

## 《短 報》

<sup>123</sup>I-MIBG 心筋 SPECT における欠損領域角度

寺田 幸治\*,† 杉原 洋樹\*\* 立川 弘孝\* 計良 夏哉\*  
森本 聡\* 井上 啓司\* 加藤 周司\* 中川 雅夫\*\*\*

**要旨** <sup>123</sup>I-metaiodobenzylguanidine (MIBG) 心筋シンチグラフィにおける後下壁の集積低下を定量評価した。非虚血性心疾患患者 150 例に安静時 MIBG 心筋シンチグラフィを施行し、MIBG 静注 4 時間後の SPECT 像ブルズアイ表示を得た。健常心 13 例から作成した標準ブルズアイマップのデータをもとに、平均値-2SD 未満の有意な集積低下セグメントを black-out したところ、black-out された領域は後下壁を含む扇形に近似し得た。得られた扇形の中心角すなわち欠損領域角度 (angle of defect, AOD) は、従来からの定量的指標である心臓縦隔比やクリアランスと有意な相関関係を示した。この欠損領域角度 AOD は心臓交感神経機能異常を表す有用な指標であり、また心臓交感神経機能異常は非虚血各種心疾患とも後下壁から現れやすいことが示唆された。

(核医学 34: 113-117, 1997)

## I. はじめに

心臓交感神経機能をイメージングする <sup>123</sup>I-Metaiodobenzylguanidine (MIBG) 心筋シンチグラフィにおける後下壁の集積低下は健常心でも見られることがあり<sup>1)</sup>、読影上注意を要する。この集積低下は疾患心でより著明となり<sup>2-5)</sup>、重症例ではその低下の程度および範囲が高度であることもしばしば経験する。そこで、ブルズアイ法を用いて正常の集積パターンと比較することにより、後下壁の集積低下範囲を定量化する方法について検討した。

## II. 対 象

健常心として、健常ボランティア 7 例と、病歴、身体的所見、心電図、心エコーなどから心疾患を有しないと診断された悪性リンパ腫の治療前 6 例の計 13 例 (男性 10 例、女性 3 例、16-60 歳、平均 38±17 歳) を対照とした。

また、疾患心として、大動脈弁閉鎖不全症 30 例、僧帽弁閉鎖不全症 20 例、拡張型心筋症 30 例、肥大型心筋症 30 例、アドリマイシン心筋障害 15 例、高血圧性心臓病 8 例、僧帽弁狭窄症 5 例、心室頻拍症 4 例、心筋炎 3 例、サルコイドーシス 3 例、アミロイドーシス 2 例の計 150 例 (男性 100 例、女性 50 例、平均 56±12 歳) を対象とした。

## III. 方 法

## 1) 撮 像

安静時に MIBG 111 MBq を静注し、4 時間後に planar 正面像を、15 分後と 4 時間後に SPECT 像を撮像した。撮像は <sup>123</sup>I 専用コリメータを装着

\* 朝日大学村上記念病院内科

\*\* 京都府立医科大学放射線科

\*\*\* 同 第二内科

† 現；公立南丹病院内科

受付：8 年 10 月 28 日

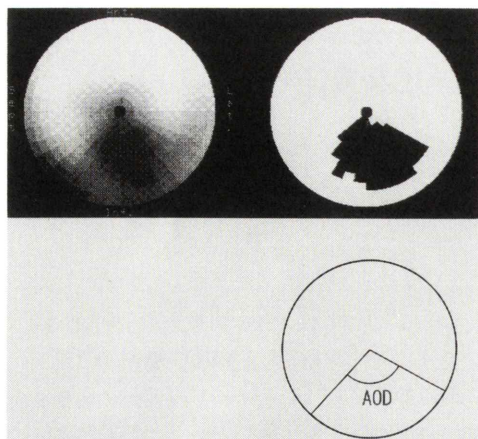
最終稿受付：9 年 1 月 30 日

別刷請求先：京都府船井郡八木町八木上野 25

(☎ 629-01)

公立南丹病院内科

寺田 幸治



**Fig. 1** Bull's eye map (upper left), black out map (upper right) and angle of defect (AOD). The blacked out regions were closely resembled to the sector form, and the central angle of this sector was named as AOD.

