

《原 著》

虚血性心疾患における ^{123}I -BMIPP 心筋イメージングの臨床的意義

——Bull's-eye 法を利用した定量的評価の有用性——

高橋 延和* 石田 良雄* 広瀬 義晃* 川野 成夫*
 福岡 周司* 林田 孝平* 高宮 誠* 野々木 宏**

要旨 虚血性心疾患 (IHD) を対象として、安静時 ^{123}I -BMIPP (BMIPP) 心筋 SPECT を施行し、その虚血病変検出における定量的評価法の臨床的有用性について検討した。冠動脈造影にて AHA 分類 75% 以上の有意冠動脈狭窄病変を有する 29 例を対象として、安静時 BMIPP 心筋 SPECT を施行し、視覚的評価法 (V) と正常ブルズアイマップファイルのデータをもとに、平均 -2SD 未満の有意な集積低下画素を black-out 表示した定量的評価法 (Q) を比較検討した。梗塞部領域 (MI) では V と Q の sensitivity に差を認めないものの (100% vs. 100%)、非梗塞部領域 (nonMI) では sensitivity で改善を認めた (33% vs. 67%)。nonMI において、V、Q とともに BMIPP の欠損を認めない群 (A 群) に対して、V では欠損を認めないが、Q では欠損を認める群 (B 群) と V、Q とともに欠損を認める群 (C 群) では壁運動が低下する頻度が高く (2 領域 vs. 8 領域: $p < 0.05$, 2 領域 vs. 10 領域: $p < 0.01$)、冠動脈狭窄度が高値を示し ($81 \pm 9\%$ vs. $88 \pm 7\%$: $p < 0.05$, $81 \pm 9\%$ vs. $90 \pm 12\%$: $p < 0.05$)、より高度な虚血の存在が示唆された。

以上の結果より IHD における BMIPP の視覚的判定法では、虚血病変を過小評価する問題が生じた。視覚的評価法では異常が認められなくても、B 群のように定量的評価法で欠損を示す領域では、高度な虚血病変の存在が示唆されることから、IHD、特に狭心症例の高度虚血病変の検出には、BMIPP の定量的評価法が有用であることが示唆された。

(核医学 32: 1089-1098, 1995)

I. 緒 言

心筋は好気的条件下では、エネルギーの大半 (60-70%) を脂肪酸の β 酸化によって得ているが¹、虚血心筋では好気的脂肪酸代謝は抑制される^{1,2)}。したがって心筋の脂肪酸代謝の評価は、虚血性心疾患の診断および病態把握に重要である。最近開発された β 位にメチル基を有する ^{123}I - β -

methyl iodophenyl pentadecanoic acid (BMIPP) は、これまで PET を用いて評価されてきた心筋の脂肪酸代謝を SPECT にて評価できるトレーサとして期待される。BMIPP の臨床的有用性は、心筋梗塞例を中心に実験的あるいは臨床的に検討されてきた^{3,4)}。最近では狭心症例でも検討されており、BMIPP 欠損を示す例は、運動負荷心電図の ST 低下が大きく、冠動脈造影上多枝病変が多く、壁運動異常を伴う頻度が多いことから、BMIPP は狭心症の重症度の判定に有用であると報告されている⁵⁾。しかしこれらの報告では視覚的な判定法が主として用いられてきた。 ^{123}I は ^{201}Tl (TI) と異なり放出エネルギーが高く吸収の影響を受けにくいいため、正常例の検討では、

* 国立循環器病センター放射線診療部

** 同 心臓内科

受付: 7 年 3 月 6 日

最終稿受付: 7 年 8 月 7 日

別刷請求先: 吹田市藤白台 5-7-1 (☎ 565)

国立循環器病センター放射線診療部

高橋 延和

BMIPP は TI より均一な心筋集積像が得られると報告されている⁶⁾。そのため、従来 TI に対して行われてきた視覚的判定方法で BMIPP を評価すると、集積異常を過小評価する問題が生じる。そのため BMIPP の集積異常を判定するには、より客観的な方法が必要と考える。そこで本研究では、正常例での BMIPP 心筋分布を TI と比較し、その特徴について検討した。さらに正常例 10 例の BMIPP データからブルズアイ表示を利用した正常ファイルを作製し、これに基づいて虚血性心疾患 29 例を対象に客観的な判定を試み、視覚的判定と比較し、その診断的意義について検討した。

II. 対象ならびに方法

1. 対 象

対象は健常例 20 例、虚血性心疾患 (IHD) 29 例の合わせて 49 例とした。健常例 20 例は、安静時 TI 心筋 SPECT を施行した 10 例 (平均年齢 57 歳、全例男性) と、安静時 BMIPP 心筋 SPECT を施行した 10 例 (平均年齢 31 歳、全例男性) であり、この 20 例はいずれも病歴、理学的所見、心電図、心エコーなどから虚血性心疾患やその他の心疾患なしと判定された症例である。IHD はいずれも冠動脈造影上 1 枝以上に AHA 分類で 75% 以上の有意狭窄を有する症例で、平均年齢 61 歳、男性 23 例、女性 6 例であった。罹患病変数では、1 枝病変 12 例、2 枝病変 14 例、3 枝病変 3 例であった。ただし、左冠動脈主幹部病変については前下行枝と回旋枝の 2 病変として扱った。疾患での分類では、心筋梗塞の既往のない狭心症 14 例、心筋梗塞の既往を有しかつ狭心症も存在する 9 例、心筋梗塞の既往はあるが狭心症のないもの 6 例であった。

