

## 特 集

## 運動負荷タリウム心筋 SPECT の定量的評価

殿岡 一郎\*

## はじめに

タリウム心筋シンチグラムは心筋梗塞や狭心症の診断、治療法の選択やその効果の判定、そして予後の評価に広く用いられている。また、運動負荷や薬剤負荷による心筋シンチグラムは運動負荷心電図に比べ冠動脈疾患の検出において感度、特異度共に優れていることが広く認められている<sup>1)2)</sup>。近年、さらに、断層シンチグラフィ (single photon emission computed tomography: SPECT) が広く用いられるようになってその診断精度がますます向上している<sup>3)</sup>。しかし、従来の平面像が生画像であるとする、SPECT 像はいわば加工された像であることや何枚もの断層像を判断しなければならないこと、タリウムの発生する gamma 線エネルギーが約 80 keV と低くカメラより遠い心基部のカウントが減衰すること、心筋の厚さは各部位で一定ではないこと、また女性では乳房によって正常でも前壁のカウントが低くなるなどから視覚的診断では誤診をしやすい。そこで Bull's eye 表示によって各断層像を1枚の画像に集合し心筋全体像を見易くすることや、男女別の正常者の値によって標準化することによって異常領域を extent map として描出するといった定量的な評価法を用いることが必要である。また、タリウムの初期分布は相対的な心筋血流分布を示している、欠損像のみでは多枝病変例を過小評価することや見逃すことがある。そこで絶対的指標である washout rate の測定や、心筋だけでなく肺野のタリウム活性も評価することが多枝病変の診断に有用であることが以前より平面像を用いた検討で広く知られている。

ここでは、SPECT 像の評価に於いて washout rate の extent map および肺野/心筋タリウム集積比といった定量的指標の冠動脈病変の診断における有用性について述べる。

## 1) 運動負荷タリウム SPECT の撮像方法

運動負荷はトレッドミルあるいは座位エルゴメータで行い、心電図モニター (CM5) で 0.1 mV 以上の虚血型 ST 変化、胸痛の発現、年齢別予想最大心拍数の85%に達した時点でタリウムを 74 MBq 静注し、さらに1分間運動を続ける。10分後より負荷像の撮像を開始し、さらに3時間後に遅延像の撮像を行う。当施設での撮像機器は低エネルギー高分解能コリメータを装着した回転型ガンマカメラ ZLC-7500 DIGITRAC (Siemens) である。撮像は右前斜位30度から左後斜位60度までの180度回転とし、200 counts/pixel の data density がえられるまで1方向約30秒で32方向から撮像を行う。得られたデータの再構成には SCINTIPAC-700 (Shimazu) を用い、体軸断層像を作成し、これを基に前額断面像 (coronal plane)、矢状断面像 (sagittal plane) を合成する。さらにこれらより左室の中心軸の空間的位置を決定して、この中心軸に対する垂直断面を短軸像として再構成する。

## 2) SPECT の定量的評価

短軸像のうち心基部から心尖部までの約10スライスについて、各スライスに共通の中心点を決定し、これを中心とする60方向の放射線状において最大カウントを示すピクセルを選び、circumferential profile analysis を行う。これを基に各スライスを同心円上に配列して二次元局座標表示 (Bull's eye) を行う。女性では Breast による attenuation があるので、男女別に正常者の

\*山形大学医学部第一内科

データを集め、この平均値によって標準化を行い、mean-2SDを下回る領域を異常領域として描出させた extent map を作成し、異常領域の pixel の心筋全 pixel 数に対する比率を最大値100として算出し、この値を extent score とする<sup>4)</sup>。同様に extent map の作成をタリウム washout rate についても行う。washout rate の計算は各 pixel について次のごとく行う。washout rate=(負荷像のカウントー遅延像のカウント) / 負荷像のカウント × 100。負荷像、washout rate の両 extent map において連続して3ピクセル以上の異常領域が描出された場合が有意である<sup>5)</sup>。

肺野タリウム集積の評価

肺野タリウム集積の評価は、肺野と心筋の両方を観察できる sagittal と coronal 像で行う。左上肺野と左室前壁あるいはカウントの最も高い部位の心筋それぞれに関心領域を設定し、肺野の1ピクセルあたりのカウントと心筋の1ピクセルあたりのカウントとの比率を両画像でそれぞれ求め、この平均値を肺野タリウム集積の指標 (L/H ratio) とする (Fig. 1)。

