

## 《原 著》

# 平衡時心プールシンチグラフィーによる 心房細動例の心機能評価

——左室充満・機能曲線による解析——

稲垣 末次\*      足立 晴彦\*      望月 茂\*\*      杉原 洋樹\*  
中川 博昭\*      窪田 靖志\*      仁木偉瑳夫\*\*      勝目 紘\*  
伊地知浜夫\*      小池 潔\*\*\*

**要旨** 各種心疾患に基づく心房細動患者 18 例を対象に心プール法を施行し、リストモード収集したデータから先行 R-R 間隔 (PRR) 別に分類したマルチゲート像を編集し、1) EF, TES, PER, TPER などの心機能指標に及ぼす PRR の影響、2) 一括加算する従来法で得られる指標の意義を検討するとともに、3) 左室充満曲線および、4) 左室機能曲線を作成し、その解析による心機能評価を行った。PRR 延長とともに EF, TES, PER は増加し、従来法はそれらの平均値とほぼ一致した。僧帽弁狭窄症や収縮性心外膜炎で左室充満障害を示す所見が得られた。左室機能曲線は対照群の Lone Af で左上方に位置したのに対し、心不全群では右下方に位置し、治療後は左上方へ移動した。またその傾きは旧 NYHA 心機能分類の重症群ほど低値をとった。本法は心房細動例における左室機能評価を可能とし、これまで対象外とされていた心プール法適用の意義を明らかにした。

## I. はじめに

平衡時心電図同期心プールシンチグラフィー (以下、心プール法) は、心機能評価の有用な手段であるが、ガンマカメラを用いた測定システムの計数効率は低いため、一心周期の心室容量変化をカウント数で測定するには、心電図 R 波に同期し数百心拍を加算して統計精度を高める必要がある。心房細動 (Af) では心周期 (R-R 間隔) が不整であり、その心動態は心拍ごとに変動する前負荷、後負荷、心筋収縮性などに影響されるため、加算して求めた Time activity curve から算出した駆出

率などの指標の信頼性、あるいはその意義は確立されていない。このため心プール法は、洞調律例では適用し得るとしても、心房細動例は多くの施設で対象外とされてきた。

われわれはリストモードで収集したデータから先行 R-R 間隔 (Preceding R-R interval; PRR) の長短で弁別したマルチゲートイメージへ変換するプログラムを考案し、PRR 別に求めた諸指標と、一括加算する従来の心プール法 (従来法) の結果を対比検討するとともに、PRR 別に作成した左室容量曲線から求めた拡張終期容量 (End diastolic volume; EDV) に対する駆出量 (Stroke volume; SV) の関係をもとに左室機能曲線 (Left ventricular function curve; LVFC) を描き、心房細動例の左室機能評価を試みたので報告する。

## II. 対 象

対象は、僧帽弁狭窄症 3 例、僧帽弁閉鎖不全症 1 例、僧帽弁狭窄兼大動脈弁閉鎖不全症 1 例、陳

\* 京都府立医科大学第二内科

\*\* 国立八日市病院内科

\*\*\* 日立メディコシステム設計部

受付: 60 年 6 月 5 日

最終稿受付: 60 年 8 月 5 日

別刷請求先: 京都市上区河原町広小路上ル梶井町

(☎ 602)

京都府立医科大学第二内科

稲垣 末次

旧性心筋梗塞症2例, 高血圧症2例, アルコール性心筋症1例, 収縮性心外膜炎1例, 動脈硬化症5例および基礎疾患の明らかでない孤立性心房細動(Lone Af)2例の計18例, 19検査である。これらはいずれも過去6か月以上恒常性の安定した心房細動を有し, 旧 NYHA 心機能分類では8例がI度, 6例がII度, 3例がIII度, 2例がIV度であった(Table 1)。

### III. 方 法

#### 1. データ収集

20 mCi Tc-99m, in vivo 赤血球標識による心 RI アンジオグラフィーを行った後, 血中放射能が平衡に達した時点で, 高解像度コリメータを装着したガンマカメラ(日立ガンマビュー F)を左右心室の最も明瞭に分離できる左前斜位に設定し, 1.5 倍拡大で撮像した。イメージデータはリスト

**Table 1** Patient information. A patient (case 5) was examined twice, before and after treatment with diuretics and digitalis agent