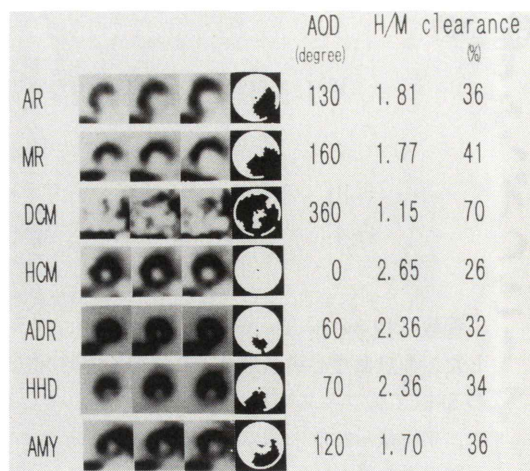
した東芝社製デジタルガンマカメラ 901A を用いた。Planar 像はマトリックスサイズ 256×256 で 5 分間収集し、SPECT はマトリックスサイズ 64×64 とし、左後斜位 45 度より右前斜位 45 度まで 1 方向 40 秒、6 度毎、30 方向で収集した。エネルギーレベルは 159 KeV、ウィンドウ幅は ±25% として収集し、再構成には Shepp and Logan Filter を用いた。

## 2) 標準ブルズアイマップ

健常心 13 例の 4 時間後の SPECT 像をブルズアイ表示した。すなわち、心尖部より心基部まで計 12 スライスの SPECT 短軸像について、各スライスを 36 セグメントに等分し、各セグメント内の平均ピクセルカウントを算出した。さらに、各セグメント毎に 13 例の平均ピクセルカウントの平均値、標準偏差 (SD) を算出し、計 432 セグメントからなる標準ブルズアイマップを作成した。

## 3) 欠損領域角度 (angle of defect, AOD)

対象例の 4 時間後の SPECT 像も同様にブルズアイ表示し、標準ブルズアイマップと比較し、健常心の平均値 - 2SD 未満の有意な集積低下セグメントを異常として黒表示する black-out map を作成した。Black-out された領域を扇形に近似し、

