

《原 著》

虚血性心筋症と非虚血性拡張型心筋症の 鑑別における¹²³I-BMIPP の有用性

広瀬 義晃* 石田 良雄* 林田 孝平* 川野 成夫*
 福岡 周司* 植原 敏勇** 西村 恒彦**

要旨 冠動脈の高度な狭窄病変により生じた虚血性心筋症 (ICM) と、冠動脈病変以外の原因による非虚血性拡張型心筋症 (NCM) との鑑別における¹²³I-BMIPP シンチグラフィの有用性を²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィと比較しつつ検討した。対象は、ICM 9 例と NCM 15 例の計 24 例(男女比 18:6, 平均年齢 53 歳)である。¹²³I-BMIPP と²⁰¹Tl 心筋 SPECT 像を 20 セグメントに分割し、RI の集積の程度を正常(0)から欠損(3)の 4 段階にスコア化し、半定量的に解析した。全セグメントのスコアの和は、ICM では¹²³I-BMIPP が 35.5 ± 14.4 、²⁰¹Tl が 27.6 ± 14.6 、NCM ではそれぞれ 14.1 ± 9.3 と 12.1 ± 7.4 で、ICM で有意に高いスコアであった。集積の異常を認めたセグメント数は、ICM では¹²³I-BMIPP が 15.4 ± 3.7 、²⁰¹Tl が 13.5 ± 5.7 、NCM では、それぞれ 9.7 ± 5.3 と 9.9 ± 5.3 で、ICM において¹²³I-BMIPP の集積異常の拡がりが²⁰¹Tl よりも広かった。さらに、異常セグメントの defect score の平均は ICM では、¹²³I-BMIPP が 2.25 ± 0.52 、²⁰¹Tl が 1.92 ± 0.51 、NCM では、それぞれ 1.36 ± 0.36 と 1.24 ± 0.42 で、ICM において有意に障害の程度が強かった。このように、ICM は NCM に比べ、脂肪酸代謝、血流ともに低下し、¹²³I-BMIPP と²⁰¹Tl の解離も大であった。以上より、¹²³I-BMIPP は両者の鑑別に有用と考えられる。

(核医学 33: 19-25, 1996)

I. はじめに

冠動脈疾患は通常、拡張型心筋症とは容易に鑑別される。しかし、冠動脈に高度な多枝病変がある症例では、左室が全体として拡大し、収縮能が低下して拡張型心筋症様の病態を呈することがある。このような虚血性心筋症 (Ischemic cardiomyopathy, ICM) は、冠動脈病変以外の原因による非虚血性拡張型心筋症 (Nonischemic dilated cardio-

myopathy, NCM) との鑑別を冠動脈造影によることが多い¹⁾。

¹²³I-β-methyl iodophenyl pentadecanoic acid (BMIPP) は側鎖脂肪酸で、心筋に取り込まれても β 酸化を受けにくく、心筋内に停滞するため gamma カメラによる撮像に適している。また心筋血流 製剤である²⁰¹Tl では検出できない異常を¹²³I-BMIPP で検出でき、心筋障害に対してより鋭敏な指標であり、虚血性心疾患の病態把握にも有用である²⁾。われわれは、ICM と NCM の鑑別における¹²³I-BMIPP 心筋シンチグラフィの有用性を²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィと比較しつつ検討した。

II. 対象と方法

対象は、左心不全症状を有し、心陰影拡大(心胸郭比 55% 以上)を認めるもののうち、冠動脈造

* 国立循環器病センター放射線診療部

** 大阪大学医学部トレーサ情報解析

受付: 6 年 11 月 24 日

最終稿受付: 7 年 10 月 30 日

別刷請求先: 吹田市藤白台 5-7-1 (番号 565)

