

《短 報》

マルチゲート心プール ECT における新しい 位相解析法の試み

伊藤 綱朗* 前田 寿登* 竹田 寛* 中川 育*

山口 信夫* 市川 毅彦** 小西 得司**

I. 緒 言

ガンマカメラ回転型 ECT の心臓イメージングへの応用として、近年では、 ^{201}TI による心筋シンチばかりでなく、マルチゲート心プールシンチへの臨床応用も多くなってきてている。このマルチゲート心プール ECT (GPECT: gated pool ECT) は、拡張末期像と収縮末期像との対比や、動画表示による左室壁運動の評価^{1~3)}、左室逆流性弁膜疾患の逆流率の測定⁴⁾、などに用いられているが、最近では、Adam ら⁵⁾によって提唱された、位相解析法 (phase analysis) も試みられている。しかし、これまで報告されている GPECT の位相解析法^{6,7)}は、一断層像の時間放射能曲線に対して位相解析を応用したものであり、従来からの位相解析法で用いられているような時間容量曲線とは考え方方が異なる。このため、著者らは、各時相における体軸横断像より、左室軸方向からみた左室のみの gated planar image を再構築し、この時間容量曲線に対して位相解析する方法を考案したので、その方法と有用性について報告する。

II. 対 象

対象は、虚血性心疾患が疑われ、マルチゲート心プールシンチを施行された症例のうち、心血管

造影法により左室局所壁運動が評価されたものである。

III. 方 法

1) データ収集

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識赤血球 20~25 mCi 静注約10分後、まず従来の modified left anterior oblique (MLAO) 方向からのマルチゲート心プールデータを5分間収集した。次いで、汎用コリメータを装着したガンマカメラ対向型 ECT 装置(東芝製 GCA-70AS)を用いて、1心拍を14分割するマルチゲート法により、6度ごとに 180 度回転させ、計60方向からの心プールデータを収集した。収集時間は1方向10秒で、合計約6分である。データ収集および処理には、オンラインで接続した核医学データ処理装置(東芝製 GMS 90)を使用した。

2) 画像再構成および gated planar image の作成

ECT 画像の再構成は、Shepp & Logan のフィルターを用いた convolution 法により、5.4 mm スライス幅で行った。再構成した体軸横断像の拡張末期像において、左室のまわりにグローバル ROI を設定し、左室のみが描出されている領域を、各時相のすべてのスライスについてとりだす。このとりだした左室体軸横断像をもとに、左室長軸に平行で矢状方向の断層像 (sagittal section)、左室長軸に平行で水平方向の断層像 (horizontal section)、および左室長軸に垂直な断層像 (short-axial section) を作成した⁸⁾ (Fig. 1)。

このようにして得られた断層像を、心拍の各時相ごとに加算することにより、gated planar image

* 三重大学医学部放射線科

** 同 第一内科

受付：60年9月11日

最終稿受付：60年11月6日

別刷請求先：三重県津市江戸橋2-174 (番号 514)

三重大学医学部放射線科

伊藤 綱朗

が再構築される。Fig. 2 に矢状方向の gated planar image を示す。

3) 位相解析法

得られたマルチゲート心ピュールイメージにおいて、各画素ごとの時間容量曲線を求め、各曲線ごとに Fourier 解析を行い、その第1次周波項における位相角(phase angle)と振幅(amplitude)を算出した。得られた各画素ごとの位相角は、-180 度から +180 度までを、振幅は、0 から最大値までを、それぞれ16等分し、16色のカラースケールで表示し、各機能図を作製した。

IV. 結 果

Figure 3 に正常例の機能図を示す。位相角はほぼ均一であり、振幅は中心部で最も高く、同心円状に低下しているのがわかる。

Figure 4 は、左室造影にて segment (seg.) 4, 5 に akinesis の認められた下壁梗塞例である。MLAO イメージでは、左室中央部にわずかな振幅の低下を認めるのみで、下壁を示す部位には明

