

心電図R波からの逆編集による心室容積曲線の解析

中嶋 憲一*、谷口 充*、清水 賢巳**
梅田 研**、山田 正人***、久田 欣一*

【はじめに】

心電図同期心プールシンチグラフィは、通常R波から順方向へのフレームの分割によりデータの編集が行なわれる。このため、拡張期の最後はRR間隔の変動によるフレームカウントの低下が生ずる。この補正のための1方法として、R波から逆方向に編集を行ない、特に心室容積曲線における心房収縮の関与を検討するための基礎検討を行なった。

【方法】

(データ収集法) RIアンジオグラフィは、 ^{99m}Tc -アルブミン 20mCi を用い半量を静注後(数え落としを避けるため注射量を2回に分割)、1sec/Fで60Fのデータ収集を行ない、更に5分後に平衡時データを収集した。これらのデータより心拍出量を算出した。次いで、10mCiを追加し心電図のR波に同期させてフレームデータの収集を行なった。R波からの逆編集は以下に行なった(図1)。すなわちデータ収集領域を2つ(B1, B2)、格納領域を2つ(S1, S2)用い、B1とB2で交互に収集を行ないながら不整脈は除去し、順方向についてはS1へ、逆方向についてはS2へ転送する。最終的に処理に用いた画像はこの順方向と逆方向のデータを合成して作製した。

(左室容積曲線の解析) 今回の検討では、薬剤負荷による軽度の変化を求めるため、左室の関心領域は全フレームで固定し、バックグラウンドで補正後、時間放射能曲線すなわち容積曲線を求めた。このデータをマイクロコンピュータに入力し、フーリエ変換に基づく曲線近似を行なった。求めたパラメータは、心拍出量、拡張末期容積(EDV)、1回拍出量(SV)、収縮末期容積(ESV)、駆出分画(EF)、最高駆出速度(PER)、最高拡張速度(PFR)、拡張早期1/3の平均拡張速度(1/3MFR)、および心房の収縮の関与を示す指標として心房成分のEDVまたはSVに対する%(%AC/EDV, %AC/SV)、心房成分の最大拡張速度(A. max dV/dt)である。

【結果と考案】

1. フレームのマトリクス数とRR間隔の分割数
心房の収縮成分の解析のためには、16分割(64×64マトリクス)ではこの区間に含まれるデータ点数が少ないため、不十分であった。32分割にするとコンピュータの制約上32×32マトリクスのみしか利用できないが、データ収集時の適当な拡大により、容積曲線の解析には十分であった。

2. フーリエ級数による近似

まず容積曲線に含まれる高調波成分を検討したところ、殆どの症例で4-5次までの成分の情報で近似できることが判った(図2)。各次数までの高調波成分を用いて再合成した容積曲線を図3に示す。また、この時の各パラメータの値の変動を図4に示した。微分曲線から求めるパラメータは、高調波成分を含むと6次までは増加するが、EFや%ACなど容積に関する指標は比較的変動が少なかった。

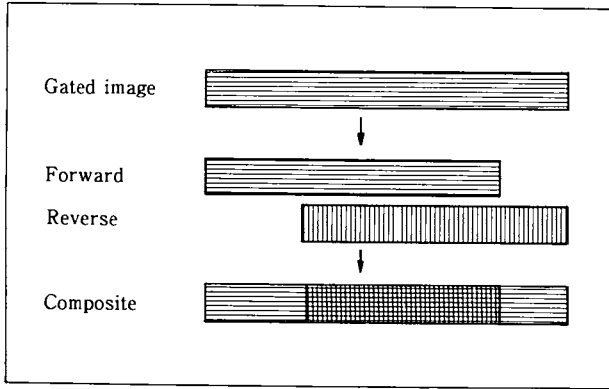
3. 心房収縮の開始点の設定

急速充滿相より平坦になり心房収縮期に移行する領域は、微分曲線の変曲点を参考にしながら視覚的に判定できた。但し、肥大型心筋症の一部の症例では心房収縮の開始点の判定が困難なため、心電図を用いてPQ時間から計算した。しかしながら、心電図と容積曲線を正確に対応させるためには、心電図トリガーのかかるQRS波の位置、電気的興奮と収縮開始の時間的遅延を知る必要がある。但し、今回用いた指標についてはこの開始点の多少のずれによる値の変動は小さかった。