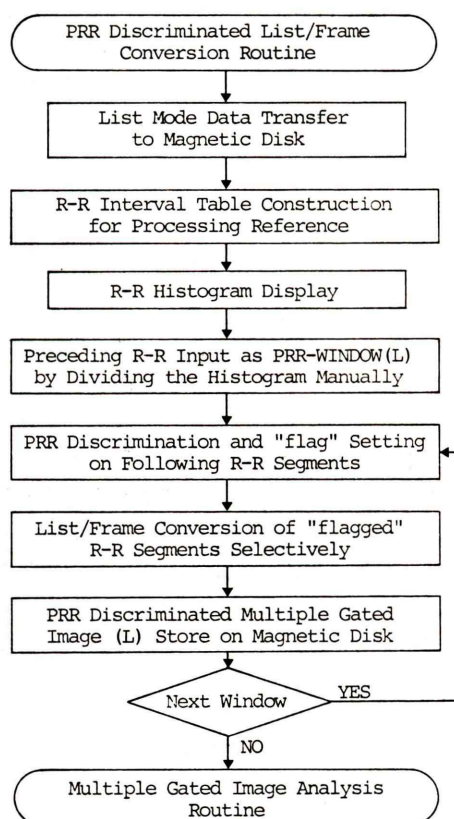
Case		Age	Sex	Diagnosis	NYHA
1	K.W.	63	M	MS	III
2	A.E.	58	F	MS	II
3	F.F.	48	F	MS	II
4	K.S.	63	M	MR	II
5	N.M.	52	M	MS/AR	IV
5'	(re-study)				II
6	I.S.	71	M	OMI	IV
7	K.U.	76	M	OMI	III
8	Y.T.	54	M	ACM	III
9	M.M.	53	M	CP	II
10	S.K.	75	F	HT	II
11	M.N.	70	F	HT	I
12	K.C.	77	M	ATH	I
13	S.Y.	73	M	ATH	I
14	S.M.	63	F	ATH	I
15	N.I.	66	F	ATH	I
16	N.K.	64	M	ATH	I
17	O.S.	45	M	LONE	I
18	S.U.	49	M	LONE	I

MS=Mitral stenosis; MR=Mitral regurgitation; AR=Aortic regurgitation; OMI=Old myocardial infarction; ACM=Alcoholic cardiomyopathy; CP=Constrictive pericarditis; HT=Hypertension; ATH=Atherosclerosis; LONE=Lone atrial fibrillation

モードを用いて, 心電図信号と 10 msec ごとのタイムマーカーとともに採取し, あらかじめ設定された 1500-1800 レコードに達するまで収集し, 核医学データ処理装置(日立 HARP RP-100 Z)内蔵の磁気ディスクへ転送した。

#### 2. データ処理

a) 先行 R-R 間隔別マルチゲートイメージの編集(Fig. 1): リストモードにて同時採取した心電図 R 波トリガーを順次検出し, すべての R-R 間隔(RR)のデータファイル(RR Table)を作成するとともに, R-R ヒストグラムとして画面に表示し, これを任意に N 分割して, それぞれを先行 R-R 間隔幅(PPR Window(L),  $L=1-N$ )として設定した(Fig. 2)。おのこの PRR に続く RR



**Fig. 1** Processing procedure of PRR-discriminated list/frame conversion. PRR=Preceding R-R interval.

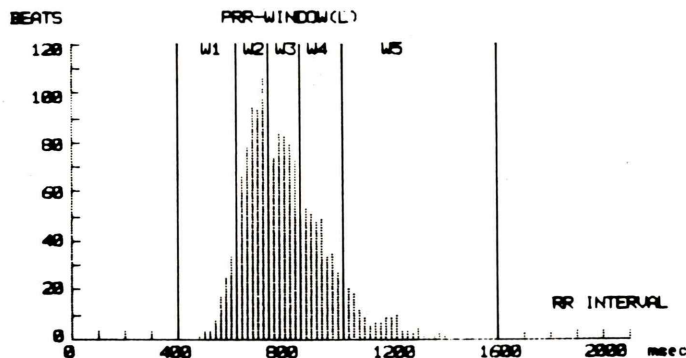


Fig. 2 Representative example of R-R histogram display, where six cursors are used in order to preset five PRR-windows. PRR=Preceding R-R interval; W-N=Nth PRR-window.

だけを弁別する処理は、RR Table 上で、PRR Window の範囲内にある RR が検出されるとすぐ次の RR に識別旗 (flag) を立てる方法を用い、次に RR Table を参照しながら flag のある RR に対応するリストモードデータのみをフレームモードへ変換 ( $64 \times 64$  pixel, 1 frame=30 msec) することにより、求める PRR 別マルチゲートイメージを得た。なお、今回の対象症例の多くは R-R ヒストグラムを 5 分割 ( $N=5$ ) したが、特に広い R-R ヒストグラムでは 7 分割した。また、PRR Window 設定後は、すべての PRR 別イメージが作成されるまで自動反復処理した。