2. 検査方法

(1) $^{201}\text{TlCl}$ ・ ^{123}I -BMIPP 心筋 SPECT

データ収集法

TI 心筋 SPECT は、安静時に TI 111 MBq を静注し、15 分後に画像を撮像した。また、BMIPP 心筋 SPECT は、絶食安静時に BMIPP 111 MBq を

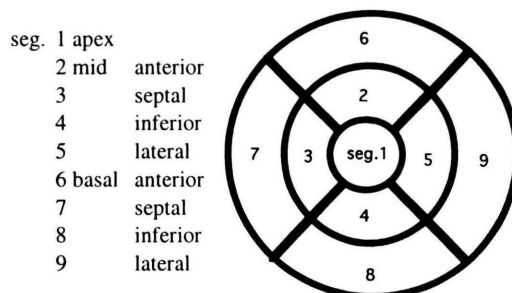


Fig. 1 Schema of nine myocardial segments on the Bull's-eye map.

静注し、15 分後に画像を撮像した。さらに、IHD では、6 日から 22 日の間隔で運動負荷 TI 心筋 SPECT を施行した。負荷 TI 心筋 SPECT は座位自転車エルゴメータによる多段階負荷法で行い、運動終了 1 分前に TI 111 MBq を静注し、負荷終了直後に初期像を、運動負荷時像の撮像終了 3 時間後に後期像を撮像した。

装置は単検出器型回転ガンマカメラ (TOSHIBA 製 GCA-901A/HG) を用いた。BMIPP、TI 像ともに 6° 毎、30 秒/step で、RAO 45° から LPO 45° までの 180° 収集により撮像した。設定エネルギーレベルは、 ^{201}Tl では 71 KeV、 ^{123}I では 160 KeV とした。収集マトリックスは 64×64 、プレフィルタは Butterworth フィルターを用い、再構成時は Ramp フィルターを用いて、短軸、垂直長軸、水平長軸の各心筋断層像を得た。

Bull's-eye 表示 (Fig. 1)

心尖部から心基部までの各心筋短軸像を 10 度毎に 36 分割する circumferential profile analysis に基づいて、最大集積画素に対する各画素の相対的集積度 (% uptake) を求め、ブルズアイ表示した。また Fig. 1 に示すように全心筋領域を 9 つの領域に分け、各領域の平均 % uptake を算出した⁷⁾。

データ解析

<視覚的評価法>

Fig. 2 に示すように、TI 心筋 SPECT における各心筋領域と冠動脈支配を関連づけた⁸⁾。TI 心筋 SPECT では、中隔、前壁を左前下行枝 (LAD) 領域、側壁を左回旋枝 (LCX) 領域、下壁から後壁を

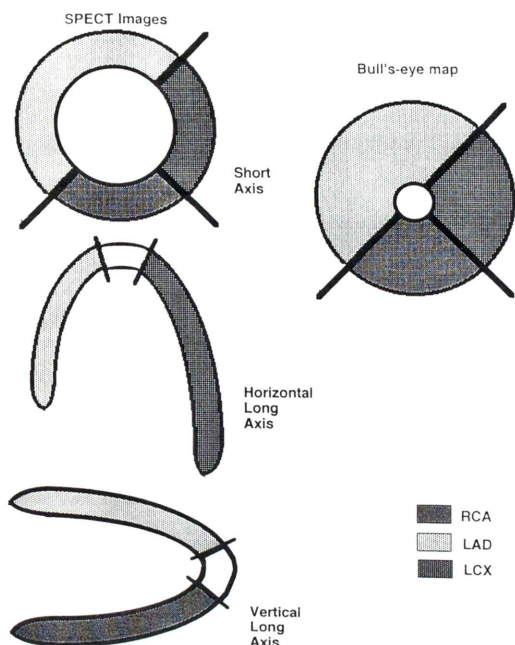


Fig. 2 Schema of myocardial segments divided on the basis of coronary territories on the SPECT images and on the Bull's-eye map. LAD: left anterior descending artery, LCX: left circumflex artery, RCA: right coronary artery

右冠動脈 (RCA) 領域とし、視覚的に 4 段階に診断した (0: 正常, 1: 軽度集積低下, 2: 中等度集積低下, 3: 欠損)。運動負荷 TI 心筋 SPECT の所見では、一過性欠損が見られた部位において 1 から 3 の負荷時灌流異常のうち、後期像にて 0 まで改善する場合を完全再分布 (CR), 1 から 2 までしか改善しない場合を不完全再分布 (IR) とした。さらに 1 以上の集積低下を示し、再分布像にて変化を認めない場合を持続性欠損 (PD) とした。IHD の診断にあたっては、IR, CR, PD は異常所見と考えた。

BMIPP 心筋 SPECT においても Fig. 2 に示すごとく、各心筋領域と冠動脈支配を関連づけ、TI シンチと同様に 4 段階に分類し、1 以上を異常と判定した。

<視覚的評価法>

定量的評価においても、各心筋領域と冠動脈支

Table 1 Comparison of regional % uptake between $^{201}\text{TlCl}$ and ^{123}I -BMIPP in normals

