

# 安定労作性狭心症患者に対する Iodine-123- -Methyl-*p*-Iodophenyl-Pentadecanoic Acid 心筋シンチグラフィの感度ならびにその集積低下に及ぼす因子の検討

# Sensitivity and Related Factors in Iodine-123- -Methyl-*p*-Iodophenyl-Pentadecanoic Acid Myocardial Scintigraphy to Detect Stable Effort Angina Pectoris

田中 哲也  
大槻 悠美  
武智 紀一  
鈴木 健之  
西堀 祥晴  
松尾あきこ  
井上 啓司  
藤田 博  
井上 直人

Tetsuya TANAKA, MD  
Yumi OHTSUKI, MD  
Norikazu TAKECHI, MD  
Kenji SUZUKI, MD  
Yoshiharu NISHIBORI, MD  
Akiko MATSUO, MD  
Keiji INOUE, MD  
Hiroshi FUJITA, MD,FJCC  
Naoto INOUE, MD, FJCC

## Abstract

**Objectives.** This study evaluated the sensitivity and the related factors in iodine-123- -methyl-*p*-iodophenyl-pentadecanoic acid ( BMIPP )scintigraphy to detect stable angina.

**Methods.** The subjects were 198 patients with stable angina who underwent BMIPP before percutaneous coronary intervention or coronary bypass graft surgery. Patients with unstable angina, myocardial infarction, congestive heart failure, cardiomyopathy and vasospastic angina were excluded. After investigation of the sensitivity of BMIPP, the patients with single-vessel disease without collateral flow were classified into the normal <sup>123</sup>I-BMIPP uptake group ( normal group )or decreased <sup>123</sup>I-BMIPP uptake group ( decreased group ), and various factors were compared between the two groups.

**Results.** Sensitivity was 61% overall, 58% in single-vessel disease, 69% in double-vessel disease, 53% in triple-vessel disease, 43% in only left main vessel disease, and 89% in left main and other vessel disease ( NS ). In single-vessel disease, the sensitivity was 40% in 75% coronary artery stenosis, 58% in 90% stenosis, 89% in 99% stenosis, and 69% in total occlusion (  $p = 0.003$  ). Comparing the decreased and normal groups, diabetes mellitus was more frequent in the normal group ( 14.6% vs 39.5% ), minimal lumen diameter was smaller (  $0.75 \pm 0.37$  vs  $0.98 \pm 0.49$  mm )and lesion length was longer in the decreased group (  $15.4 \pm 4.9$  vs  $11.6 \pm 5.5$  mm ). Logistic multivariate analysis showed that the independent factors were diabetes mellitus [ odds ratio 0.20, 95% confidence interval( CI )0.04 - 0.87,  $p = 0.03$  ], minimal lumen diameter ( odds ratio 0.10, 95% CI 0.02 - 0.48,  $p = 0.003$  )and lesion length ( odds ratio 1.12, 95% CI 1.00 - 1.25,  $p = 0.03$  ).

**Conclusions.** BMIPP is useful in stable angina patients because of the acceptable sensitivity. Diabetes mellitus, minimal lumen diameter and lesion length were independent factors associated with decreased BMIPP uptake.

J Cardiol 2005 Nov; 4( 5 ): 169 - 176

## Key Words

- Radionuclide imaging (<sup>123</sup>I-BMIPP)
- Angina pectoris
- Fatty acids
- Risk factors

京都第二赤十字病院 循環器科: 〒602 - 8026 京都市上京区釜座通り丸太町上ル春帯町355 - 5

Division of Cardiology, Kyoto Second Red Cross Hospital, Kyoto

Address for correspondence: TANAKA T, MD, Division of Cardiology, Kyoto Second Red Cross Hospital, Haruobi-cho 355 - 5, Kamanzadori Maruta-machi, Kamigyo-ku, Kyoto 602 - 8026; E-mail: cardiok2@f4.dion.ne.jp

Manuscript received May 19, 2005; revised August 3, 2005; accepted August 3, 2005

## はじめに

Iodine-123-*methyl-p-iodophenyl-pentadecanoic acid* (BMIPP) 製剤を使用した心筋脂肪酸代謝シンチグラフィは、心筋の虚血や障害などにより心筋細胞内の脂肪酸代謝が低下することを利用した安静での心筋シンチグラフィである<sup>1,2)</sup>。現在までにBMIPPの不安定狭心症、心筋梗塞、心筋症患者に対する有用性の報告は多い<sup>3-16)</sup>。我々の施設では、BMIPPを器質的心疾患患者の心筋障害の評価目的のほかに心疾患のスクリーニング目的でも使用している。しかしながら、その中に含まれる不安定狭心症などの虚血性心疾患に対するBMIPPの感度は、広く知られてはいない。また、BMIPPの虚血性心疾患に対する感度に関する因子についての詳細な報告は少ない。