さらに各 PRR Window の総和を新たな PRR Window として反復処理することにより、PRR を考慮せずに一括加算した従来法のマルチゲートイメージを得た。

b) マルチゲートイメージの解析：左室関心領域は拡張終期像に等カウント法にて設定し、そのカットオフレベルは各 PRR ごとの処理に際して同一の値を用いた。バックグラウンド補正を、収縮終期の左室輪郭より 2 画素離れた右外側に弓状に設定した関心領域にて行った後、左室容量曲線を作成した。左室容量曲線およびその一次微分曲線から以下に示す心機能指標を算出した。

EF (Ejection Fraction)

EDC (End-diastolic count rate)

ESC (End-systolic count rate)

TES (Time to end-systole)

PER (Peak ejection rate)

TPER (Time to peak ejection rate)

なお、容量曲線の収縮終期以後では、短い RR データの影響により加算が減少して精度が低下するため、その後半部は解析の対象外とした。

c) 左室機能曲線 (LVFC) および左室充満曲線の作成：心プール法検査終了時に採血した 10 ml のカウント数を計測し、既報の方法<sup>1)</sup>に従って、EDC, ESC およびその差 Stroke count を絶対量へ換算して EDV, ESV, SV を求め、PRR と EDV の関係から左室充満曲線を、EDV と SV の関係から LVFC を作成して検討した。また、一例で心不全治療前後の LVFC を比較した。

#### IV. 結 果

##### 1. 心機能の諸指標と先行 RR 間隔との関係

PRR の長短が各心機能指標に与える影響について、軽度の動脈硬化以外に心機能に異常を認めない症例 14 を一典型例として提示する (Fig. 3)。PRR (PRR-Window 中央値) が 460 msec から 960 msec へ 500 msec 延長したのに対して、TES は 270 msec から 310 msec へ 40 msec 延長し、PER は 0.51/sec から 1.71/sec へ増加したが、TPER にはほぼ変動を認めなかった。また EF は 19.6% か



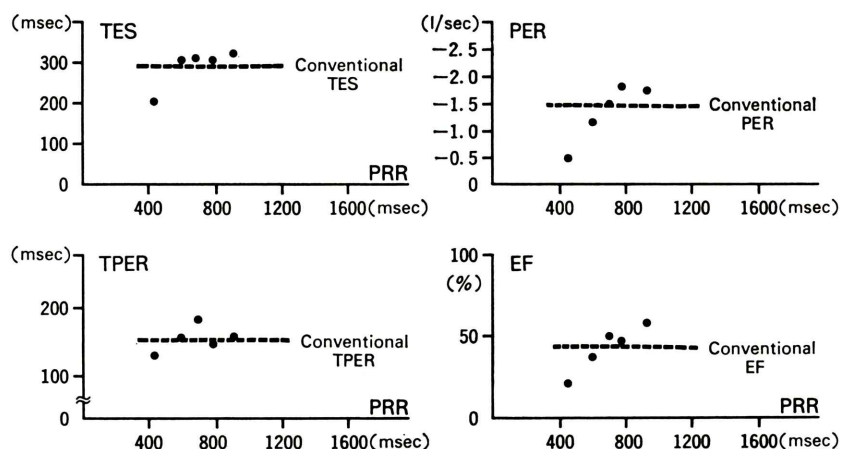


Fig. 3 Case 14. Representative case of the relationship between preceding R-R interval (PRR) and cardiac indices. TES, PER and EF increased with longer PRR, and all indices by conventional method nearly corresponded with average values by our method. TES=Time to end-systole; PER=Peak ejection rate; TPER=Time to peak ejection; EF=Ejection fraction