国立循環器病センター放射線診療部

廣瀬 義晃

Table 1 Data of patients with ischemic cardiomyopathy

No.	Age (yr)	Sex	LVEF (%)	Diagnosis	Regions with Abnormal Findings												Coronary Findings (%)	
					Septal			Anterior			Lateral			Inferior				
					B	T	WM	B	T	WM	B	T	WM	B	T	WM		
1	73	M	33	Inf. OMI	0	0	R	0	0	R	1	1	A	3	1	A	#2:100, #11:100	
2	58	F	40	Ant. OMI	3	2	A	3	3	A	3	0	R	3	1	A	#6: 100	
3	61	M	23	Ant. & Lat. OMI	1	1	R	3	3	A	3	3	A	0	0	R	#5: 99	
4	64	M	22	Ant. AMI, Inf. OMI	2	2	A	2	1	A	2	2	A	3	2	A	#1: 90, #4PD: 90, #4AV: 100, #6: 90, #7: 99&100, #9-1: 75, #11: 90, #12-1: 90	
5	59	F	19	Ant. & Inf. OMI, MR	2	1	R	3	3	A	2	2	R	3	3	A	#4AV: 100, #6: 100, #7: 90	
6	64	M	44	Ant. Ischemia	1	0	R	1	0	R	0	0	R	2	1	R	#4AV: 75, #7: 75, #13: 90	
7	53	M	11	Ant. & Inf. OMI	2	1	A	2	2	A	2	0	R	2	2	A	#1: 100, #7: 75	
8	41	M	24	Ant. & Inf. OMI	3	2	A	2	2	D	0	0	R	3	3	A	#2: 100, #6: 100	
9	74	M	35	Inf. OMI, Ant. Ischemia	2	1	R	0	0	R	0	0	R	3	2	A	#2: 100, #7: 99	

LVEF: Left ventricular ejection fraction

B: BMIPP, T: Thallium, WM: Wall Motion

RI uptake: 0; normal, 1; slightly reduced, 2; severely reduced, 3; defect

Wall motion: R; reduced, A; akinesis, D; dyskinesis

Ant.: Anterior, Inf.: Inferior, Lat.: Lateral

AMI: Acute myocardial infarction, OMI: Old myocardial infarction, MR: Mitral regurgitation

Table 2 Data of patients with nonischemic dilated cardiomyopathy

No.	Age (yr)	Sex	LVEF (%)	Regions with Abnormal Findings												Cause of Cardiomyopathy	
				Septal			Anterior			Lateral			Inferior				
				B	T	WM	B	T	WM	B	T	WM	B	T	WM		
10	61	M	22	1	1	R	1	1	R	1	1	R	1	1	R	Idiopathic	
11	70	M	31	2	0	R	1	0	A	1	0	R	2	1	A	Myocarditis	
12	30	M	26	1	1	R	1	1	R	1	1	R	2	2	R	Idiopathic	
13	69	F	30	0	0	R	1	1	R	0	0	R	2	2	R	Idiopathic	
14	32	M	25	0	0	A	0	0	R	0	0	R	1	1	R	Idiopathic	
15	59	M	29	0	0	R	1	1	R	3	3	R	2	2	R	Idiopathic	
16	40	M	20	0	0	R	0	0	R	0	0	R	0	0	R	Idiopathic	
17	45	M	44	0	0	R	0	0	R	0	0	R	1	1	R	Idiopathic	
18	23	M	40	0	0	R	0	0	R	0	0	R	0	0	R	Idiopathic	
19	53	F	29	1	0	R	0	1	R	2	2	R	3	3	A	Idiopathic	
20	50	F	37	0	0	R	1	2	R	2	2	R	2	2	R	Idiopathic	
21	44	M	37	1	1	R	0	0	R	0	0	R	1	1	R	Familial	
22	31	F	26	0	1	R	1	1	R	0	0	R	2	2	R	Hyperthyroidism	
23	47	M	25	0	0	R	2	2	R	2	1	R	3	2	R	Hypertension	
24	64	M	40	2	1	R	2	1	R	0	0	R	2	1	R	Alcoholic	

