

## 《原 著》

# 虚血性心疾患における $^{123}\text{I}$ -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——

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\*

**要旨** 虚血性心疾患に対するヨード側鎖脂肪酸 (BMIPP) の有用性を検討するため、慢性期心筋梗塞症 15 例について安静時 BMIPP scan と負荷タリウム (TI) scan を行い、比較した。TI の 4 時間後再分布像と BMIPP 像を比較すると 60% 以上の領域で BMIPP の異常の方が強く、むしろ TI 負荷直後像との一致率の方が高かった。特に TI の不完全再分布領域や側副血行支配領域でその差は著しく、jeopardized area の虚血を安静時 BMIPP 像で検出可能であることが示された。TI で持続欠損か不完全再分布の領域は BMIPP で異常、TI の正常領域は BMIPP でも正常だが、TI で完全再分布の領域中 BMIPP でも異常を認める割合は低値であり、BMIPP での虚血検出の限界も示された。また、BMIPP で異常の領域には梗塞または虚血が存在し、正常の領域には少なくとも梗塞は存在しないという判定も可能であった。今回の結果から、BMIPP は虚血性心疾患における心筋代謝トレーサーとして有用であると考えられた。

## I. はじめに

空腹時における心筋のエネルギー代謝は、60% が脂肪酸の  $\beta$  酸化により行われている<sup>1)</sup>が、虚血下ではグルコースの利用が増加して脂肪酸の割合は著しく低下する。このような、虚血性心疾患における心筋の脂肪酸代謝を評価するのに、 $^{11}\text{C}$  や  $^{123}\text{I}$  で標識した直鎖脂肪酸による核医学的研究が行われている<sup>2-5)</sup>。しかし直鎖脂肪酸は心筋細胞内で  $\beta$  酸化により速やかに洗い出されるため、SPECT による画像化には適していない。

$^{123}\text{I}$ -15-(p-iodophenyl)-3(R,S)-methyl-pentadecanoic acid (以下、BMIPP) は、 $\beta$  位にメチル基を

結合させることにより初期反応で  $\beta$  酸化を受けず、脂質プールとして長時間心筋内に貯留することから、SPECT に適した薬剤として期待されている<sup>6-8)</sup>。しかし直鎖脂肪酸の検討と異なり、脂肪酸代謝を直接反映するわけではないため、本剤による情報にいかなる意義があるかは未だ不明な点が多い。

今回われわれは、虚血性心疾患(心筋梗塞)患者に BMIPP を投与し、得られた画像データを心筋血流のトレーサーである塩化タリウム (TI) の画像と比較することにより、BMIPP の臨床的意義について検討した。

## II. 対象と方法

### 1. 対 象

発症後 26 日～4 年 (平均 8.2 か月) の心筋梗塞の既往のある 15 例 (54～74 歳; 平均 63.7 歳, 男性 11, 女性 4) を対象とした。14 例は貫壁性梗塞 (下後壁 10, 前壁 3, 前壁+下壁 1), 1 例は心内膜下梗塞であった。全例に冠動脈造影 (CAG) を

\* 虎の門病院放射線科

\*\* 同 循環器センター内科

\*\*\* 同 放射線部

受付: 3 年 8 月 14 日

最終稿受付: 3 年 10 月 16 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

高 尾 祐 治

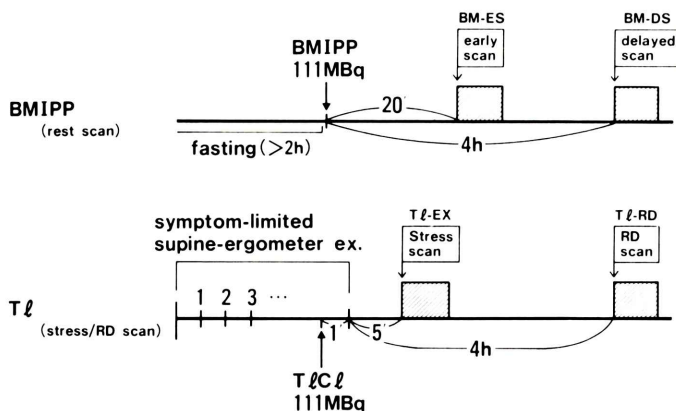


Fig. 1 Study protocols of BMIPP myocardial SPECT (rest) and Tl myocardial SPECT (stress).

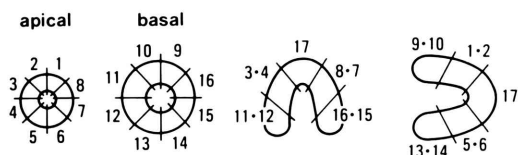


Fig. 2 Schematic representation of the myocardial segments.