らかな異常が認められない。これに対して、ECT イメージでは、下壁に一致した振幅の低下と位相角の遅延が明確に示されている。

Figure 5 は、左室造影にて seg. 1, 2, 6 に hypokinesis, seg. 3 に dyskinesis, seg. 4, 5, 7 に akinesis の認められた広範前壁+後下壁梗塞例である。MLAO イメージでは、前壁から中隔、心尖、そして下壁にかけて、振幅の低下と位相角の遅延が大きく認められているが、ECT イメージでは、心尖部から後下壁にかけての振幅の低下と位相角の遅延が強く認められており、左室造影に一致した壁運動異常の程度と拡がりを示している。

V. 考 察

これまで報告されている GPECT の位相解析法^{6,7)}は、一断層像の時間放射能曲線に対して行うものであるが、局所の駆出容量を反映する振幅を評価するためには、容量曲線を用いる必要がある。このため著者らは、再構成により得られた左室断層像を、心拍の各時相ごとに加算することに

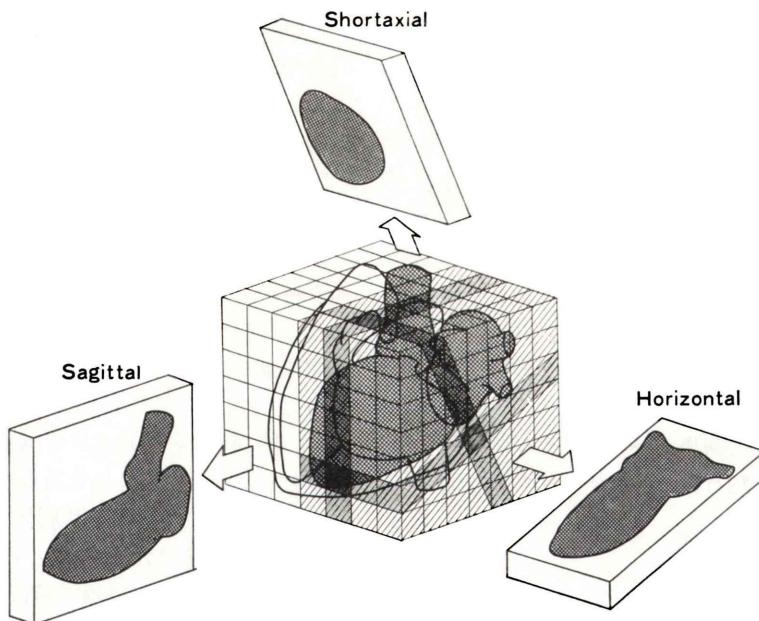


Fig. 1 Schematic representation of left ventricular (LV) oblique-angle tomographic sections oriented either parallel or perpendicular to the long axis of LV, that is, sagittal, horizontal and short-axial sections.

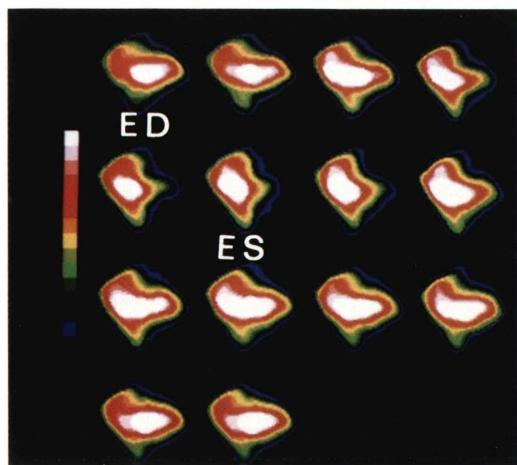


Fig. 2 A series of sagittal planar images of LV (14 frames in a cycle). These images clearly show the LV emptying performance throughout the cardiac cycle. ED=end-diastolic phase, and ES=end-systolic phase.