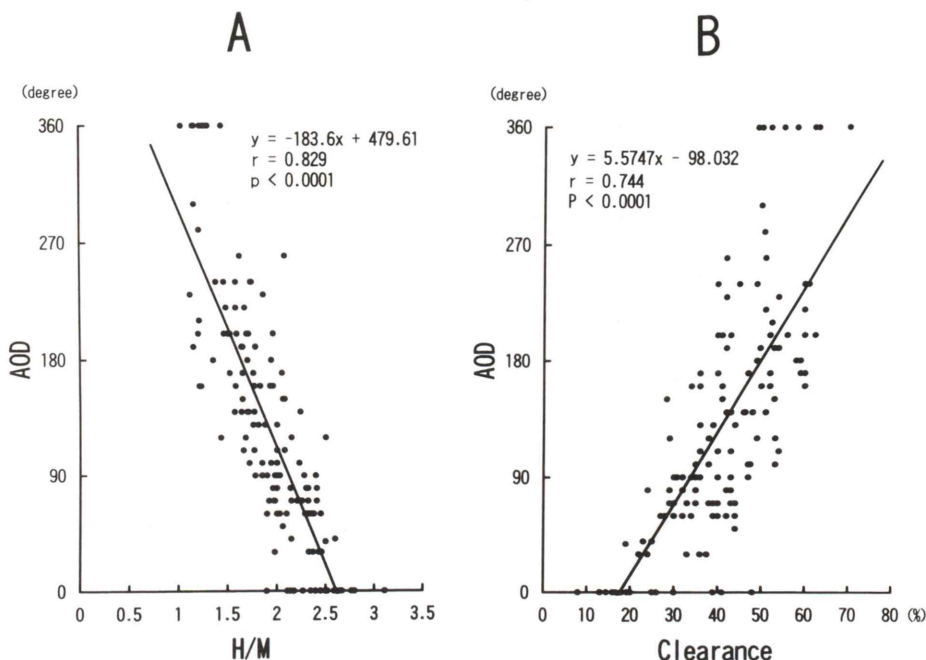


**Fig. 2** Examples of MIBG SPECT and AOD analysis in various non-ischemic heart diseases. The blacked out regions involved infero-posterior segments in all cases. AOD: angle of defect, H/M: the heart-to-mediastinum activity ratio, AR: aortic regurgitation, MR: mitral regurgitation, DCM: dilated cardiomyopathy, HCM: hypertrophic cardiomyopathy, ADR: adriamycin myocardial damage, HHD: hypertensive heart disease, AMY: amyloidosis.

その中心角を欠損領域角度 AOD として集積低下の広がり程度の指標とした (Fig. 1)。この際、中心から放射状に直線を引き、直線上にあるセグメントの半分以上が black-out された領域を扇形を組み入れた (Fig. 1, 2)。なお、Fig. 2 の DCM の一例のようにほとんど集積を認めなかった場合、欠損領域角度 AOD は 360 度とした。また、black-out された領域がない場合やあっても扇形に組み入れるほど広くない場合は AOD は 0 度とした。また、SPECT 像に明らかに肝の uptake が影響した 34 症例はあらかじめ対象から除外した。

## 4) 心臓縦隔比、クリアランス

既報の方法<sup>3)</sup>にて心臓縦隔比 (H/M) およびクリアランスを求めた。すなわち、4 時間後の planar 正面像の心臓および上縦隔に関心領域を設定し、1 ピクセルあたりの平均カウントより H/M を算出した。また、15 分後と 4 時間後の SPECT 像ブルズアイ表示を用いて、MIBG の 15 分後から 4 時間後までの心臓全体の平均クリアランスを算出



**Fig. 3** Correlation between AOD and H/M (A) or myocardial clearance of MIBG (B). AOD significantly correlated with both H/M and clearance. AOD: angle of defect, H/M: the heart-to-mediastinum activity ratio.

した。なお、クリアランスの算出に際し、<sup>123</sup>Iの半減期による減衰補正は行わなかった。

#### 5) H/M, クリアランスと AOD との関連性

H/M およびクリアランスは上述の欠損領域角度 AOD と対比検討した。統計学的処理は一次回帰分析を用いた。

### IV. 結 果

Fig. 2 に代表的な症例を提示した。このように、全例で black-out された集積低下領域は後下壁を含んだ扇形に近似し得た。

Fig. 3 に H/M, クリアランスと欠損領域角度 AOD との関係を示した。H/M と AOD とは有意な負の相関関係を示し、クリアランスと AOD とは有意な正の相関関係を示した。

### V. 考 察

MIBG 心筋シンチグラフィにおいては、健常心でも後下壁の相対的な集積低下があり<sup>1,6)</sup>、加齢と

ともに高度となる<sup>7)</sup>と報告されている。この集積低下は心臓交感神経機能異常の存在により著明となる傾向があり、疾患特異性のない共通所見であることをしばしば経験する。

後下壁の視覚的な集積低下は多くの報告<sup>2-5)</sup>でも認められているが、その定量化は報告されていない。著者ら<sup>2,3)</sup>は弁膜症の MIBG 心筋シンチグラフィで、視覚的なスコアで半定量的評価を行い、重症例ほど後下壁の集積低下が高度であることを報告したが、集積低下領域の広がりを表すことは困難であった。