施行し、二枝障害 6 例、三枝障害 9 例を確認した。急性期の再疎通療法に成功した症例は含まれていない。また全症例中 6 例は糖尿病を合併していた。なお、本検査は当院治験審査委員会の承認を得て実施し、対象全症例に対して本検査内容についての十分な説明を行った後、口頭による同意を得た。

## 2. 検査プロトコール (Fig. 1)

平成 3 年 1 月から 3 月の間に、対象症例のおおのに対して、2~7 日 (1 例のみ 21 日) の間隔で BMIPP scan と Tl scan を行った。BMIPP は、2 時間以上の絶食後安静時に 111 MBq (3 mCi) (1 例のみ 148 MBq (4 mCi)) を静注し、20 分後に早期像 (BM-ES)、4 時間後に後期像 (BM-DS) を撮像した。Tl は、臥位エルゴメータによる多段階負荷法の終了 1 分前に 111 MBq (3 mCi) を静注し、負荷終了後約 5 分に負荷像 (Tl-EX)、4 時間後に再分布像 (Tl-RD) を撮像した。

## 3. データ収集および処理

データ収集は、低エネルギー汎用型コリメータ

装着のガンマカメラ (Maxi camera 400AC/T) およびデータ処理装置 (Maxi star) を用いて行った。各検査とも左後斜位  $45^\circ$  から右前斜位  $45^\circ$  までの  $180^\circ$  を 32 方向から、BM-ES および Tl-EX では 1 方向あたり 30 秒、BM-DS および Tl-RD では 50 秒の収集を行い、時間補正した。エネルギーレベルは、BMIPP 148~180 keV、Tl 63~83 keV に設定した。画像再構成はフィルタ補正逆投影法により行い、スライス幅 6 mm の左室短軸断像、長軸水平断像、および長軸垂直断像の 3 方向画像を作成した。吸収補正は行わなかった。

## 4. 解析法および評価方法

BM-ES, BM-DS, Tl-EX, Tl-RD のおのおので、得られた SPECT 画像から Fig. 2 のごとく心筋を 17 領域に分割し、各領域の集積程度を 4 段階 (0 : 正常, 1 : 軽度低下, 2 : 高度低下, 3 : 完全欠損) で評価した。BM-ES と BM-DS の対応する領域の集積程度を比較し、程度が BM-DS で 1 段階以上低下した場合を washout (W)、1 段階以上増加した場合を fill-in (F) とした。Tl-EX と Tl-RD も同様に比較し、正常 (N)、完全再分布 (C-RD)、不完全再分布 (I-RD)、および持続欠損または不変 (PD) に分類した。また、BMIPP (BM-ES, BM-DS) と Tl (Tl-EX, Tl-RD) との集積程度の比較を各領域で行い、5 段階 (+2 : Tl のみ異常, +1 : BMIPP 集積 > Tl 集積, 0 : BMIPP 集積 = Tl 集積, -1 :

BMIPP 集積 < TI 集積, および -2 : BMIPP のみ異常) に分類した (Fig. 3). 得られた結果をもとに, (1) BMIPP 画質の検討, (2) TI と BMIPP の各組合せにおける所見間の乖離所見 (+2 ~ -2)

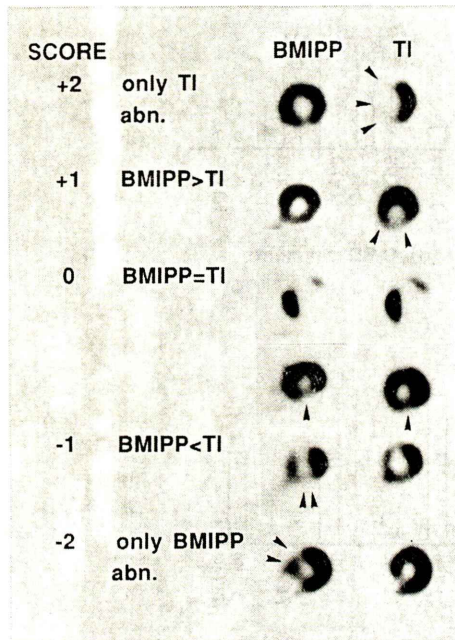


Fig. 3 Representation of the degree of myocardial uptake by the two methods.

の差異, (3) TI と BMIPP の乖離と, TI の再分布所見 (N ~ PD) との関連, (4) TI の再分布所見と, BM-ES・BM-DS の集積程度 (0 ~ 3) との関連, (5) 側副血行支配領域における, TI と BMIPP の乖離, および集積程度の差異, (6) 有意冠狭窄領域の TI と BMIPP による病変検出能の比較, (7) BM-ES と BM-DS の所見間の差異 (W, F) と他所見との関連, について検討した。

