

《原 著》

フーリエ解析による右室梗塞例の検討

高橋 恒男* 桂川 茂彦* 阿部 知博* 柳澤 融*
 中居 賢司** 松下 一夫** 川村 明義** 加藤 政孝**

要旨 急性心筋梗塞に合併し、診断困難であった右室梗塞例（8例）において、その RI マルチゲート心プール法に Fourier 解析を適用し、位相像、振幅像およびその位相分布ヒストグラム、心機能などに関する下・後壁梗塞のみの症例（16例）と比較検討した。その結果、右室梗塞合併例では右室における駆出分画の低下、振幅の欠損～低下、位相の遅延、位相角の標準偏差の増大が著明であり、さらに従来よりの右室局所壁運動異常の検討を加えると、非侵襲的に下・後梗塞のみの症例と明らかに区別できた。したがって、Fourier 解析は右室梗塞の診断向上に有用と考える。

I. はじめに

右室梗塞はほぼ半世紀前より急性心筋梗塞に少なからず合併するものと報告されてきたが、生前診断の難しさから臨床的に問題視されるに至らなかった。最近 Swan-Ganz カテーテルによる急性心筋梗塞の血行動態¹⁾と心エコー図（Mモード法）での右室腔の拡大や心室中隔の奇異性運動などより右室梗塞の病態^{2,3)}が明らかにされ、注目されるようになってきた。核医学的に RI 心アンギオグラフィー、心筋シンチグラフィーにより、非観血的に心筋虚血、心機能に関する評価が行われている^{4~8)}が、Fourier 解析法を用いての検討は未だ少ない^{9,10)}。私どもは同法にて右室梗塞に特徴的な所見を認めたので、その臨床的評価について報告する。

II. 対 象

対象は 1981 年 10 月より 1983 年 7 月までに発症した急性期心筋梗塞症例で右室梗塞を合併し

た 8 例である、全例下・後壁梗塞に伴ったもので、2 例はかつて前壁梗塞に罹患している。

年齢は 61 歳から 79 歳、平均 70.8 歳で、男 5 例、女 3 例である（Table 1）。

本症の診断に関しては、急性期における臨床所見、Swan-Ganz カテーテルによる dip and plateau 所見、あるいは ^{99m}Tc-PYP による右室壁の陽性描出を認めたもので、全例発症後 2~4 週間の間に心プールスキャンを行い、急性期下・後壁梗塞のみの症例 16 例（平均 53.6 歳、男 12 例、女 4 例）と比較検討した。

III. 方 法

心プールスキャンの解析は次の方法によった。用いた装置は日立 γ -VIEW-H とオンラインで接続したミニコンピュータ Informatek であり、そのデータ収集は ^{99m}Tc-RBC 20 mCi 静注後、心電図同期マルチゲート法（平衡時）にて患者体位を LAO 30°~45° にして行った。R-R 間隔を 16 分割した加算像（64×64 画素）に対して、重み付けをした 9 点移動平均法による平滑化および Goris ら¹¹⁾によって考案されたバックグラウンド処理を行い、1 次項近似の Fourier 解析による位相像（phase image）、振幅像（amplitude image）を作成した。さらに全加算像に対して 2 回微分を行って画像の辺縁を強調させ、TV 画像上にこれら三

* 岩手医科大学放射線科

** 同 第二内科

受付：58年 9 月 28 日

最終稿受付：59年 2 月 13 日

別刷請求先：盛岡市内丸 19-1 (〒 020)

岩手医科大学放射線科

高 橋 恒 男

Table 1 Results of 8 cases of right ventricular infarction by RI multigated cardiac blood pool study

Case	Name	Sex	Age	H.R./min	Ventricular ejection fraction (%)		Mean value of phase histogram (degree)		SD of phase histogram (degree)		RV free wall	
					LVEF	RVEF	LVMV	RVMV	LVSD	RVSD	Wall motion	Amplitude
1	K.T	M	65	77	34	5	154	159	28	90	-5	dyskinesis
2	E.S	M	71	131	54	34	181	209	16	16	-28	akinesis
3	M.S	M	64	65	51	42	124	153	12	19	-29	hypokinesis
4	K.I	M	72	54	52	22	133	141	18	56	-81	a-~dyskinesis
5	T.T	F	78	96	44	26	148	162	18	8	-14	akinesis
6	M.T	F	76	77	57	9	177	208	7	62	-31	dyskinesis
7	Ka.T	F	79	84	64	17	150	271	10	25	-121	dyskinesis
8	S.Y	M	61	95	14	25	168	163	43	40	+5	akinesis

