

## 《短 報》

# 心電図同期 $^{99m}$ Tc-tetrofosmin SPECT の定量的解析法より得られる左室全体および局所機能：左室造影および心臓超音波法との比較

伴 和信\* 中島 徹\* 青木 直人\* 阿部 純久\*  
 半田俊之介\* 鈴木 豊\*\*

**要旨** 心疾患 22 症例の心機能を、心電図同期  $^{99m}$ Tc-tetrofosmin SPECT (Gated SPECT) データから Quantitative Gated SPECT (QGS) を用いて解析した。この新しい核医学手法による成績を左室造影および心臓超音波所見と対比した。左室の拡張末期および収縮末期容積は左室造影のそれと相関し ( $r=0.78, 0.77$ )、算出した左室駆出率も相関した ( $r=0.67$ )。同解析法のシネモード表示を用い、左室短軸 SPECT 像を 16 分割し、normal, hypokinesis, akinesis の 3 段階の scoring を行い、左室壁運動を wall motion score (WMS) として評価して心臓超音波の成績と比較した。相互の WMS は良好な相関を示した ( $r=0.85$ )。Gated SPECT データを QGS で解析することにより、血流情報と心機能を同時に簡便に評価することができる。

(核医学 35: 881-885, 1998)

## I. はじめに

$^{99m}$ Tc 心筋製剤は  $\gamma$  線エネルギーが 140 keV、物理学的半減期が 6 時間と心筋シンチグラフィとして最適な特性を有する。このため大量投与が可能で、心電図同期  $^{99m}$ Tc-tetrofosmin SPECT (Gated SPECT) を用いることにより血流情報と心機能を同時に得られ、stunned myocardium などの心筋 viability の評価に有用である。しかしその収集や処理に時間がかかり簡便性に問題が残される。最近 Germano らは<sup>1,2)</sup> Gated SPECT より左室辺縁を

自動的に描出し、左室容積を連続的に算出し、またシネモード表示により局所壁運動の観察が可能な解析ソフトを開発した (Quantitative Gated SPECT)。わが国でもこの解析法が導入されつつあり、基礎的検討<sup>3)</sup> や心プールシンチグラフィとの比較検討<sup>4)</sup> が報告されている。われわれは心疾患にこの解析法を用いて心機能を算出し、左室造影や心臓超音波法と比較し、臨床的有用性を検討したので報告する。

## II. 対 象

対象は心疾患 22 症例、男性 20 例、女性 2 例、平均年齢 57 歳である。内訳は虚血性心疾患 17 例、心筋症 3 例、その他 2 例であった。

## III. 方 法

### 1. Gated SPECT データ収集

安静仰臥位、空腹時に  $^{99m}$ Tc-tetrofosmin 740 MBq を静注した。静注後 30-60 分より東芝製

\* 東海大学医学部循環器内科

\*\* 同 放射線科

受付：10 年 5 月 25 日

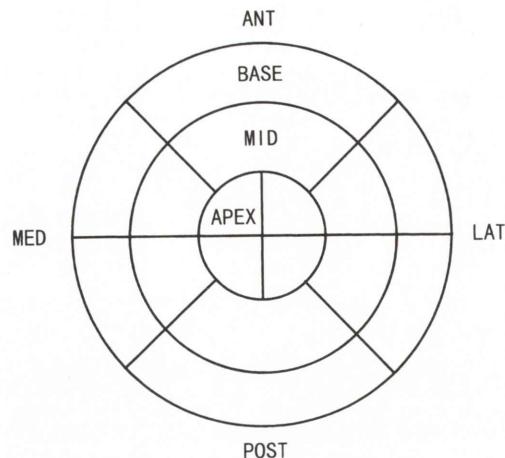
最終稿受付：10 年 8 月 19 日

別刷請求先：神奈川県伊勢原市下糟屋 143

(☎ 259-1193)

東海大学医学部循環器内科

伴 和信



normal	=1 X number of segments
hypokinesis	=2 X number of segments
akinesis	=3 X number of segments
WMS	=total score