有意差の検定には  $\chi^2$  検定を用い,  $p < 0.05$  をもって有意とした。

### III. 結 果

15 例全例において, 本剤による副作用および本剤に起因すると思われる臨床検査値の異常変動は認められなかった。

#### 1. 画質および肝集積の影響

本検討の対象症例中, 全般的な心筋集積不良のために評価が不可能であった例はなかった。しかし早期像 (BM-ES) のうち 5 例 (13 領域) では, 下後壁, 心尖部側壁あるいは後壁側中隔に肝集積像が重なり, 心筋集積の評価が困難であった。このため, 本検討ではこの 13 領域を除外した 242 領域について以降の検討を行った。なお, 後期像 (BM-DS) では 1 例を除いてほぼ評価可能となった。

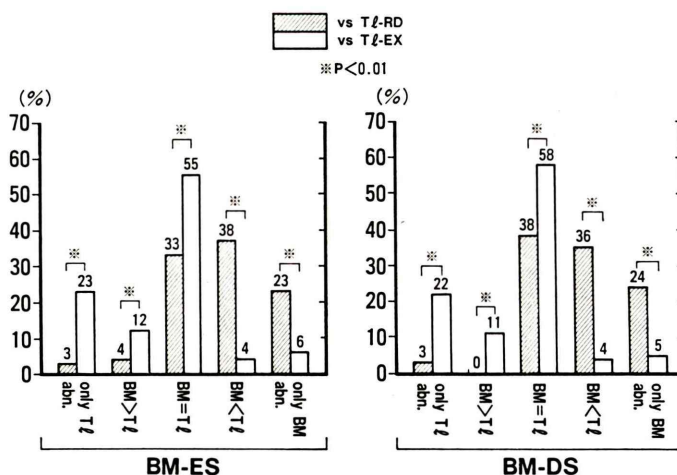


Fig. 4 Comparison of the degree of myocardial uptake between the two methods. BM: BMIPP, BM-ES: early scan by BMIPP, BM-DS: delayed scan by BMIPP, TI-RD: redistribution scan by TI, TI-EX: exercise scan by TI.



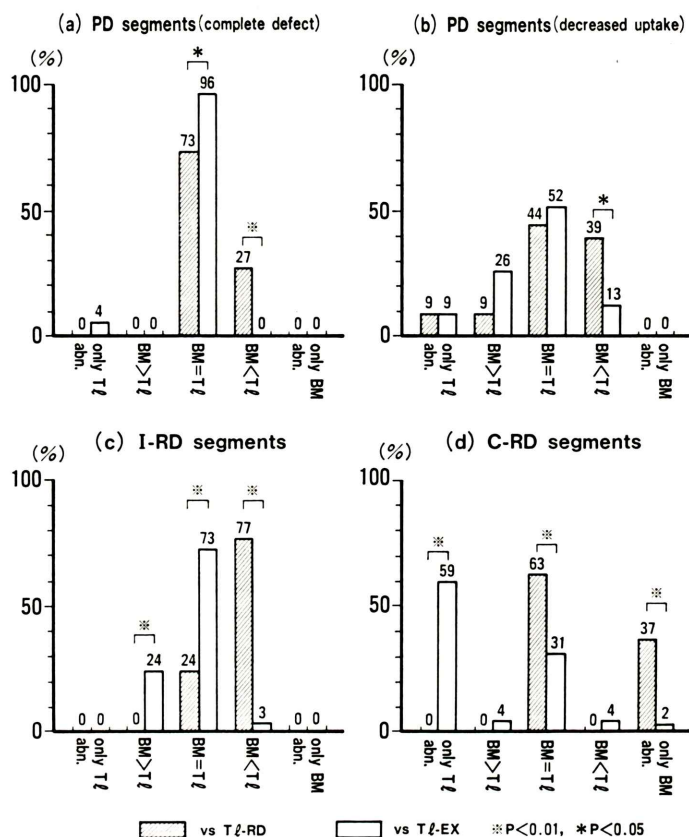


Fig. 5 Comparison of the degree of myocardial uptake in each subgroup by TI-redistribution between the two methods. PD: persistent filling defect, I-RD: incomplete redistribution, C-RD: complete redistribution. Other abbreviation as in Fig. 4.

## 2. TI と BMIPP 所見の集積程度の比較

BM-ES と BM-DS のおのおの、TI-EX および TI-RD の、対応する領域の集積程度を比較した (Fig. 4)。BM-ES と TI-RD との比較では、どちらかが異常であった 109 領域のうち両者が一致したのは 36 領域 (33%) にとどまり、BMIPP の異常の方が強かった領域は 66 領域 (61%) を占めた。このうち TI が正常であったにもかかわらず BMIPP のみが異常であった領域が 25 領域 (23%) あった。一方 TI-EX との比較では、両者が一致した領域は 55% (76/139) で、TI-RD との一致率より高かった ( $p<0.01$ )。また乖離を認めた領域の大部分では TI-RD とは逆に TI の異常の方が強か

