

《原 著》

心プール・シンチグラフィを用いた心筋梗塞症
における両心機能の評価

— 駆出分画, 容積, 位相差の算出を用いて —

西村 恒彦* 植原 敏勇* 林田 孝平* 大嶺 広海*
小塚 隆弘*

要旨 心プールシンチグラフィを用いて, 両心室における駆出分画, 容積に加え, 位相, 振幅イメージを作成, 心筋梗塞症例における梗塞部位, 拡がり, 両心機能について検討した. 対象は心筋梗塞60例(前壁35例, 下壁17例, 右室8例)および正常10例である. 正常例に比し, LVEFは前壁梗塞群で有意に低下, また, RVEFは右室梗塞群で有意に低下した, 左右心室容積と1回拍出量の関係を左室, 右室における心機能曲線として表現すると, 前著では前壁梗塞群で, 後著では右室梗塞群で曲線上では右下方に位置した. また梗塞部位では振幅の減少, 位相の遅れおよび位相ヒストグラムで標準偏差の増大を両心室の傷害の程度に応じ認めた. また, 両心室の cross talk 現象は, 両心室の傷害を有する右室梗塞以外, 認められることは少ない. これは, 肺野が左心と右心間の緩衝系となるために, 肺動脈圧の上昇をきたすような著明な心不全の合併がないかぎり, cross talk 現象は, 心筋梗塞症において前面に表われる現象でないことが示唆された. このように, 心プールシンチグラフィは非観血的に両心機能の定量的評価に役立つことが証明された.

I. 緒 言

心プールシンチグラフィは, 非観血的に両心機能, 局所壁運動を評価する方法として優れている¹⁾. 著者らの施設でも, 本法を用いた両心室の駆出分画, 容積, 局所壁運動の評価方法についてすでに報告してきた²⁻⁶⁾. さらに, 近年, Adamsら⁷⁾により開発された位相解析を応用することにより両心室の局所壁運動の定量的評価も可能となってきた.

そこで, 心筋梗塞症例を対象として, これらの各種パラメータを用い, 両心室の傷害部位, 拡がりの両心機能に及ぼす影響について検討した. とりわけ, 位相解析を併用し, 両心機能の定量的評

価を行ったので報告する.

II. 対 象

対象は本院 CCU に入院した患者にて, 心筋梗塞発症後2週間から2か月以内に心プールシンチグラフィを施行した心筋梗塞60症例(平均56歳)および正常10症例(平均52歳)である. 心筋梗塞症例はすべて, 初回梗塞であり, 重症肺疾患, 弁膜, 先天性心疾患などを合併するものは除外した. 全症例にて左室造影, 冠動脈造影を施行, その診断は, 心電図, 血清酵素, 心エコー図, 心筋シンチグラフィなどにより確認した. 心筋梗塞症例の内訳は, 前側壁梗塞35例, 下後壁梗塞17例および右室梗塞8例である. なお, 右室梗塞症例は, 全例, 下後壁梗塞に合併したものである.

III. 方 法

装置は, シンチカメラ (Ohio-Nuclear Σ 410 S 型) とオンラインで接続したミニコンピュータ

* 国立循環器病センター放診部

受付: 59年4月19日

最終稿受付: 59年6月28日

別刷請求先: 吹田市藤白台5-7-1 (☎565)

国立循環器病センター

西村 恒彦

(PDP 11/60, 128 kw) を用いた。

^{99m}Tc -赤血球標識は、テクネピロリン酸キット(第1ラジオアイソトープ製)を用いて行った⁸⁾。本キットを生食水で溶解し、その半量(スズ含量 20 mg)を、RI インターミitttent翼状針にて注入する。次いで、30分後に、接続した RI アンジオセットに $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 15~20 mCi / 0.7~0.8 ml を注入、20 ml の生食水でフラッシュすることによりファーストパス法を行った。次いで、平衡時に、左前斜位 40° にてマルチゲート法を行った。

(1) 両心室の駆出分画の算出

ファーストパス法による右室駆出分画 (RVEF) は、すでに報告したように³⁾、1 秒間に 20 フレーム、20 秒間、右前斜位 30° にてデータ収集を行い、得られた右室の時系列曲線にて、3~4 心拍の平均値として算出した。

マルチゲート法による左室駆出分画 (LVEF) は、すでに報告したように²⁾、平衡時相にて左前斜位 40° にて R-R 間隔を 20 等分、2,000 k カウント (1 フレーム当たり 100 k カウント) データを収集、得られた左室容積曲線より算出した。EF = (EDC - ESC) / (EDC - BG) として求めた。ここで、EDC、