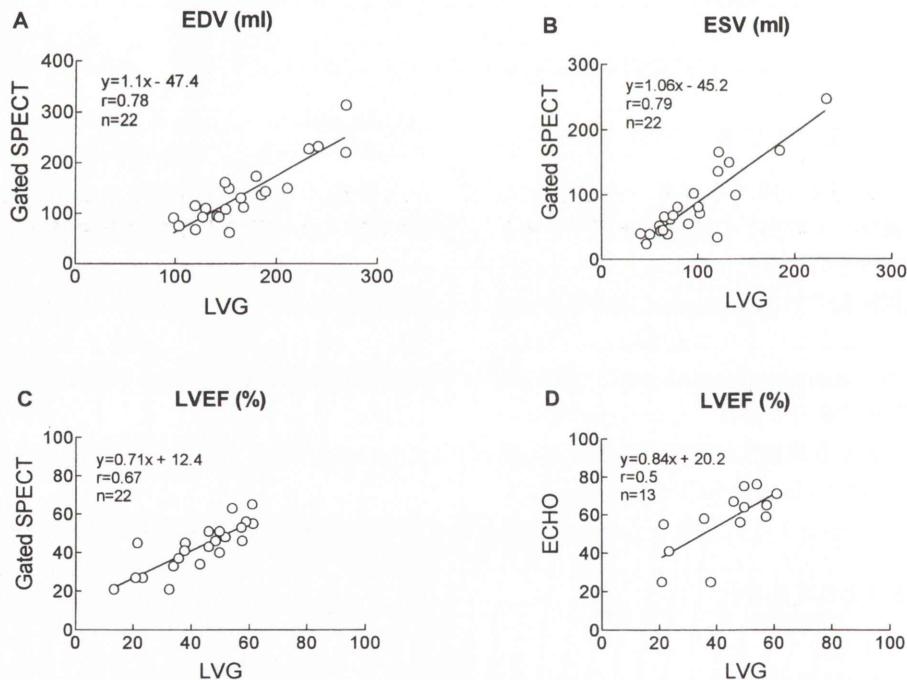


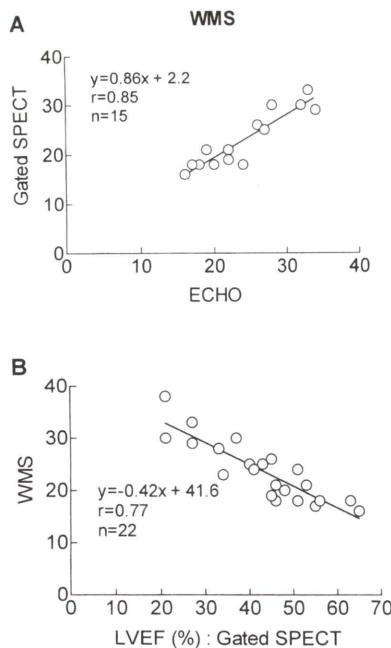
Fig. 2 A, B, C: Relationship between LV volumes derived from left ventricular cine-angiography (LVG) and Gated SPECT. EDV, ESV and LVEF derived from Gated SPECT correlated with LVG ( $r=0.78, 0.79, 0.67$ , respectively,  $p<0.01$  for each). D: Correlation between LVEF by ECHO and LVG. There was a poor correlation ( $r=0.5$ ).

GCA9300 を用い、心電図の R 波をトリガーとして RR 間隔を 16 分割、撮像は一方向 60 秒、6 度毎、20 方向、 $64 \times 64$  マトリックスで 30 分間のデータ収集を行った。

## 2. 左室機能解析

Gated SPECT データより QGS を用い、左室内腔を自動抽出し、拡張末期容積 (EDV)、収縮末期容積 (ESV) および左室駆出率 (LVEF) を算出した。EDV, ESV と LVEF を一週間以内に行った左室造影の EDV, ESV, LVEF と比較した。

Fig. 1 Assessment of regional wall motion with  $^{99m}\text{Tc}$ -Tetrofosmin gated SPECT (Gated SPECT) and Echocardiography (ECHO). The 16 segments were displayed as if visualizing the left ventricle from apex. WMS: wall motion score



**Fig. 3** A: Relationship between WMS derived from Gated SPECT and ECHO. A correlation was obtained ( $r=0.85$ ,  $p<0.01$ ). B: Relationship between WMS and LVEF on Gated SPECT. There was an inverse correlation ( $r=0.77$ ,  $p<0.01$ ). WMS derived from Gated SPECT was good enough for clinical application as well as it of ECHO.