そこで今回我々は、虚血性心疾患の中でも代表的な不安定狭心症患者におけるBMIPPの感度を詳細に求め、また、その集積低下に関わる因子を検討したので報告する。

## 対象と方法

## 1. 対象

1995年3月-2003年4月の期間に、当施設にて経皮的冠動脈形成術や冠動脈バイパス手術などの初回治療を受けた安定労作性狭心症患者で、治療を受ける前の1ヵ月以内にBMIPPを撮像した連続198例を対象とした。安定労作性狭心症は労作により狭心症状が出現し、1ヵ月間以上増悪傾向のないものとした。病歴、臨床経過、心電図、心エコー図、心筋血流シンチグラフィおよび冠動脈造影所見から不安定狭心症、心筋梗塞、軽度以上の心不全、心筋症、冠攣縮、無症候性心筋虚血、心臓神経症例は除外した。また、心臓カテーテル検査により正常所見を認め、かつ同時期にBMIPPを施行した356例について検討し、BMIPPの特異度を求めた。本研究に際して、全症例に対して文書もしくは口頭で主治医より説明を行い同意を得た。

## 2. 方法

1) <sup>123</sup>I-BMIPP single photon emission computed tomography

3時間以上の絶食ののち、安静座位で3 mCi (111MBq)のBMIPPを静脈投与し、20分後に撮影を

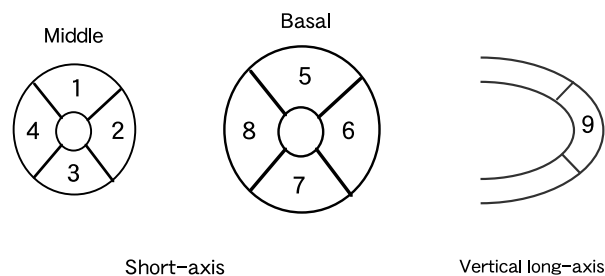


Fig. 1 Segments of the vessels

The basal and middle sections of the short-axis and middle section of vertical long-axis views of <sup>123</sup>I-BMIPP SPECT were divided into nine segments.

<sup>123</sup>I-BMIPP = iodine-123-*methyl-p-iodophenyl-pentadecanoic acid*; SPECT = single photon emission computed tomography.

行った。撮影は低エネルギー用高分解能コリメーターを使用し、3検出器(MultiSPECT3, Siemens製)を用いて、6℃と30秒、360°収集を行った。データ処理装置ICON(Siemens製)上で、Butterworth filter(order 6, カットオフ周波数0.4 cycles/pixel)とRamp filterを用いてsingle photon emission computed tomography(SPECT)画像を作成した。心筋全画像中の最大カウントを100%とし、カットオフ値を40%としてSPECT画像を再構築した。得られたSPECT画像をFig. 1に示すように、左室短軸の基部および中部をそれぞれ4分割し、これに垂直長軸像の心尖部を加えた計9分節に分割し、各9分節における取り込み低下の有無を判定した。判定は、2から3名の核医学認定医により視覚的に検討し、協議のうえ行った。各冠動脈枝の支配領域は、左前下行枝を分節1, 4, 5, 8, 9, 左回旋枝を分節2, 6, 右冠動脈は分節3, 7と定めた。狭心症の責任冠動脈領域での取り込み低下を異常とした。また、BMIPPの定量評価法として、polarmapを用いて責任冠動脈領域の摂取率を算出し、60%以下を異常とした。これらの結果を総合的に判断し、最終的に異常を判定した。

## 2) 冠動脈造影

BMIPP検査の後、1ヵ月以内に初回の冠動脈造影を実施した。原則的にJudkinsカテーテルを用いて、適量の亜硝酸薬を冠動脈内注射後に多方向の冠動脈造影を行った。冠動脈の狭窄はAmerican Heart Association分類で3名以上の循環器専門医の合議による視覚的判定により75%以上の冠動脈径の狭窄を有意とした。有意狭窄のある場合、側副血行路の有無を多方向の両

冠動脈造影により同様に視覚的に判定した。定量的冠動脈造影(quantitative coronary angiography: QCA)は、CATHEX製の解析ソフト(CCIP-310/W)を用い解析した。狭窄部位の病変短縮の少ない角度のフレームから近位部および遠位部の対照部血管径、最小血管径および病変長を計測した。狭窄率は、 $[1 - (\text{最小血管径}/\text{対照血管径})] \times 100$ から算出した。

