

《短 報》

心拍同期心プール断層法の高次位相解析の試み

津田 隆俊* 久保田昌宏* 大久保 整* 晴山 雅人*
 高橋貞一郎* 森田 和夫* 飯村 攻** 高田 竹人**
 田中 繁道** 井上 恵** 中田 智明**

I. はじめに

マルチゲート心プールイメージの各画素の時間容量曲線をフーリエ解析する位相解析法は、虚血性心疾患における左室機能の評価や局所壁運動異常の検出、刺激伝導障害の診断等に应用され、その臨床的有用性が近年報告されている。しかし、従来の1方向からのプールイメージの位相解析法は2次元的解析であり、血液プールの重なりが避けられないため、壁運動の時間的および空間的異常を正しく評価することが困難な場合が少なくなかった。そこで著者らは、壁運動を3次元的に解析するため、回転型ガンマカメラによる心拍同期心プール断層法を試み、厚さ1画素(6 mm)の断層像の時間放射能曲線に位相解析法を応用し、若干の知見を得たので以下に報告する。

II. 対象および方法

著者らは1983年10月からこれまで、虚血性心疾患17例、刺激伝導系異常6例、心筋症1例、弁膜疾患2例、正常者3例に心拍同期心プール断層法(GPECT: gated pool emission computed tomography)を試みてきた。方法は^{99m}Tc-標識赤血球20 mCi (740 MBq)を用いてin vivo標識の平衡

時に、対向型ロータカメラ(Siemens ZLC-75)で、1方向60秒もしくは60心拍の収集時間;1心拍を10等分したマルチゲートモード、左後斜位45度から右前斜位45度の範囲で16~18方向、以上により心プールデータを収集した。また左心室が良く分離できるmodified left anterior oblique (MLAO)1方向からのゲートプールイメージのデータ収集もあわせて行った。データ解析はシンチパック2400にて行い、体軸横断断層像、心短軸断層像、心長軸断層像、四腔断層像、それぞれを1スライス6 mmで多層にわたって逆投影法により再構成した。位相解析は、時間放射能曲線を1次のフーリエ近似から得られた振幅と位相値を16色のカラースケールで機能イメージとして表わし、また位相ヒストグラムも同様のカラースケールにて表示した。駆出分画(EF: ejection fraction)、駆出時間(ET: ejection time)、最大駆出速度(PER: peak ejection rate)、最大充填速度(PFR: peak filling rate)、最大駆出速度に至る時間(TPE: time to peak ejection rate)、最大充填速度に至る時間(TPF: time to peak filling rate)など心室機能の諸指標は高次のフーリエ解析を行い(MLAOプールイメージでは3次、GPECTでは2次の近似)、同様に16色のカラースケールで機能イメージを作成した。

III. 結 果

現在までGPECTを29例に施行してきたが、ここでは症例数の最も多い心筋梗塞例、なかでも下壁後壁梗塞のそれを呈示する。なお、GPECTを施行した心筋梗塞12例においては、全例にその

* 札幌医科大学放射線科

** 同 第二内科

受付: 59年4月9日

最終稿受付: 59年7月2日

別刷請求先: 札幌市中央区南1条西16丁目 (☎060)

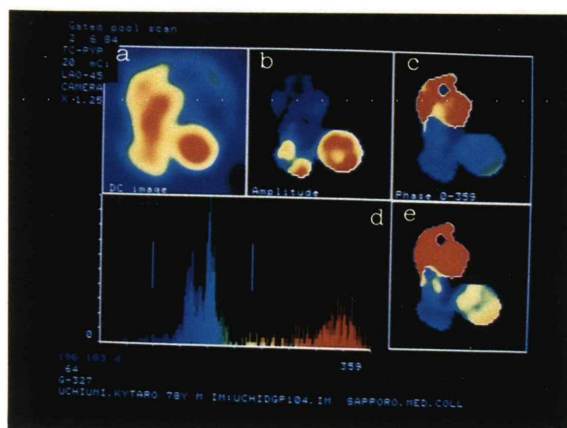
札幌医科大学放射線科

津田 隆俊

a) Double contour image



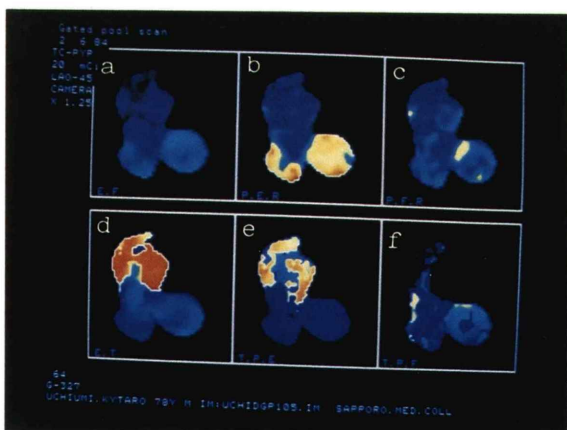
b) Phase analysis: 1st order



MLAO 45

- a: Average pool image
- b: Amplitude image
- c: Phase image
- d: Phase histogram
- e: Phase image (70-201 deg.)