### 3. 左室壁運動の評価

22症例のうち心臓超音波を施行し得た15症例についてQGSのシネモード表示を用い左室壁運動を評価した。心臓超音波による壁運動解析と同様に<sup>5)</sup>QGSより得られた短軸面の心基部、中部、心尖部を16分割し、normal, hypokinesis, akinesisをそれぞれ1点、2点、3点とし、総得点をwall motion score (WMS)とした(Fig. 1)。同様に心臓超音波による壁運動解析を行い比較した。壁運動の評価には心エコーのトレーニングをうけた医師2人が行い、一致した評価のみを採用した。

### 4. 統計処理

Gated SPECTと左室造影および心臓超音波から算出した左室容積(EDV, ESV)ならびにLVEFの

**Table 1** Comparison of regional wall motion between ECHO and Gated SPECT

Gated SPECT	ECHO		
	normal	hypokinesis	akinesis
normal	129 (53.8%)	19 (7.9%)	3 (1.3%)
hypokinesis	18 (7.5%)	49 (20.4%)	4 (0.17%)
akinesis	2 (0.8%)	5 (2.1%)	11 (4.6%)

比較は単回帰分析を用い、相関係数  $r$  の検定は  $p < 0.05$  をもって有意とした。

## IV. 結 果

### 1. 左室機能について

QGSにより得た左室機能を左室造影のそれと比較したところ、QGSによる EDV, ESV は小さく算出される傾向にはあったが、各指標に良い相関をみた。EDV は相関係数  $r=0.78$  ( $p<0.01$ ), ESV は  $0.79$  ( $p<0.01$ ), LVEF で  $0.67$  ( $p<0.01$ ) であった (Fig. 2A,B,C)。心臓超音波により得られる LVEF は左室造影のそれと相関するものの QGS ほどの良い相関は得られなかった ( $r=0.5$ ,  $p<0.01$ , Fig. 2D)。

### 2. 左室壁運動について

QGSのシネモード表示より解析した WMS を心臓超音波のそれと比較した。相関係数は  $r=0.85$  であった (Fig. 3A)。また QGS の WMS の信頼性を検討するために心臓超音波と一致をみた壁運動分画の検討を行った (Table 1)。15症例における 240 分画中 189 分画 (78.8%) で一致をみた。また一致した分画中 60 分画 (25%) が壁運動異常 (hypokinesis 49 分画, akinesis 11 分画) を呈していた。また得られた WMS は LVEF と逆相関 ( $r=0.77$ ,  $p<0.01$ ) し、病態をよく反映することを示した (Fig. 3B)。

## V. 考 察

Gated SPECT データより Germano らの開発した QGS<sup>1,2)</sup>を用い左室機能の解析、同シネモード表示による局所壁運動を左室造影および心臓超音波による結果と対比した。左室機能の諸指標は左室造影とよい相関が認められた。しかし QGS で 100 ml 以下の EDV では左室造影と比較し EDV、ESV とも過小評価している症例が多く、この点について検討したところ、すべての症例で下壁を含む心筋梗塞であった。木下ら<sup>3)</sup>のファントム実験でも明らかなように、QGS では広範な下壁を含む集積欠損では左室容積を過小評価する可能性があり、今回のわれわれの結果についても心筋梗塞部の補間が適切でなく左室容積を過小評価した可能性がある。今後は心筋梗塞の広がりや部位別での左室機能の検討が必要であると考えられた。汲田ら<sup>4)</sup>は QGS で得た心機能を心プールシンチグラフィと比較し、高い相関を得たと報告している。本検討の結果を合わせ左室機能評価に有用性が高いと考えられた。