LVEF: Left ventricular ejection fraction

B: BMIPP, T: Thallium, WM: Wall Motion

RI uptake: 0; normal, 1; slightly reduced, 2; severely reduced, 3; defect

Wall motion: R; reduced, A; akinesis, D; dyskinesis

影において有意な冠動脈狭窄(75%以上)が認められたICM 9例(Table 1), および、冠動脈に有意な狭窄を認めないNCM 15例(Table 2)である。冠動脈狭窄度、左室壁運動の分類はAHAの様式によった。

全例に¹²³I-BMIPPと²⁰¹Tl心筋SPECTを2週間

以内に施行した。絶食状態にて¹²³I-BMIPP、²⁰¹Tlとも111 MBq静注し、低エネルギー汎用コリメータを装着した回転型ガンマカメラ(東芝社製GCA 901H/ACT)を用い、静注15分後にSPECT像(RAO 45度よりLPO 45度の180度回転、1方向40秒、計32方向の収集)を撮像した。

¹²³I-BMIPP と ²⁰¹Tl の集積様式の評価は視覚的なスコア化によった。これは、既報³⁾のごとく SPECT 短軸像を心基部寄り、中央部、心尖部寄りにおいて各 6 セグメント計 18 セグメント、垂

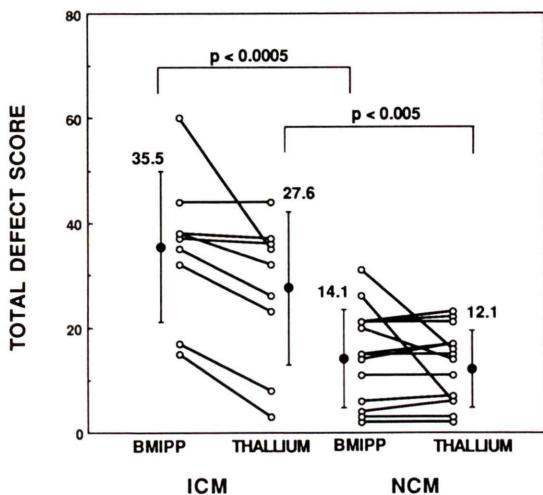


Fig. 1 Comparison of total defect scores of ¹²³I-BMIPP and ²⁰¹Tl SPECT between ischemic cardiomyopathy (ICM) and nonischemic dilated cardiomyopathy (NCM).

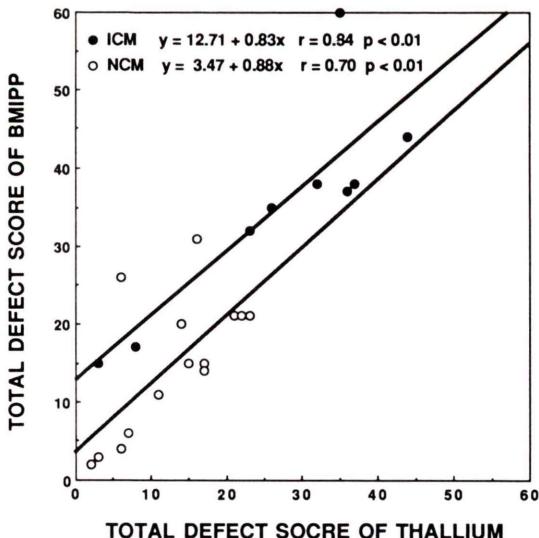


Fig. 2 Correlation of total defect scores of ¹²³I-BMIPP and ²⁰¹Tl SPECT between ischemic cardiomyopathy (ICM) and nonischemic dilated cardiomyopathy (NCM).