	$^{201}\text{TlCl}$	^{123}I -BMIPP
Segment 1	87.7±7.3 (%)	87.9 ±6.1 (%)
2	85.8±7.0	88.7* ±5.6
3	84.5±7.9	89.8**±5.5
4	81.6±6.1	84.4* ±6.2
5	94.1±4.9	92.7 ±5.7
6	81.3±5.7	84.4* ±6.7
7	73.9±8.5	83.5**±6.6
8	72.4±6.7	81.7**±5.3
9	88.1±7.3	91.3* ±5.5

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.005$

配は Fig. 2 に示すごとく関連づけた。異常の判定は健常例 10 例より求めた正常ブルズアイマップファイルのデータをもとに、平均-2SD 未満の有意な集積低下画素を black-out 表示し、以下の式により extent score (ES) を求め、7 以上を有意な異常と判定した。

Extent Score

$$= (\text{number of abnormal point}) / (\text{total points})$$

さらに有意狭窄病変を有する冠動脈領域においては、ブルズアイマップファイル上のデータを放射状に 16 分割し、さらに心尖部から心基部まで 3 分割した 48 segment における % uptake を求め、病変枝に対応する領域内での最低値をその領域の % uptake とした。

(2) 冠動脈造影検査

冠動脈狭窄は AHA 分類に従い、75% 以上を有意狭窄とした。また、側副血行路の有無についても 4 段階に評価した (none, poor, fair, good)。

(3) 左室壁運動評価

左室壁運動は左室造影未施行の 4 例を除いて、左室造影にて検討した。左室造影未施行の 4 例は、心筋梗塞の既往のない狭心症 2 例、心筋梗塞の既往を有しかつ狭心症も存在する 2 例であり、心エコー図を用いて検討した。左室造影は AHA 分類に準じて 7 分割し、心エコー図では Edwards らの方法により、得られた左室壁を主要冠動脈の支配領域に従って区分したのち、それぞれ 4 段階に分けて評価した (normal, hypokinesis, akinesis,

dyskinesia).

3. 統計処理

数値は平均±SDで表し、2群の各指標の比較には unpaired t 検定、および χ^2 検定を用い、危険

率 5% 以下をもって有意差ありと判定した。

III. 結 果

1. 健常例

TI と BMIPP の正常ファイルの Bull's-eye 表示における 9 つの領域の % uptake の平均値および S.D. 値を Table 1 に示す。BMIPP の % uptake は 82% から 93% を示し、TI は 72% から 94% であった。TI では最低値が低く最高値と最低値の差が大きいが、BMIPP は最高値と最低値の差が小さく、全体的に均一な集積を示した。また S.D. 値の最高値は BMIPP では 6.7, TI は 8.5 を示し、

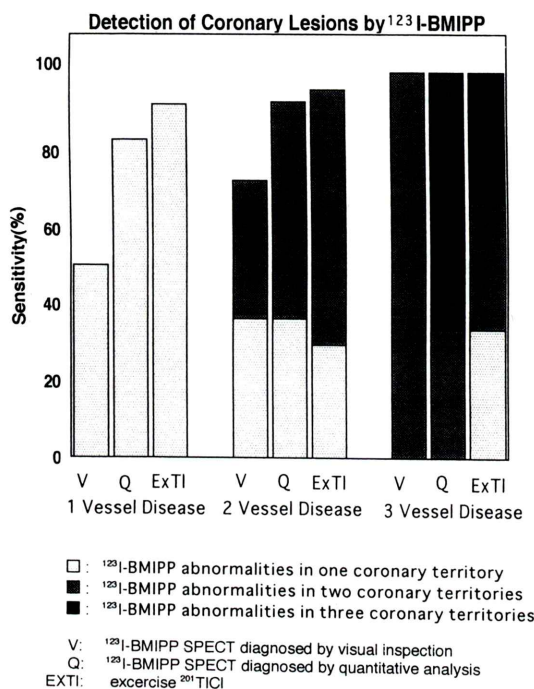


Fig. 3 Comparison of sensitivity for detecting coronary lesions among visual and quantitative analysis of ^{123}I -BMIPP images, and visual analysis of exercise/redistribution ^{201}Tl CI images.

Table 2 Comparison of regional % uptake in non-infarcted regions supplied by stenotic coronary arteries (>75%) among 3 groups

	% uptake
Group A	79.4±6.8
Group B	63.8±5.2 ^a
Group C	47.3±21.5 ^{b, γ}

^a: $p < 0.005$ vs. Group A, ^b: $p < 0.005$ vs. Group A, ^γ: $p < 0.05$ vs. Group B

Group A: negative by visual inspection and quantitative analysis of ^{123}I -BMIPP images

Group B: negative by visual inspection and positive by quantitative analysis of ^{123}I -BMIPP images

Group C: positive by visual inspection and quantitative analysis of ^{123}I -BMIPP images

Table 3 Comparison of the severity of coronary lesions and wall motion abnormalities in non-infarcted regions among 3 groups

	Group A	Group B	Group C
Coronary artery stenosis (%)	80.5±9.0	88.1±7.0*	89.8±12.1*
Collateral	1	3	4
Number of diseased coronary arteries			
One-vessel	2	4	1
Two-vessel	8	5	6
Three-vessel	1	2	4
Wall motion abnormalities	2	8*	10**