QGS のシネモード表示より WMS を算出し心臓超音波と比較したところ良好な相関を認めた。また局所壁運動評価は心臓超音波と 78.8% の分画で一致しており、心臓超音波とほぼ同等に評価できると考えられた。しかし超音波で akinesis と評価したにもかかわらず QGS で normal と評価した 3 分画、また逆に評価した 2 分画はいずれも心尖部であった。心尖部は心臓超音波でも評価が困難な部位であり、今後は左室造影など他の方法との

比較検討が必要であると考えられた。また今回われわれは適切な症例がなく検討できなかつたが、QGS における局所壁運動評価は、1) 心筋集積の完全欠損部では左室辺縁を橢円で近似し輪郭抽出を行うために dyskinesis を akinesis として評価する可能性があること、2) 広範な高度集積低下例ではカウント数が不十分なため max count pixel の 1 標準偏差が大となり、心内膜側、心外膜側の輪郭抽出を適切に行うことができず壁運動を正確に反映しない可能性があることなど、今後検討すべき課題と考えられた。

## 文 献

- 1) Germano G, Kiat H, Kavanagh PB, Noriel M, Mazzanti M, Su HT: Automatic quantification of ejection fraction from gated myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med* **36**: 2138-2147, 1995
- 2) Germano G, Kavanagh PB, Su HT, Mazzanti M, Kiat H, Hachamovitch R, et al: Automatic reorientation of three-dimensional, transaxial myocardial perfusion SPECT images. *J Nucl Med* **36**: 1107-1114, 1995
- 3) 木下佳美、南部一郎、遠山淳子、大場 覚: 心電図同期 <sup>99m</sup>Tc 心筋血流 SPECT における左室容積値、駆出率自動算出の検討. 核医学 **35**: 77-83, 1998
- 4) 汲田伸一郎、趙 圭一、水村 直、木島鉄仁、石原眞木子、鳥羽正浩、他: <sup>99m</sup>Tc-Tetrofosmin 心拍同期心筋 SPECT データを用いた左室収縮能評価——左室辺縁自動描出法による容積算出に基づく機能解析——. 核医学 **34**: 237-242, 1997
- 5) Bourdillon PDV, Broderick TM, Sawada SG, Armstrong WF, Ryan T, Dillon JC, et al: Regional wall motion index for infarct and noninfarct regions after reperfusion in acute myocardial infarction: Comparison with global wall motion index. *J Am Soc Echocardiogr* **2**: 398-407, 1989

## Summary

### Assessment of Global and Regional LV Function Obtained by Quantitative Gated SPECT Using $^{99m}$ Tc-Tetrofosmin: Comparison with Left Ventricular Cineangiography and Echocardiography

Kazunobu BAN\*, Toru NAKAJIMA\*, Naoto AOKI\*, Sumihisa ABE\*,  
Shunnosuke HANDA\* and Yutaka SUZUKI\*\*

\*Division of Cardiology, Department of Medicine, Tokai University School of Medicine

\*\*Department of Radiology, Tokai University School of Medicine

The quantitative gated SPECT (QGS) software that has automatic edge detection algorithm of the left ventricle, is able to calculate LV volumes and visualize LV wall motion with perfusion throughout the cardiac cycle. We evaluated the reliability of global and regional LV function derived from QGS using  $^{99m}$ Tc-tetrofosmin by comparing with left ventricular cineangiography (LVG) and echocardiography (ECHO). In 22 cardiac patients, end-diastolic volume (EDV), end-systolic volume (ESV) and ejection fraction (LVEF) were calculated. Using cinematic display, regional LV wall motion were scored on a 3-point

scale (1=normal, 2=hypokinesis, 3=akinesis; WMS). EDV, ESV and LVEF correlated well with those by LVG ( $p<0.001$  for each). Correlation between WMS derived from QGS and ECHO was high ( $r=0.85$ ,  $p<0.001$ ). There was an inverse correlation between WMS and LVEF ( $r=0.77$ ,  $p<0.001$ ). In conclusion, QGS is useful to evaluate global LV function. Regional wall motion evaluated by QGS is good enough for clinical application.

**Key words:**  $^{99m}$ Tc-tetrofosmin, ECG gated SPECT, LVEF.