

大動脈根部心エコー図より
求めた atrial filling frac-
tion について：特に心筋梗
塞急性期の経日変化

Atrial filling fraction
obtained by aortic root
echocardiogram: Its con-
secutive change in acute
myocardial infarction

内田 孝子
松崎 益徳
小川 宏
佐々木 徹
阿武 義人
高橋陽二郎
塔間 陽一
弘山 直滋
松田 泰雄
久萬田俊明
楠川 禮造

Takako UCHIDA
Masunori MATSUZAKI
Hiroshi OGAWA
Toru SASAKI
Yoshito ANNO
Yojiro TAKAHASHI
Yoichi TOMA
Naoshige HIROYAMA
Yasuo MATSUDA
Toshiaki KUMADA
Reizo KUSUKAWA

Summary

Atrial filling fraction (AFF) obtained by left ventricular (LV) echocardiogram (echo), i.e.,

$$\text{AFF by LV echo} = \frac{\text{LV volume at end-diastole} - \text{LV volume at the beginning of atrial contraction}}{\text{LV volume at end-diastole} - \text{LV volume at end-systole}} \times 100(\%)$$

is considered to be an exact measure of AFF of LV. However, in patients (pts) with LV asynergy, AFF by LV echo cannot be evaluated correctly.

To obtain AFF non-invasively in pts with and without LV asynergy, we devised a new echo-cardiographic index of AFF obtained from the aortic-left atrial echo (Ao echo), i.e.,

$$\text{AFF by Ao echo} = \frac{\text{the posterior wall excursion of the aorta at atrial contraction} \times \text{LA dimension at the beginning of atrial contraction}}{\text{the maximum posterior wall excursion of the aorta} \times \text{the maximum LA dimension}} \times 100(\%)$$

The significance of this index was assessed in 21 normal subjects (NS) and 79 pts with various

山口大学医学部 第二内科
宇部市西区小串 1144 (〒755)

The Second Department of Internal Medicine, Ya-
maguchi University School of Medicine, Ogushi
1144, Nishi-ku, Ube 755

Presented at the 22nd Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, March 25-26, 1981
Received for publication May 8, 1981

heart diseases [10 of hypertension (HHD), 9 of hypertrophic cardiomyopathy (HCM), 21 of angina pectoris (AP), and 39 of old myocardial infarction (old MI)]. Left and right heart catheterizations were performed in 9 NS and 64 pts and then the correlations with the index, LVEDP and LAD index at the beginning of atrial contraction were examined. In additional 18 pts with acute myocardial infarction (acute MI), the relationships of this index, pulmonary arterial end-diastolic pressure (PAEDP) and LAD at the beginning of atrial contraction were studied for a few consecutive days after the onset of MI.

Results were as follows:

1) In NS and pts without asynergy, a significant correlation was seen between the index and AFF by LV echo ($r=0.878$, $p<0.001$). The value of AFF by Ao echo was higher than that by LV echo about 13%.

2) AFF by Ao echo in pts with HHD ($41\pm 9.3\%$), HCM ($42\pm 6.2\%$), AP ($42\pm 6.4\%$) and old MI ($49\pm 8.7\%$) were significantly higher than those in NS ($30\pm 7.5\%$). It was suggested that the prevention for atrial fibrillation should be important in pts with MI.

3) A significant curvilinear correlation was seen between the index and LVEDP ($r=0.834$, $p<0.005$).

4) A significant correlation was seen between LAD at the beginning of atrial contraction and AFF by Ao echo ($r=0.585$, $p<0.001$). This finding supports the concept that Starling's law is operative in the human left atrium.

5) In pts with acute MI, day-to-day changes of the index correlated well with those of PAEDP and LAD index at the beginning of atrial contraction.

Consequently this index may be a useful and non-invasive index for estimating LV distensibility, and for evaluating the day-to-day changes of LV diastolic performance in acute MI.

Key words

Atrial filling fraction Aortic root echocardiogram Left ventricular filling pressure Starling's law
Left ventricular asynergy

はじめに

左房の booster pump action は、心筋肥大例や、心筋梗塞例などの拡張性の低下した左室においては非常に重要な意義をもっている¹⁻³⁾。古くから左室拡張期の房室間流量全体に対する心房収縮による流量の割合、すなわち atrial filling fraction (AFF) が左室拡張期動態に与える影響については数多くの報告がある⁴⁻⁷⁾。

近年の心エコー図の発達に伴い、非観血的に左室心エコー図から、心周期を通じての左室容積の概算がいろいろと試みられ⁸⁻¹⁷⁾、実際これらの方法より求めた一心周期中の左室容積曲線と、シネアンジオから算出した曲線は、左室の局所収縮異常のない例では良い相関をもつことが確かめられている。このことより、左室心エコー図上求めた

AFF (AFF obtained by the left ventricular echocardiogram, 以下 AFF by LV echo) は、非観血的に求めた値として妥当であろう。しかし左室局所収縮異常を示す症例や、左室心エコー図の検出が困難な症例においては、この方法による AFF 検出は困難である^{18,19)}。