c) Functional image: 3rd order



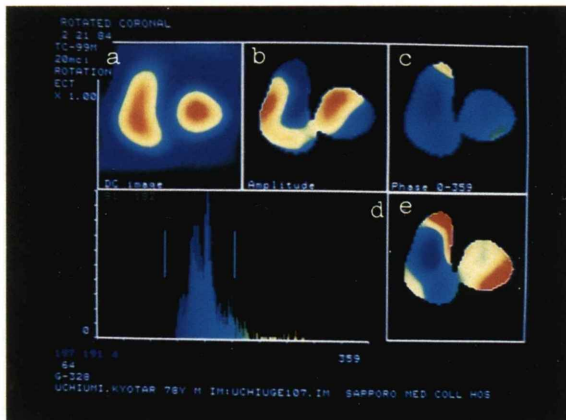
- a: Ejection fraction
- b: Peak ejection rate (PER)
- c: Peak filling rate (PFR)
- d: Ejection time
- e: Time to PER (TPE)
- f: Time to PFR (TPF)

Fig. 1 Multigated pool MLA0 scan.

a) Double contour image



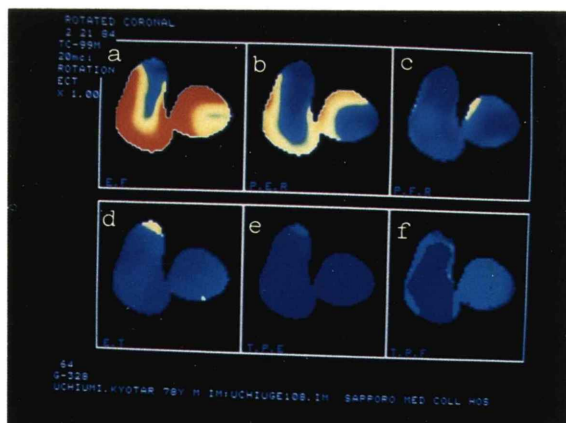
b) Phase analysis: 1st order



ECT

- a: Average pool image
- b: Amplitude image
- c: Phase image
- d: Phase histogram
- e: Phase image (91-182 deg.)

c) Functional image: 2nd order



- a: Ejection fraction
- b: Peak ejection rate (PER)
- c: Peak filling rate (PFR)
- d: Ejection time
- e: Time to PER (TPE)
- f: Time to PFR (TPF)

Fig. 2 Multigated pool ECT (coronal view).

梗塞部位に一致して振幅の低下、位相の遅延がみられ、同時に心室機能の諸指標にも異常が認められた。

ここに呈示した症例は78歳の男性で10年前に急性心筋梗塞の既症があり、GPECT 施行時の心電図所見、すなわち III の QS パターン、aV_F の R 波減高、V₁ の R 波増高、V₄~V₆ の ST 低下、V₆ の T の平低化等より下壁の陳旧性心筋梗塞が疑われた。高齢のため冠動脈造影、左室造影は施行し得なかったが、²⁰¹Tl 心筋エミッション CT からは下壁後壁(側壁の一部も含む)の陳旧性心筋梗塞と診断された。本例の MLAO プール像の位相解析結果を Fig. 1 に示す。Fig. 1-a の LAO 方向からみた二重輪郭像では左室辺縁全体に hypokinesis が認められる。また、一次の位相解析 (Fig. 1-b) では左室全体の振幅の増大、位相の遅延がみられ、幅広い位相ヒストグラムを呈している。高次のフーリエ解析で求められた機能イメージ (Fig. 1-c) でも、左室全体に regional EF の低下、ET、TPE の遅延がみられ、PER はむしろ上昇している。拡張期パラメータについてみると、PFR は左室自由壁辺縁部全体に低下し、前壁中隔の一部に上昇が認められ、TPF は左室全体に遅延し不均一となっている。したがって、以上の所見からは左室全体の異常は指摘できるものの、後側壁に限局する異常は検出し得なかった。一方 Fig. 2 に GPECT による心短軸断層像の位相解析結果を示したが、Fig. 2-a の二重輪郭像で後壁から側壁の一部にかけての hypokinesis が認められる。また、Fig. 2-b では同じ部位の振幅低下、位相の遅延が示され、幅広いヒストグラムを呈していた。Fig. 2-c の心機能イメージでは後壁から側壁の一部にかけて regional EF、PER の低下を ET、TPE の遅延を認める。拡張期の諸指標に関しては、PFR が左室自由壁で低下、TPF は左室全体に遅延し、この遅延は側壁から後壁の一部にかけて顕著である。このように、GPECT の位相解析からは後壁を中心とし、側壁の一部に及ぶ壁運動の異常が指摘できた。