*Decreased amplitude area (L: Large, M: Moderate, S: Small)

者を同時表示し、それより左右心室の関心領域 (ROI) を設定した。これらを基に左右両心室内における位相分布ヒストグラムを作成し、平均値 (mean value) と標準偏差 (SD) をもとめた。駆出分画 (LVEF, RVEF) の算出はバックグラウンド処理後のため、上述の左右心室 ROI にてカウント数の変化に基づき容積曲線を描出し、それより、

$$LVEF = (LVEDC - LVESC) / LVEDC$$

$$RVEF = (RVEDC - RVESC) / RVEDC$$

を算出した (拡張末期および収縮末期におけるカウント数を EDC, ESC とした)。

また、心室壁運動の評価は一心拍を 16 分割した画像の拡張末期より収縮末期までの isocount level を表示することで検討した。

IV. 結 果

代表的な右室梗塞例を呈示する。

症例 1. K. T. 65 歳 男

発症 1か月前より労作時の狭心発作が出現し、次第に安静時にも発作がおこるようになり、心筋梗塞に進展した症例で、発症時の心電図 II, III, aVF, V₆ に、ST 上昇をみ、冠動脈造影では RCA Seg 2. での完全閉塞、発症 3日目の ^{99m}Tc-PYP 心筋シンチグラムで左室後下壁、中隔および右室心尖部に一致して陽性描出をみとめた。心プールスキャンの LAO 平衡時像では右室心尖部から心室中隔にかけての hypo~akinesis をみとめ、さらに右室自由壁において広範な dyskinesis を示した (Fig. 1)。また Fourier 解析では位相像および振幅像にて左室心尖部から心室中隔、さらに右室心尖部にかけての著しい収縮遅延と振幅の右室自由壁における広範な低下をみとめ、その位相分布ヒストグラムでの右室 SD の大きいことなどより、右室梗塞の合併が確認された。

症例 7. Ka. T 79 歳 女

急性期における Swan-Ganz カテーテルによる圧データにて dip and plateau 所見を示し、心エコー図で右室壁の akinesis および右室腔の拡大をみとめ、両者より右室梗塞が疑われた症例である。

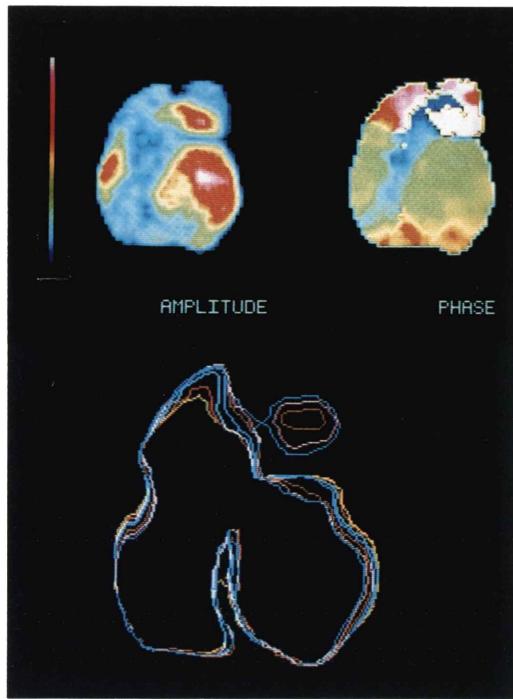


Fig. 1 Case 1:
The decreased amplitude and delayed phase are localized at the interventricular septum and apexes of the ventricles (LV & RV). A- or dyskinesis are shown on these areas by the wall motion analysis of the equilibrium study at LAO projection.