った (49/139, 35%)。BM-DS においてもほぼ同等の結果を得た。

同様の比較をさらに TI 再分布所見 (PD, I-RD, C-RD) により分けて検討した。BM-ES についての結果を Fig. 5 に示す。PD 群のうち完全欠損の場合は、TI-RD, TI-EX とともに BMIPP との程度の一致率が高く、特に TI-EX との比較では 96% (25/26) で一致した。これに対して I-RD 群では、TI-EX との比較における所見の一致率は高かったが、TI-RD との比較では 77% (27/35) の領域で BMIPP の異常の方が強かった。一方、C-RD 群では逆に TI-RD との比較の方が一致率が高く、TI-EX との比較では 59% (29/49) の領域で TI の

**Table 1** Comparison between BMIPP segmental findings and the degree of TI-redistribution. Two myocardial segments with reverse redistribution in TI images were excluded from this comparison

	BM-ES		Total
	Abnormal (1-3)	Normal (0)	
TI scan			
PD	45	4	49
I-RD	34	0	34
C-RD	20	29	49
N	7	101	108

	BM-DS		Total
	Abnormal (1-3)	Normal (0)	
TI scan			
PD	46	3	49
I-RD	34	0	34
C-RD	22	27	49
N	6	102	108

N: normal, Other abbreviation as in Fig. 4 and Fig. 5.

みに異常を認めた。BM-DS でもほぼ同等の結果であった。

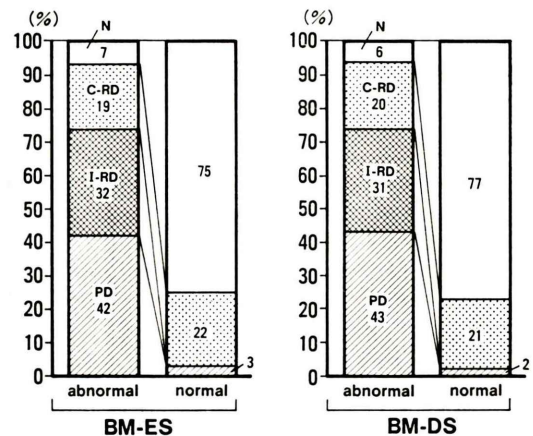
### 3. TI 再分布所見と BMIPP 集積程度の比較

TI scan で PD または I-RD であった 83 領域中, BM-ES では 79 領域 (95%) が異常を示した。しかし, C-RD の領域で異常を示したのは 41% (20/49) のみであった。一方, TI scan で N であった 108 領域中 101 領域 (94%) は BMIPP scan でも正常であった。BM-DS の結果も同等であった (Table 1)。

また BMIPP で異常であった群と正常であった群とに分けて TI の再分布所見と比較すると, Fig. 6 のごとく, BM-ES, BM-DS とともに, 異常群の大部分 (93%, 94%) は TI-EX で異常, 正常群の大部分 (97%, 98%) は TI-RD で正常であった ( $p < 0.01$ )。

### 4. 側副血行支配領域における所見比較

側副血行により血流を得ている 74 領域のみにて, 所見の比較を行った。Fig. 7 のごとく,



**Fig. 6** Comparison between BMIPP segmental abnormality and the degree of TI-redistribution. Abbreviation as in Fig. 4 and Fig. 5.

TI と BMIPP の乖離所見の分布は, 全領域の結果 (Fig. 4) とほぼ同様の傾向を認めたが, TI-EX との比較において TI の異常の方が強かった領域の割合 (BM-ES : 11/62, 18% および BM-DS : 8/60, 13%) は全領域の場合 (35%, 33%) より少なく, 両者一致した領域の割合が有意に多かった ( $p < 0.01$ )。

TI 再分布所見と BMIPP の集積程度の比較 (Table 2) では, TI scan で PD または I-RD であった領域は全て BMIPP でも異常を認めた。また C-RD の 12 領域中, BM-ES では 9 領域 (75%), BM-DS では 10 領域 (83%) に異常を認め, これは全領域の場合 (Table 1) より有意に高率であった ( $p < 0.05$ )。

### 5. 冠動脈狭窄度と病変検出能の比較

有意狭窄 (AHA 分類 75% 狭窄以上) を有する冠動脈の支配領域での異常検出能を比較するため, 前壁と中隔は左前下行枝領域, 下後壁は右冠動脈領域, および側壁は左回旋枝領域として, 所見の有無を検討した。病変検出の全体の sensitivity は, TI-EX で 88% (35/40), BM-ES で 82% (32/39), および BM-DS で 85% (33/39) となり (N.S.), TI-RD (73%) に比し高い傾向がみられた ( $p < 0.1$ ), また狭窄度別に検討すると, いずれの狭窄度にお