直長軸像で心尖部を 2 セグメントの合計 20 セグメントに分け、各セグメントで 4 段階評価を用いた。すなわち defect score は 0; 正常, 1; 軽度集積低下, 2; 高度集積低下, 3; 完全欠損、とした。視覚的判定は 3 名の医師により行い、2 名の合意により最終判定とした。左室駆出率は左室造影右前

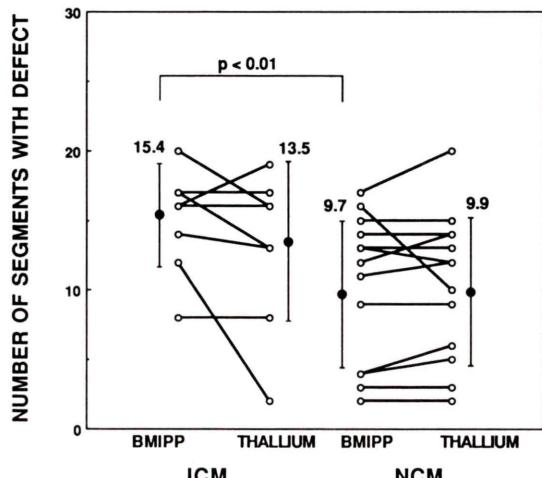


Fig. 3 Comparison of numbers of defect segments of ¹²³I-BMIPP and ²⁰¹Tl SPECT between ischemic cardiomyopathy (ICM) and nonischemic dilated cardiomyopathy (NCM).

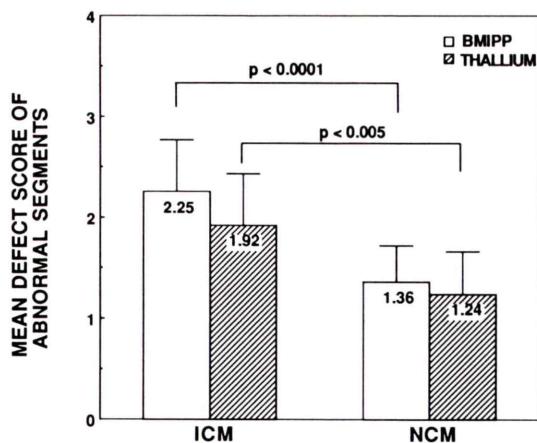


Fig. 4 Comparison of defect score/segment ratios of ¹²³I-BMIPP and ²⁰¹Tl SPECT between ischemic cardiomyopathy (ICM) and nonischemic dilated cardiomyopathy (NCM).

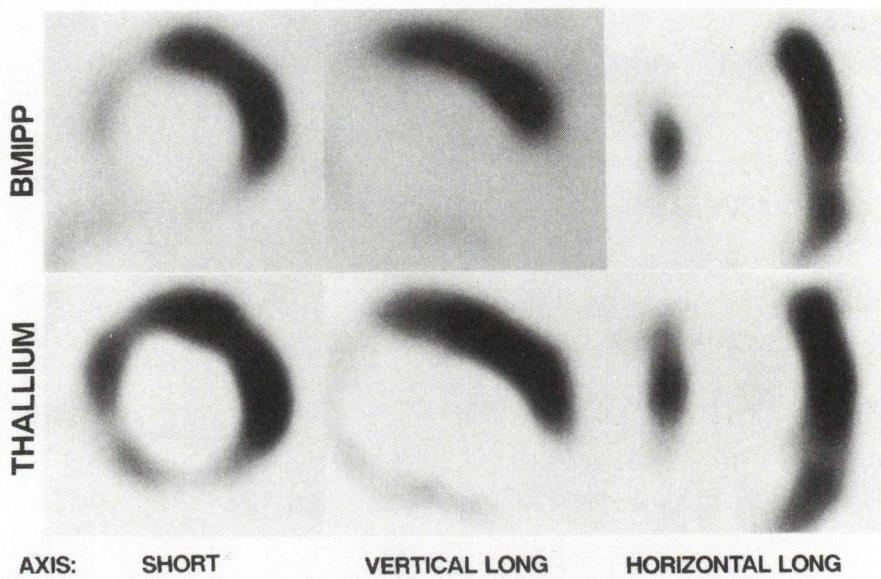


Fig. 5 A case of ischemic cardiomyopathy (Case No. 9). A 74 year-old male with double vessel disease (#2: 100%, #7: 99%). The defect extent of ^{123}I -BMIPP is larger than that of ^{201}Tl .