ESC, BG は、それぞれ、拡張末期、収縮末期容積およびバックグラウンドのカウント数である。

(2) 両心室の容積の算出

左室容積の算出は、すでに報告したように⁴⁾、マルチゲート法にて、体表面積、心拍数、投与量などの attenuation factor を補正、カウント法により求めた。絶対量としての左室容積は、色素希釈法との併用により求めた回帰式から算出した⁴⁾。次いで、両心室の駆出分画 (LVEF, RVEF) と左室容積から、両心室における心拍出量を一定と仮定して、右室容積を $\text{LVEF} \times \text{LVEDV} / \text{RVEF}$ として算出した。なお、両心室の容積は、ここでは、左室および右室拡張末期容積 (LVEDV), (RVEDV) を表現している。なお、全症例にて弁膜逆流のないことを左室造影法にて確認している。

(3) 両心室の位相差の算出

心拍同期心プルスキャンにて得られた心プーリイメージにて各 pixel ごとの局所心室容積曲線が周期関数の和としてみなせることから、フーリエ級数で近似することにより位相、振幅イメージを求めることができる⁷⁾。本報告では、既存のソフトウェア (島津製作所製シンチパック 1200 内

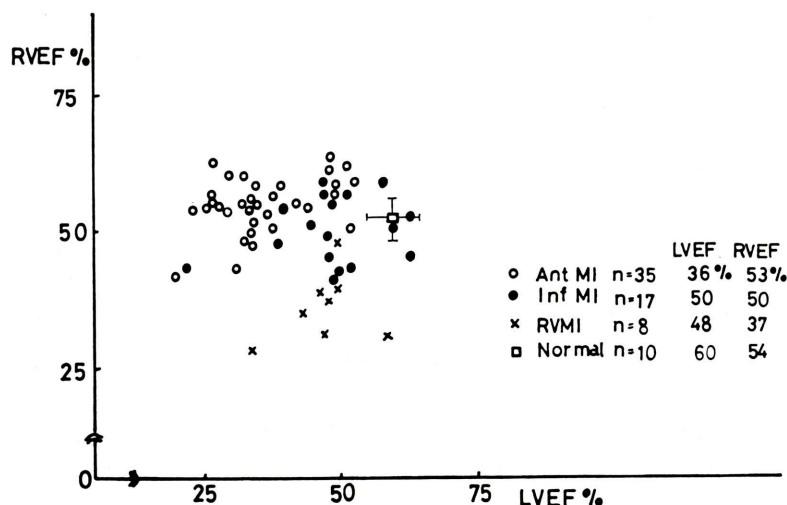


Fig. 1 Relation between mean right and left ventricular ejection fraction (RVEF and LVEF) in the case of myocardial infarction. Normal LVEF and RVEF (Mean \pm SD) are also shown. Ant MI, inf MI, RVMI = anterior, inferior, right ventricular myocardial infarction.

臓)を用いて、位相、振幅イメージおよび、左右両心室の位相ヒストグラムから、位相平均値、標準偏差を算出した⁹⁾。

IV. 結 果

(1) 両心室における駆出分画 (LVEF, RVEF)

正常例および心筋梗塞症例における LVEF, RVEF の分布を Fig. 1 に示す。正常値(平均±標準偏差)は LVEF $60 \pm 7\%$, RVEF $54 \pm 4\%$ である。

前壁梗塞では LVEF $36 \pm 14\%$, RVEF $53 \pm 5\%$ と LVEF の有意の低下を認める。下壁梗塞群では LVEF $60 \pm 8\%$, RVEF $54 \pm 4\%$ と両心室の駆出分画は軽度低下を示す。また、右室梗塞群では LVEF $48 \pm 6\%$, RVEF $37 \pm 5\%$ と RVEF の有意の低下を認める。

(2) 両心室における拡張末期容積 (LVEDV, RVEDV)