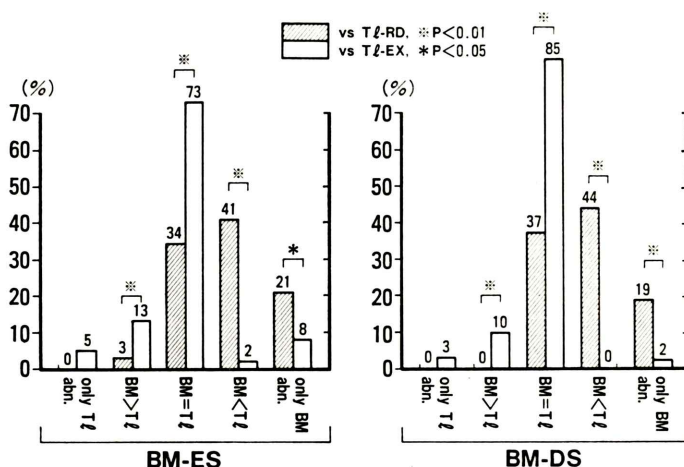


Fig. 7 Comparison of the degree of myocardial uptake in collateralized area between the two methods. Abbreviation as in Fig. 4.

**Table 2** Comparison between BMIPP segmental findings and the degree of Tl redistribution in the collateralized area. One segment with reverse redistribution in Tl image was excluded from this comparison

	BM-ES		
	Abnormal	Normal	Total
Tl scan			
PD	24	0	24
I-RD	23	0	23
C-RD	9	3	12
N	5	9	14

	BM-DS		
	Abnormal	Normal	Total
Tl scan			
PD	24	0	24
I-RD	23	0	23
C-RD	10	2	12
N	1	13	14

Abbreviation as in Table 1.

いても, Tl-EX, BM-ES, BM-DS の sensitivity はほぼ同等であった (Fig. 8).

Tl と BMIPP の乖離所見の分布には, 冠狭窄度による差は認められなかった。

#### 6. BM-ES と BM-DS の所見間の差異 (W, F)

BM-ES と BM-DS との間で所見の差異を認めたのは, W が 6 症例 (40%) 18 領域 (7%), F が 5 症例 (33%) 17 領域 (7%) で, 合計 11 症例 (73%) 35 領域 (14%) であった。差異の認められなかった 4 例と比較して, Tl 異常所見の有無, 梗塞部・虚血部との関連, および糖尿病の有無などに特異的な傾向は見いだせなかった。ただし, 冠狭窄度との関連において, W の 75% (6/8) が 90% 狭窄以上の領域にみられたのに対して, F の 63% (5/8) は 75% 狭窄以下の領域にみられた ( $p < 0.2$ ).

#### IV. 考 察

BMIPP に代表される側鎖脂肪酸の最大の特徴は,  $\beta$  酸化されずに脂質プールとして長時間心筋内に貯留する点である<sup>6)</sup>。動物実験により, BMIPP の心筋集積が, 心筋細胞内のトリグリセリド含有量<sup>9)</sup>, ATP 濃度<sup>10)</sup>, あるいはミトコンドリア機能<sup>11)</sup> の変化を反映することが報告され, これらの結果は, 心筋エネルギーとしての脂肪酸代謝の評価が, 側鎖脂肪酸でも可能であることの間接的な根拠となり得る。また心筋梗塞モデルを用いた実験<sup>12,13)</sup> も行われ, 虚血性心疾患においても有用である可能性が示されている。そこで今回, われ



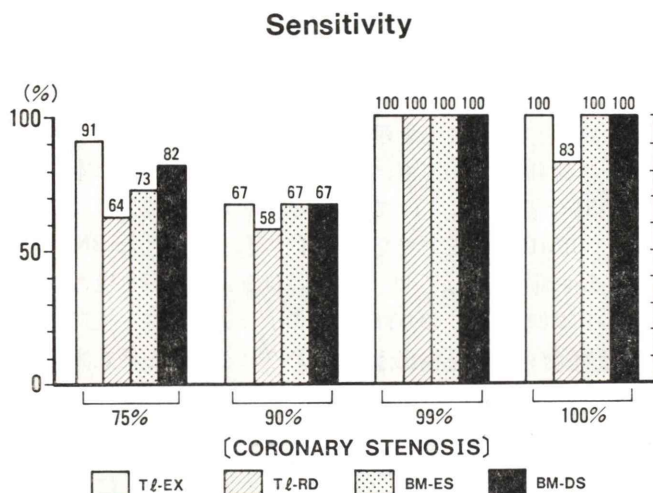


Fig. 8 Sensitivity for detecting ischemic lesions in relation to the severity of coronary stenosis.