*: $p < 0.05$ vs. Group A, **: $p < 0.01$ vs. Group A

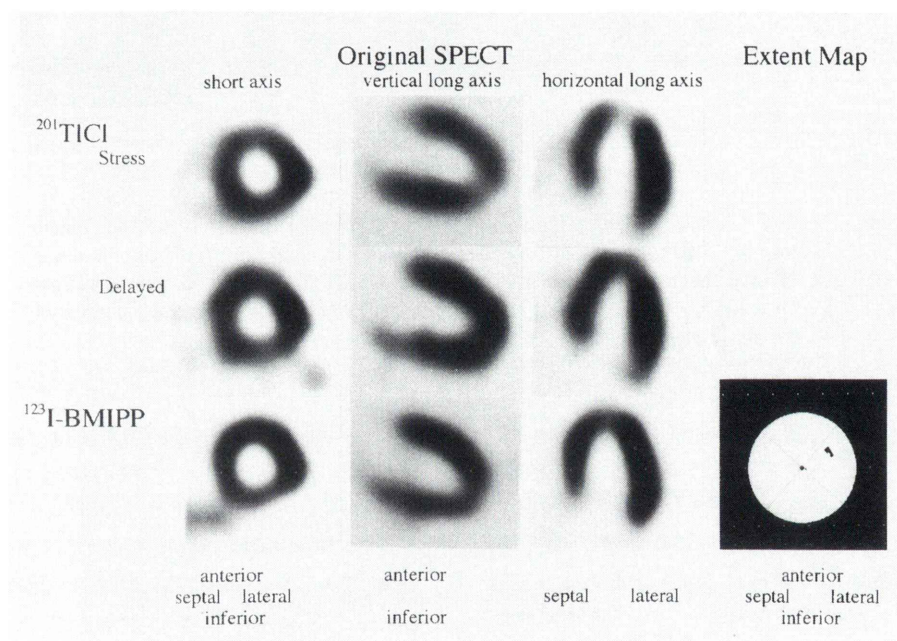
Group A: negative by visual inspection and quantitative analysis of ^{123}I -BMIPP images

Group B: negative by visual inspection and positive by quantitative analysis of ^{123}I -BMIPP images

Group C: positive by visual inspection and quantitative analysis of ^{123}I -BMIPP images

Table 4 Comparison of findings of exercise ^{201}Tl study among 3 groups

	Group A	Group B	Group C
Exercise duration (min)	5.8 ± 1.1	4.9 ± 2.2	4.9 ± 1.5
Double products (mmHg/min)	25543 ± 3918	21979 ± 4297	20472 ± 5835
Maximum ST depression (mm)	0.8 ± 1.0	0.5 ± 0.5	1.0 ± 1.0
Results of exercise ^{201}Tl			
Complete redistribution	4	4	1
Incomplete redistribution	1	5	6*
Persistent defect	0	0	3

*: $p < 0.05$ to Group AGroup A: negative by visual inspection and quantitative analysis of ^{123}I -BMIPP imagesGroup B: negative by visual inspection and positive by quantitative analysis of ^{123}I -BMIPP imagesGroup C: positive by visual inspection and quantitative analysis of ^{123}I -BMIPP images**Fig. 4** Stress and delayed ^{201}Tl myocardial SPECT, rest ^{123}I -BMIPP SPECT and extent map of ^{123}I -BMIPP of a patient in Group A. Reduced uptake of ^{201}Tl and fill in was observed in the antero-septal areas, while such reduced uptake was not observed in the ^{123}I -BMIPP by both visual inspection and quantitative analysis.

BMIPP では個人間のばらつきが少ない傾向が認められた。また、BMIPP は TI に比較して、特に下壁心基部側 (seg. 8)、中隔心尖部側 (seg. 3)、中隔心基部側 (seg. 7) で高い % uptake 値を認めた。

2. 虚血性心疾患 (IHD)