左室拡張末期容積 (LVEDV) と 1 回心拍出量

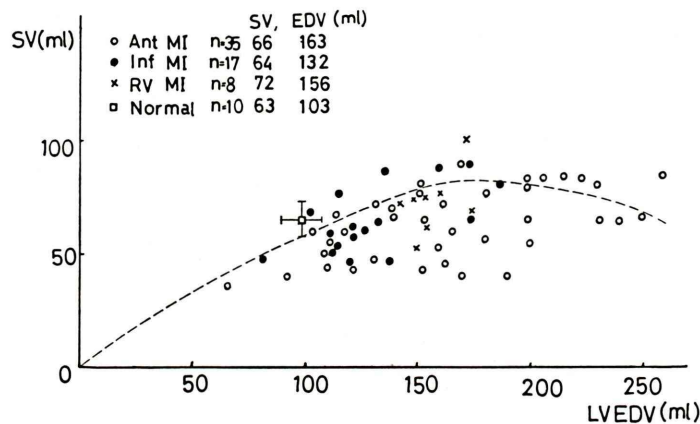


Fig. 2 Relation between mean stroke volume (SV) and left ventricular end-diastolic volume (LVEDV) in the case of myocardial infarction. Normal LVEDV (Mean \pm SD) is also shown. Dotted line indicates left ventricular function curve.

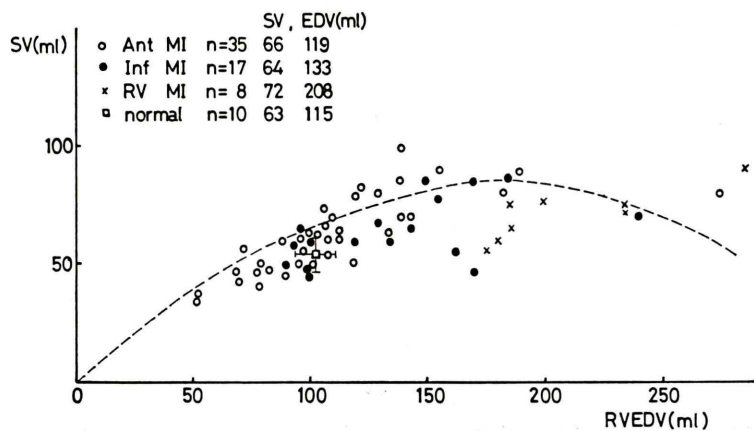


Fig. 3 Relation between mean stroke volume (SV) and right ventricular end-diastolic volume (RVEDV) in the case of myocardial infarction. Normal RVEDV (Mean \pm SD) is also shown. Dotted line indicates right ventricular function curve.

(SV) の関連を Fig. 2 に示す. 正常値(平均±標準偏差), LVEDV 103 ± 16 ml, SV 63 ± 8 ml に比し, 前壁梗塞群では LVEDV 163 ± 47 ml, SV 66 ± 10 ml, 下壁梗塞群では LVEDV 132 ± 30 ml, SV 64 ± 12 ml, 右室梗塞群では, LVEDV 156 ± 10 ml, SV 72 ± 20 ml であった. 下壁, 右室, 前壁梗塞群になるに従い, LVEDV の増加が著明であった. 次に, 右室拡張末期容積(RVEDV)と1回心拍出量(SV)の関連を Fig. 3 に示す. 正常値(平均±標準偏差), RVEDV 115 ± 12 ml, 63 ± 7 ml に比し, 前壁梗塞群では RVEDV 119 ± 29 ml, SV 66 ± 14 ml, 下壁梗塞群では RVEDV 133 ± 32 ml, SV 64 ± 15 ml, 右室梗塞群では, RVEDV 208 ± 33 ml, SV 72 ± 12 ml であった. 前壁, 下壁, 右室梗塞群になるに従い, RVEDV の増加が著明であった.

(3) 両心室における位相, 振幅解析

正常例における位相, 振幅イメージを Fig. 4a に示す. 両心室における位相, 振幅イメージでは

局所的な位相の遅れおよび振幅の減少は認めない. 位相ヒストグラムでは, 位相分布の幅が狭く, 標準偏差(SD)は小さい. したがって両心室内においてほぼ均等に収縮していることが示される. 前壁梗塞症例における位相, 振幅イメージを Fig. 4b に示す. 正常例に比し, 位相, 振幅イメージでは, 前壁部位の位相の遅れ, 振幅の減少を認める. しかも, 右室に比し, 左室の位相の遅れがあり, 位相ヒストグラムにおける位相分布の幅が広く, かつ SD も大きい. 下壁梗塞症例における位相, 振幅イメージを Fig. 5a に示す. 下壁部位における位相の遅れ, 振幅の減少を軽度認める. 両心室の位相の遅れは軽度で, 位相ヒストグラムにおける位相分布の幅は広くなく, かつ SD も小さい. 右室梗塞症例における位相, 振幅イメージを Fig. 5b に示す. 左室の下後壁部位に加え, 右室中隔, 心尖部においても位相の遅れ, 振幅の減少を認める. また, 位相ヒストグラムでは, 両心