一方、僧帽弁または大動脈根部心エコー図を用いた mitral flow volume の計測が試みられている¹¹⁻¹⁷⁾。教室の萬らは、大動脈後壁の最大振幅に左房径を乗じた値が左室局所収縮異常の有無に関係なく mitral flow volume とよく相関することを報告した^{16,17)}。今回我々はこの指標を参考にして、左室局所収縮異常を示す症例にも使用可能な大動脈根部心エコー図より求めた新しい AFF の指標 (AFF obtained by the aortic root echocardiogram, 以下 AFF by Ao echo) を提起すると

Table 1. Materials

	CONT	HHD	HCM	AP	Old MI	Acute MI		Total
						Antero-septal	Infero-posterior	
Sex Male	15	8	6	19	36	10	3	118
Female	6	2	3	2	3	4	1	
Age (mean)	28±16	54±20	43±11	55±10	54±8	61±11	57±10	50±16
	13—55	22—80	21—58	36—71	34—66	40—75	49—71	13—80
Left heart catheterization	9	—	9	21	34	1	—	74
Right heart catheterization	9	—	9	21	33	14	4	90

CONT=control; HHD=hypertensive heart disease; HCM=hypertrophic cardiomyopathy; AP=angina pectoris; MI=myocardial infarction.

ともに²⁰⁾, 各種慢性心疾患および急性心筋梗塞例において, この指標と左室充満圧とを対比し, 急性心筋梗塞例ではその経日的変化をも検討し, 若干の知見を得たので考察を加えて報告する.

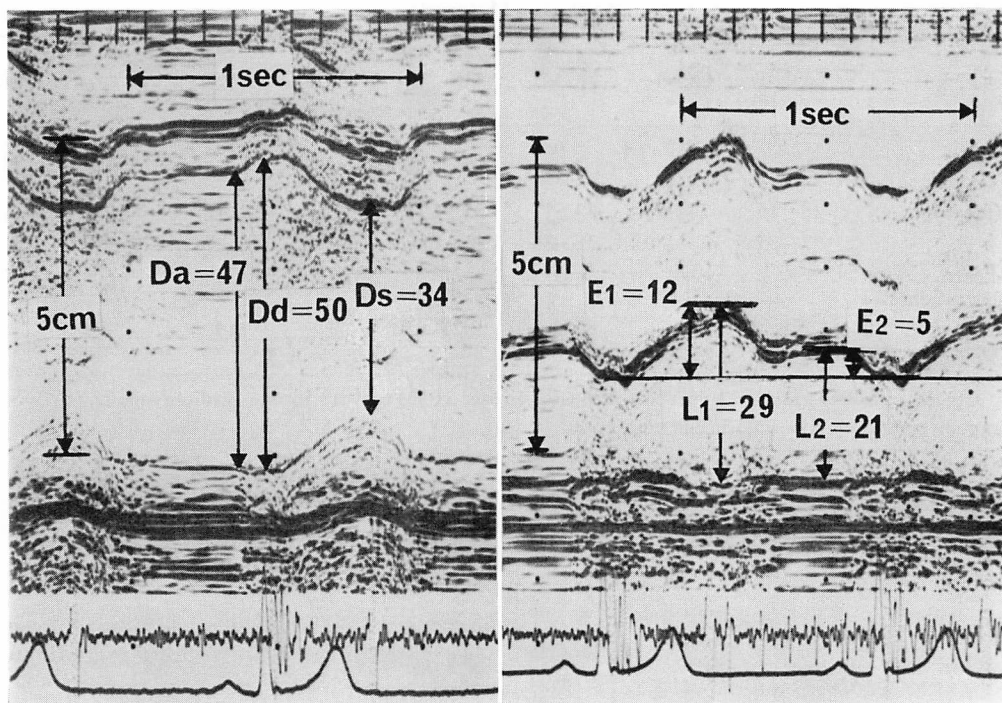
対象と方法

山口大学医学部第二内科において心エコー図検査を行ったうちの118例(男97例, 女21例, 年齢13~80歳)を今回の研究の対象とした (Table 1). その内訳は, 正常21例(男15例, 女6例, 年齢13~55歳), 高血圧症 (hypertensive heart disease, 以下 HHD) 10例(男8例, 女2例, 年齢22~80歳), 肥大型心筋症 (hypertrophic cardiomyopathy, 以下 HCM) 9例(男6例, 女3例, 年齢21~58歳), 狭心症 (angina pectoris, 以下 AP) 21例(男19例, 女2例, 年齢36~71歳), 陳旧性心筋梗塞 (old myocardial infarction, 以下 old MI) 39例(男36例, 女3例, 年齢34~66歳), 急性心筋梗塞 (acute myocardial infarction, 以下 acute MI) 18例(男13例, 女5例, 年齢40~75歳)であった. このうち両心カテテル検査および冠動脈造影を行ったのは, 正常群9例, HCM 9例, AP 21例, old MI 33例, acute MI 1例の計73例, また, acute MI 18例全例には入院時に bed side で Swan-Ganz catheter による右心カテテル検査を行い²¹⁾,

2~6日間経時的に肺動脈圧の測定を行った²²⁾. 心エコー図装置は Aloka 製 SSD-80 または 110-S で周波数 2.25 MHz, 直径 10 mm の平板型トランスジューサーを使用し, 心電図および心音図を同時記録し, 紙送り速度 50 または 100 mm/sec で, ストリップチャートまたはポラロイド撮影を行った. 記録は仰臥位または左側臥位の安静状態で行い, 胸骨左縁から, 心室中隔および左室後壁が鮮明に記録される部位と, 大動脈根部および左房後壁が鮮明に記録される部位の二方向で撮影を行った.