3) 評価

最初に、病変枝数別にBMIPPの感度を求めた。つぎに1枝病変患者121例に対し、狭窄率別にBMIPPの感度を求めた。ここで2枝病変以上を持つ患者を除外したのは、狭窄枝同士の関連を除外するためである。

そしてつぎに、安定狭心症患者におけるBMIPPの集積低下に関わる因子を検討するために、側副血行路を認めない1枝病変患者に対し、罹患枝領域でBMIPPの集積低下が認められた異常群と認められなかった正常群に分け、2群間で患者、病変背景、QCAの結果について検討した。ここで、側副血行路を認める例を除外したのは、側副血行路により罹患枝領域の虚血状況が改善し、そのことがBMIPPの集積に影響するためである。患者背景の中で、BMIPPと同時期で、かつ狭心症の治療前に施行された左室造影もしくは心エコー図検査により、罹患枝領域(右冠動脈:下後壁、前下行枝:心尖部前壁中隔、回旋枝:側壁)での壁運動低下の有無についても検討を行った。

4) 解析

連続変数の表記は平均±標準偏差とした。独立した2群間の比較はt検定を、多群間の比較は分散分析法を用いた。多変量解析にはロジスティック解析を行った。統計結果の評価は、 $p < 0.05$ を有意差の判定とした。

結 果

1. <sup>123</sup>I-BMIPPの安定狭心症患者に対する感度

Fig. 2に全体および病変枝数別の感度を示した。全体では61%(120/198)であり、1枝病変が58%(70/121)、2枝病変が69%(29/42)、3枝病変が53%(10/19)、主幹部病変が43%(3/7)、主幹部+多枝病変が89%(8/9)で、病変枝数別の感度に有意差は認められなかった。

Fig. 3に1枝病変患者の狭窄率別の感度を示した。75%狭窄が40%(16/40)、90%狭窄が58%(29/50)、99%狭窄が89%(16/18)、100%狭窄が69%(9/13)で、

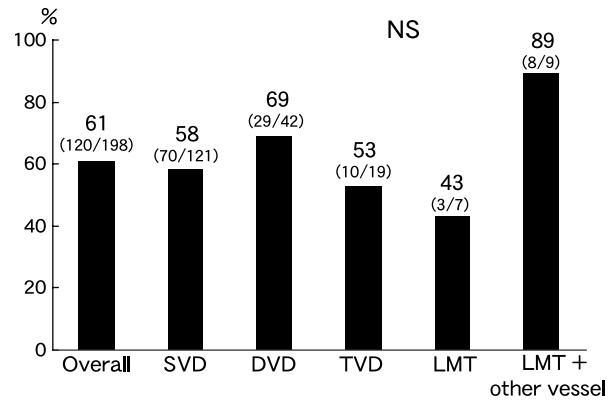


Fig. 2 Sensitivity of <sup>123</sup>I-BMIPP for stable effort angina pectoris  
SVD = single-vessel disease; DVD = double-vessel disease; TDV = triple-vessel disease; LMT = left main trunk. Other abbreviation as in Fig. 1.

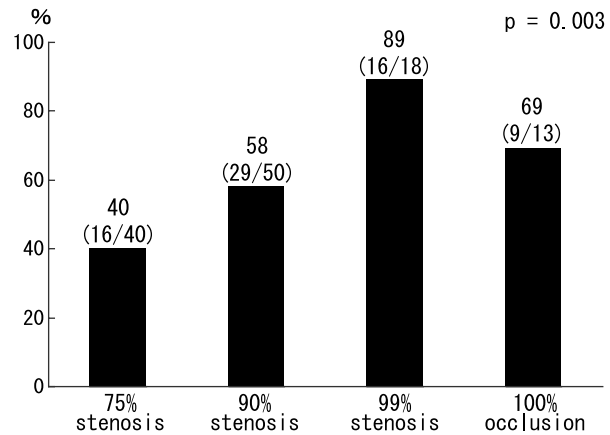


Fig. 3 Sensitivity of <sup>123</sup>I-BMIPP with extent of coronary artery stenosis  
Subjects were patients with single-vessel disease. The sensitivity of <sup>123</sup>I-BMIPP was highest in patients with 99% coronary artery stenosis. Abbreviation as in Fig. 1.