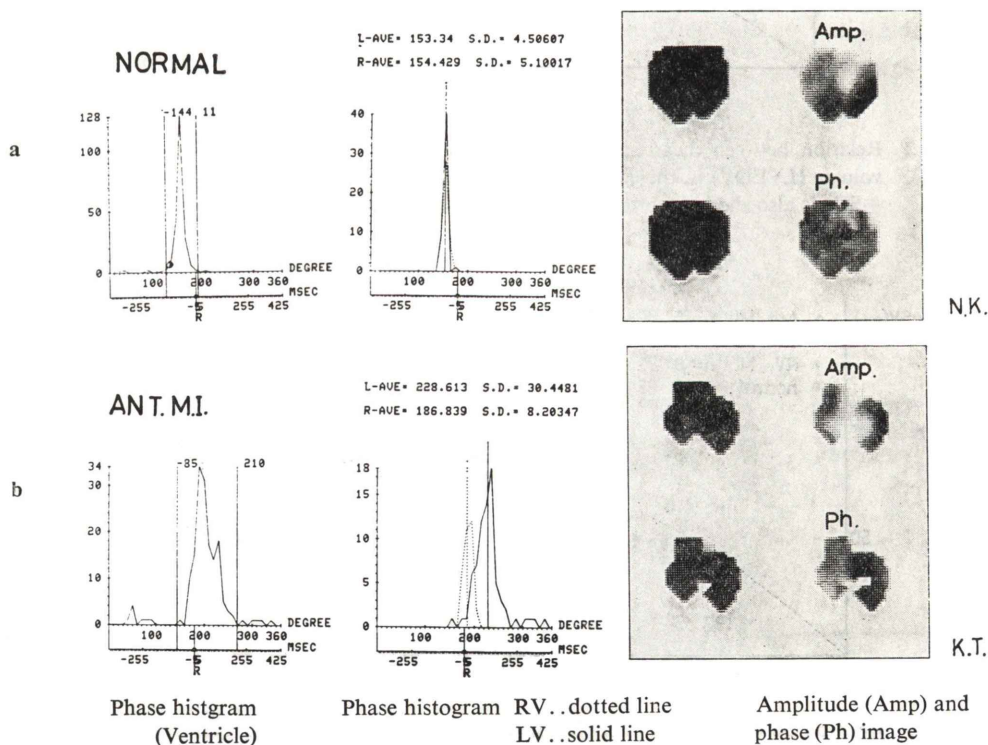


Fig. 4a Phase and amplitude image of normal cases.

4b Phase and amplitude image of anterior myocardial infarction.