左室心エコー図からは, 左室収縮末期径 (以下 Ds), 左室拡張末期径 (以下 Dd), 心房収縮開始時の左室径 (以下 Da) を計測した. 大動脈根部心エコー図からは, 大動脈後壁エコーの最大振幅 (以下 E₁) と左房径 (以下 L₁), および心房収縮開始時の大動脈後壁エコーの振幅 (以下 E₂) とこの時点での左房径 (以下 L₂) について行った.

Fig. 1 は左室心エコー図より求めた AFF (AFF by LV echo) および大動脈根部心エコー図より求めた AFF (AFF by Ao echo) の計算法を示す. Ds, Dd, Da の値より, Teichholtz の式を用いて各時相での左室容量 (DsV, DdV, DaV) を算出した. これらを用いると AFF by LV echo (%) は $(DdV - DaV) / (DdV - DsV) \times 100$ の式で表わされる. 大動脈後壁エコーの最大振幅



$$\begin{aligned} \text{AFF by LV echo} &= \frac{DdV - DaV}{DdV - DsV} \times 100 \\ &= 23\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AFF by Ao echo} &= \frac{E_2 \times L_2}{E_1 \times L_1} \times 100 \\ &= 30\% \end{aligned}$$

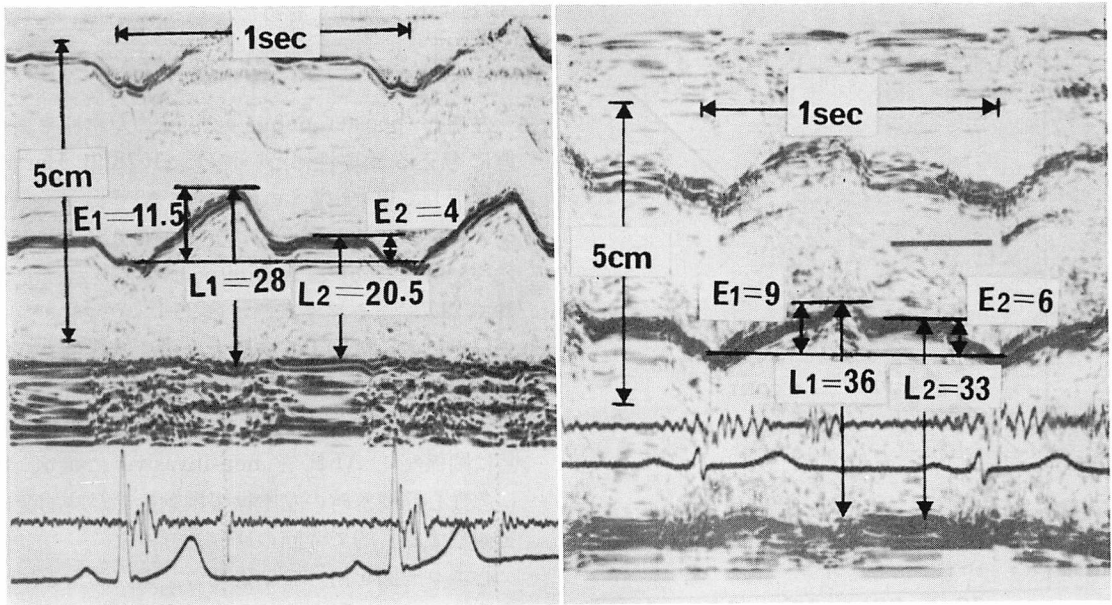
Fig. 1. Echocardiographic determinations of AFF obtained by echograms of the left ventricle and aortic root in a normal subject.

Dd=left ventricular end-diastolic dimension; Ds=left ventricular end-systolic dimension; Da=left ventricular dimension at the beginning of atrial contraction; DdV=left ventricular end-diastolic volume using Teichholtz's method; DsV=left ventricular end-systolic volume using Teichholtz's method; DaV=left ventricular volume at the beginning of atrial contraction using Teichholtz's method; E₁=maximum posterior wall excursion of the aorta; E₂=posterior wall excursion of the aorta at atrial contraction; L₁=maximum LA dimension; L₂=LA dimension at the beginning of atrial contraction.

に左房径を乗じた値 (E₁×L₁) が, mitral flow volume と高い相関性を持つことより^{16,17)}, 心房収縮期の後壁振幅にその時点での左房径を乗じた値 (E₂×L₂) を心房収縮による mitral flow volume の指標とし, AFF by Ao echo (%) を (E₂×L₂)/(E₁×L₁)×100 として算出した. **Fig. 1** に示した症例では, AFF by LV echo は 23%, AFF by Ao echo は 30% であった. **Fig. 2** は正常例および old MI 例の大動脈根部心エコー

図を示したものである. 心房収縮時の大動脈後壁振幅 (E₂) は, 心筋梗塞例で正常例に比べ増大しており, AFF by Ao echo は正常例で 25%, old MI 例で 61% であった.