狭窄度の低い75%狭窄病変で有意に最も低く、90%狭窄病変、99%狭窄病変と順に高くなった( $p = 0.003$ )。100%の閉塞病変で69%と感度が低下していた。

なお、BMIPPの特異度は91%(324/356)であった。

2. 安定狭心症患者における<sup>123</sup>I-BMIPPの集積低下に関わる因子

1枝病変患者のうち側副血行路を認めたのは、100%の閉塞病変および99%狭窄病変例のすべてと90%狭

Table 1 Patient characteristics

	Abnormal <sup>123</sup> I-BMIPP (n = 41)	Normal <sup>123</sup> I-BMIPP (n = 43)	p value
Age( yr, mean ± SD )	72.4 ± 9.4	72.2 ± 9.0	NS
Male( % )	70.7	44.2	0.01
Hypertension( % )	58.5	60.5	NS
Hyperlipidemia( % )	31.7	44.2	NS
Diabetes mellitus( % )	14.6	39.5	0.01
Smoking( % )	36.6	27.9	NS
Obesity( % )	41.4	32.6	NS
Decreased wall motion( % )	26.8	20.9	NS

The abnormal <sup>123</sup>I-BMIPP uptake group contained more male patients and fewer with diabetes mellitus than the normal <sup>123</sup>I-BMIPP uptake group. Obesity was defined as body mass index  $\geq 25$ .  
Abbreviation as in Fig. 1.

Table 2 Lesion characteristics

	Abnormal <sup>123</sup> I-BMIPP	Normal <sup>123</sup> I-BMIPP	p value
Lesion vessel			
RCA	9	4	} NS
LAD	22	25	
LCX	9	13	
Lesion morphology			
A	2	2	} NS
B1	16	23	
B2	18	14	
C	4	3	
Complex lesion( % )	53.7	39.5	NS

Lesion vessels, lesion morphology and rates of complex lesion were not significantly different between the normal <sup>123</sup>I-BMIPP uptake group and the decreased <sup>123</sup>I-BMIPP uptake group. Lesion morphology was based on the American College of Cardiology/American Heart Association classification. Complex lesion was defined as Type B2 + C lesion morphology.  
RCA = right coronary artery; LAD = left anterior descending artery; LCX = left circumflex artery. Other abbreviation as in Fig. 1.

窄病変例のうちの4例であった。これらを除外した1枝病変患者84例を対象として検討した。このうちBMIPP異常群41例とBMIPP正常群43例の患者背景をTable 1に示す。男性がBMIPP異常群に有意に多く認められ(70.7% vs 44.2%,  $p = 0.01$ ), 糖尿病がBMIPP正常群に有意に多く認められた(14.6% vs 39.5%,  $p = 0.01$ )。他の因子には有意差は認められなかった。病変背景をTable 2に示す。病変の罹患枝および病変の形態学的分類では、両群間に有意差は認められなかつ

た。American College of Cardiology/American Heart Association classificationのタイプB2およびCは複雑病変とされているが、その割合にも両群間に有意差は認められなかった。つぎにQCAによる解析結果をTable 3に示す。正常部の血管径(対照血管径)はBMIPP異常群で小さく、狭窄率はBMIPP異常群で大きい傾向が認められたが、有意な差ではなかった。最小血管径はBMIPP異常群で有意に小さく(0.75 ± 0.37 vs 0.98 ± 0.49 mm,  $p = 0.05$ ), 病変長は有意に長かった(15.4 ± 4.9 vs 11.6 ± 5.5 mm,  $p = 0.02$ )。

以上の結果で有意差が認められた因子において、ロジスティック多変量解析を施行した結果をTable 4に示す。男性は有意ではなかったが、それ以外の糖尿病、狭窄部の最小血管径および病変長が有意であり、これらはBMIPPの集積低下に影響を及ぼす独立因子であった。

## 考 察

今回我々は、狭心症患者に対するBMIPPの感度を詳細に検討した。まず、全体での感度は61%であり、病変枝数別の検討では、有意差は認められなかった。狭窄率別の検討では、75%狭窄が40%、90%狭窄が58%、99%狭窄が89%、100%狭窄が69%で、99%狭窄病変で有意に高く、75%狭窄で低かった( $p = 0.003$ )。BMIPP異常に及ぼす因子の検討では、糖尿病がBMIPP正常群に多く(14.6% vs 39.5%), BMIPP異常群で最小血管径が小さく(0.75 ± 0.37 vs 0.98 ± 0.49 mm), 病変長が長かった(15.4 ± 4.9 vs 11.6 ± 5.5 mm)。ロジ

**Table 3 Quantitative analysis of coronary angiography**

	Abnormal <sup>123</sup> I-BMIPP	Normal <sup>123</sup> I-BMIPP	p value
Reference diameter( mm )	2.60 ± 0.55	2.85 ± 0.76	0.07
% diameter stenosis( % )	68.0 ± 11.5	63.4 ± 5.5	0.07
Minimal lumen diameter( mm )	0.75 ± 0.37	0.98 ± 0.49	0.005
Lesion length( mm )	15.4 ± 4.9	11.6 ± 5.5	0.002

Values are mean ± SD.