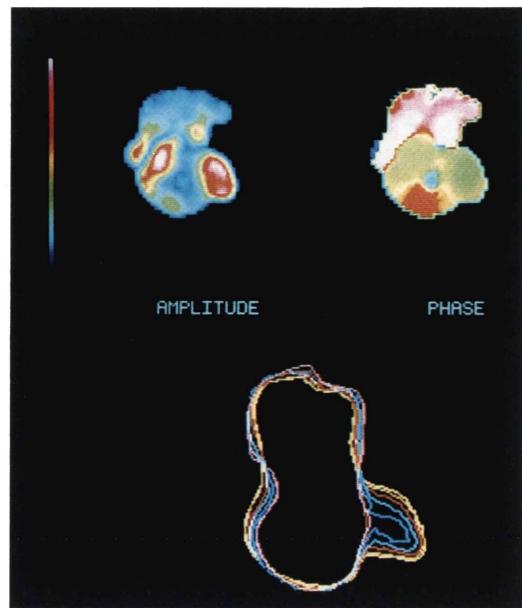


Fig. 2 Case 7:
Marked diffuse decreased amplitude and remarkably delayed phase are found at the enlarged free wall region of right ventricle, wall motion analysis shows dyskinesis on this region.

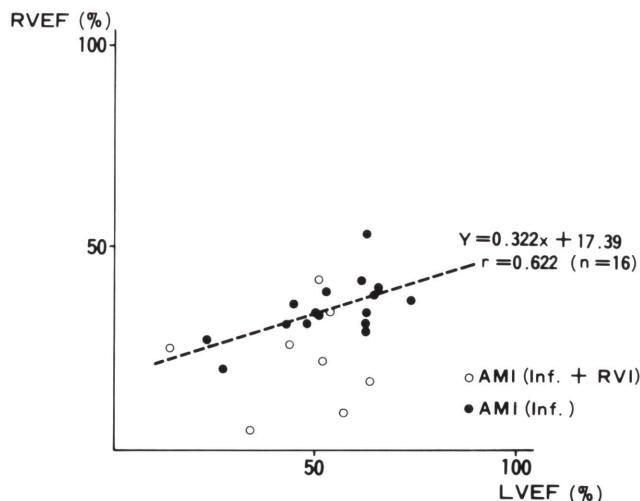


Fig. 3 Distribution of RVEF, LVEF in the 24 cases of acute myocardial infarction (AMI). (Inferior AMI with and without RV involvement)

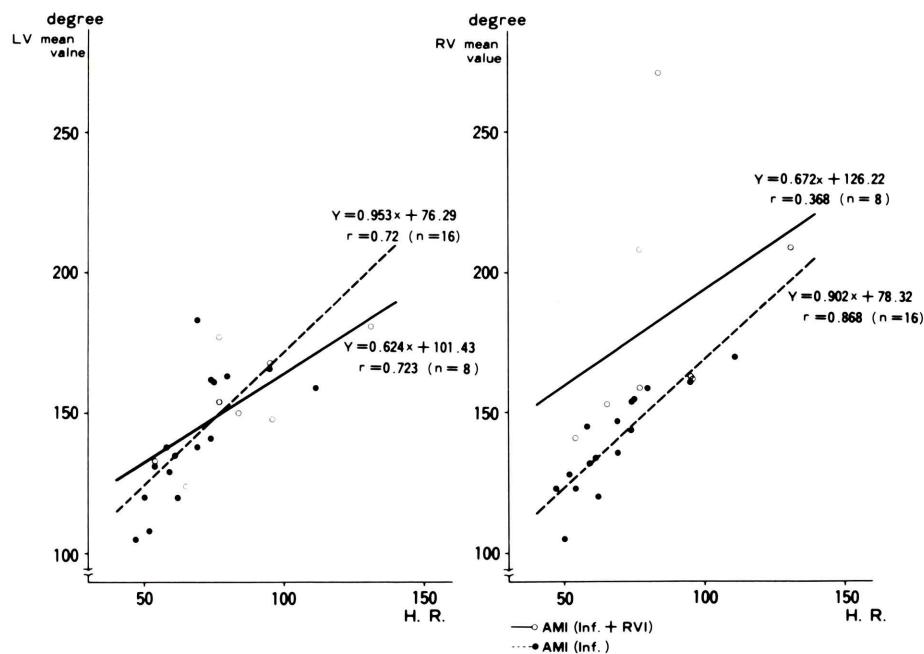


Fig. 4 Correlations between LV & RV mean value of phase histogram and heart rate of AMI (inferior AMI with and without RV involvement).