心臓カテーテル検査時の左室圧測定は, 造影剤使用前に使用前 37°C 恒温槽内で 30 分間加温し, calibration した Millar 製カテ先マノメーターを用い, fluid filled カテーテルを reference として測定した. 心エコー図検査は心カテーテル検査



$$\text{AFF by Ao echo} = \frac{4 \times 20.5}{11.5 \times 28} \times 100 = 25\%$$

$$\text{AFF by Ao echo} = \frac{6 \times 33}{9 \times 36} \times 100 = 61\%$$

Fig. 2. Aortic-left atrial echograms of a normal subject (left panel) and a patient with old myocardial infarction (right panel).

の前後14日以内に行った。なお、全例とも心電図上正常洞調律であった。

結 果

AFF by LV echo と AFF by Ao echo との相関関係を Fig. 3 に示す。両者は $r=0.878$ ($p<0.001$) と良い相関を示したが、AFF by Ao echo は AFF by LV echo より約13%大きめに算出された。MI 例は AFF by LV echo 測定が困難なためにここでは省いた。

1. 各疾患群における AFF

各疾患ごとの AFF by LV echo および AFF by Ao echo を平均値±標準偏差として Fig. 4 に示した。AFF by LV echo でみると、正常群 $18 \pm 5.7\%$ 、HHD 群 $28 \pm 9.2\%$ 、HCM 群 $28 \pm 5.5\%$ 、AP 群 $27 \pm 6.4\%$ で、HHD、HCM、AP 群で正常群に比し有意の増加がみられ ($p<0.001$)、AFF by Ao echo でみても正常群 30

$\pm 7.5\%$ 、HHD 群 $41 \pm 9.3\%$ 、HCM 群 $42 \pm 6.2\%$ 、AP 群 $42 \pm 6.4\%$ 、old MI 群 $49 \pm 8.7\%$ であり、やはり正常群に比べ各疾患群では有意に AFF が増加し (HHD $p<0.01$ 、HCM $p<0.001$ 、AP $p<0.001$ 、old MI $p<0.001$)、特に old MI 群で著明な増大がみられた。

2. AFF と左室拡張終期圧との関係

AFF by Ao echo と左室拡張終期圧 (LVEDP) との関係を73例について検討してみた。その結果、回帰線は放物線様を呈し、 $r=0.834$ ($p<0.005$) と良い相関を認め、LVEDP 上昇例では AFF が大なる傾向を示した。疾患別にみると HCM 群では AFF の増加に比し、LVEDP の上昇のほうがより著明であった (Fig. 5)。

3. AFF と左房径との関係

心房収縮開始時の左房径 (L_2I) と AFF by Ao echo との相関は、 $r=0.585$ ($p<0.001$) の正相関を認め、心房収縮開始時の左房径の大なるものは

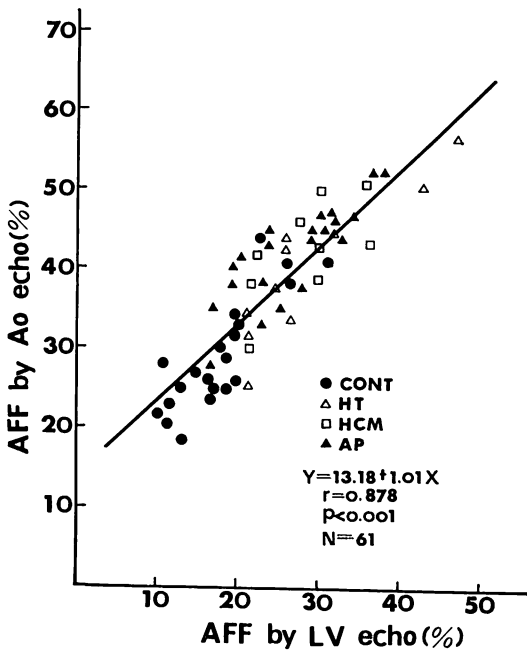


Fig. 3. Relationship between AFF by Ao echo and AFF by LV echo in patients without asynergy.

AFF も大きくなる傾向を認めた (Fig. 6).

4. 急性心筋梗塞時の AFF と肺動脈拡張期圧および左房径の経日変化

Fig. 7 は acute MI 18 例における AFF by Ao echo と肺動脈拡張終期圧 (PAEDP) との関係の発症直後からの経日変動を示したものである。各疾患群での AFF と LVEDP との関係と同様に、回帰線は放物線様を呈し、 $r = 0.670$ ($p < 0.005$) と良い相関を示した。しかし Fig. 8 に示すように AFF の値には経日変化に一定の傾向はみられなかった。また、第 2 病日の平均の AFF by Ao echo は $52 \pm 8.3\%$ であり、old MI と同様正常群に比して著明な増大を示した。Fig. 9 には acute MI 18 例における心房収縮開始時の左房径 (L_2I) と AFF by Ao echo との関係の発症直後の経日変動を示す。やはり $r = 0.592$ ($p < 0.001$) と正の相関を認め、 L_2I の増大とともに