Reference diameter and % diameter stenosis were not significantly different between the normal <sup>123</sup>I-BMIPP uptake group and decreased <sup>123</sup>I-BMIPP uptake group. However, minimal lumen diameter was significantly smaller and lesion length was significantly longer in the decreased <sup>123</sup>I-BMIPP uptake group.

Abbreviation as in Fig. 1.

**Table 4 Multivariate analysis for uptake defect of <sup>123</sup>I-BMIPP in stable effort angina pectoris**

	Odds ratio	95% CI	p value
Male	3.34	1.12- 11.7	0.05
Diabetes mellitus	0.20	0.04- 0.87	0.03
Minimal lumen diameter	0.10	0.02- 0.48	0.003
Lesion length	1.12	1.00- 1.25	0.03

Diabetes mellitus, minimal lumen diameter and lesion length were the independent factors for uptake defect of <sup>123</sup>I-BMIPP in stable effort angina pectoris with single-vessel disease and without collateral flow.

CI = confidence interval. Other abbreviation as in Fig. 1.

スティック多変量解析で、これらはBMIPP集積低下に対する独立因子であった。

BMIPPの集積異常は心筋での脂肪酸代謝障害以外に、心筋細胞壊死や一過性心筋虚血に伴うメモリー効果などが報告されている<sup>4,5,14,17</sup>。今回の検討での安定狭心症患者におけるBMIPPの集積異常は、対象から心筋梗塞症例や他の心疾患を除外しているため、心筋細胞の壊死や障害による異常は含まれず、心筋虚血による脂肪酸代謝低下によるものと一過性心筋虚血に伴うメモリー効果によるものの混合と考えられる。

BMIPPの安定狭心症患者に対する感度は、過去には井上<sup>3)</sup>は77%、Takeishi<sup>18)</sup>は43%、Tateno<sup>6)</sup>は67%、Yamabe<sup>19)</sup>は62.6%、Misumi<sup>8)</sup>は48%、久武<sup>10)</sup>は85%、Kawai<sup>20)</sup>は54%と報告している。これらの数値のばらつきは、おそらく対象患者や方法の違いによるものが考えられる。今回の我々の検討では、全体での感度が61%であり、過去の報告の中では、ほぼ中間に位置する結果であると考えられる。この61%という感度は決して高いとはいえないが、負荷スク

リーニング検査が何らかの問題で不可能な場合に、BMIPPは安静で行えるスクリーニング検査として一つの有用なオプションになりうると考えられた。

今回の我々の検討で特異度は91%であった。過去の報告では、特異度についてTakeishi<sup>18)</sup>は83%、Yamabe<sup>19)</sup>は95.2%、Misumi<sup>8)</sup>は69%、Kawai<sup>20)</sup>は96%としており、それらと比べて大きな差は認められなかった。

病変枝数別間の感度に有意差が認められなかったことより病変枝数とBMIPPの感度は関連がないことが示唆された(Fig. 2)。主幹部+多枝病変の重症冠疾患病変のみ感度が89%と高かったが、これは心筋虚血の程度がより強いためと考えられる。

狭窄率別の感度では、狭窄度の低い75%狭窄病変で有意に最も低く、90%狭窄病変、99%狭窄病変と順に高くなった(Fig. 3)。このことから心筋虚血の程度が高くなれば、BMIPPの異常が起こりやすいものと考えられる。しかしながら、100%の閉塞病変では69%と感度が逆に低下していた。今回の検討では、対象から心筋梗塞例を除外しているため、この100%の閉塞病変群は全例、閉塞部より末梢部の灌流を側副血行路により受けているわけであるが、その中で良好な側副血行路を持つ例は虚血の程度が比較的軽く、BMIPPの取り込み低下が起こりにくくなっているものと考えられる。実際に今回の対象から、側副血行路を持つ症例を除外すれば、BMIPPの感度は、75%狭窄病変で40%(16/40)、90%狭窄病変で58.7%(27/46)であり、90%狭窄病変でBMIPPの感度が高い傾向が認められた( $p = 0.09$ )。また、100%の閉塞病変13例の中で、BMIPP異常群の9例のうち側副血行路が良好と考えられるのは2例(22.2%)で、BMIPP正常群4例

では3例(75.0%)であり, BMIPP正常群で良好な側副血行路を認める割合が高い傾向が認められた( $p = 0.07$ ).