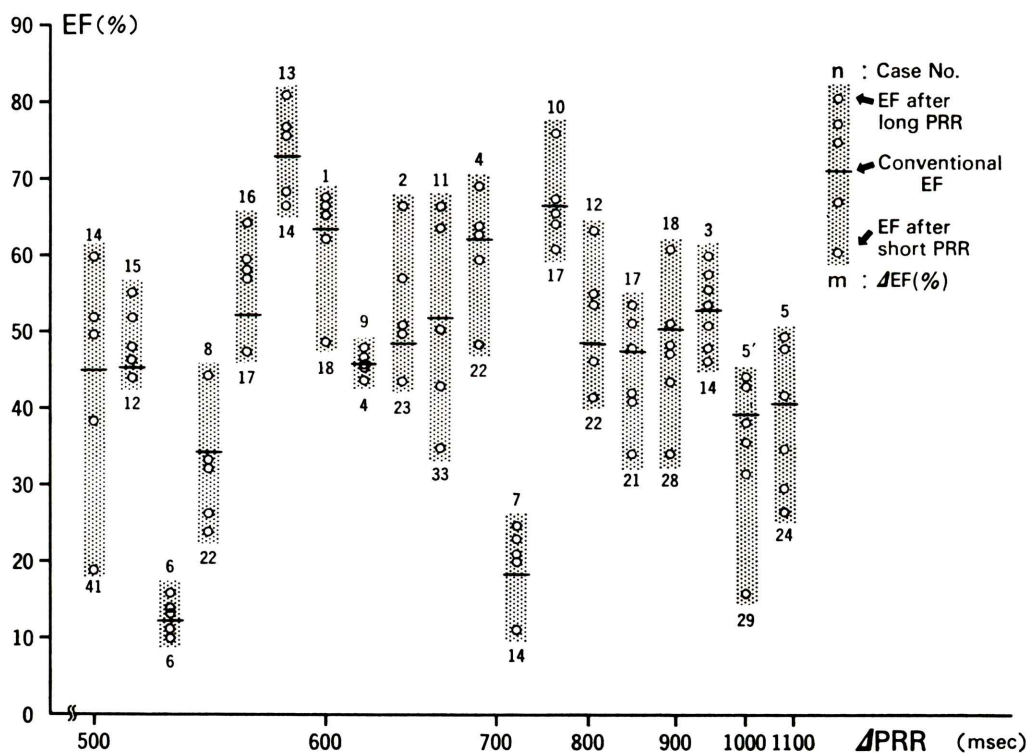


Fig. 4 Individual variance of ejection fraction (open circles in cross-hatched column) relative to preceding R-R interval (PRR) for 19 trials. Case No, EF, and conventional EF is shown on each column, and which is sorted by  $\Delta$ PRR (abscissa) in ascending order.

ら 60.9% へ増加した。一方、従来法で求めた結果 (Conventional) は、いずれの指標においても PRR 別に求めた結果の平均値とほぼ一致した。以上の関係は他症例でも同様に認められた。

収縮期指標として最も頻用される EF に注目し、これと PRR との関係を検討すると、各症例ごとで EF は PRR に影響されて変動した。一方、PRR の変化域 ( $\Delta$ PRR) に対する EF の変化域 ( $\Delta$ EF) を検討すると、 $\Delta$ EF は最大値 41%、最小値 4%、(平均値  $\pm$  標準偏差  $20.0 \pm 8.9\%$ ) であり、全症例を  $\Delta$ PRR の順に並べかえてみると、 $\Delta$ EF と  $\Delta$ PRR の間には明らかな関係を認めなかった (Fig. 4)。

## 2. 左室充満曲線の検討

各 PRR に対する EDV の関係は左室充満曲線に相当すると考えられるので、疾患別に検討すると (Fig. 5, Top), 心機能に異常を認めない動脈硬化症 (症例 14) では、PRR の増大とともに EDV は増加、ESV は減少し、その差 SV は増加したが、僧帽弁狭窄症 (症例 2) では、PRR の増大に対する EDV の増加は緩徐であり、左室への流入障害を示唆した。著明な心膜石灰化を伴う収縮性心外膜炎 (症例 9) では、PRR に対して EDV, ESV および SV は、ほとんど変化を示さなかった。また僧帽弁狭窄兼大動脈弁閉鎖不全症 (症例 5) で、ジギタリス剤、利尿剤による心不全治療前後の比較を行うと (Fig. 5, Bottom), 治療により胸部レ線像の心胸郭比は 71% から 60% へ減少したのに対応して治療後の EDV, ESV はともに治療前より減少したが、PRR に対する EDV は治療前後いずれも緩徐な増加傾向を示した。

## 3. 左室機能曲線 (LVFC) の検討

SV を縦軸に、EDV を横軸にとり、各症例で各 PRR における値をプロットして曲線を求めた。EDV に対する SV は Frank-Starling の法則に従うものと考えられ、この曲線を一応 LVFC としてその傾き、位置について各種心疾患別に検討した (Fig. 6)。比較的若年者で原疾患の見いだせない、いわゆる Lone Af 2 例の傾きは急峻で、左方に位置した。僧帽弁狭窄症 3 例の傾きはやや緩やかであり、僧帽弁閉鎖不全症では傾きは比較的急

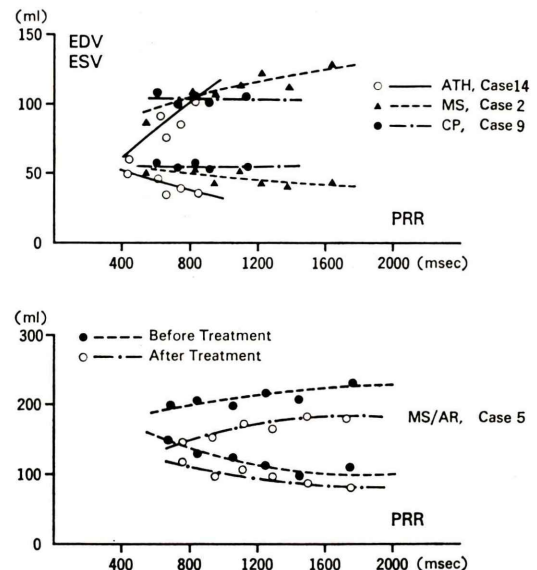


Fig. 5 End-systolic volume (ESV) and end-diastolic volume (EDV) change relative to preceding R-R interval. Rapid (case 14), slow (case 2), and little (case 9) increase in EDV, i.e. represented as left ventricular filling curve, show the mode of blood filling in the left ventricle (Top). Comparison between before and after treatment of congestive heart failure in case 5 (Bottom).