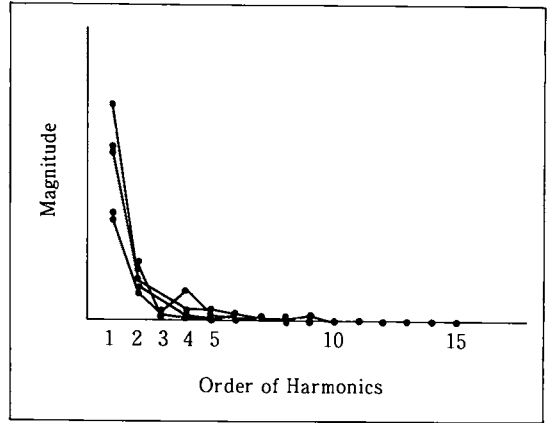
4. 心疾患への応用

高血圧、肥大型心筋症、対照群において心房収縮の関与を検討したところ、前2者では、%AC/EDV, %AC/SVとも高値を示した(図5)。特に肥大型心筋症で高い傾向が認められたが、いずれのパラメータが解析に有効であるかについてはさらに検討を要する。薬剤負荷による評価などは引き続き報告の予定である。

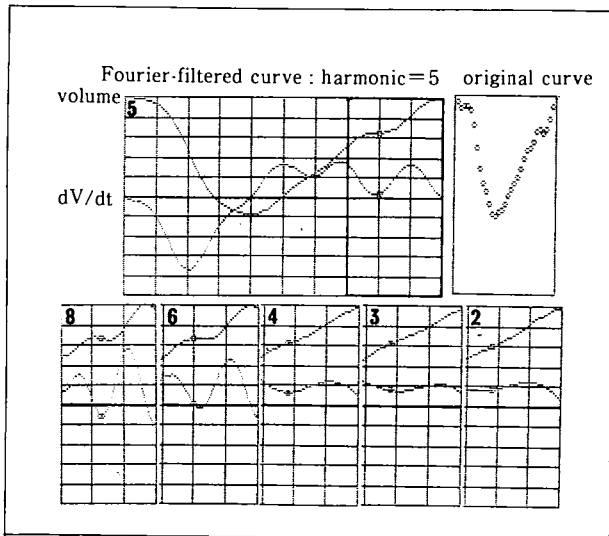
* 金 沢 大 学 核医学科
** 同 第二内科
*** 金沢大学医学部附属病院 RI部



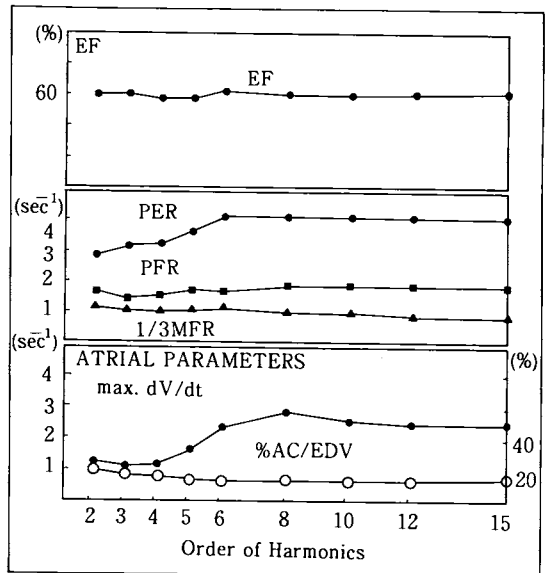
▲ **Fig. 1** Forward and reverse gating from R wave. Composite images are generated by the addition of two series.



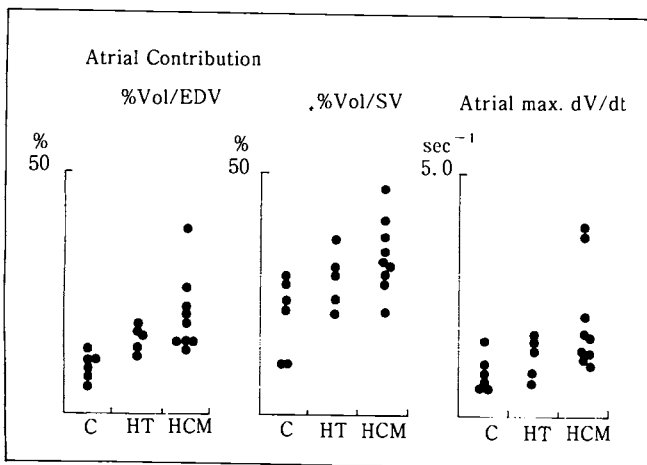
▲ **Fig. 2** Fourier spectra of volume curves in 5 patients.



▲ **Fig. 3** (Upper) Left ventricular volume curve which is reconstructed from first to fifth harmonics. (Lower) The curves in late diastolic phase with different order of harmonics are shown for comparison.



▲ **Fig. 4** Influence of the order of harmonics on parameters of EF (upper), PER, PFR, 1/3MFR (middle), %AC/EDV, and atrial maximum dV/dt (lower).



◀ **Fig. 5** Percent-volume of atrial contribution (% AC/EDV and %AC/SV) and max. dV/dt in patients with control (C), hypertension (HT) and hypertrophic cardiomyopathy (HCM).