室における位相分布の幅が広く、かつ SD も大きい。

正常例および心筋梗塞症例各群における、位相

角および位相ヒストグラム of SD を Fig. 6 に示す。正常例に比し前壁梗塞群では、左室の位相の遅れが、また、右室梗塞群では右室の位相の遅れ

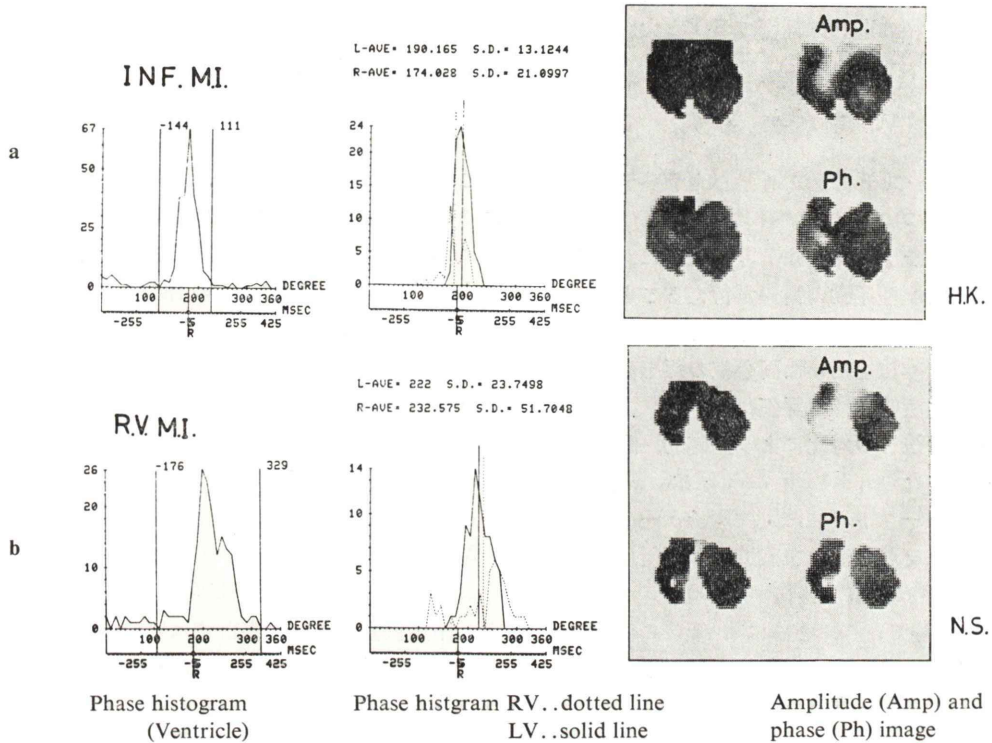


Fig. 5a Phase and amplitude image of inferior myocardial infarction.

5b Phase and amplitude image of right ventricular myocardial infarction.

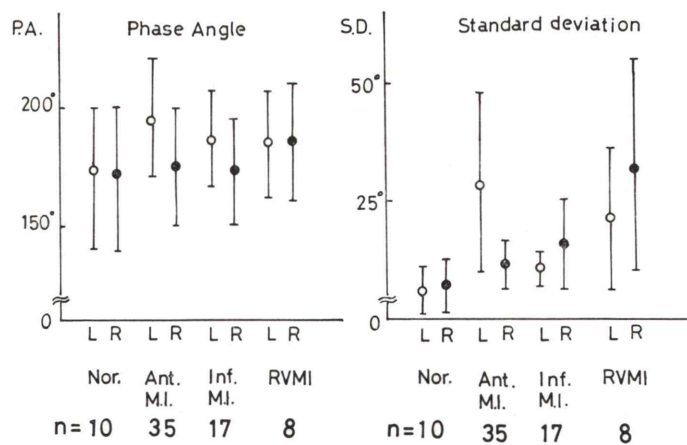


Fig. 6 Mean right and left ventricular phase angle (PA) and standard deviation (SD) in the case of myocardial infarction.

が著しい。また、正常例では、位相ヒストグラムの SD は 10° 以内であるが、前壁梗塞群では左室の SD が大きく、また、右室梗塞群では左室に加え、右室の SD が大きい。下壁梗塞症例では両心室における位相の遅れは軽度で SD も大きくなかった。

V. 考 案

1) 心プールシンチグラフィと心カテーテル法との対比について

心プールシンチグラフィは、非観血的に、両心機能の計測、局所壁運動の観察が行えることから、虚血性心疾患を中心として汎用されている¹⁾。著者らの施設でも本法を用いた両心室の駆出分画、容積の算出、局所壁運動の評価について、主として心カテーテル法との対比により基礎的、臨床的検討を行ってきた²⁻⁶⁾。RVEF, LVEF は、既報^{2,3)}のごとく、ファーストパス法、マルチゲート法により算出、それぞれ右室、左室造影法と対比したところ、 $r=0.77$ ($n=11$ 症例)、 $r=0.90$ ($n=50$ 症例) の相関を得ている。とくに RVEF の算出はマルチゲート法では、大動脈起始部領域と右室流出路領域、また右房と右室の境界が困難なことが多いため¹⁰⁾、ファーストパス法を用いている。左室容積も既報⁴⁾のごとく、マルチゲート法を用い、体表面積、心拍数、投与量などの attenuation factor を補正、いわゆるカウント法にて算出、左室造影法によるそれと $r=0.88$ ($n=30$ 症例) の相関を得ている。したがって、これらの指標は非観血的に心 RI アンギオグラフィから精度高く算出でき、しかもこれらの正常値は従来の心カテーテル法で求めたそれと対比しても妥当な数値であった。また右室容積に関しては、一応、僧帽弁逆流のない症例で、しかも、1 回拍出量が左右心室で同じと仮定して $RVEDV=LVEF \times LVEDV/RVEF$ として算出した。右室は左室のそれに比し、複雑な形態を有するため、RI 法、心カテーテル法ともに右室容積の算出には多くの仮定を伴うため、その算出は困難であるが^{11,12)}、今回は便宜的に上記の方法にて算出した数値を用いた。次