斜位 30 度における single plane method により求めた。結果の数値は mean \pm SD で表示し、2 群間の有意差検定は unpaired Student t 検定を用いた。 $p < 0.05$ を有意とした。

III. 結 果

ICM と NCM の左室駆出率は、それぞれ、 $27.9 \pm 10.7\%$ と $30.7 \pm 7.2\%$ で両群間に有意差はなかった。

20 セグメントの defect score の総和である total defect score は、ICM で ^{123}I -BMIPP が 35.5 ± 14.4 、 ^{201}Tl が 27.6 ± 14.6 と解離していた。これに対し、NCM ではそれぞれ 14.1 ± 9.3 と 12.1 ± 7.4 で、その差は小さかった (Fig. 1)。

回帰直線解析では、NCM において ^{123}I -BMIPP と ^{201}Tl の defect score がほぼ等しい関係であった ($y = 3.47 + 0.88x$, $r = 0.70$, $p < 0.01$) が、ICM では ^{123}I -BMIPP の方が ^{201}Tl よりも高いスコアであった ($y = 12.71 + 0.83x$, $r = 0.84$, $p < 0.01$) (Fig. 2)。

集積の異常を認めたセグメント数を比較すると、ICM では ^{123}I -BMIPP で 15.4 ± 3.7 、 ^{201}Tl で 13.5 ± 5.7 と、 ^{123}I -BMIPP の集積異常の拡がりが ^{201}Tl よりも広い傾向があったが、NCM では、それぞれ 9.7 ± 5.3 と 9.9 ± 5.3 で差は小さかった (Fig. 3)。

異常セグメントの defect score の平均を求めるに、ICM では ^{123}I -BMIPP が 2.25 ± 0.52 、 ^{201}Tl が 1.92 ± 0.51 で、 ^{123}I -BMIPP の方が ^{201}Tl よりも大きかった。一方、NCM では、それぞれ 1.36 ± 0.36 と 1.24 ± 0.42 であり、 ^{123}I -BMIPP と ^{201}Tl の差は小さかった (Fig. 4)。

このように ICM は NCM に比較して、 ^{123}I -BMIPP と ^{201}Tl の defect score が高く、しかも解離していた。また異常集積の拡がりが広く、障害の程度が大きかった。