健常心でも後下壁の相対的な集積低下がある<sup>1,6,7)</sup>ため、各症例での定量評価には正常例との比較が必要となる。そこで、ブルズアイ法を用いて正常の集積パターンと比較し、異常な集積低下領域を black-out して検出したところ、black-out された領域は全例で後下壁を含んでいた。後下壁とは離れた領域が black-out された症例もあったが、いずれの場合も扇形に組み入れるほどの広さ



は有さず、その結果、全例で後下壁を含み連続した扇形に近似し得た。なお、MIBG の SPECT 像では、肝や肺の uptake が多少影響する症例もある。影響が大きい場合はブルズアイ表示の信頼性が低下するため、本検討の対象として採用しなかった。

さらに、この扇形の中心角を欠損領域角度 AOD として H/M やクリアランスとの関係を検討したところ、いずれとも有意な相関関係が得られた。心臓縦隔比やクリアランスは MIBG 心筋シンチグラフィにおいて、各種心疾患の重症度を反映する指標とされる<sup>2-5,8,9)</sup> が、これらの指標と有意な相関関係を示す欠損領域角度 AOD も重症度を反映する有用な一指標であることが示された。

後下壁の集積低下には、肝の高い uptake からの散乱線が影響している症例もあるとの報告<sup>10)</sup>もあるが、肝が近接している症例で集積低下が高度であるとは限らず、また肝の影響だけでは説明できないほどの集積低下を示す症例が多いことから、肝の近接効果以外の成因を求めるべきである。

Gill ら<sup>6)</sup> は健常心での MIBG の検討で、後下壁に集積低下がみられるのは、交感神経終末が少ないためであろうと推論し、Thames ら<sup>11)</sup> は左室の前壁は交感神経優位の、下壁は副交感神経優位の神経支配を受けていると報告している。また、志賀ら<sup>12)</sup> は心内膜側が外膜側に比べ MIBG の取り込みが低下しており、左室への交感神経終末の分布に局所的な差異が存在し得ると報告している。したがって、心臓への交感神経機能の分布とその反応性には局所的な差が存在する可能性が十分あり、そして後下壁から交感神経機能異常が現れやすい可能性があるとして推論できる。

すなわち、心臓交感神経機能異常は各種心疾患とも後下壁に現れやすく、重症度とともに側壁ないし中隔へ広がると考えられ、その異常の程度を MIBG の集積低下の広がりとして表した欠損領域角度 AOD は有用な定量指標であることが示された。しかし、その詳細な機序は不明であり、今後の検討が必要である。

## VI. おわりに

MIBG 心筋シンチグラフィにおける後下壁の集積低下を定量評価した。集積低下領域は非虚血各種心疾患では後下壁を含んだ扇形に近似され、その中心角すなわち欠損領域角度は従来からの定量的指標である心臓縦隔比やクリアランスと有意な相関関係を示した。この欠損領域角度は心臓交感神経機能異常を表す有用な指標であり、また心臓交感神経機能異常は各種心疾患とも後下壁に現れやすいことが示唆された。