安定狭心症患者におけるBMIPPの感度に関する因子の今回の検討は, 側副血行路を認める症例を除外した75%狭窄と90%狭窄病変例の一部を対象に行った. その結果の中では, まず糖尿病例で感度が低いとの結果を得た(Tables 1, 4). インスリンの作用の1つに筋肉・脂肪組織への糖の取り込み促進作用がある. 糖尿病患者では, インスリンの不足もしくはインスリン抵抗性のためにグルコースの細胞内への取り込みが低下している. したがって, 糖尿病患者では心筋細胞が虚血に陥った際, 本来エネルギー代謝は糖代謝が主体になるはずが, 細胞内グルコースの不足により, 十分なエネルギー代謝が行えず, 脂肪酸代謝がそのまま継続して, エネルギー代謝を補っている可能性がある. そのため, 心筋虚血下でもBMIPPの取り込みが低下せず, 異常が出にくいのではないかと推察する. 伊藤ら<sup>21)</sup>は, 糖尿病を有する狭心症患者では, 非糖尿病の狭心症患者と比べBMIPPの心筋摂取率が有意に増加していることを報告している. このことから, 糖尿病患者の虚血心筋においては脂肪酸代謝が継続していると考えられる. しかし, この点に関する研究報告はあまりなく, 今後の詳細な検討が必要である.

病変枝の違いや病変の複雑度は, インターベンションの治療の成績に関わる非常に重要なものであるが, Table 3に示すとおりBMIPPの感度には関与していないことが示唆される.

QCAはインターベンションの領域においては非常に重要な検討因子であり, 病変の狭窄の程度をコンピューター解析により, より詳細に表した指標であるが, 心臓核医学の領域では, 従来から検討因子としてほとんど使用されていない. 今回の検討では, 病変の最小血管径と病変長がBMIPPの感度に関する独立因子であるとの結果を得た(Tables 3, 4). これは, すなわち病変の狭窄部の内腔が小さいほど, またその長さが長いほど, BMIPPの取り込み低下が起こりやすいことを意味している. このことから, BMIPPは

安定狭心症においても虚血の強さをかなり鋭敏に反映する検査であることを示唆している. なお, このQCAの検討においては, 狭窄率は有意な因子ではなく, Fig. 3に示す結果とは相反するものとなった. 狭窄率はその病変の正常部位の血管径(対照血管径)に対する病変の最小血管径の割合であるため, 狭窄の強さを表す指標としては先の最小血管径より劣ったものと考えられる. また, このQCAでの検討では, 側副血行路を有するものを除外したより狭い範囲を対象にしているため, 75%狭窄から100%閉塞までを対象とした先の検討より差がつきにくくなった可能性が考えられる. これらのことが影響して, QCAの検討の際には狭窄率が有意な因子ではなくなったと考えられる.

今回の検討での問題点として, まずこれが後ろ向きの検討であることが挙げられる. したがって, BMIPPや冠動脈造影検査を行う基準が各主治医の判断によるというバイアスがかかっている. ただし, 今回の検討では, 対象を無症候性の心筋虚血症例を除外し, 労作性の狭心症状を有する患者とした. そのため, 狭心症を有する患者は, たとえBMIPPが正常所見であった場合でも, その胸部症状や臨床所見から狭心症が疑われ, 冠動脈造影などのさらなる精密検査が行われた可能性が高いものと考えられる. また, もう1つの問題点として, 今回の検討ではBMIPPの異常の有無のみで検討を行い, その異常の程度は検討しなかったことが挙げられる. 異常の程度を含めての検討が今後の課題であると考えられる.

## 結 語

安定狭心症患者におけるBMIPPの感度は, 安静でのスクリーニング検査としては十分許容範囲であり, 有用と考えられた. また, 糖尿病の有無, 狭窄部の最小血管径および病変長が安定狭心症患者のBMIPP集積低下に関する因子と考えられた. すなわち, BMIPPは糖尿病の影響はあるものの, 安定狭心症患者の虚血の強さを鋭敏に反映する優れた検査であると考えられた.