以上の定量的指標がどの程度の冠動脈病変検出精度を持っているかを、52例の運動負荷 SPECT 像を対象に検討した。冠動脈造影にて50%以上の狭窄を有意とすると、0枝病変が10例、1枝病変16例、2枝病変13例そして3枝病変が13例であり、心筋梗塞例が12例含まれていた。

1) extent map

負荷像および washout rate の extent map を用いて異常領域の出現部位を各冠動脈支配領域に対応させて判定した。各冠動脈 (RCA, LAD, LCX) とその支配心筋領域の対応は Fig. 2 のよ

うに判定した。負荷像の extent map による判定では、1枝病変にて16例中1冠動脈支配領域に異常を認めたのが12例 (71%)、2冠動脈領域に出現した者が1例であった。2枝病変では、13例中4例 (30%) で1領域にのみ、2領域に8例 (62%) で、3枝病変では、13例のうち1領域に認められたのが4例 (30%)、2領域に9例 (69%) で、3領域に異常が認められた者はなかった。一方、washout rate の extent map では1枝病変の9例が1領域に、2例が2領域に異常を示した。2枝病変においては2例で (15%) 1領域に、9例で (69%) 2領域に、1例で (8%) 3領域に出現した。3枝病変では、1領域に1例 (8%)、3例で (15%) 2領域に、3領域に8例 (62%) でそれぞれ異常が認められた。すなわち、いわゆる diffuse slow washout が2枝病変で1例に、3枝病変で8例に認められた (Table 1)。この結果より、2枝、3枝では負荷像の extent map が washout rate にくらべ病変を過小評価する傾向

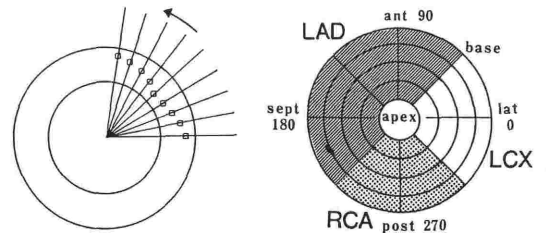


Fig. 2 Left panel shows how circumferential profile analysis is performed on a short-axis image. Illustration of assignment of myocardial regions to specific coronary arteries on extent map.

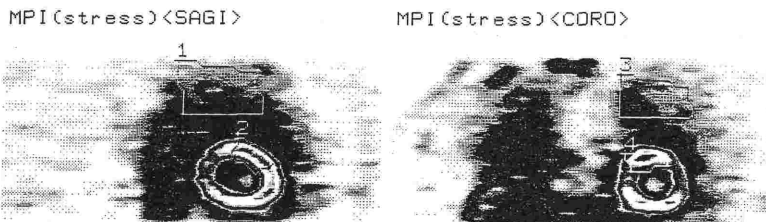


Fig. 1 Region of Interest were established for upper lung field and anterior myocardial segment to estimate Lung/Myocardial thallium-201 uptake ratio.

**Table 1** Comparison of extent map of count distribution with that of washout in the detection of coronary artery disease.

	SPECT			
	SVD	DVD	TVD	
C	SVD	12/16(71%)	1/16( 6%)	0
		9/16(56%)	2/16(12%)	0
A	DVD	4/13(30%)	8/13(62%)	0
		2/13(15%)	9/13(69%)	1/13( 8%)
G	TVD	4/13(30%)	9/13(69%)	0
		1/13( 8%)	3/13(15%)	8/13(62%)