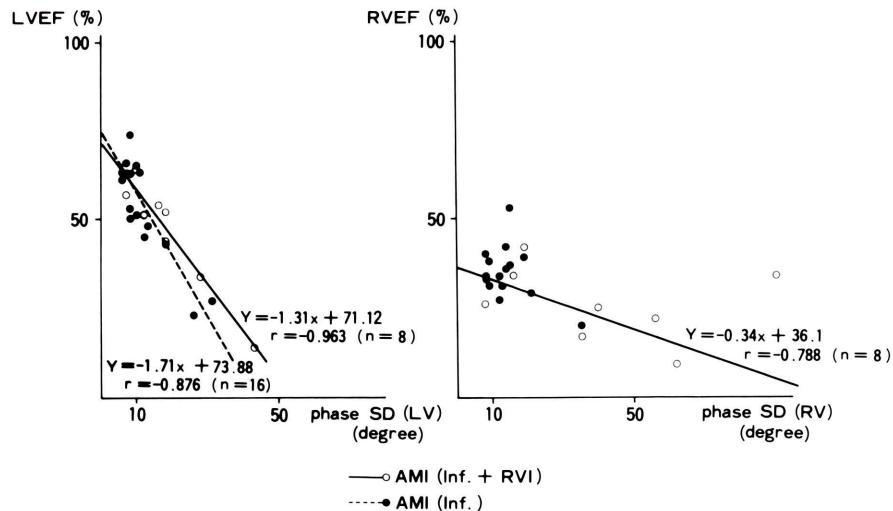


Fig. 5 Correlations between the LVEF & RVEF and SD of phase histogram within LV & RV in AMI (inferior AMI with and without RV involvement).

その心プール像の Fourier 解析では位相像にて右室自由壁における広範な収縮遅延と振幅像での同部の振幅の低下～欠損像をみ、さらにその心室壁運動解析で右室の中等度拡大と akinesis～dyskinesis の所見をみとめた (Fig. 2)。

右室梗塞合併例の心プール像を、局所壁運動の観察ならびに Fourier 解析の観点より、下・後壁梗塞のみの群 (16 症例) と比較検討すると、次のような特徴が挙げられる。

1) 兩心室の局所壁運動の観察では、右室梗塞合併例での右室自由壁における hypokinesis ないし dyskinesis と右室の拡大が特徴的であった。これら症例における RVEF, LVEF はそれぞれ 5～42% (平均 22.5%), 14～64% (平均 46.3%) と著しい RVEF の低下をみ、両者間には全く相関はみられなかった。それに対し下・後壁梗塞のみの群では RVEF, LVEF の平均がそれぞれ 34.7%, 53.7% と軽度の RVEF の低下をみるが、両者間には $r=+0.622$ の正相関がみられ、対照的であった (Fig. 3)。

2) 左右心室の位相分布ヒストグラムより算出される平均値 (mean value) と心拍数との関連を検討すると、右室梗塞合併例の左室内では下・後壁梗塞のみの群と同様比較的良い正相関を示すが、右室内ではその関係は成立せず、心拍数が正常範囲内にあっても収縮時相が著しく遅延する例をみた (Fig. 4)。

3) 心室収縮の synchrony の指標となる位相分布ヒストグラムの標準偏差 (LVSD, RVSD) と左右心室駆出分画 (LVEF, RVEF) の関連を検討すると、右室梗塞例では下・後壁梗塞のみの群と同様、左室領域内において強い負の相関をみ、また右室領域でも良い相関を示したのに対し、右室自由壁に心筋傷害が存在しない下・後壁梗塞のみの群では相関はみられなかった。 (Fig. 5)

4) 右室梗塞合併例では、左右心室間の収縮のズレ、mismatching の程度を表わす mean phase difference (LV-RV) が大部分の例で、負であって (平均 -38.9°)、左室収縮が先行する群に属し、かつ梗塞巣の存在する右室ヒストグラムの標準偏