IV. 考 案

1979年 Adam ら¹⁾ がはじめて位相解析法を報告し、その後本法は心室局所壁運動の空間的異常のみならず、時間的異常をも検出し得る方法として注目され、各種心疾患への応用がこころみられると同時にその有用性も確認されてきた^{2,3)}。一方、RI 断層法が、Kuhl and Edwards⁴⁾ によって開発され、次いで Moore ら⁵⁾、Tamaki ら⁶⁾ はこれを用いた心拍同期心プール断層法を報告したが、これらはあくまでも局所壁運動異常を空間的に評価するものにすぎない。そこでわれわれは心機能や壁運動をより詳細に解析し得る方法を見出すべく、その一端として GPECT に高次位相解析を試みた⁷⁾。

その結果、本法は MLAO プールイメージに比して、特に左室後面の情報を得るのに有用であり、かつ高次位相解析を応用することで、血液プールの重なりを避けつつ局所心機能を評価できるという利点を有することが明らかとなった。したがって、今後は GPECT の機能イメージを定量的に分析することによって、各種心疾患の心機能をより容易かつ詳細に評価する指標も見出し得ようと考え、現時点までに得た成果をここに報告した。

文 献

- 1) Adam WE, Tarkowsa A, Bitter F, et al: Equilibrium (gated) radionuclide ventriculography. Cardiovasc. Radiol 2: 161, 1979
- 2) Turner DA, Shima MA, Ruggie N, et al: Coronary artery disease: Detection by phase analysis of rest/exercise radionuclide angiograms. Radiology 148: 539, 1983
- 3) Links JM, Douglass KH, and Wagner HN Jr: Patterns of ventricular emptying by Fourier analysis of gated blood-pool studies. J Nucl Med 21: 978, 1980
- 4) Kuhl DE, Edwards RQ: Image separation radionuclide scanning. Radiology 80: 653, 1963
- 5) Moore ML, Murphy PH, Burdine JA: ECG gated emission computed tomography of the cardiac blood-pool. Radiology 134: 233, 1980
- 6) Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, et al: Multitaxial tomography of heart chambers by gated blood-

pool emission computed tomography using a rotating gamma camera. *Radiology* **147**: 547, 1983
7) Bacharach SL, Green MV, et al: Optimum Fourier

filtering of cardiac data: A minimum-error method: Concise communication. *J Nucl Med* **24**: 1176, 1983

Summary

Clinical Trial of Higher Order Phase Analysis in ECG Gated Blood Pool Emission Computed Tomography

Takatoshi TSUDA*, Masahiro KUBOTA*, Osamu OHKUBO*, Masato HAREYAMA*,
Teiichiro TAKAHASHI*, Kazuo MORITA*, Osamu IIMURA**, Takehito TAKADA**,
Shigemichi TANAKA**, Megumi INOUE** and Tomoaki NAKATA**

**Department of Radiology, **Second Department of Internal Medicine, Sapporo Medical College, Sapporo*

Clinical usefulness of phase analysis in ECG gated blood pool angiograms has been confirmed for evaluating global and regional cardiac function in recent years: however, equilibrium radionuclide angiograms collected in the one directional projection has a limitation to detect precisely and easily spatial and temporal wall motion abnormality.

Using a rotating dual gamma camera system (ZLC-75), we applied a fundamental and higher order Fourier analysis to gated blood pool computed tomography (GPECT) in various heart diseases. Conventional modified left anterior oblique blood pool scans were also performed, and their Fourier analysis was carried out. In GPECT, we reconstructed a series of "transverse view" tomograms and, thereafter, "coronal", "sagittal" and "four-chamber" view tomograms were reorganized.

In all cases of myocardial infarction, 1-st and higher order functional images of GPECT showed

an abnormality in agreement with their infarct sites. In this paper we demonstrated the results of a patient with old myocardial infarction of the inferior and posterior wall. The gated planar image could point out the global left ventricular wall motion abnormality but could not detect the location of its infarct site. On the other hand, from the functional images of GPECT we can easily recognize the regional wall motion abnormality of the infarct site. Phase analysis of GPECT had advantages in avoiding overlap of blood pools and in a detailed estimation of the regional cardiac function.

In avoiding overlap blood pools, the quantitative evaluation of cardiac function can be performed in patients with various heart diseases more precisely and easily by phase analysis of GPECT, compared with conventional gated planar scans.

Key words: Gated blood pool ECT, Phase analysis, Functional image.