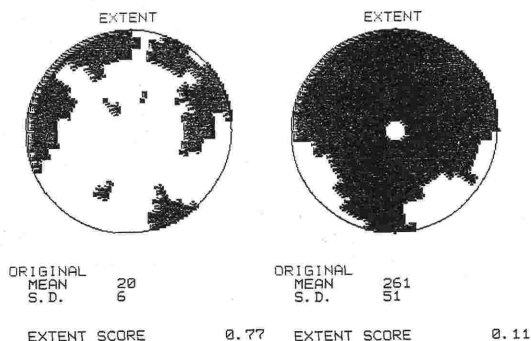
が認められ、3枝病変においては明らかに washout rate の extent map の方が正確に病変の広がり把握できた。Fig. 3 は3枝病変の症例であるが、タリウムの初期分布は局所心筋血流に応じて行われるため3枝病変では初期像に欠損像が現れない、あるいは症例のごとく一部にのみ欠損が現れることがしばしば見受けられる。従って、欠損像のみでは冠動脈病変を過小評価する恐れがあるが、絶対値として求められる washout rate は図のごとく心筋全体で異常をしめし病変の広がり正確に表すことができる。

## 2) L/H ratio

正常者の L/H ratio の mean+2SD 値が10+1.9であったので、14以上を異常値とすると、異常値をしめした者が24例あった。このうち20例(83%)が2枝及び3枝病変例であった。また、残る4例はいずれも LAD に90%以上の狭窄があった。従って、肺野でのタリウム摂取の上昇は多枝病変例あるいは高度狭窄が LAD に存在することを示唆している。この機序は、重篤な心筋虚血の発現によって左室拡張末期圧が上昇し、肺毛細管圧が高まったためタリウムが間質へ漏出した結果と考えられる<sup>6)7)</sup>。

肺野タリウム集積の評価は一般に Planar 像に行われるが、これは SPECT に比べ心筋と肺の全体像が観察し易いこと、SPECT では撮像に時間を要するため一過性に上昇した肺野タリウム活性が撮像中に失われるおそれがあるためである。しかし、今回の検討から SPECT でも肺野タリウ

## Y.K. 55 y.o. 3 vesel disease



**Fig. 3** This figure illustrates extent maps of count distribution during exercise and washout of the patient with triple vessel coronary disease. White region in left extent map illustrates abnormally slower washout. Right panel illustrates extent map of abnormally lower count distribution during exercise.

ム活性を測定することは心筋虚血の重症度を評価する上で意義があると考えられる。

## まとめ

運動負荷心筋 SPECT より得られる定量的指標と、冠動脈病変の広がりを検討すると、

- 1) 多枝病変例において、負荷像の extent map は心筋虚血を過小評価する傾向にあったが、washout rate の extent map はこれを補い、特に3枝病変では病変の広がりを判定する上で有用であった。
- 2) 肺野タリウム摂取の評価を SPECT にても試み、多枝病変例および LAD に90%以上の狭窄を持つ例で高率に L/H が上昇を示した。

以上のごとく運動負荷 SPECT の判定に於いては、定量的評価が必要であり、これより得られる各指標は冠動脈疾患の存在診断のみならずその重症度診断をする上で有用である。

## 参考文献

- 1) Ritchie JL, Trobaugh GB, Hamilton GW, et al: Myocardial imaging with thallium-201 at rest and during exercise. Comparison with coronary arteriography and stress electrocardiography. *Circulation*. 56:66-71, 1977.

- 2) Leppo J, Boucher CA, Okada RD, et al: Serial thallium-201 myocardial imaging after dipyridamole infusion: diagnostic untelity in detecting coronary stenoses and relationship to regional wall motion. *Circulation* 66:649-657, 1982.
- 3) Maublant J, Cassagnes J, Le Jeune J, et al: A comparison between conventional scintigraphy and emission tomography with thallium-201 in the detection of myocardial infarction. *J Nucl Med* 23:204-208, 1982.
- 4) Garcia EV, Van Train K, Maddahi J, et al: Quantification of rotational thallium-201 myocardial tomography. *J NuclMed* 26:17-26, 1985.
- 5) DePasquale EE, Nody AC, DePuey EG, et al: Quantitative rotational thallium-201 tomography for identifying and localizing coronary artery disease. *Circulation* 77:316-327, 1988.
- 6) Kushner FG, Okada RD, Kishenbaum HD, et al: Lung thallium-201 uptake after stress testing in patients with coronary artery disease. *Circulation* 63:341-347, 1981.
- 7) Bingham JB, McKusic KA, Strauss HW, et al: Influence of coronary artery disease on pulmonary uptake of thallium-201. *Am J Cardiol* 46: 821-826, 1980.