差は有意に高値を示し、明らかに asynchrony の存在がみとめられた。

V. 考 察

最近、右室梗塞の診断は Swan-Ganz カテーテルのペットサイドへの導入、あるいは心エコーによるアプローチにより向上してきている。さらに非観血的でくり返し行い得る核医学的方法による検索を加えるとより精度高くなるので、 $^{99m}\text{Tc-PYP}$ を用いての急性期の右室梗塞部位の陽性描出、心プール、 ^{201}TI 心筋シンチグラフィによる検討が行われているが^{4～8)}、Fourier 解析法による評価の報告は二、三みられるにすぎない^{9,10)}。そこで著者らは各種検査法で右室梗塞と診断された 8 例に同法での検討を加え、その臨床的意義について考察した。

従来、RI 心プール法は心機能および形態とともに局所壁運動を観察できるため心筋梗塞例の分析に欠かせないとされてきた。さらにこれに Fourier 解析を導入すると、その振幅像より、壁運動異常が強くなるにつれてその部位の局所駆出分画が低下する様相が明瞭に描出され、心筋梗塞部位の局在診断に役立つといわれる。これを私どもの右室梗塞合併例でみると、RVEF の著明な低下、右室局所壁運動異常—asynergy—とともに梗塞部位での amplitude の著しい低下を評価できた。右室腔の拡大する右室負荷疾患、あるいは左室局所壁運動の影響などに起因する右室局所壁運動異常例との鑑別がこの方法で可能となり、より正確な右室梗塞の診断根拠になると考える。

また位相解析法により上述の壁運動の空間的異常とともにその時間的異常を評価できるので、その位相分布ヒストグラムより算出されるパラメータ、平均値 (mean value) と標準偏差 (SD) を用いて右室梗塞合併例と単なる下・後壁梗塞例との比較を行い、右室梗塞合併例としての特徴を明らかにした。すなわち、一心拍内での心室の収縮様相を表わす指標としての平均値と心拍数との関連を検討すると、心筋傷害の存在する下・後壁梗塞例においても健常例やペースメーカ例同様¹²⁾、良好

な相関をみとめ、心拍数の増加に伴い、心室の収縮が一心拍内で後方にずれるのに対し、右室梗塞合併では心拍数に関係なく心室収縮時相が著しく遅れる傾向にあり、梗塞巣自体が右室収縮様式に強く影響をおよぼすと考えられ、右室の構造上の特殊性が示唆された。

他方、心室収縮の *synchrony* の指標とみなされる標準偏差 (SD) と心ポンプ機能を表わす駆出分画との相関をみると、心筋梗塞の存在する左室領域では右室梗塞合併例、下・後壁梗塞例とも強い負の相関を示すが、後者の梗塞がみとめられない右室領域では全く相関はみられなかった。これまでの私どもの成績すなわち心筋に傷害をみとめない健常例や刺激伝導異常例の心室内では SD と駆出分画との間には全く相関はないが、心筋梗塞例ではその心筋傷傷のため両者間に強い負の相関がみられ、心室の *asynchronism* の程度がある程度心ポンプ機能を反映することが^{12~14)} これらの症例でも実証されたと考える。

VI. まとめ

下後壁梗塞に合併した右室梗塞 8 例を対象として、その RI マルチゲート心プール像に Fourier 解析法を試み、その診断的有用性について検討した。

1) 右室梗塞例では、左室に比し右室駆出分画の低下が著明であり、かつ右室の拡大と右室自由壁における著しい局所運動異常をみとめ、さらに Fourier 解析によって描出される振幅の低下～欠損にて梗塞部位の局在を明瞭に指摘できた。

2) Fourier 解析法により算出される位相分布ヒストグラムの平均値 (mean value) およびその標準偏差 (SD) をパラメータとして右室領域では mean value と心拍数との関連では心拍数に関係なく、一心拍内での収縮時相の著しい遅れを示す例がみられた。

また SD と RVEF の間に負の相関をみとめたことより、心室収縮様相に右室心筋傷害が強く影響を及ぼし、右室領域においても asynchronism の程度と心室ポンプ機能とが逆相関するこが示唆された。