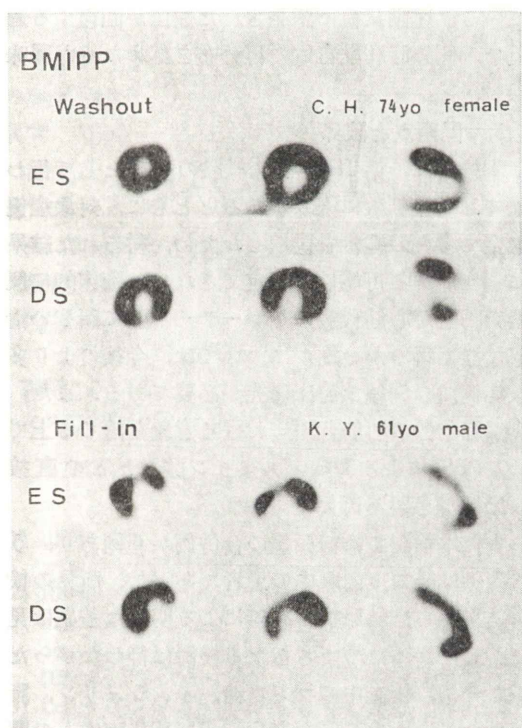


Fig. 9 Representative images of washout and fill-in findings by BMIPP. ES; early scan, DS; delayed scan.

われは虚血性心疾患，特に心筋梗塞慢性期の患者を対象として，臨床的な検討を行った。

#### 1. 虚血性心疾患における BMIPP と TI の乖離

虚血に陥った心筋では，嫌気性代謝の可能なグルコースが心筋エネルギー代謝の主体となって，脂肪酸の取り込みを抑制することにより，集積低下や欠損が認められることが期待される。Tamaki<sup>14)</sup>は，グルコース代謝のトレーサーである FDG を用い，TI より BMIPP の集積が低い領域では FDG の増加していることが多いことを示した。BMIPP と TI の乖離は心筋梗塞の急性期<sup>15)</sup>や急性期再疎通例<sup>16)</sup>に多いという報告があるが，今回の慢性期例のみの検討でも高率に両者の乖離所見が認められた (Fig. 4)。TI の再分布像 (TI-RD) との乖離が特に著明で，多くは BMIPP の集積低下の方が強かったのに対し，負荷像 (TI-EX) では一致率が高かった。この結果は，BMIPP が安静時においても，慢性的な心筋の虚血状態を血流トレーサーである TI より敏感に反映する可能性を示唆した。とりわけ，TI の再分布が不完全であった領域 (I-RD) (Fig. 5) や側副血行支配領域 (Fig. 7) において，TI-RD との比較では BMIPP の集積の方が低かったのに対し TI-EX との比較では大

部分が一致したことは、梗塞領域内の残存生存心筋やその周辺の虚血領域、および側副血行支配にて血流を保っているような、jeopardized areaの検出がBMIPPの安静時像で可能であることを示している。しかしTI-EXとの比較においても、23%(BM-ES)、22%(BM-DS)の領域では、TIで異常を示したにもかかわらずBMIPPは正常であった。この乖離所見はFig. 5で明らかなように、TIの完全再分布領域(C-RD)に集中しており、BMIPPの安静時像のみでは軽度の虚血を検出する能力には限界があることも示された。

TIの再分布の有無を、虚血や梗塞の判定のgolden standardとした場合、BMIPPによる異常検出のspecificityは94%と高率であったのに対して、sensitivityはBM-ESで75%(99/132)、BM-DSで77%(102/132)とやや低かった(Table 1)。これは完全再分布領域(C-RD)における異常検出率が41%(20/49)、45%(22/49)と低かったためである。しかし側副血行支配領域では、C-RD領域でも75%、83%と高い異常検出率であった(Table 2)。これらの結果は、冠動脈狭窄度との関連を期待させるが、今回の検討結果からは、有意な所見は見いだせなかった。

また今回の結果から、Fig. 6のごとく、BMIPPで異常を認めた領域には梗塞または虚血が存在し、BMIPPで正常であった領域には少なくとも梗塞は存在しない可能性が高いとも判定できる。

## 2. BMIPPの早期像と後期像の所見の差異

BMIPPは長時間心筋内に貯留し、ほとんど代謝を受けないため、撮像時期はさほど問題とされない。先に行われた本剤の第II相臨床試験でも、安静時で検討した虚血性心疾患91例中、早期像と後期像で所見の差異を認めた症例は11%のみであった。これに対して、本検討における所見の差異は、領域数で14%、症例数では73%と著しく高率にみられた。領域分割の細分化に伴う過大評価の可能性も否定できないが、Fig. 9に示したような明確な差異が存在することは確かである。このような差異のみられた原因、および本検討で特に多かった理由について今回は究明できなかった。

た。心筋からのback diffusionの影響<sup>17)</sup>、 $\alpha$ 酸化やメチル基が分離された後の $\beta$ 酸化の影響<sup>18)</sup>、心筋血流因子の影響、および脂質プール内での変動の有無などとの関連について、今後の詳細な検討が必要である。また本検討では、対象全症例で、早期像の撮像終了後に摂食させた。いったん心筋内に取り込まれたBMIPPはその後の摂食などにはほとんど影響を受けないとされているが、今回のように早期像と後期像の所見の差異が高率に認められたことと検査間での摂食との間に関連があるのかについても今後検討すべきである。