IV. 症例呈示

ICM 症例 (Case No. 9) : 74 歳、男性。右冠動

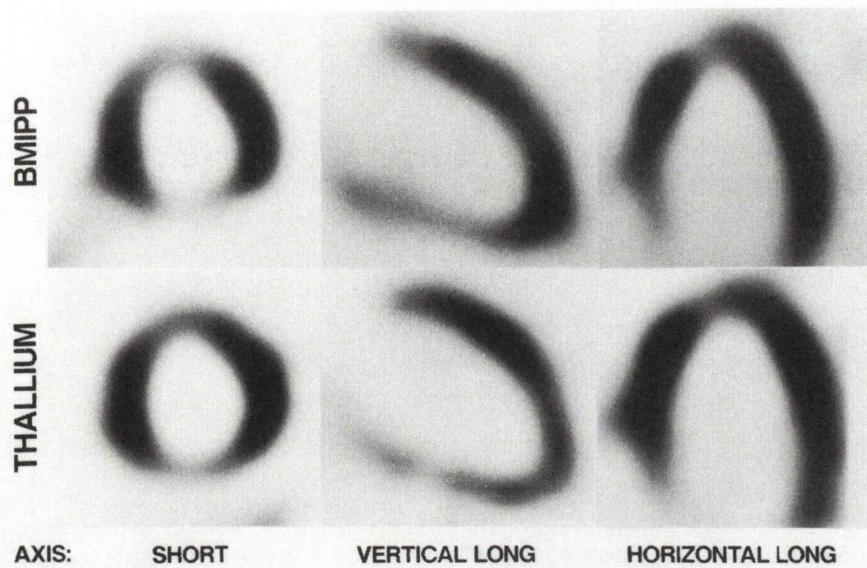


Fig. 6 A case of nonischemic dilated cardiomyopathy (Case No. 13). A 69 year-old female with normal coronary arteries. There is no apparent dissociation between ¹²³I-BMIPP and ²⁰¹Tl.

脈#2に100%, 左前下行枝#7に99%の有意狭窄を有する2枝病変である。左室駆出率は35%と低下し、心尖部に左室瘤を認め、全体的な壁運動低下、特に、下壁の無収縮(akinesis)を認めた。¹²³I-BMIPPでは心尖部、下後壁で欠損、中隔で集積低下を示すが、²⁰¹Tlでは心尖部で欠損を示すものの下後壁は灌流低下、中隔の灌流はほぼ正常で、両者の集積に解離が認められた(Fig. 5)。

NCM症例(Case No. 13)：69歳、女性。冠動脈造影で有意狭窄は認めなかった。左室壁運動は全体に低下し、左室駆出率は30%と低下していた。¹²³I-BMIPP、²⁰¹Tlとも前・下後壁で集積低下を認めるもの、両者間に集積の有意な解離は認められなかった(Fig. 6)。

V. 考 察

冠動脈に高度な多枝病変がある症例では、拡張型心筋症様の病態を呈することがある。これは、1970年にBurchら⁴⁾によりischemic cardiomyo-

pathyと呼ばれたが、NCMとの鑑別は冠動脈造影によらざるを得ないことが多い。NCMの病因としては、1) 心筋炎、2) 免疫異常、3) 代謝障害、4) 遺伝などの種々の原因がある⁵⁾。本症における心筋シンチグラムは、左室の²⁰¹Tl摂取の低下、時として灌流欠損が出現する。その拡がりは虚血性心疾患のそれと異なり、左室全周の20%以内にとどまる⁹⁾。灌流欠損の成因は、心拡大に伴う心尖部の菲薄化に加え、心尖部が冠動脈遠位部に相当するため、相対的虚血に陥りやすいことが心筋障害をもたらし、下後壁に波及することによると考えられている。この欠損像は、代謝異常、微小循環障害などの関与が考えられる^{6~8)}。ICMの患者はNCMに比較して、一般に予後が不良であり、しかも、ICM患者の多枝冠動脈病変による左室機能は、冠動脈バイパス術により改善が期待できることがある¹³⁾。このように両者で予後や治療が異なるため、RIを用いて非侵襲的に評価することは、臨床的に有用であると思われる。

ICM と NCM の RI による鑑別について、いくつかの報告がある。²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィや心プールシンチグラフィにより求めた右室駆出率が鑑別に有用であったというもの⁹⁻¹²⁾や、これとは逆に、²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィや心プールシンチグラフィでの鑑別は困難である^{13,14)}というものもある。また、最近では、¹³N ammonia や¹⁸F deoxyglucose による positron emission tomography (PET) が鑑別に有用であり¹⁵⁾、病理学的にも PET の所見とよく相関した¹⁶⁾という報告がある。