以上より、RI マルチゲート心プールスキャンに Fourier 解析法を適用することは、右室梗塞の診断にきわめて有用であると結論される。

本論文の要旨は第 23 回日本核医学会総会(於、高槻)にて発表された。

文 献

- 1) Cohn JN: Right ventricular infarction. Am J Cardiol **43**: 666~668, 1979
- 2) Dorell B, Gold HK, Pohost GM, et al: Right ventricular infarction, clinical feature, emphasizing its resemblance to cardiac tamponade. Am J Cardiol **41**: 409, 1978
- 3) Raabe DS Jr, Chester AC: Right ventricular infarction. Chest **73**: 96~99, 1978
- 4) Sharpe DN, Botvinick EH, Shames DM, et al: The noninvasive diagnosis of right ventricular infarction. Circulation **57**: 483~490, 1978
- 5) Wackers FJT, Lie KT, Sokole EB, et al: Prevalence of right ventricular involvement in inferior wall infarction assessed with myocardial imaging with thallium-201 and technetium 99m pyrophosphate. Am J Cardiol **42**: 358~362, 1978
- 6) Reduto LA, Berger HJ, Cohen LS, et al: Sequential radionuclide assessment of left and right ventricular performance after acute transmural myocardial infarction. Am Intern Med **89**: 441~447, 1978
- 7) Marmor A, Geltman EM, Biello DR, et al: Functional response of the right ventricle to myocardial infarction: Dependence on the site of left ventricular infarction. Circulation **64**: 1005~1011, 1981
- 8) 西村恒彦、植原敏勇、林田孝平、他：右室梗塞の核医学的診断に関する研究——心 RI アンギオ、心筋シンチの併用による——核医学 **19**: 745~755, 1982
- 9) 近藤 武、桜井 充、桐山卓三、他：右室梗塞における心プールシンチグラフィの検討、第 6 回ニュータウンカンファレンス心臓核医学抄録集 **49~52**, 1982
- 10) 田淵博己、村田 啓、外山比南子：心筋梗塞症における右室機能の検討、第 6 回ニュータウンカンファレンス心臓核医学抄録集 **53~56**, 1982
- 11) Goris ML, McKillop JH, Briandet PA: A fully automated determination of the left ventricular region of interest in nuclear angiography. Cardiovasc Interv Radiol **4**: 117~123, 1981
- 12) 高橋恒男、桂川茂彦、阿部知博、他：位相解析法による心興奮伝導異常例の検討、核医学 **20**: 815~822, 1983
- 13) 高橋恒男、桂川茂彦、柳澤 融：位相解析法による

- 各種心疾患のマルチゲート像の評価. 核医学 **19**:
239-244, 1982
- 14) T. Takahashi, S. Katsuragawa, T. Yanagisawa,

et al: Evaluation of the cardiac functional imaging of various heart disease using phase analysis. Nuclear Medicine and Biology p 2373-2376, 1983

Summary

Evaluation of Right Ventricular Infarction Using Fourier Analysis

Tsuneo TAKAHASHI*, Shigehiko KATSURAGAWA*, Chihiro ABE*,
Toru YANAGISAWA*, Kenji NAKAI**, Kazuo MATSUSHITA**,
Akiyoshi KAWAMURA** and Masataka KATO**

*Department of Radiology, **The Second Department of Internal Medicine,
School of Medicine, Iwate Medical University

Eight cases of right ventricular infarction were studied, compared with 16 cases of infero-posterior myocardial infarction without RV infarction, using Fourier analysis of biventricular radionuclide gated imaging.

The characteristic findings of right ventricular infarction were as follows:

1) RVEF was decreased significantly and the right ventricular wall motion showed a- or dyskinesis and indicated an abnormal contraction sequence in the amplitude scan.

2) By phase analysis for identifying RV wall motion abnormalities, an inverse relationship between RVEF and SD of RV phase histogram was observed. The mean value of RV phase was not correlated with heart rate.

In conclusion, Fourier analysis of radionuclide ventriculography may improve the diagnostic sensitivity of right ventricular infarction.

Key words: Right ventricular infarction, RVEF, Right ventricular wall motion, Fourier analysis.