対象 29 例のうち梗塞冠動脈領域 16 および梗

塞の既往のない有意冠動脈狭窄病変領域 33 を対象に検討した。

(1) 運動負荷 TI 心筋 SPECT における欠損出現頻度

対象全例で負荷時に灌流欠損を認め (sensitivity: 100%)、このうち 20 例で再分布を認めた。領域別

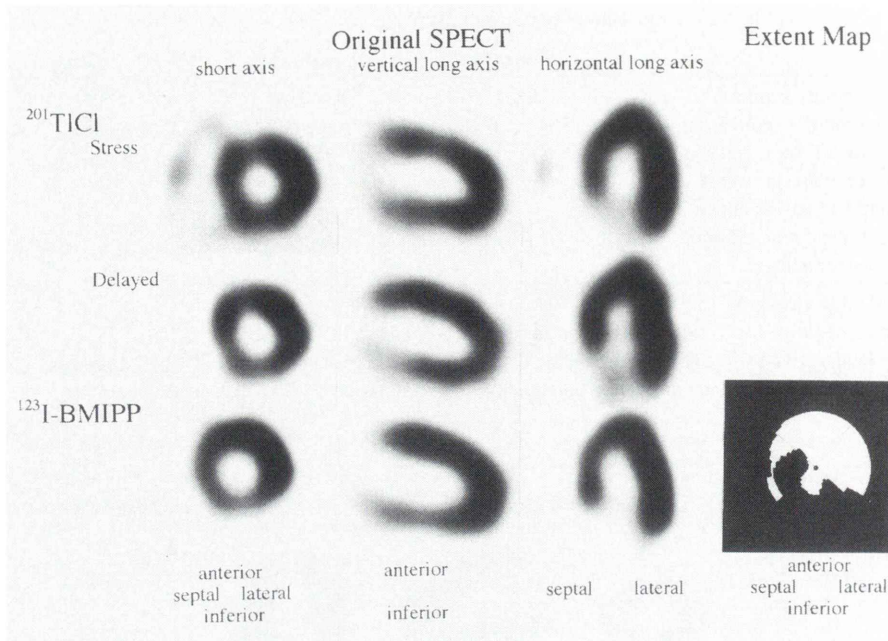


Fig. 5 Stress and delayed ^{201}Tl myocardial SPECT, rest ^{123}I -BMIPP SPECT and extent map of ^{123}I -BMIPP of a patient in Group B. Reduced uptake of ^{201}Tl and fill in was observed in the antero-septal areas, while in ^{123}I -BMIPP, such reduced uptake was not observed by visual inspection, but reduced uptake was observed in septal and posterior by quantitative analysis.

にみると梗塞部 16 領域のうち 4 領域に IR, 12 領域に PD を認めた。梗塞部での sensitivity は 100%, accuracy は 96% であった。非梗塞部領域では, 33 領域のうち 21 領域に再分布を認め (CR: 9 領域, IR: 12 領域), 4 領域に PD を認めたが, 8 領域では灌流欠損は認められなかった。非梗塞部領域では sensitivity は 76%, accuracy は 80% であった。

(2) BMIPP 心筋 SPECT における欠損出現頻度
BMIPP 心筋 SPECT の視覚的判定では, 梗塞症例全例 (sensitivity: 100%) と, 狭心症例 4 例 (sensitivity: 29%) で欠損を認めた。領域別にみると, 梗塞領域では全領域で欠損を認め, sensitivity は 100% であった。非梗塞部領域では 11 領域に欠損を認め, sensitivity は 33% であった。BMIPP の視覚的判定では, 左前下行枝非梗塞部 1 領域で偽陽性所見を認めた。

Bull's-eye による定量的診断では, 梗塞症例全例 (sensitivity: 100%) と, 狭心症例 11 例 (sensitivity: 79%) で欠損を認めた。領域別にみると, 梗塞領域では全領域で欠損を認め, sensitivity は 100% であった。非梗塞部領域では 22 領域に欠損を認め, sensitivity は 67% であった。一方, 定量的判定では, 梗塞合併症例の 4 例, 4 領域で偽陽性所見を認めた。このうち右冠動脈梗塞 2 例 2 領域については後側壁に欠損を認めた。この 2 例はいずれも右冠動脈優位であった。

全例を対象として, 全病変領域の検出を目的とした sensitivity を BMIPP の定量的評価と負荷 Tl 心筋 SPECT とで比較したところ, Fig. 3 に示すように, 1 枝病変では 83% vs. 92%, 2 枝病変では 57% vs. 67%, 3 枝病変では 66% vs. 33% であり, 3 枝病変では BMIPP の定量的評価の sensitivity は負荷 Tl 心筋 SPECT より優っていた。

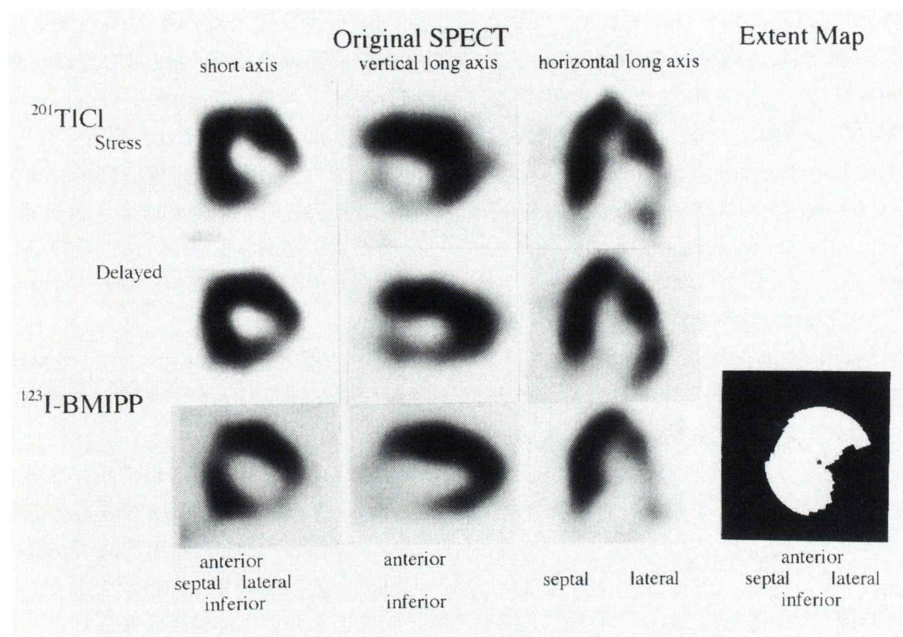


Fig. 6 Stress and delayed $^{201}\text{TlCl}$ myocardial SPECT, rest ^{123}I -BMIPP SPECT and extent map of ^{123}I -BMIPP of a patient in Group C. Reduced uptake of $^{201}\text{TlCl}$ and fill in was observed in the lateral areas, while such reduced uptake was observed in the ^{123}I -BMIPP by both visual inspection and quantitative analysis.

