 \pm 1.3$  in TMS,  $3.0 \pm 1.6$  in no-gated MIBI,  $3.5 \pm 0.8$  in ES-MIBI,  $4.8 \pm 1.0$  in ED-MIBI. Compared with wall motion abnormality, severity and extent of PD in ED-MIBI was larger. From our data, it is concluded that perfusion defect in ED-MIBI was overestimated significantly. When we evaluate gated MIBI image, we must consider this property.

**Key words:** Methoxy isobutyl isonitrile (MIBI), Perfusion imaging, Electrocardiogram gated image.