AFF の増大傾向を認めた。

考 案

左房の booster pump action の左室拡張期動態に与える重要性については、1628 年 Harvey が提唱して以来⁵⁾幾多の報告がある¹⁻⁷⁾。Wiggers & Katz によると AFF の正常値は 18~60% (平均 35%) であり⁴⁾、Rahimtoola らによれば正常群で 21.7%、心筋梗塞群では 35.1% である²⁾。そのほかにも心電図上左室肥大を呈する症例や、虚血性心疾患では AFF が有意に増加していたとの報告は多い^{1,3,8)}。我々は、左室局所収縮異常の有無に関係なく AFF を non-invasive に知り、特に急性心筋梗塞時の左室拡張期動態の経時的変化を観察する目的で今回の研究を行った。

心エコー図を用いて拡張期の左室充満量を知る方法としては、現在までに次の 3 種が報告されている。

1) 左室短軸径を用いるもので⁸⁻¹⁰⁾、現在最も汎用されているが、左室局所収縮異常を呈する症例では正確性に乏しい^{18,19)}。

2) 僧帽弁エコー図より求める方法で¹¹⁾、左室局所収縮異常の有無に関係なく mitral flow volume を計測できると報告されている。

3) 大動脈後壁の動きを用いて mitral flow volume を知る試みで¹²⁻¹⁷⁾、左室局所収縮異常のある症例でも使用できる。

AFF についても上記の算出法を基本とした 3 種が考えられるのは当然のことであろう。

今回の研究では、AFF by Ao echo を前述のごとく定義し、左室局所収縮異常のない症例で、これと AFF by LV echo との単相関関係を調べた。両者は $r = 0.878$ ($p < 0.001$) と良い相関を認めたが、問題点としては、AFF by Ao echo は AFF by LV echo より平均 13% 大きく算出される点である。しかし、正常群、各疾患群での平均値を比較したり、1 症例の経過観察を行うにはこの指標は十分有用と思われた。AFF は正常群に比し、対象とした各疾患群で有意に増加してお

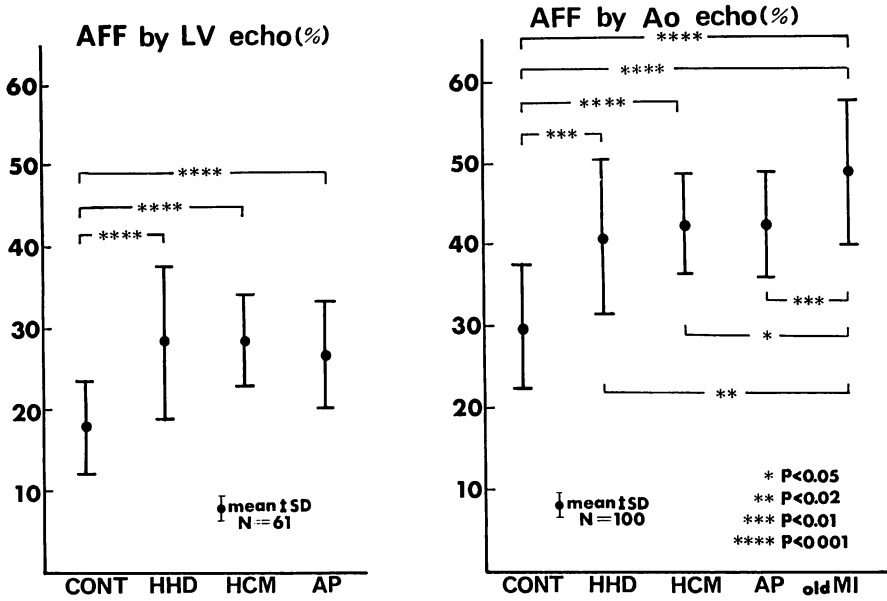


Fig. 4. AFF obtained by both methods in 21 normal subjects and 79 patients with various heart diseases.

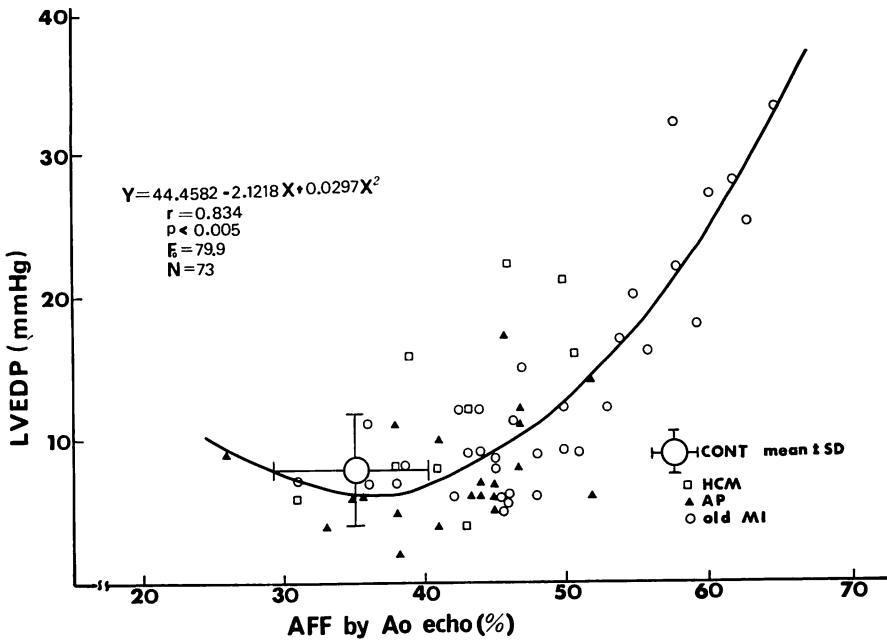


Fig. 5. Relationship between left ventricular end-diastolic pressure and AFF by Ao echo in 9 normal subjects and 64 patients with various heart diseases.