いで、両心室の駆出分画、容積に加え、各画素との容積曲線からフーリエ近似により両心室の局所の位相、振幅をイメージとして表現する、functional image を用いて、局所壁運動の定量的評価を行った。また位相ヒストグラムから、位相角度および標準偏差 (SD) を算出した。位相、振幅イメージについてはすでに臨床的応用から、心時相の synchrony の有無および梗塞部位の検出に有用なことが認められている¹³⁾。Pavel ら¹⁴⁾ は本法による局所壁運動異常の検出率は sensitivity 83%, specificity 94% と報告している。また、位相ヒストグラムにおける位相角の標準偏差も LVEF とよく相関することが示されている¹⁵⁾。

そこで、著者らは、1 回の静脈注射で行える心プールシンチグラフィを用いて心筋梗塞 60 症例を対象に、前壁、下壁、右室梗塞群に分け、両心室の心機能、駆出分画、容積、局所壁運動の定量的評価を行ったわけである。

2) 心筋梗塞症例における両心機能について

LVEF は前壁梗塞群では平均 36% と低下を示すが、下壁梗塞、右室梗塞群では平均 50%、48% と軽度低下を示すのみであった。一方、RVEF は前壁梗塞群では、正常値を示したが、下壁梗塞群では軽度低下、右室梗塞群では平均 37% と著明な低下を示した。したがって、前壁梗塞群では右心機能は保たれているが下壁梗塞群では、特に右室梗塞合併群にて右心機能は低下していた¹⁶⁾。

左心室容積 (LVEDV) と 1 回心拍出量 (SV) との関連を左室における心機能曲線と表現してみると下壁、右室、前壁梗塞群になるに従い、左心室機能曲線¹⁷⁾ は右方、次いで下方へ移動した。特に、前壁梗塞では LVEDV の増加、SV の減少を認め症例により LVEDV 200 ml/以上では、いわゆる starling の法則の下行脚に相当するものが出現、心不全との関連を示唆した。同様に、右心室容積 (RVEDV) と SV の関連を右室における心機能曲線と表現してみると、左心室機能曲線のそれに類似し、下壁、右室、前壁梗塞群になるに従い、右方、次いで下方に右心室機能曲線は移動した。

位相、振幅イメージでは、いずれの梗塞におい

でも梗塞部位で位相の遅れ、振幅の減少が認められた。したがって、位相ヒストグラムでは、位相角度およびその標準偏差は、梗塞が大きいほど大であることが示される。特に、右室梗塞では右室梗塞部位における位相の遅れ、振幅の減少を認めた。

しかも、左室における位相ヒストグラムから求めた SD は LVEF と有意の逆相関を示すことが報告されており¹⁵⁾、LVEF の低下症例にて SD は大きかった。したがって、位相、振幅イメージにより、両心室の心機能、壁運動異常と併せた情報を定量的に評価できる。

3) 両心室における cross talk について

従来より、両心室の cross talk 現象、すなわち、右室傷害の左心機能、また、左室傷害の右心機能に及ぼす影響については、実験的、あるいは、臨床的に検討されてきた¹⁸⁾。cross talk については両心室の傷害に加え、心膜あるいは、心房、大動脈などの影響も考慮する必要はあるが、本報告では両心室の干渉のみについて核医学的手法を用いて検討した。

左心の右心に及ぼす影響については、特に心筋梗塞では左心不全により生じる肺静脈高血圧が肺高血圧症を生じ、右室の後負荷の増加、次いで右心不全を生じるとされる¹⁸⁾。実際に、著者らの症例でも RVEF が正常値以下に低下したのは LVEF 30% 以下の 22 症例のうち 3 症例のみであった。すなわち、安静時では、肺野が右心と左心の間の緩衝系となるため、左心の右心への影響、すなわち cross talk は、著明な心不全や、左室拡張末期圧の著明な上昇を伴わないかぎりないと考えられる。しかし、運動負荷時では、虚血心において心プールのスキニングについて、肺/心比 (pulmonary blood volume ratio) が三枝病変では増加することが、R.Okada ら¹⁹⁾により指摘されている。また、この右室後負荷の上昇は、RVEF の低下を伴うことが示されている²⁰⁾。

さらに、弁膜疾患では、右室負荷を有する僧帽弁狭窄、閉鎖不全症にて RVEF は主肺動脈圧と $r=0.77$ の相関で比例するが、左心機能は保たれ

ている²¹⁾。

一方、右室梗塞に関しては、今回の症例では全例に下後壁梗塞を合併しているため、両心室の心筋傷害により両心機能の低下が発現される。したがって、LVEF, RVEF の低下が右室梗塞群で認められることになる²²⁾。