峻で、EDV, SV が増加しているため上方に位置した。心機能分類 III・IV 度の心不全症状を有するアルコール性心筋症 1 例と陳旧性心筋梗塞症 2 例では、傾きは緩やかで、右下方に位置した (Fig. 6, A)。一方、高血圧症や動脈硬化症では、傾きは比較的急峻で、位置は Lone Af と同様であった。収縮性心外膜炎では、PRR に対する EDV, SV の変化が少ないため LVFC は描けず、特徴的パターンを呈した。また、症例 5 において心不全治療前後を比較すると、治療後は LVFC が左上方へ移動し、その傾きの増加が認められた (Fig. 6, B)。

次に、各症例ごとに SV と EDV を直線回帰させ、その傾きと心機能分類との関係を検討すると (Fig. 7), I 度で  $1.12 \pm 0.39$  (平均値  $\pm$  標準偏差), II 度で  $0.95 \pm 0.23$ , III 度で  $0.70 \pm 0.25$ , IV 度で  $0.68 \pm 0.02$  となり、各群の症例数は少ないが、心機能の低下に伴い LVFC の傾きは低下した。

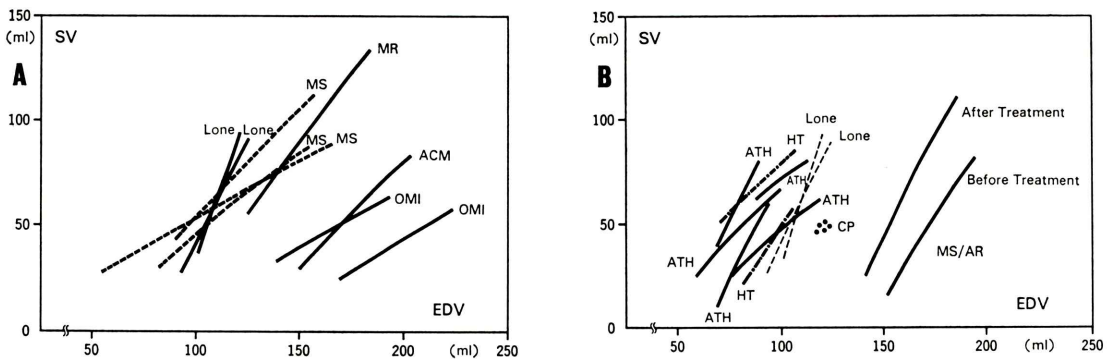


Fig. 6 Left ventricular function curves in various heart diseases and cardiac status.

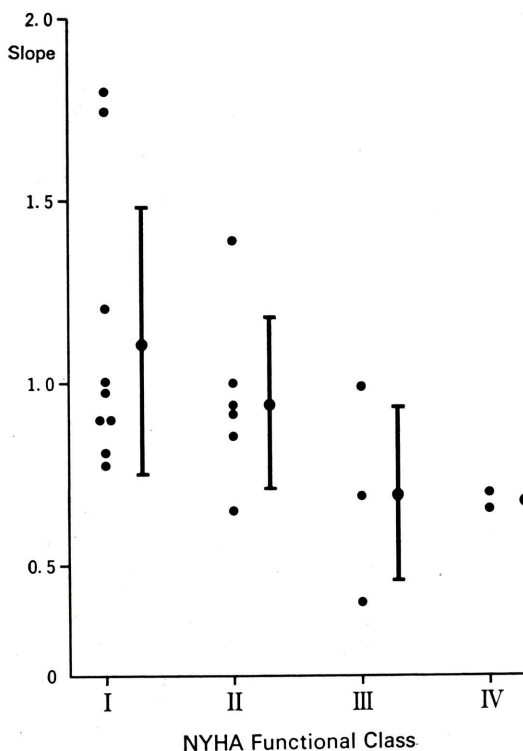


Fig. 7 Relationship between NYHA's functional class and slope of left ventricular function curve. I,  $1.12 \pm 0.39$ ; II,  $0.95 \pm 0.23$ ; III,  $0.70 \pm 0.25$ ; IV,  $0.68 \pm 0.02$  (Mean  $\pm$  Standard deviation)