## 文 献

- 1) 志賀浩治, 杉原洋樹, 井上 孝, 藤田信男, 小川史顕, 中川達哉, 他: 健常者の心筋における <sup>123</sup>I-MIBG の分布と動態について. 核医学 30: 1359-1367, 1993
- 2) 寺田幸治, 志賀浩治, 伊藤一貴, 谷口洋子, 大槻克一, 馬本郁男, 他: 弁膜症における <sup>123</sup>I-MIBG 心筋シンチグラフィの有用性. 循環核医学研究会 3: 58-65, 1994
- 3) 寺田幸治, 志賀浩治, 大槻克一, 伊藤一貴, 谷口洋子, 東 秋弘, 他: 弁膜症における <sup>123</sup>I-MIBG 心筋シンチグラムの特徴と臨床的意義. J Cardiol 25: 247-253, 1995
- 4) Schofer J, Spilmann R, Schucert A, Weber K, Schluter M: Iodine-123 metaiodobenzylguanidine scintigraphy: A noninvasive method to demonstrate myocardial adrenergic nervous system disintegrity in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. J Am Coll Cardiol 12: 1252-1258, 1988
- 5) Nakajima K, Bunko H, Taki J, Shimizu M, Muramori A, Hisada K: Quantitative analysis of <sup>123</sup>I-metaiodobenzylguanidine (MIBG) uptake in hypertrophic cardiomyopathy. Am Heart J 119: 1329-1337, 1990
- 6) Gill JS, Hunter GJ, Gane G, Camm AJ: Heterogeneity of the human myocardial sympathetic innervation: In vivo demonstration by iodine 123-labeled metaiodobenzylguanidine scintigraphy. Am Heart J 126: 390-398, 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: 健常例における <sup>123</sup>I-metaiodobenzylguanidine (MIBG) の心筋内分布についての検討. 核医学 31: 257-264, 1994
- 8) Merlet P, Vallette H, Dubois-Rande J, Moyse D, Duboc D, Dove P, et al: Prognostic value of cardiac metaiodobenzylguanidine imaging in patients with heart failure. J Nucl Med 33: 471-477, 1992
- 9) Wakasugi S, Fishman AJ, Babich JW, Aretz HT,

- Callahan RJ, Nakaki M: Metaiodobenzylguanidine: Evaluation of its potential as a tracer for monitoring doxorubicin cardiomyopathy. *J Nucl Med* **34**: 1282–1286, 1993
- 10) 小林秀樹, 寺田慎一郎, 金子信一, 柏倉健一, 百瀬満, 細田瑳一, 他: 肝高集積が原因となって出現する <sup>123</sup>I-MIBG 心筋 SPECT の下壁欠損像の特徴とその対策——ファントムを用いた検討——. *核医学* **31**: 359–366, 1994
- 11) Thames MD, Klopfenstein HS, Abboud FM, Mark AL, Walker JL: Preferential distribution of inhibitory cardiac receptors with vagal afferents to the inferoposterior wall of the left ventricle activated during coronary occlusion in the dog. *Cir Res* **43**: 512–519, 1978
- 12) 志賀浩治, 杉原洋樹, 中川達哉, 片平敏夫, 馬本郁男, 原田佳明, 他: 健常心筋の心内膜側と心外膜側における MIBG と TI の分布の差異. *映像情報* **24**: 469–473, 1992

## Summary

### Angle of Defect on <sup>123</sup>I-MIBG Myocardial SPECT

Kouji TERADA\*, Hiroki SUGIHARA\*\*, Hirotaka TATSUKAWA\*, Natsuya KEIRA\*, Satoshi MORIMOTO\*, Keiji INOUE\*, Shuji KATO\* and Masao NAKAGAWA\*\*\*

*\*Department of Medicine, Murakami Memorial Hospital*

*\*\*Department of Radiology, \*\*\*Second Department of Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine*

The quantitative assessment of infero-posterior defect on <sup>123</sup>I-metaiodobenzylguanidine (MIBG) myocardial scintigraphy was studied in 150 patients with non-ischemic heart diseases at rest. The bull's eye map, obtained from the SPECT images at 4 hours after MIBG injection, was evaluated by generating the blacked out map which exhibits regions with reduced % uptake under mean – 2SD of 13 normal controls. The blacked out regions involved infero-posterior segments and were closely resembled to the sector form. The central angle of this sector, which was named as angle of defect (AOD), significantly correlated with

both the heart-to-mediastinum activity ratio (H/M) and the myocardial clearance of MIBG. Because H/M and clearance are widely used as quantitative indices in MIBG myocardial scintigraphy, these results indicate that AOD can also be used as a quantitative index of abnormal cardiac sympathetic nervous function, which is likely to appear in infero-posterior regions in non-ischemic cardiac diseases.

**Key words:** <sup>123</sup>I-metaiodobenzylguanidine, Myocardial scintigraphy, Bull's eye, Infero-posterior defect, Angle of defect (AOD).