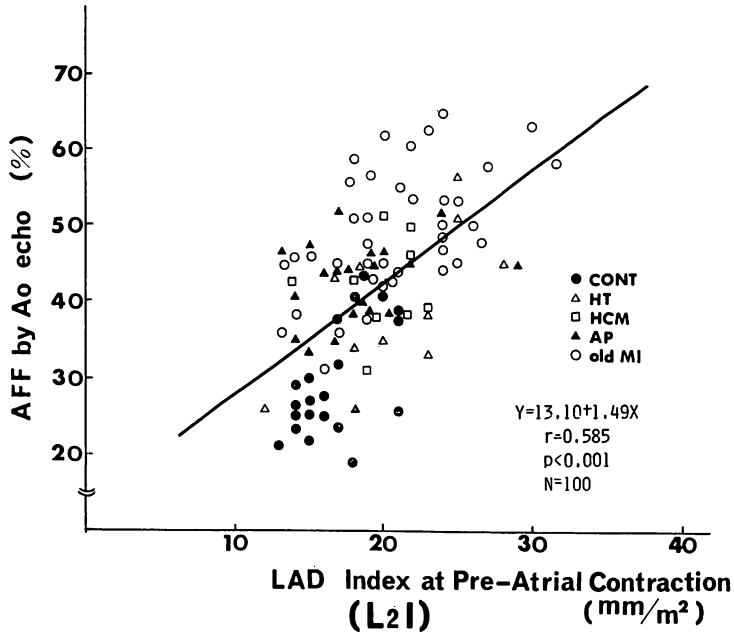


Fig. 6. Relationship between AFF by Ao echo and LAD index at the beginning of atrial contraction.

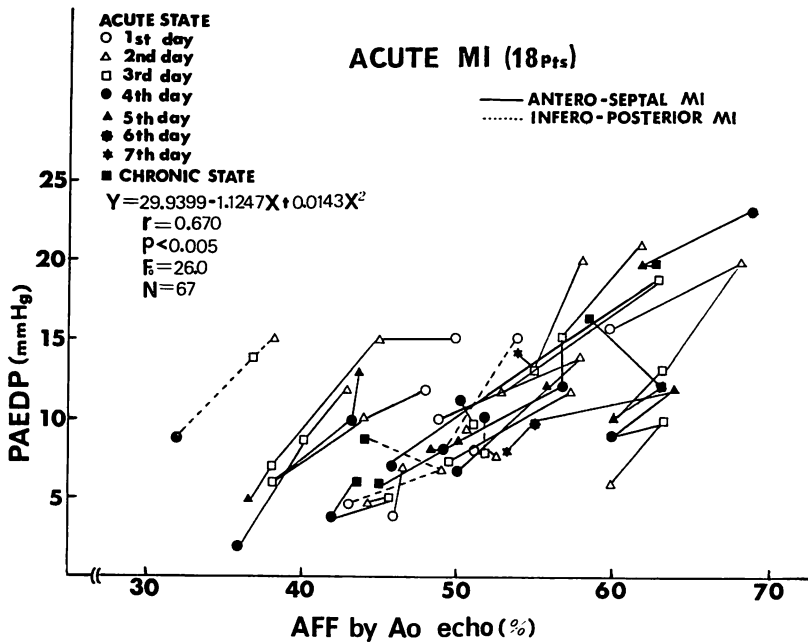


Fig. 7. Relationship between day to day changes of AFF by Ao echo and those of pulmonary arterial end-diastolic pressure in 18 patients with acute myocardial infarction.

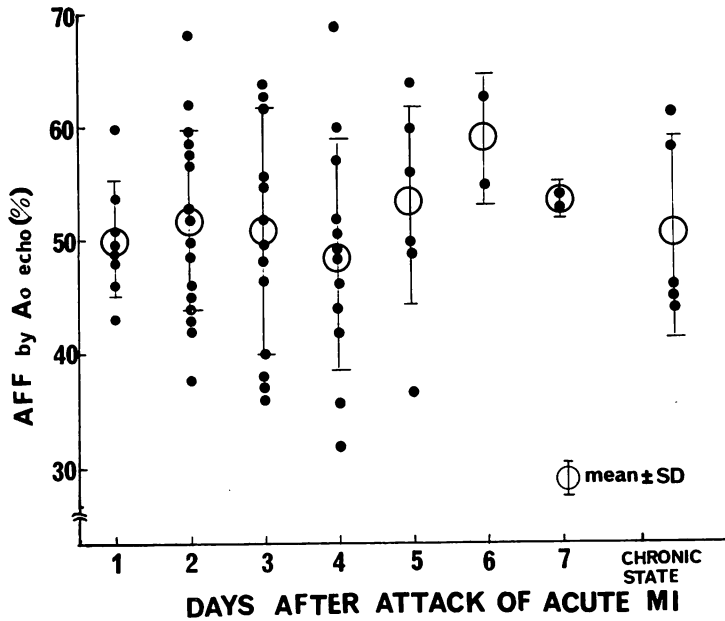


Fig. 8. Day to day changes of AFF by Ao echo after the onset of myocardial infarction in 18 patients with acute myocardial infarction.