次に、右心の左心に及ぼす影響であるが肺性心などで時として左室肥大をもたらすことが指摘されている¹⁸⁾。しかし、心筋梗塞症例において右室梗塞以外の検討は少ない。右室梗塞については、前述したように両心室の傷害による両心機能の低下が認められる。

したがって、安静時では、両心室の cross talk 現象は、心筋梗塞症例において、肺野の緩衝系の存在のため、臨床的にそれほど、前面に表われる現象ではないと考えられる。しいていえば、重篤な左心不全で肺高血圧を伴う時などに認められる²³⁾。また、右室梗塞における両心機能の低下は、両心室の傷害に基づくものと理解される。いずれにしても、心筋梗塞症例において心プールシンチグラフィから、非観血的に両心機能の定量的評価が行えることが示された。さらに、各種心疾患における両心機能の把握、とくに先天性心疾患、弁膜疾患における手術前後の両心機能の評価に有用となるであろう。

VI. 結 論

① 心筋梗塞 60 症例 (前壁梗塞 35 例、下壁梗塞 17 例、右室梗塞 8 例) および正常 10 例を対象として心プールシンチグラフィを施行、両心室の駆出分画、容積および位相、振幅イメージを求め、非観血的に両心機能の評価を行った。

② LVEF は前壁梗塞では平均 36% と低下を、一方、RVEF は右室梗塞群にて平均 37% と低下を示した。また、左室および右室容積 (LVEDV, RVEDV) は、前壁梗塞および右室梗塞群にて増加した。位相、振幅イメージでは、梗塞部位で位相の遅れ、振幅の減少をその程度に応じ認めた。したがって、両心室の心機能、壁運動異常を併せた情報を定量的に評価できた。

③ 右室の左室へ、また、左室の右室への影響、いわゆる cross talk 現象について考察した結果、安静時では肺野が右心系と左心系の間の緩衝系となるため、著明な心不全で肺動脈圧の上昇を伴わないかぎり、cross talk 現象はほとんど臨床的には前面にあらわれないと理解された。したがって、右室梗塞における両心機能の低下は、両心室の心筋傷害に起因すると考えられる。

④ 本法は、単に 1 回の静脈注射で心形態のみならず両心機能を定量的に把握できるため、今後、虚血心のみならず、弁膜疾患、先天性心疾患における手術前後の評価に有用であろう。