## V. 考 案

Af において不整な心拍ごとに心動態が変動する要因として、1) 前負荷、2) 後負荷、3) 心筋収

縮性 (Inotropic state, Contractility) の3者が個々に変化して心機能に影響するため<sup>2,3)</sup>とされる。

前負荷と心機能の関係は、古くから Frank-Starling の法則および心機能曲線<sup>4)</sup>として知られ、Sarnoff ら<sup>5,6)</sup>、Braunwald ら<sup>7,8)</sup>による多くの実験的研究により実証され、またヒトにおいても成立することが示された。その意義は今日でも、ポンプ機能の評価の点で重要であることにかわりはない。Af では拡張期の長さは様々に変化し、拡張期が短いと左室へ流入する血液量 (前負荷) が必然的に減少し、続く収縮での駆出量の減少を招き、これに反して長い拡張期の後では増加する。よってこの関係を基盤として、生体に負荷をかけることなく Af での心機能曲線を求めることが可能である。

後負荷の影響については、Einthoven ら<sup>9)</sup>の報告が最初で、拡張期が長いほど大動脈拡張期圧 (後負荷) が低下して、続く心拍における駆出量の増加する機序が指摘されている。

収縮性の変化は、R-R 時間の急変時に生じるもので、Post-extrasystolic potentiation と同様の現象と考えられ、この機序においては先々行 R-R 間隔/先行 R-R 間隔比が小さいほど増強し、続く心拍の収縮性が高まる<sup>10-14)</sup>とされる。しかし、R-R 時間の変化時には次の心拍時に最も強い効果があるとしても、その影響は Post-extrasystolic potentiation の場合と同じく、減衰しながら数心拍後まで及ぶ<sup>15,16)</sup>のみならず、Af の場合には不



整が頻発するため評価が困難<sup>2,16)</sup>なものとなる。

臨床的にはこれら3要因を互いに独立して検査することは不可能であるが、Afの心機能を規定する最大の要因は前負荷であり、次いで後負荷、収縮性の変化の順に影響が少なくなる<sup>2)</sup>ので、本法のごとくAfにおいて作成されたLVFCには、後負荷や収縮性変化が考慮されていないものの、最も影響力の強い前負荷が評価されており、ポンプ機能の評価という点で意義があると考えられる。前負荷は本来、収縮開始時の心筋筋長で代表される<sup>4)</sup>が、この測定が困難なため、これまでヒトでの応用には、左室につけたmercury resistance gaugeによる筋長や左室拡張終期圧<sup>17)</sup>、心膜につけた金属クリップをシネ撮影して推定した左室径<sup>18)</sup>、左室造影法で求めた拡張終期容量<sup>19,20)</sup>などを同義の指標として用いて横軸にとり、これに対して左室収縮期圧、大動脈圧、駆出量、左室仕事量などを左室機能の指標として縦軸にとり、LVFCが作成されてきた。しかし、これらは侵襲的検査を必要とするので、臨床応用には困難が多い。一方、非侵襲的検査による報告は少なく、UCG法による左室容量測定をもとに作成したLVFC<sup>21)</sup>や、核医学検査ではSingle Probe法による心拍ごとのTime activity curve (TAC) 解析の検討<sup>22~24)</sup>が散見されるに過ぎず、特に心プール法での報告はない。これは心プール法にはTACを得るために数百心拍の加算を必要とする方法論上の制約があるので、心拍ごとに動態が変化するAf例に適用した場合の信頼性が疑問視されるからであろう。

今回、著者らは、心プール法を用いてAf例の左室機能を評価するために、PRRの長短で弁別した左室容量曲線を得るためのプログラムを開発し、1) PRR別に求めたEFなどの心機能指標と、一括加算した従来法の結果を対比し、2) PRRとEDVの関係から左室充満曲線を、3) EDVとSVの関係からLVFCを作成して検討を行った。

PRRとEFの関係は、PRRが長いほどEFが増加する結果を示したが、これはPRRが長いほどEDV、SVが増加し、ESVが減少した現象(Fig. 5)

の反映であり、まさにFrank-Starlingの法則に従っている。また、Single probe法による検討<sup>22,23)</sup>でも示されているように、従来法によるEFは、PRR別に求めたEFの平均値とほぼ一致したことから、従来法によるEF算出も決して無意味ではなく、変動するEFの平均値と考えて妥当であろう。しかしPRR変動に対するEF変動( $\Delta EF$ )は多くの症例で予想以上に大きい一方、収縮性心外膜炎ではほとんど変動しないなど反応性に差異が見いだされた。したがって従来法による単一のEF値の観察のみではAfの心動態評価には不十分であることが明らかである。