(3) 非梗塞部領域における BMIPP の正常例と異常例との臨床所見の比較

非梗塞部領域 33 領域は BMIPP の所見から視覚的にも Bull's-eye を用いた定量的解析にも異常が認められない 11 領域 (A 群), 視覚的には欠損を認めないが, 定量的に異常を示す 11 領域 (B 群), 視覚的にも定量的にも異常を示す 11 領域 (C 群) の 3 群に分類された。視覚的に異常が認められ, 定量的に正常である領域は認めなかった。この 3 群がそれぞれどのような特徴を示すか検討した。Table 2 に示すように, % uptake を比較すると, 有意差をもって A 群, B 群, C 群の順に高い値を示した。冠動脈狭窄度は Table 3 に示すように A 群に対して, B 群, C 群で有意に高値を示し, その傾向は C 群の方がより顕著であった。また側副血行路の有無に有意な差は認めなかった。1 枝病変例の数と多枝病変例の数を 3 群間で

比較したところ有意な差は認められなかった。次に Table 4 に示すように運動負荷時間と double products および心電図上の ST 変化を比較した。B 群, C 群での運動時間および double products は低い傾向を示すものの有意な差は認められなかった。しかし負荷 TI の所見の比較では, C 群は A 群, B 群と比較して IR, PD を示す領域が多かった。

さらに左室壁運動を検討したところ, Table 3 に示すように A 群に対して B 群, C 群は有意に壁運動異常を示す領域が多かった。

3. 症例呈示

[症例 1] 56 歳男性, 狭心症 (A 群) (Fig. 4)

左前下行枝に 75% の狭窄を有する狭心症例。負荷 TI 心筋 SPECT では前壁中隔に一過性灌流欠損を認めた。BMIPP 安静時像では視覚的にも, 定量的にも欠損は認められなかった。左前下行枝

領域の壁運動低下は認められなかった。

[症例 2] 73 歳男性, 狭心症 (B 群) (Fig. 5)

LMT に 90% 狭窄を有する狭心症例。負荷 TI 心筋 SPECT では前壁中隔に一過性灌流欠損を認めた。BMIPP 安静時像では視覚的には異常は判定されなかったが, 定量的には中隔部と後壁に異常が認められた。左室壁運動異常は心室中隔部領域で低下を認めた。

[症例 3] 64 歳男性, 狭心症 (C 群) (Fig. 6)

左回旋枝に 99% 狭窄を有する狭心症例。負荷 TI 心筋 SPECT では側壁に一過性灌流欠損を認めた。BMIPP 安静時像では視覚的にも, 定量的にも側壁に異常が認められた。左室壁運動は左回旋枝領域で低下を認めた。

IV. 考 案

BMIPP は側鎖型の脂肪酸であり, 心筋に取り込まれても β 酸化を受けにくく, 心筋内に停滞し¹⁰⁾, 心筋 SPECT に適している。また, 虚血を敏感に検出するため, 虚血性心疾患における有用性が動物実験や, 臨床例における検討でも報告されている^{11,12)}。最近心筋梗塞を中心に BMIPP の有用性が検討されているが^{3,4)}, 狭心症を対象とし, 定量的に評価を行った報告は少ない⁵⁾。そこで本研究では冠動脈造影上有意狭窄を認めた症例を対象として, IHD における BMIPP の定量的評価における臨床的意義について検討した。

BMIPP の心筋集積は従来報告されているように⁶⁾, TI と比較して均一であり, 今回の検討でも, 同様の結果が得られた。とくに中隔と後壁での BMIPP の % uptake は有意に高値を示した。この理由としては, ²⁰¹Tl と ¹²³I ではエネルギーが異なるため ¹²³I で標識された BMIPP は吸収の影響を受けにくいことが考えられる。そのため, 従来の TI シンチの読影基準により BMIPP 像を視覚判定することは, 偽陰性率を増加させる可能性がある。客観的な判定法が必要と考えられる。

今回冠動脈造影上有意狭窄を認める領域で BMIPP の視覚的判定と Bull's-eye を用いた定量的判定を比較検討したところ, 梗塞部領域では sen-

sitivity に差を認めないものの (100% vs. 100%), 非梗塞部領域で sensitivity は有意に改善した (33% vs. 67%)。非梗塞部領域の sensitivity は症例で 79%, 領域で 67% であり, 塩谷らが⁵⁾, 狭心症例で報告した BMIPP の視覚的判定による異常検出率 (症例: 55%, 領域: 48%) より高率であり, 狭心症例においては, BMIPP の定量評価は視覚的评价よりも虚血領域の判定に優れていることが示唆された。