文 献

- 1) Strauss HW, Zaret BL, Hurley P, et al: A scintigraphic method for measuring left ventricular ejection fraction in man without cardiac catheterization. *Am J Cardiol* **28**: 575-580, 1971
- 2) 西村恒彦, 香川雅昭, 今井行雄, 他: 心 RI アンギオグラフィによる左室駆出分画の精度に関する検討 (II)——MUGA 法について——. *核医学* **17**: 269-276, 1980
- 3) 植原敏男, 西村恒彦, 内藤博昭, 他: 心 RI アンギオグラフィによる右室駆出分画の検討——第 1 報 RVEF の算出および急速流入効果について——. *核医学* **18**: 917-927, 1981
- 4) 林田孝平, 西村恒彦, 植原敏男, 他: in vivo ^{99m}Tc -赤血球標識を用いた心拍同期心プールスキャンによる左室容積の解析. *核医学* **19**: 943-950, 1982
- 5) 西村恒彦, 植原敏男, 林田孝平, 他: 心 RI アンギオグラフィによる、心筋梗塞症例における局所運動の評価. *核医学* **17**: 929-938, 1980
- 6) 西村恒彦, 植原敏男, 林田孝平, 他: 心 RI シンチグラフィによる右室局所壁運動の評価. *核医学* **18**: 427-439, 1981
- 7) Adam WE, Tarkowska A, Bitter F: Equilibrium (gated) radionuclide ventriculography. *Cardio-vasc Radiol* **2**: 161-173, 1979
- 8) 林田孝平, 西村恒彦, 植原敏男, 他: in vivo ^{99m}Tc -赤血球標識による RI アンギオグラフィの評価. *核医学* **18**: 495-501, 1981
- 9) 西村恒彦: 右室駆出分画 (RVEF); 心臓核医学の臨床, 第 1 版. 永井書店, 大阪, 1983, pp. 269-274
- 10) 西村恒彦, 植原敏男, 林田孝平, 他: ^{81m}Kr による右房, 右心機能の評価. *心臓* **14**: 1305-1313, 1982
- 11) Boak JC, Bore AA, Kreulen T, et al: A geometric basis for calculation of right ventricular volume in man. *Catheterization and cardiovascular diagnosis* **3**: 217-230, 1977
- 12) Berger HJ, Matthay RA, Marschall RC, et al: Assessment of cardiac performance with quantitative angiocardiology: Right ventricular ejection fraction with reference to findings in COPD. *Am J Cardiol* **41**: 897-905, 1978
- 13) Links JM, Douglass KH, Wagner NH: Patterns of ventricular emptying by Fourier analysis of gated blood pool studies. *J Nucl Med* **21**: 978-982, 1980
- 14) Pavel PG, Byrom E, Lam W, et al: Detection and quantification of regional wall motion abnormalities using phase analysis of equilibrium gated cardiac studies. *Clin Nucl Med* **8**: 315-321, 1983
- 15) 玉木長良, 向井孝夫, 石井 靖, 他: Phase analysis による左室局所壁運動の定量的評価——位相分布ヒストグラムによる検討——. *核医学* **18**: 1241-1248, 1981
- 16) 西村恒彦, 植原敏男, 林田孝平, 他: 核医学的方法による心筋梗塞症例における梗塞部位、拡がり、両心機能に関する研究. *脈管学* **22**: 135-139, 1982
- 17) 飯塚昌彦: 心行動態指標, 内科セミナー CV₂ (うっ血性心不全), 第 1 版. 永井書店, 大阪, 1978, pp. 149-172
- 18) 中村芳郎: 右心不全と左心不全, 内科セミナー CV₂ (うっ血性心不全), 第 1 版. 永井書店, 大阪, 1978, pp. 47-61
- 19) Okada RD, Pohost GM, Kirshenbaum HD, et al: Radionuclide-determined change in pulmonary blood volume with exercise; improved sensitivity multigated blood pool scanning in detecting coronary artery disease. *New Eng J Med* **301**: 569-576, 1979
- 20) Brown KA, Okada RD, Boucher CA, et al: Influence of Right coronary artery disease and exercise-induced changes in right ventricular afterload on RVEF. *Circulation* **66**: (abst) II-270, 1982
- 21) 植原敏男, 西村恒彦, 林田孝平, 他: 右心機能に影響を及ぼす左心機能に関する考察——弁膜症を中心として——. *核医学* **20**: 937, 1983
- 22) 西村恒彦, 植原敏男, 林田孝平, 他: 右室梗塞の核医学的診断に関する研究. *核医学* **19**: 745-755, 1982
- 23) 西村恒彦, 林田孝平, 植原敏男, 他: うっ血性心不全における右室駆出分画 (RVEF) の臨床的意義. 日循地方会発表, 1984 年 6 月 (尼崎)

Summary

Evaluation of Right and Left Ventricular Function in the Patients with Myocardial Infarction Using Quantitative Radionuclide Cardioangiography: Analysis by Ejection Fraction, Ventricular Volume and Functional Image

Tsunehiko NISHIMURA, Toshiisa UEHARA, Kohei HAYASHIDA,
Hiromi OHMINE and Takahiro KOZUKA

Department of Radiology, National Cardiovascular Center, Suita, Osaka

We evaluated right and left ventricular function in the case of myocardial infarction (MI) by radionuclide cardioangiography. The right and left ventricular ejection fraction (RVEF, LVEF) and ventricular volume (RVEDV, LVEDV) were calculated. And, phase and amplitude images were also obtained from gated blood pool scan. There were 60 cases of MI (35 anterior MI, 17 inferior MI and 8 right ventricular MI) and 10 normal cases. The LVEF was depressed in anterior MI ($36 \pm 14\%$) and RVEF was depressed in right ventricular MI ($37 \pm 5\%$). In addition, LVEDV was increased in anterior MI (163 ± 47 ml) and RVEDV increased in right ventricular MI (208 ± 33 ml), respectively. The amplitude of infarcted

area was decreased. And the phase angle of LV was delayed in anterior MI and that of RV was delayed in right ventricular MI. Therefore, in the case of right ventricular MI, the depression of LVEF and RVEF was caused by the biventricular myocardial damage. And the cross talk phenomenon of biventricle was rarely observed, since the lung acts as the buffer between RV and LV. In conclusion, these noninvasive, methods provide useful information on the biventricular function in the case of myocardial infarction.

Key words: Right ventricular ejection fraction (RVEF), Left ventricular ejection fraction (LVEF), Ventricular volume, Phase and amplitude analysis, Myocardial infarction.