## 要 約

目的: 安定狭心症患者における<sup>123</sup>I-BMIPPの有用性とその集積低下に関わる因子を検討する。

方法: 対象は、経皮的冠動脈形成術などの初回血行再建治療直前にBMIPP SPECTを撮像した安定狭心症198例である。不安定狭心症, 心筋梗塞, 心不全, 冠攣縮例は除外した。病変枝数別と狭窄度別にBMIPPの感度を求めた。さらに、罹患枝領域で集積低下が認められた群(<sup>123</sup>I-BMIPP異常群)と正常群(<sup>123</sup>I-BMIPP正常群)に分け、2群間で患者, 病変背景, 冠動脈造影定量解析について検討した。

結果: 感度は、全体では61%, 1枝病変が58%, 2枝病変が69%, 3枝病変が53%, 左主幹部病変が43%, 左主幹部+多枝病変が89%で、有意差は認められなかった。1枝病変患者の狭窄率別の感度は、75%狭窄が40%, 90%狭窄が58%, 99%狭窄が89%, 100%狭窄が69%で、99%狭窄病変で有意に高く、75%狭窄で低かった( $p = 0.003$ )。側副血行路のない1枝病変患者における<sup>123</sup>I-BMIPP異常群および<sup>123</sup>I-BMIPP正常群間の検討では、糖尿病が<sup>123</sup>I-BMIPP正常群に多く(14.6% vs 39.5%), <sup>123</sup>I-BMIPP異常群で最小血管径が小さく( $0.75 \pm 0.37$  vs  $0.98 \pm 0.49$  mm), 病変長が長かった( $15.4 \pm 4.9$  vs  $11.6 \pm 5.5$  mm)。ロジスティック多変量解析で、これらはBMIPP集積低下に対する独立因子であった(糖尿病: オッズ比 0.20, 95%信頼区間0.04 - 0.87,  $p = 0.03$ ; 最小血管径: オッズ比0.10, 95%信頼区間0.02 - 0.48,  $p = 0.003$ ; 病変長: オッズ比1.12, 95%信頼区間1.00 - 1.25,  $p = 0.03$ )。

結論: 安定狭心症におけるBMIPPの感度は、安静でのスクリーニング検査としては十分許容範囲であり、有用と考えられた。また、糖尿病の有無, 術前最小血管径および病変長が安定狭心症の<sup>123</sup>I-BMIPP集積低下に関与する因子と考えられた。

*J Cardiol 2004 May; 46(5): 169 - 176*

## 文 献

- Schwaiger M, Schelbert HR, Ellison D, Hansen H, Yeatman L, Vinten-Johansen J, Selin C, Barrio J, Phelps ME: Sustained regional abnormalities in cardiac metabolism after transient ischemia in chronic dog model. *J Am Coll Cardiol* 1985; **6**: 336 - 347
- Fujibayashi Y, Yonekura Y, Takemura Y, Wada K, Matsumoto K, Tamaki N, Yamamoto K, Konishi J, Yokoyama A: Myocardial accumulation of iodinated beta-methyl-branched fatty acid analogue, iodine-123-(p-iodophenyl)-3-(R, S)methyl-pentadecanoic acid (BMIPP), in relation to ATP concentration. *J Nucl Med* 1990; **31**: 1818 - 1822
- 井上征治, 小林秀樹, 百瀬 満, 笠貫 宏, 岡 俊明, 河口正雄, 日下部きよ子, 細田瑛一: 安定および不安定狭心症における<sup>123</sup>I-BMIPP心筋シンチグラフィの臨床的意義. *核医学* 1995; **32**: 625 - 630
- Saitoh M, Hasegawa K, Kondoh T, Yanagawa T: Detection of coronary artery disease using 12-lead electrocardiogram and simultaneous dual myocardial imaging with iodine-123-β-methyl iodophenyl-pentadecanoic acid (BMIPP) and thallium-201 in patients with unstable angina. *Intern Med* 1995; **34**: 1064 - 1070
- Takeishi Y, Sukekawa H, Saito H, Nishimura S, Shibu T, Sasaki Y, Tomoike H: Impaired myocardial fatty acid metabolism detected by <sup>123</sup>I-BMIPP in patients with unstable angina pectoris: Comparison with perfusion imaging by <sup>99m</sup>Tc-sestamibi. *Ann Nucl Med* 1995; **9**: 125 - 130
- Tateno M, Tamaki N, Yukihiro M, Kudoh T, Hattori N, Tadamura E, Nohara R, Suzuki T, Endo K, Konishi J: Assessment of fatty acid uptake in ischemic heart disease without myocardial infarction. *J Nucl Med* 1996; **37**: 1981 - 1985
- Takeishi Y, Fujiwara S, Atsumi H, Takahashi K, Sukekawa H, Tomoike H: Iodine-123-BMIPP imaging in unstable angina: A guide for interventional strategy. *J Nucl Med* 1997; **38**: 1407 - 1411
- Misumi I, Kimura Y, Hokamura Y, Yamabe H, Ueno K: Myocardial rest iodine-123-beta-methyl-iodophenyl-pentadecanoic acid scintigraphy compared with dipyridamole stress thallium-201 scintigraphy in unstable angina. *Intern Med* 1998; **37**: 21 - 26
- Yamabe H, Fujiwara S, Rin K, Ando M, Yokoyama M, Sakamoto T, Ishida T, Itagane H, Mori T: Resting <sup>123</sup>I-BMIPP scintigraphy for detection of organic coronary stenosis and therapeutic outcome in patients with chest pain. *Ann Nucl Med* 2000; **14**: 187 - 192
- 久武真二, 山科昌平, 山崎純一: <sup>123</sup>I-BMIPPおよび<sup>201</sup>Tl心筋SPECTによる不安定狭心症と安定労作性狭心症の比較. *核医学* 2004; **41**: 9 - 16
- 松成一朗, 一柳健次, 滝 淳一, 中嶋憲一, 西川高広, 利波紀久, 久田欣一: 陳旧性心筋梗塞例における脂肪酸代謝イメージングの評価: 定量的解析による検討. *核医学* 1994; **31**: 927 - 933
- Nohara R, Okuda K, Ogino M, Hosokawa R, Tamaki N, Konishi J, Fujibayashi Y, Yonekura Y, Fujita M, Sasayama S: Evaluation of myocardial viability with iodine-123-BMIPP in a canine model. *J Nucl Med* 1996; **37**: 1403 - 1407
- Nishimura T, Nishimura S, Kajiya T, Sugihara H, Kitahara K, Imai K, Muramatsu T, Takahashi N, Yoshida H, Osada