¹²³I-BMIPP は、酸素供給が良好な健常心筋での、空腹時のエネルギー基質の 80% 以上を占める脂肪酸摂取を描出できる。われわれは ¹²³I-BMIPP と ²⁰¹Tl 心筋 SPECT にて ICM と NCM の鑑別を試みた。調べたかぎりでは、本報告が始めてのものである。今回の検討において、左室駆出率には ICM と NCM の両群間に有意差がないにもかかわらず、total defect score では ¹²³I-BMIPP, ²⁰¹Tl ともに ICM が NCM よりも平均スコアが大きく、代謝、血流ともに ICM の方が障害が大きかった。これは NCM が主として相対的な虚血により心筋が障害されるのに対し、ICM は冠動脈病変による直接的虚血によるため障害が大きくなるためと考えられる。さらに、defect score の相関では ¹²³I-BMIPP と ²⁰¹Tl が高い相関を示すが、NCM では ¹²³I-BMIPP と ²⁰¹Tl がほぼ等しい値であるのに対し、ICM では ¹²³I-BMIPP の defect score が ²⁰¹Tl よりも大きい傾向が認められた。しかも、defect segment 数も ICM が NCM よりも多く、¹²³I-BMIPP, ²⁰¹Tl の集積の解離が認められた。この障害領域の拡がりは、ICM では冠動脈病変の程度にもよるが、NCM よりも代謝・血流の障害が大きいことが示唆された。したがって、異常セグメントの defect score の平均値も、ICM では ¹²³I-BMIPP, ²⁰¹Tl とともに、NCM よりも有意に大きく、ICM では障害の程度が NCM よりも強いことが示された。

本検討は、¹²³I-BMIPP と ²⁰¹Tl の集積低下や広がりを、視覚的にスコア化した半定量的評価である。今後、Bull's eye map や circumferential analy-

sis による評価を行うことも必要であろう。

VI. 結 語

冠動脈に高度な病変がある虚血性心筋症 (ICM) と、非虚血性拡張型心筋症 (NCM) との鑑別における ¹²³I-BMIPP の有用性を検討した。ICM は NCM に比べ、脂肪酸代謝、血流とともに有意に低下し、¹²³I-BMIPP と ²⁰¹Tl の解離も大であった。¹²³I-BMIPP シンチグラフィは両者の鑑別に有用と考えられた。

文 献

- 1) 河村慧四郎: 心筋症の鑑別診断. 日内会誌 **82**: 199-203, 1993
- 2) 広瀬義晃、石田良雄、林田孝平、植原敏勇、西村恒彦: 急性心筋梗塞における ¹²³I-BMIPP シンチグラムの有用性. 核医学 **32**: 281-286, 1995
- 3) 前野正和、石田良雄、下永田剛、林田孝平、外山卓二、廣瀬義晃、他: 拡張型心筋症における ²⁰¹Tl/¹²³I-MIBG 心筋集積局所解離所見の意義: 心室頻拍発作との関係. 核医学 **30**: 1221-1229, 1993
- 4) Burch GE, Giles TD, Colcolough HL: Ischemic cardiomyopathy. Am Heart J **79**: 291-292, 1970
- 5) 安田寿一: 心筋症とはどんな病態か. 日内会誌 **82**: 166-171, 1993
- 6) 仁村泰治、永田正毅、西村恒彦、玉井淳、由谷親夫: 拡張型心筋症の診断における二、三の問題. 最新医学 **45**: 1897-1905, 1990
- 7) 西村恒彦: 心筋症の核医学イメージング. 日内会誌 **82**: 221-225, 1993
- 8) 西村恒彦、林田孝平、植原敏勇、小塚隆弘、永田正毅、榎原博: タリウム心筋スキャンにおける心筋灌流欠損の進展様式から考案した拡張型心筋症の重症度評価. 核医学 **23**: 243-250, 1986
- 9) Bulkley BH, Hutchins GM, Baily I, Strauss HW, Pitt B: Thallium-201 imaging and gated cardiac blood pool scans in patients with ischemic and idiopathic congestive cardiomyopathy. Circulation **55**: 753-761, 1977
- 10) Tauberg SG, Orie JE, Bartlett BE, Cottington EM, Flores AR: Usefulness of thallium-201 for distinction of ischemic from idiopathic dilated cardiomyopathy. Am J Cardiol **71**: 674-680, 1993
- 11) 栗原正、成田充啓、村野謙一、宇佐美暢久、金尾啓右、本田稔: Ischemic Cardiomyopathy と Idiopathic Dilated Cardiomyopathy の鑑別; 核医学 Imaging の有用性の検討. 核医学 **22**: 49-55, 1985
- 12) Iskandrian AS, Helfeld H, Lemlek J, Lee J, Iskandrian B, Heo J, et al: Differentiation between primary