運動負荷時の心筋エネルギー代謝は、乳酸の利用が主体となる<sup>1)</sup>ため、本検討では安静時像のみを評価したが、Chouraquiら<sup>19)</sup>は、BMIPPとメチル基の位置が違うだけの側鎖脂肪酸(<sup>123</sup>I-iodophenyl-9-methyl-pentadecanoic acid)を用いて、運動負荷時の撮像を行い、3~5時間後の後期像でTIとほぼ同等の再分布所見を得たことを報告している。運動負荷で誘発された虚血が回復する過程で、側鎖脂肪酸自体の再分布を認めた点が興味深い。

## 3. 問題点と限界

本検討は、第III相臨床試験の一環として行われており症例数に限りがあるとともに、対象症例も全て多枝障害例を選択したため、得られた結果に偏りがある可能性は否定できない。臨床的に側鎖脂肪酸が心筋代謝のトレーサーとして新しい情報を与え得るかどうかについては、今後のより多数症例での詳細な臨床研究が必要である。また、側鎖脂肪酸の心筋代謝における意義を論じる上では、PETによる<sup>11</sup>Cパルミチン酸などとの直接の比較が必要不可欠であろう。

また本検討では糖尿病の合併例が6例あり、うち3例は経口剤内服中の患者であった。所見の検討結果からは糖尿病の有無による明確な差異は見いだせなかったものでさらなる検討は行わなかったが、今後、検査中のブドウ糖、インシュリン、脂肪酸などの血中濃度の変化とBMIPP画像との関連についても検討を加える必要があろう。

今回、冠動脈狭窄度との対比において、所見の



相関は全く見いだせなかった。症例の偏りの影響を否定できないものの、虚血性心疾患で CAG 所見を golden standard とする従来の方法の限界を示す所見なのかもしれない。

## V. ま と め

1. 虚血性心疾患に対する BMIPP の有用性を検討するため、慢性期心筋梗塞症 15 例について安静時 BMIPP scan と負荷 TI scan を行い、画像を比較した。

2. BMIPP 像と TI の再分布像とを比較すると、BMIPP の異常の方が強く、むしろ TI の負荷像との一致率が高かった。特に TI の不完全再分布領域や側副血行支配領域でその差は大きく、jeopardized area の虚血検出が BMIPP の安静像で可能であることが示された。

3. TI で持続欠損または不完全再分布の領域は BMIPP で異常、TI の正常領域は BMIPP でも正常であったが、TI で完全再分布の領域中 BMIPP でも異常を認める割合は低値であり、BMIPP で虚血検出の限界も示された。一方、BMIPP で異常の領域には梗塞が虚血が存在し、正常の領域には少なくとも梗塞は存在しないという判定が可能であった。