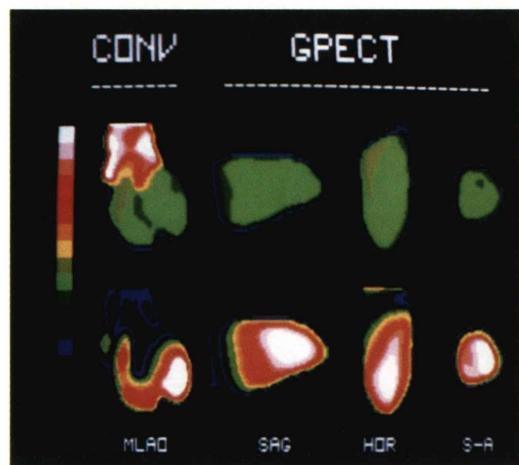


Fig. 3 Phase (top) and amplitude (bottom) images obtained by the conventional and GPECT methods in a patient with normal LV function. MLAO=modified left anterior oblique view, SAG=sagittal view, HOR=horizontal view, and S-A=short-axial view.

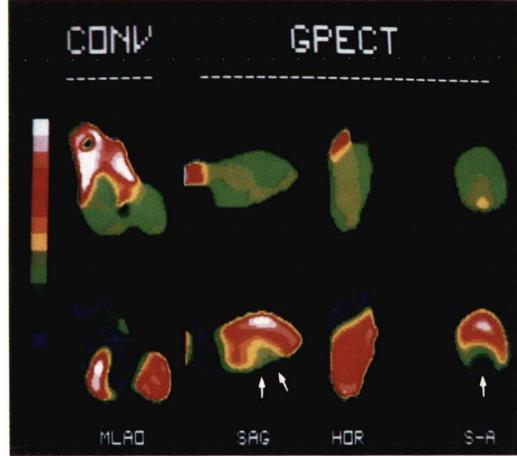


Fig. 4 Phase (top) and amplitude (bottom) images obtained by the conventional and GPECT methods in a patient with inferior wall myocardial infarction. On the conventional images, minimal amplitude decrease is shown in the center of LV, and no abnormality in the inferior region. By contrast, on the GPECT images, definitive amplitude decrease is shown in the inferior region (arrows).

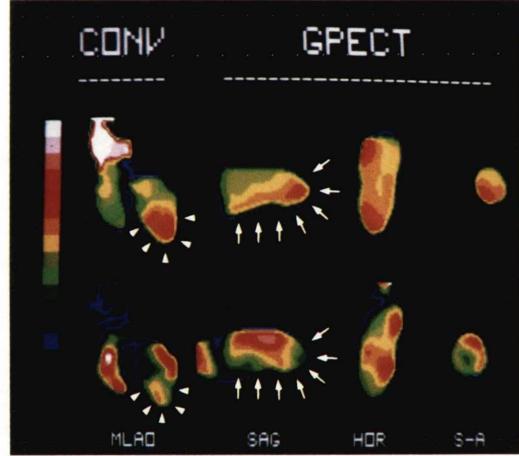


Fig. 5 Phase (top) and amplitude (bottom) images obtained by the conventional and GPECT methods in a patient with extended anterior and postero-inferior wall myocardial infarctions. On the conventional images, phase delay and amplitude decrease are shown extending from the antero-septal to the infero-apical regions (arrowheads). By contrast, on the GPECT images, especially on the sagittal images, marked phase delay and amplitude decrease are shown in the apical and postero-inferior regions (arrows), compared with the anterior region. These findings correspond well with the angiographic ones.

より、gated planar image を作成し、この時間容量曲線に対して位相解析することを試みた。これにより得られた位相、振幅の各機能図は、局所心プール容量の時間的、空間的変動を3次元的に評価し、左室局所壁運動を左室軸を基準として立体的に表示しており、従来のMLAOイメージによるものに比して、壁運動異常の部位や拡がりが、より正確に示された。特にMLAOイメージでは、判定が困難であった後、下壁の壁運動異常の検出においては、明らかな向上が認められた。