- dilated cardiomyopathy and ischemic cardiomyopathy based on right ventricular performance. Am Heart J **123**: 768–773, 1992
- 13) Glamann DB, Lange RA, Corbett JR, Hillis LD: Utility of various radionuclide techniques for distinguishing ischemic from nonischemic dilated cardiomyopathy. Arch Intern Med **152**: 769–772, 1992
- 14) Dunn RF, Uren RF, Sadick N, Bautovich G, McLaughlin A, Hiroe M, et al: Comparison of thallium-201 scanning in idiopathic dilated cardiomyopathy and severe coronary artery disease.
- Circulation **66**: 804–810, 1982
- 15) Mody FV, Brunken RC, Stevenson LW, Nienaber CA, Phelps ME, Schelbert HR: Differentiating cardiomyopathy of coronary artery disease from nonischemic dilated cardiomyopathy utilizing positron emission tomography. J Am Coll Cardiol **17**: 373–383, 1991
- 16) Berry JJ, Hoffman JM, Steenbergen C, Baker JA, Floyd C, Trigt PV, et al: Human pathologic correlation with PET in ischemic and nonischemic cardiomyopathy. J Nucl Med **34**: 39–47, 1993

Summary

Usefulness of ¹²³I-BMIPP Scanning for Distinction of Ischemic from Nonischemic Dilated Cardiomyopathy

Yoshiaki HIROSE*, Yoshio ISHIDA*, Kohei HAYASHIDA*, Shigeo KAWANO*,
Shuji FUKUOKA*, Toshiisa UEHARA** and Tsunehiko NISHIMURA**

*Department of Radiology, National Cardiovascular Center

**Tracer Kinetic Analysis, Osaka University Medical School

To determine if imaging of blood flow (using ²⁰¹Tl) and fatty acid (using ¹²³I-BMIPP) with SPECT can distinguish cardiomyopathy of coronary artery disease from nonischemic dilated cardiomyopathy, 24 patients with severe left ventricular dysfunction were evaluated. The origin of left ventricular dysfunction had been previously determined by coronary angiography to be ischemic (9 patients) or non-ischemic (15 patients). Images were visually analyzed by three observers on a graded scale (score 0; normal, 1; mild uptake reduction, 2; severe uptake reduction, and 3; defect) in 20 left ventricular segments revealed higher defect score in ICM compared with NCM for ¹²³I-BMIPP (35.5 ± 14.4 versus 14.1 ± 9.3 , $p < 0.0005$)

and ²⁰¹Tl (27.6 ± 14.6 versus 12.1 ± 7.4 , $p < 0.005$). The defect score/segment ratio also revealed higher value in ICM compared with NCM for ¹²³I-BMIPP (2.25 ± 0.52 versus 1.36 ± 0.36 , $p < 0.0001$) and ²⁰¹Tl (1.92 ± 0.51 versus 1.24 ± 0.42 , $p < 0.005$). Myocardium of ICM is more severely damaged than that of NCM. Thus, noninvasive SPECT imaging with ¹²³I-BMIPP is helpful in distinguishing patients with severe left ventricular dysfunction secondary to coronary artery disease from those with nonischemic cardiomyopathy.

Key words: ¹²³I-BMIPP, Ischemic cardiomyopathy, Nonischemic dilated cardiomyopathy, Differential diagnosis.