4. BMIPP の早期像と遅延像の所見の差異が比較的高率に認められ、その原因と意義については今後の詳細な検討が必要である。

謝辞：BMIPP を提供していただいた日本メジフィジックス社に深謝いたします。

## 文 献

- 1) 山崎 昇：脂肪酸の心筋代謝。ニュータウンカンファレンス (心臓核医学) 9: 1-6, 1985
- 2) Reske SN, Schön S, Schmitt W, et al: Effect of myocardial perfusion and metabolic interventions on cardiac kinetics of phenylpentadecanoic acid (IPPA) I 123. Eur J Nucl Med 12: S27-S31, 1986
- 3) Lerch R: Effect of impaired fatty acid oxidation on myocardial kinetics of  $^{11}\text{C}$ - and  $^{123}\text{I}$ -labelled fatty acid. Eur J Nucl Med 12: S36-S38, 1986
- 4) Schad N, Wagner RK, Hallermeier J, et al: Regional rates of myocardial fatty acid metabolism: Comparison with coronary angiography and ventriculography. Eur J Nucl Med 16: 205-212, 1990
- 5) Schwaiger M, Hicks R: The clinical role of metabolic imaging of the heart by positron emission tomography. J Nucl Med 32: 565-578, 1991
- 6) Knapp Jr FF, Ambrose KR, Goodman MM: New radioiodinated methyl-branched fatty acids for cardiac studies. Eur J Nucl Med 12: S39-S44, 1986
- 7) Ambrose KR, Owen BA, Goodman MM, et al: Evaluation of the metabolism in rat hearts of two new radioiodinated 3-methyl-branched fatty acid myocardial imaging agents. Eur J Nucl Med 12: 486-491, 1987
- 8) 谷口 充, 分校久志, 中嶋憲一, 他: 心筋の側鎖メチル脂肪酸摂取と血流の分離評価. 核医学 26: 1523-1530, 1989
- 9) 藤林靖久, 米倉義晴, 川井恵一, 他: I-123-BMIPP の心筋機能診断薬としての臨床的有用性に関する基礎検討——脂肪酸代謝阻害剤による影響——. 核医学 25: 1131-1135, 1988
- 10) Fujibayashi Y, Yonekura Y, Takemura Y, 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
- 11) 緒方雅彦:  $^{125}\text{I}$ -BMIPP による心筋ミトコンドリア機能評価: アドリマイシン心筋障害ラットを用いて. 核医学 26: 69-76, 1989
- 12) 河村康明, 森下 健, 山崎純一, 他: 側鎖脂肪酸 BMIPP [ $\beta$ -methyl- $\omega$ -(p-iodophenyl)-pentadecanoic acid] の心筋イメージングへの応用: その基礎的検討. 核医学 25: 1221-1227, 1988
- 13) Nishimura T, Sago M, Kihara K, et al: Fatty acid myocardial imaging using  $^{123}\text{I}$ - $\beta$ -methyl-iodophenyl pentadecanoic acid (BMIPP): Comparison of myocardial perfusion and fatty acid utilization in canine myocardial infarction (occlusion and reperfusion model). Eur J Nucl Med 15: 341-345, 1989
- 14) Tamaki N, Kawamoto M, Yonekura Y, et al: Decreased uptake of I-123 BMIPP as a sign of enhanced glucose utilization assessed by FDG-PET. J Nucl Med 32: 1034, 1991
- 15) Tamaki N, Yonekura Y, Takahashi N, et al: Discrepancy of I-123 BMIPP and TI-201 imaging in patients with myocardial infarction. J Nucl Med 32: 1034, 1991
- 16) Nishimura T, Uehara T, Shimonagata T, et al: Clinical assessment of stunned myocardium using  $^{123}\text{I}$ -BMIPP myocardial imaging in relation to myocardial perfusion, metabolism and ventricular function. J Nucl Med 32: 1012, 1991
- 17) Fox KAA, Abendschein DR, Ambos HD, et al:

- Efflux of metabolized and nonmetabolized fatty acid from canine myocardium: Implications for quantifying myocardial metabolism tomographically. *Circ Res* 57: 232-243, 1985
- 18) Dudczak R, Schmoller R, Angelberger P, et al: Structurally modified fatty acids: Clinical potential as tracers of metabolism. *Eur J Nucl Med* 12: S45-S48, 1986
- 19) Chouraqui P, Maddahi J, Henkin R, et al: Comparison of myocardial imaging with iodine-123-iodophenyl-9-methyl pentadecanoic acid and thallium-201-chloride for assessment of patients with exercise-induced myocardial ischemia. *J Nucl Med* 32: 447-452, 1991

### Summary

#### Evaluation of I-123-BMIPP Myocardial SPECT on the Detection of Ischemic Heart Disease by Comparing with Stress Thallium-201 Myocardial SPECT

Yuji TAKAO\*, Hajime MURATA\*, Nobuyuki KOMIYAMA\*\*,  
Masahisa ONOGUCHI\*, Eiji OHTAKE\* and Hirohisa MARUNO\*

\*Division of Nuclear Medicine, \*\*Cardiovascular Center, Toranomon Hospital, Tokyo, Japan

To evaluate the usefulness of I-123-BMIPP as a tracer of fatty acid metabolism in ischemic heart disease, we performed both rest BMIPP myocardial SPECT and stress thallium-201 (Tl) SPECT in 15 patients with prior myocardial infarction, and compared the segmental findings each other.

The abnormality of BMIPP images was more intense than that of Tl redistribution images (Tl-RD) in more than 60% of the abnormal segments. The degree of myocardial uptake of BMIPP was more concordant with that of Tl stress scan (Tl-EX) than with that of Tl-RD. This agreement of the findings between BMIPP and Tl-EX was found more remarkably in the regions of incomplete Tl redistribution or in the collateralized regions. These results revealed that ischemia in the jeopardized regions was able to be detected even by rest BMIPP scan. Abnormal findings in BMIPP were observed in more than 95% of segments with persistent defects or incomplete redistribution in

Tl, but observed in only 41 or 45% of segments with complete redistribution. Normal findings in BMIPP were observed in 94% of normal segments in Tl. From these results, we can speculate that abnormal regions in BMIPP may have necrotic or ischemic myocardial tissue and normal regions in BMIPP may not have necrotic tissue. These results suggest that I-123-BMIPP may be available to detect myocardial ischemia or infarction in the clinical study.

Additionally, the difference in findings between the early images and the delayed images in rest BMIPP scan was observed with relatively high incidence (14% of regions and 73% of patients). More detailed analysis will be required to reveal the importance of this difference.

**Key words:** I-123-BMIPP, Thallium-201, Myocardial SPECT, Ischemic heart disease, Fatty acid metabolism.