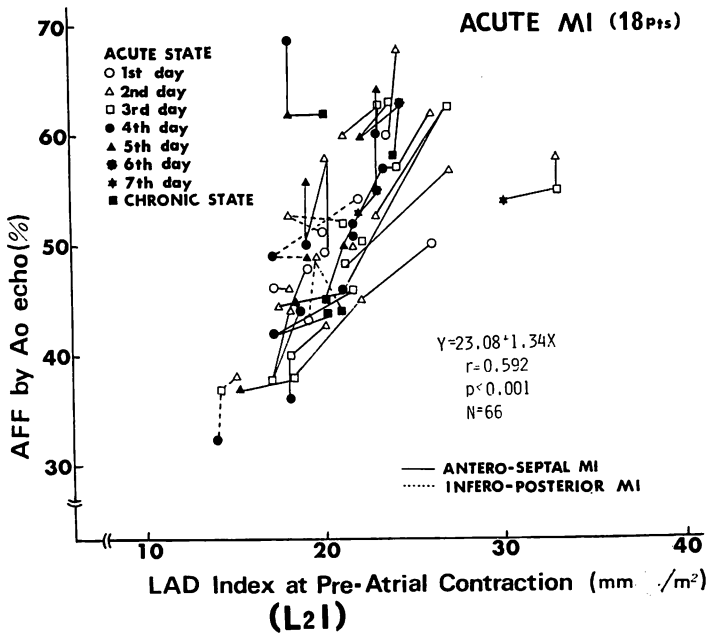


Fig. 9. Relationship between day to day changes of AFF by Ao echo and those of LAD index at the beginning of atrial contraction in 18 patients with acute myocardial infarction.

り, 特に old MI 群で著明であったことより, 本症では心房細動の予防が大切であることが示唆された。なお AP 群は非発作時の記録であるが, 21 例中 8 例で, 高血圧の既往を認めており, 高血圧症としての所見が現れた可能性もある。

左房収縮が左室拡張末期容量 (LVEDV) を増大させる大きな要因であることは前述したが, AFF と LVEDP との関係についても報告がある²⁾。本研究の結果からは回帰線は放物線様を呈し, LVEDP 上昇例では AFF が大なる傾向を示した。しかし AFF が正常群よりも小なる症例で, LVEDP 上昇例がみられたことは興味あることであった。HCM 群で AFF の増大に比し LVEDP の上昇がより著明であったことは, 左室拡張性の疾患特異性を予想させる所見と考えたが, 明確な説明はなし得なかった。1961年 Braunwald らは左房の Starling's law について報告したが²³⁾, 今回の心房収縮開始時の左房径と AFF との相関 ($r=0.585$, $p<0.001$) からみても, AFF 増大の一因子として左房の Starling's effect の関与が予想された。

Acute MI 群でも, AFF by Ao echo は第 2 病日の平均で $52\pm 8.3\%$ と正常群の $30\pm 7.5\%$ に比して著明に増大しており, 左房収縮が左室拡張期動態に重要な役割を果たしていると考えられたことより, 本症では心房細動の予防が必要である。Niemenen らは, 回復した心筋梗塞症例では発症後第 3 病日に梗塞部の局所収縮および左室収縮能は最も障害され, その後改善したと報告し²⁴⁾, 拡張期コンプライアンスについては一時増加しその後著明に低下したとの報告がある^{25,26)}。今回の検討では, AFF の値には経日変化に一定の傾向はみられなかった。これは治療のため, nitroprusside, nitroglycerine, dopamine, digitalis, Ca-antagonist, diuretics, low molecular weight dextran など種々の薬物を使用したため, その影響が AFF の値を左右したことが考えられ, 今後, 前負荷, 後負荷ならびに収縮性の変化に対し, AFF がどのように変化するかを知る必要が

あろう。

心筋梗塞急性期の数日間の AFF by Ao echo と PADEP および心房収縮開始時の左房径が, 前述の各疾患群での検討と同様な変動を示したことより, AFF by Ao echo が, 心筋梗塞急性期の左室拡張動態の経時的变化を観察するさいの安全かつ簡便な指標となり得ることを示した。

要 約

左室心エコー図より求めた atrial filling fraction (AFF by LV echo) は信頼性の高いものと考えてよいが, 左室局所収縮異常を示す症例においては, この方法による AFF 検出は困難なことが多い。今回我々は左室局所収縮異常の有無に関係なく AFF を non-invasive に知る目的で, 大動脈根部心エコー図を用いた新しい AFF の指標 (AFF by Ao echo) を提起し, その臨床的意義について検討した。正常例 21 例, 高血圧症 (HHD) 10 例, 肥大型心筋症 (HCM) 9 例, 狭心症 (AP) 21 例, 陳旧性心筋梗塞 (old MI) 39 例, 急性心筋梗塞 (acute MI) 18 例の計 118 例を対象とし, AFF by Ao echo と AFF by LV echo, 左室充満圧および心房収縮開始時の左房径との相関関係を調べ, 急性心筋梗塞例ではその経日変化をも検討し, 以下の知見を得た。ただし