- T, Terada K, Ito T, Naruse H, Iwabuchi M: Prediction of functional recovery and prognosis in patients with acute myocardial infarction by  $^{123}\text{I}$ -BMIPP and  $^{201}\text{Tl}$  myocardial single photon emission computed tomography: A multi-center trial. *Ann Nucl Med* 1998; **12**: 237 - 248
- 14) Nakajima K, Shimizu K, Taki J, Uetani Y, Konishi S, Tonami N, Hisada K: Utility of iodine-123-BMIPP in the diagnosis and follow-up of vasospastic angina. *J Nucl Med* 1995; **36**: 1934 - 1940
- 15) Kurata C, Tawarahara K, Taguchi T, Aoshima S, Kobayashi A, Yamazaki N, Kawai H, Kaneko M: Myocardial emission computed tomography with iodine-123-labeled  $\beta$ -methyl-blanché fatty acid in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J Nucl Med* 1992; **33**: 6 - 13
- 16) Hashimoto Y, Yamabe H, Yokoyama M: Myocardial defect detected by  $^{123}\text{I}$ -MIPP scintigraphy and left ventricular dysfunction in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. *Ann Nucl Med* 1996; **10**: 225 - 230
- 17) Takeishi Y, Atsumi H, Fujiwara S, Tomoike H: Delayed metabolic recovery of hibernating myocardium after percutaneous transluminal coronary angioplasty: Assessment with iodine-123-  $\beta$ -methyl-p-iodophenyl-pentadecanoic acid imaging. *J Cardiol* 1996; **28**: 17 - 25
- 18) Takeishi Y, Sukekawa H, Saito H, Nishimura S, Shibu T, Sasaki Y, Tomoike H: Clinical significance of decreased myocardial uptake of  $^{123}\text{I}$ -BMIPP in patients with stable effort angina pectoris. *Nucl Med Commu* 1995; **16**: 1002 - 1008
- 19) Yamabe H, Abe H, Yokoyama M, Shiotani H, Kajiya S, Mori T, Hashimoto Y: Resting  $^{123}\text{I}$ -MIPP scintigraphy in diagnosis of effort angina pectoris with reference to subsets of the disease. *Ann Nucl Med* 1998; **12**: 139 - 144
- 20) Kawai Y, Morita K, Nozaki Y, Ohkusa T, Sakurai M, Tamaki N: Diagnostic value of  $^{123}\text{I}$ -betamethyl-p-iodophenyl-pentadecanoic acid (BMIPP) single photon emission computed tomography (SPECT) in patients with chest pain: Comparison with rest-stress  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosmin SPECT and coronary angiography. *Circ J* 2004; **68**: 547 - 552
- 21) 伊藤一貴, 杉原洋樹, 田邊卓爾, 弓場達也, 堂上友紀, 足立芳彦, 加藤周司, 東 秋弘, 中川雅夫: 心筋虚血および糖尿病が心筋脂肪酸代謝に与える影響:  $^{123}\text{I}$ -BMIPP 心筋シンチグラフィを用いた検討. *核医学* 2001; **38**: 699 - 705