$\Delta EF$ に加え、PRRに対するEDV、ESVおよびSVの変化を観察することにより、疾患に特徴的な所見が一層明らかとなった(Fig. 5)。すなわち、動脈硬化症と比べ、僧帽弁狭窄症ではEDV増加が緩徐で、弁口狭窄による左室流入障害を示す所見と考えられ、また収縮性心外膜炎ではPRR増加に対してEDVにほとんど変化がなく、硬化した心膜のために心室拡張性が高度に制限された病態を反映している。さらに心不全治療前後の比較で、EDV、SVが全体に減少したのは利尿による治療効果と考えられ、PRRに対してEDVの増加が緩徐なまま変わらないのは僧帽弁狭窄が存在するためであろう。

LVFCの検討においては、正常対照が問題となるが、今回は、自他覚所見に異常がなく心機能が正常と思われるlone Afを対照とみなした。高血圧症や動脈硬化症のLVFCは傾き・位置ともLone Afに近かったことより、これらの左室ポンプ機能は正常と思われる。僧帽弁狭窄症では傾きがやや低下しポンプ機能障害が示唆された。僧帽弁閉鎖不全症では上方に位置した。収縮性心外膜炎ではLVFCは描けず、特徴的パターンを呈した。また心不全のある陳旧性心筋梗塞症や心筋症では右下方に位置した。さらに心不全治療によりLVFCの左上方への移動が観察された。このようにLVFCの傾き・位置において疾患群では種々の差異が認められ、左室機能を視覚的にも認識可能である。またLVFCの傾きは、心機能分類による

障害の程度が強い群ほど低値をとり、数値化した傾きを用いた客観的かつ定量的評価の可能性が示されたといえよう。

心プール法による LVFC の評価は、臨床で幅広く安全に適応できる点で侵襲的検査法より優れていることは言うまでもないが、非侵襲的な UCG 法や Single probe 法による同様の試みと比べても有利な点が多い。すなわち UCG 法では、高度の壁運動異常のある心筋梗塞症や右心負荷を伴う疾患で左室容量の算出が困難となり、疾患によっては応用できない<sup>21)</sup>ことや、コンピュータによる自動処理が導入しにくいことが挙げられる。一方、Single probe 法では、心拍ごとの TAC は得られても左室容量へ換算する処理に技術的問題があり、EDV, SV などを絶対量で比較できないこと<sup>23,24)</sup>、壁運動評価ができないこと、などが指摘される。また今回の試みの問題点は、リストモードでデータ収集するため、収集時に大量の記憶容量を必要とし、イメージ変換処理に時間がかかることであり、今後の改良が必要である。

本法はしかし、これまで評価の対象外とされていた Af 例における心プール法の適用の意義を明らかにした。すなわち、不整調律の短所を逆に利用して、正常洞調律例では何らかの負荷をかける以外に抽出し得ない LVFC の作成を可能ならしめたことであり、その応用範囲も広汎で、右室への適用、さらに薬剤負荷時の左室および右室機能曲線についての検討などにもその適用を拡大しうる有用性の大きいものと考えられる。

## 文 献

- 1) Dehmer GJ, Firth BG, Lewis SE, et al: Direct measurement of cardiac output by gated equilibrium blood pool scintigraphy: Validation of scintigraphic volume measurements by a nongeometric technique. *Am J Cardiol* 47: 1061-1067, 1981
- 2) Karliner JS, Gault JH, Bouchard RJ, et al: Factors influencing the ejection fraction and the mean rate of circumferential fibre shortening during atrial fibrillation in man. *Cardiovascular Res* 8: 18-25, 1974
- 3) Abildskov JA, Miller K, Burgess MJ: Atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 28: 263-267, 1971
- 4) Starling EH: "The Linacre Lecture on the Law of the Heart," Longmans, Green & Co., Ltd., London, 1918
- 5) Sarnoff SJ, Berglund E: Ventricular function. I. Starling's law of the heart studied by means of simultaneous right and left ventricular function curves in the dog. *Circulation* 9: 706-718, 1954
- 6) Sarnoff SJ: Myocardial contractility as described by ventricular function curves: Observations on Starling's law of the heart. *Physiol Rev* 35: 107-122, 1955
- 7) Braunwald E, Ross JJ: Applicability of Starling's law of the heart to man. *Circulation Res* 15 (suppl. 2): 169, 1964
- 8) Braunwald E: The control of ventricular function in man. *Br Heart J* 27: 1, 1965
- 9) Einthoven W, Korteweg AJ: On the variability of the size of the pulse in case of auricular fibrillation. *Heart* 6: 107-120, 1915
- 10) Koch-Weser J, Blinks JR: The influence of the interval between beats on myocardial contractility. *Pharmacol Rev* 15: 601-652, 1963
- 11) Meijler FL, Strackee J, Capelle FJL, et al: Computer analysis of the RR interval-contractility relationship during random stimulation of the isolated heart. *Circulation Res* 22: 695-702, 1968
- 12) Rogel A, Mahler Y: Myocardial tension in atrial fibrillation. *J Appl Physiol* 27: 822-825, 1969
- 13) Edmands RE, Greenspan K, Fisch C: The role of inotropic variation in ventricular function during atrial fibrillation. *J Clin Invest* 49: 738-746, 1970
- 14) Gibson DG, Broder G, Sowton E: Effect of varying pulse interval in atrial fibrillation on left ventricular function in man. *Br Heart J* 33: 388-393, 1971
- 15) Blinks JR, Koch-Weser J: Analysis of the effects of changes in rate and rhythm upon myocardial contractility. *J Pharmacol Exp Ther* 134: 373-389, 1961
- 16) Greenfield JC, Harley A, Thompson HK, et al: Pressure-flow studies in man during atrial fibrillation. *J Clin Invest* 47: 2411-2421, 1968
- 17) Braunwald E, Frye RL, Aygen MM, et al: Studies on Starling's law of the heart. 3. Observation in patients with mitral stenosis and atrial fibrillation on the relationship between left ventricular end-diastolic segment length, filling pressure, and the characteristics of ventricular contraction. *J Clin Invest* 39: 1874-1884, 1960
- 18) Goldblatt A, Harrison DC, Glick G, et al: Studies on cardiac dimensions in intact, unanaesthetized Man. 2. Effects of respiration. *Circulation Res* 13: 455-460, 1963
- 19) Dodge HT, Kirkham FT, King CV: Ventricular