今回著者らが報告したGPECTにおける位相解析法は、他の房室との重なりがない左室のみの心プールを、形態の理解しやすい左室軸方向から解析できるため、左室壁運動の評価に非常に有用である。また検査時間も、最終的に断層像の加算によりplanar imageを再構築するため、約6分と短くて可能であった。ただ本法ではデータ量が膨大なため、コンピュータの画像再構成部をハード化していないデータ処理装置では、画像再構成に約1時間を要し、実用面で問題があるが、画像再構成の速いデータ処理装置を用いれば、日常検査として用いることが可能であり、その臨床的価値は高いと考えられる。

文 献

- 1) Moore ML, Murphy PH, Burdine JA: ECG-gated emission computed tomography of the cardiac blood pool. *Radiology* **134**: 233-235, 1980
- 2) Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, et al: Multiaxial tomography of heart chambers by gated blood-pool emission computed tomography using a rotating gamma camera. *Radiology* **147**: 547-554, 1983
- 3) Maublant J, Bailly P, Mestas D, et al: Feasibility of gated single-photon emission transaxial tomography of the cardiac blood pool. *Radiology* **146**: 837-839, 1983
- 4) 大嶽 達, 西川潤一, 町田喜久雄, 他: Single Photon Emission CTを用いた心拍同期心プールスキャンによる左室逆流性弁膜疾患の逆流率の測定. 核医学 **22**: 885-894, 1985
- 5) Adam WE, Tarkowska A, Bitter F, et al: Equilibrium (gated) radionuclide ventriculography. *Cardiovasc Radiol* **2**: 161-173, 1979
- 6) 中嶋憲一, 分校久志, 多田 明, 他: 心プール断層法における位相解析、副刺激伝導路の検出への応用. 核医学 **21**: 133-139, 1984
- 7) 津田隆俊, 久保田昌宏, 大久保整, 他: 心拍同期心プール断層法の高次位相解析の試み. 核医学 **21**: 1469-1473, 1984
- 8) 竹田 寛, 前田寿登, 中川 肇, 他: 対向型ガンマカメラによるタリウム心筋断層像、左室軸断層像の臨床的有用性. 核医学 **19**: 1237-1242, 1982

Summary

A New Method for Phase Analysis in Gated Blood Pool Emission Computed Tomography (GPECT)

Tsunao ITO*, Hisato MAEDA*, Kan TAKEDA*, Tsuyoshi NAKAGAWA*,
Nobuo YAMAGUCHI*, Takehiko ICHIKAWA** and Tokuji KONISHI**

**Department of Radiology, **First Department of Internal Medicine,
Mie University School of Medicine*

A new method for phase analysis in gated blood pool emission computed tomography (GPECT) has been developed and applied to the estimation of regional left ventricular wall motion abnormalities (LWWMAs) in patients with ischemic heart disease.

Equilibrium gated blood pool data were acquired using an ECT system with dual opposed gamma cameras. The data were acquired from 60 angular projections over 360 degrees in a R-wave synchronized frame mode, dividing each cardiac cycle into 14 frames. Acquired GPECT data were processed as follows. 1) Transaxial tomographic images at each frame of cardiac cycle were reconstructed with convolution algorithm. 2) Data for ROIs covering LV images were extracted from the transaxial tomographic images at each frame of cardiac cycle. 3) The images covering LV were rotated to reorganize oblique-angle tomograms oriented either parallel or perpendicular to the long axis of LV, that is, sagittal, horizontal and short-axial tomograms. 4) Tomographic images in the sagittal, horizontal and short-axial planes

at the same frame of cardiac cycle were added up to generate their planar images. 5) Phase analysis based on the fundamental frequency was performed to construct phase and amplitude functional images. Conventional gated blood pool scans in the modified left anterior oblique projection were also performed, and phase analysis was carried out for comparison.

Functional images from the GPECT method allowed the detailed assessment of regional LWWMAs, compared with the conventional method. This method was especially useful in evaluating postero-inferior WMAs, which were very difficult to be detected in the conventional method.

In conclusion, phase analysis of GPECT has advantages in eliminating overlap of adjacent blood pools and in a detailed estimation of regional LWWMA on a three-dimensional basis, compared with the conventional method.

Key words: Gated blood pool ECT, Phase analysis, Functional image, Ischemic heart disease, Regional wall motion.