次に非梗塞部領域において, BMIPP の視覚的, 定量的所見における異常の有無により 3 群に分類し臨床的特徴について検討したところ, % uptake は A 群, B 群, C 群の順に高値を示した。したがって視覚的には正常であり, 定量的に異常を示す領域は BMIPP の集積低下が軽度で, 正常心筋部と欠損部の集積の差が少なく, 画像上明瞭に判定できない可能性が示唆された。さらに臨床的な特徴を比較したところ, B 群および C 群は冠動脈造影上, A 群よりも高度な狭窄病変を呈した。さらに壁運動を対比すると, B 群および C 群は A 群と比較して高頻度に hypokinesis を示し, C 群ではその傾向はより顕著であった ($p < 0.01$)。以上の結果から視覚的あるいは定量的に BMIPP で集積低下を呈する部位では, より高度な虚血が示唆される。負荷 TI の所見では, C 群は A 群との比較で IR や PD を示す領域が有意に多いが, B 群は A 群と有意な差を認めなかった。これは C 群は B 群に比べ, 後期像で完全に再分布しきれない, さらに高度な虚血領域が存在する可能性を示唆している。

IHD で BMIPP と局所壁運動異常との関係について, 植原¹²⁾, 玉木¹³⁾ らは, TI に対する BMIPP 集積低下型の解離は局所壁運動異常とよく対応するとしており, また長谷¹⁴⁾, 玉木¹³⁾ は心筋梗塞例での局所壁運動異常は TI の集積より BMIPP の集積低下とよく相関するとし, “stunned myocardium” である可能性を示唆している。さらに塩谷らは狭心症例での BMIPP 集積低下は壁運動異常を伴う頻度が多く, 重症度評価に有用としている⁵⁾。今回の検討では, 塩谷らが報告しているよ

うな、運動時諸指標や、多枝病変の有無には有意な差を認めず、高尾ら¹⁵⁾が報告しているような、側副血行路とも有意な差は認められなかった。これは例数が少ないことによる可能性もあるため、今後の検討が必要であろう。

Bull's-eye map を用いた TI の定量的診断では、多枝病変の検出率が向上するとの報告がある⁸⁾。今回 BMIPP の定量的評価と負荷 TI 心筋 SPECT の所見と比較したところ、全病変領域の検出を目的とした sensitivity は 2 枝病変では 57% vs. 67%、3 枝病変では 66% vs. 33% と 3 枝病変では向上し、多枝病変であれば、BMIPP の方が虚血による心筋障害を敏感に反映することが示唆されたが、今回 3 枝病変の例数が少ないため今後慎重に検討を加える必要があると考える。

BMIPP の正常心筋像での検討では、年齢、性差による心筋局所 % uptake 値の有意な差は報告されていないが、今後正常ファイルについては、例数を増やすなど、さらに検討を加える必要があると考える。今回、BMIPP における定量的判定では、梗塞合併例 4 例で偽陽性が認められた。このうち右冠動脈梗塞 2 例 2 領域については、後側壁に偽陽性所見を認めたが、この 2 例はいずれも右冠動脈優位であった。冠動脈支配領域については、各個人の冠動脈の優位性が影響すると考えられた。

V. 結 語

1. 健常者 20 例で、TI と BMIPP の局所心筋 % uptake を比較したところ、BMIPP の心筋集積は TI と比較して均一であり、とくに中隔と後壁において、有意に高値を示した。これは、 ^{201}Tl と ^{123}I ではエネルギーが異なり、 ^{123}I で標識された BMIPP は吸収の影響を受けにくい可能性が考えられた。

2. BMIPP の視覚的判定と Bull's-eye を用いた定量的判定を比較検討したところ、梗塞部領域では sensitivity に差を認めないものの (100% vs. 100%)、非梗塞部領域で sensitivity は改善し (33% vs. 67%)、BMIPP の定量的判定は特に狭心症例で

有用であることが示唆された。

3. BMIPP において、視覚的あるいは定量的異常を示す領域は、壁運動が低下する頻度が高く、より高度な狭窄を有する高度な虚血病変の存在が示唆された。

4. 非梗塞領域では、BMIPP の視覚的判定では異常が認められず、定量的評価で欠損を示す領域が存在し、かかる領域では高度な虚血病変の存在が示唆された。

以上の結果より、IHD、特に狭心症例の高度虚血病変の検出には、BMIPP の定量的評価が有用であることが示唆される。

文 献

- 1) Schelbert HR, Henze E, Keen R, Schon HR, Hansen H, Selin C, et al: C-11 labeled palmitic acid for the noninvasive evaluation of regional myocardial fatty acid metabolism with positron computed tomography: IV. In vivo demonstration of impaired fatty acid oxidation in acute myocardial ischemia. *Am Heart J* **106**: 736-750, 1983
- 2) Schwaiger M, Schelbert HR, Ellison D, Hansen H, Yeatman L, Vinten-Johansen J, et al: Sustained regional abnormalities in cardiac metabolism after transient ischemia in chronic dog model. *J Am Coll Cardiol* **6**: 336-347, 1985
- 3) Kurata C, Tawarahara K, Taguchi T, Aoshima S, Kobayashi A, Yamazaki N, et al: Myocardial emission computed tomography with Iodine-123-labeled beta-methyl-branched fatty acid in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J Nucl Med* **33**: 6-13, 1992
- 4) 西村恒彦, 佐合正義, 木原浩一, 岡 尚嗣, 下永田剛, 片渕哲朗, 他: ^{123}I -脂肪酸 (β -methyliodo-phenyl pentadecanoic acid: BMIPP) による心筋イメージング: 心筋梗塞 (閉塞群, 再開通群) における心筋血流, 代謝に関する研究. *核医学* **25**: 1403-1415, 1988
- 5) 塩谷英之, 上野 洋, 松永公雄: 狭心症患者における安静時 ^{123}I -BMIPP 心筋シンチの臨床的意義. *核医学* **31**: 1343-1349, 1994
- 6) 植原敏男, 西村恒彦, 久住佳三, 中村幸夫, 山上英利, 両角隆一, 他: ^{123}I -BMIPP 心筋シンチグラフィの正常例における検討——2 核種同時収集のクロストーク補正を含めて——. *ニュートウンカンファレンス* **18**: 23-26, 1993
- 7) 土持進作, 玉木長良, 白川誠士, 藤田 透, 米倉義晴, 小西淳二, 他: 健常者における ^{123}I -meta-