- dynamics in atrial fibrillation. *Circulation* **15**: 335-347, 1957
- 20) Gleason WL, Braunwald E: Studies on Starling's law of the heart. 6. Relationship between left ventricular end-diastolic volume and stroke volume in man with observations on the mechanism of pulsus alternans. *Circulation* **25**: 841-848, 1962
- 21) 藤井淳一, 渡辺 熙, 渡辺 坦: UCG による左室機能曲線について. *心臓* **6**: 1543-1552, 1974
- 22) Bacharach SL, Green MV, Bonow RO, et al: Measurement of ventricular function by ECG gating during atrial fibrillation. *J Nucl Med* **22**: 226-231, 1981
- 23) Schneider J, Berger HJ, Sands MJ, et al: Beat-to-beat left ventricular performance in atrial fibrillation: Radionuclide assessment with the computer nuclear probe. *Am J Cardiol* **51**: 1189-1195, 1983
- 24) Benjelloun H, Itti R, Phillippe L, et al: Beat-to-beat assessment of left ventricular ejection in atrial fibrillation. *Eur J Nucl Med* **8**: 206-210, 1983

## Summary

### Evaluation of Left Ventricular Function in Patients with Atrial Fibrillation by ECG Gated Blood Pool Scintigraphy—Analysis of Left Ventricular Filling and Function Curve—

Suetsugu INAGAKI\*, Haruhiko ADACHI\*, Shigeru MOCHIZUKI\*\*, Hiroki SUGIHARA\*, Hiroaki NAKAGAWA\*, Yasushi KUBOTA\*, Isao NIKI\*\*, Hiroshi KATSUME\*, Hamao IJICHI\* and Kiyoshi KOIKE\*\*\*

\*The Second Department of Internal Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine

\*\*National Yokkaichi Hospital

\*\*\*Hitachi Medico

ECG gated blood pool scintigraphy (EGBP) is not always valid for the patients with atrial fibrillation (AF), since they have wide variability in cardiac cycle length (CL). To evaluate the left ventricular (LV) function during AF by EGBP, we devised a new processing algorithm to construct multiple gated images discriminated by preceding R-R interval (PRR) from the data acquired in list mode. 18 patients with AF were studied as to; 1) How affect the PRR on cardiac indices such as EF, TES, PER or TPER, 2) Comparison with conventional method getting all CL data, 3) LV filling curves derived by plotting EDV against PRR, 4) The slope and position of LV function curves (LVFC) derived by plotting SV against EDV.

In most cases, EF, PER and TES were increased

with longer PRR, and those by conventional method nearly corresponded to the average values obtained by our new method. Impairment of ventricular filling was demonstrated in the cases of mitral stenosis and constrictive pericarditis. LVFC of CHF group was situated at right & downward to controls, and left & upward shift was observed after treatment. The slope of LVFC was reduced in relation to the progression of NYHA's functional class.

In conclusion, this new algorithm processing irregular CL enables LV filling and function curves to draw, which are useful in the evaluation of cardiac performance in the subjects with AF.

**Key words:** Atrial fibrillation, ECG gated blood pool scintigraphy, Left ventricular function curve, Left ventricular filling curve.