- iodobenzylguanidine (MIBG) の心筋内分布の検討. 核医学 **31**: 257-264, 1994
- 8) 成田充啓, 栗原 正, 村野謙一, 宇佐美暢久, 本田 稔, 友延正弘, 他: 運動負荷 $^{201}\text{TlCl}$ 心筋 single photon emission CT の定量解析: Bull's-eye 法の虚血性心疾患評価における有用性. 核医学 **24**: 55-64, 1987
 - 9) Edwards WD, Tajik AJ, Seward JB: Standardized nomenclature and anatomic basis for regional tomographic analysis of the heart. Mayo Clin Proc **56**: 479-497, 1981
 - 10) 鳥塚莞爾, 米倉義晴, 西村恒彦, 玉木長良, 植原敏勇, 池窪勝治, 他: 心筋脂肪酸代謝イメージング剤 β -メチル-p-(^{123}I)-ヨードフェニルペンタデカン酸の第 1 相臨床試験. 核医学 **28**: 681-690, 1991
 - 11) Fujibayashi Y, Yonekura Y, Takemura Y, Wada K, Matsumoto K, Tamaki N, et al: Myocardial accumulation of iodinated beta-methyl-branched fatty acid analogue, iodine-125-15-(p-iodophenyl)-3-(R,S)-methylpentadecanoic acid (BMIPP), in relation to ATP concentration. J Nucl Med **31**: 1818-1822, 1990
 - 12) 植原敏勇, 西村恒彦, 汲田伸一郎, 下永田剛, 林田孝平, 岡 尚嗣, 他: ^{123}I -BMIPP (β -methyl-iodophenyl pentadecanoic acid) による虚血性心疾患の診断. 核医学 **29**: 347-358, 1992
 - 13) Tamaki N, Kawamoto M, Yonekura Y, Fujibayashi Y, Takahashi N, Konishi J, et al: Regional metabolic abnormality in relation to perfusion and wall motion in patients with myocardial infarction: Assessment with emission tomography using an iodinated branched fatty acid analog. J Nucl Med **33**: 659-667, 1992
 - 14) 長谷 守, 中田智明, 米倉修二, 土橋和文, 小林史, 長尾和彦, 他: ^{201}Tl , ^{123}I 標識側鎖脂肪酸同時 SPECT による局所壁運動と心筋脂肪酸代謝異常の解析——冠動脈疾患, 肥大型心筋症, 高血圧疾患における検討——. 核医学 **30**: 529-539, 1993
 - 15) 高尾祐治, 村田 啓, 小宮山伸之, 小野口昌久, 大竹英二, 丸野廣大: 虚血性心疾患における ^{123}I -BMIPP シンチグラムの臨床的意義——タリウム負荷心筋シンチグラム所見との比較検討——. 核医学 **29**: 59-68, 1992

Summary

Detection of Myocardial ^{123}I -BMIPP Distribution Abnormality in Patients with Ischemic Heart Disease Based on Normal Data File in Bull's-eye Polar Map

Nobukazu TAKAHASHI*, Yoshio ISHIDA*, Yoshiaki HIROSE*, Shigeo KAWANO*,
Syuji FUKUOKA*, Kohei HAYASHIDA*, Makoto TAKAMIYA* and Hiroshi NONOGI**

*Department of Radiology, **Department of Cardiology, National Cardiovascular Center

Visual interpretation of ^{123}I -BMIPP (BMIPP) myocardial images has difficulties in detecting mild reduction in tracer uptake. We studied the significance of the objective assessment of myocardial BMIPP maldistributions at rest by using a Bull's-eye map and its normal data file for detecting ischemic heart disease. Twenty nine patients, 15 with prior myocardial infarction and 14 with effort angina were studied. The initial 15-min BMIPP image was evaluated by visual analysis and by generating the extent Bull's-eye map which exhibits regions with reduced % uptake under mean-2SD of 10 normal controls. The sensitivity for determining coronary lesions in non-infarcted myo-

cardial regions with the extent map was superior to that with visual analysis (67% vs. 33%). In the regions supplied by the stenotic coronary artery, those which showed visually negative but positive in the map and which showed positive in both had higher incidence of wall motion abnormalities and severe coronary stenosis than those with normal findings in both.

These results suggest that the objective assessment based on the normal data file in a Bull's-eye polar map is clinically important for improving the limitation of the visual interpretation in ^{123}I -BMIPP imaging.

Key words: ^{123}I -BMIPP, Bull's-eye map, ^{201}Tl , Ischemic heart disease.