AFF by Ao echo =

$$\frac{\text{心房収縮時の大動脈後壁振幅} \times \text{その時点での左房径}}{\text{大動脈後壁最大振幅} \times \text{左房径}} \times 100(\%)$$

AFF by LV echo =

$$\frac{\text{左室拡張末期容積} - \text{心房収縮開始時の左室容積}}{\text{左室拡張末期容積} - \text{左室収縮末期容積}} \times 100(\%)$$

とした。

1) AFF by LV echo と AFF by Ao echo は有意に相関した ($r=0.878$, $p<0.001$)。AFF by Ao echo は AFF by LV echo より約 13% 大きく算出された。

2) AFF by Ao echo は正常群 ($30\pm 7.5\%$) に比し, HHD ($41\pm 9.3\%$), HCM ($42\pm 6.2\%$),

AP ($42 \pm 6.4\%$), old MI ($49 \pm 8.7\%$) の各疾患群では有意に増加していた。特に old MI 群で著明な増加がみられたことより、本症では心房細動の予防が大切であることが示唆された。

3) 正常群および各疾患群において、AFF by Ao echo と LVEDP とは放物線上に有意な相関関係を認めた ($r=0.834$, $p<0.005$)。

4) 正常群および各疾患群において、心房収縮開始時の左房径と AFF by Ao echo とは有意に相関した ($r=0.585$, $p<0.001$)。これは左房の Starling's effect によるものと考えられた。

5) 心筋梗塞急性期の AFF by Ao echo と PAEDP および心房収縮開始時の左房径との関係の経日変化も、上記の各疾患群におけると同様の変動を示した。

以上より、AFF by Ao echo は真の AFF を反映し、左室拡張性の安全かつ簡便な指標となり得、心筋梗塞急性期の左室拡張期動態の経時的変化の観察にも有用であると結論した。

文 献

- 1) Grossman W, Stefadourous MA, MacLaurin LP, Rolett E, Young DT: Quantitative assessment of left ventricular diastolic stiffness in man. *Circulation* **47**: 567, 1973
- 2) Rahimtoola SH, Ehsani A, Sinno MZ, Loeb HS, Rosen KM, Gunner RM: Left atrial transport function in myocardial infarction. Importance of its booster pump function. *Am J Med* **59**: 686, 1975
- 3) Ambrose JA, Meller J, Herman MV, Teichholtz LE: The ventricular A wave: A new echocardiographic index of late diastolic filling of the left ventricle. *Am Heart J* **96**: 615, 1978
- 4) Wiggers CJ, Kats LN: The contours of ventricular volume curves under different conditions. *Am J Physiol* **58**: 439, 1922
- 5) Harvey W: Movement of the heart and blood in animals: An anatomical essay. Translated by Franklin KJ. Blackwell, Oxford Scientific Publication, 1957, p 34
- 6) Ruskin J, NcHale PA, Harley A, Greenfield JC Jr: Pressure-flow studies in man: Effect of atrial systole on left ventricular function. *J Clin Invest* **49**: 472, 1970
- 7) Stott DK, Marpole DGF, Bristow JD, Kloster FE, Griswold HE: The role of left atrial transport in aortic and mitral stenosis. *Circulation* **41**: 1031, 1970
- 8) Pombo JF, Troy BL, Russel RL: Left ventricular volume and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* **43**: 480, 1971
- 9) Fortuin NJ, Hood WP, Sherman ME, Caige E: Determination of left ventricular volumes by ultrasound. *Circulation* **44**: 575, 1971
- 10) Gibson DJ: Estimation of left ventricular size by echocardiography. *Br Heart J* **35**: 128, 1973
- 11) Rasmussen S, Corya BC, Feigenbaum H, Black MJ, Lovelace E, Phillips JF, Noble RJ, Knoebel B: Stroke volume calculated from the mitral valve echocardiogram in patients with and without ventricular dyssynergy. *Circulation* **58**: 125, 1978
- 12) Pratt RC, Prisi AF, Harrington JJ, Sasahara AA: The influence of left ventricular stroke volume on aortic root motion. *Circulation* **53**: 947, 1976
- 13) 盛岡茂文, 友永 轟, 星野恒雄, 本村正一, 霜野幸雄, 楠川禮造: 大動脈基部エコー図と左室駆出量との関係. *J Cardiography* **8**: 223, 1978
- 14) 盛岡茂文, 友永 轟, 星野恒雄, 霜野幸雄, 本村正一, 楠川禮造: 大動脈基部エコー図と左室駆出量との関係(続報): 心エコー図と Fick 法との同時検査. *J Cardiography* **8**: 231, 1978
- 15) 萬 忠雄, 松崎益徳, 前田準也, 深川和英, 岡部光久, 佐々田孝美, 池江喜信, 野元城弘, 薦田 信, 三瀬淳一: 大動脈基部運動と1回拍出量との関係. *日超医講演論文集* **30**: 219, 1976
- 16) 萬 忠雄, 松崎益徳, 佐々田孝美, 頼原 健, 石田健, 深川和英, 谷門 治, 清水正雄, 野本良一, 楠川禮造: 大動脈後壁動態による1回拍出量および僧帽弁逆流量の判定. *J Cardiography* **8**: 473, 1978
- 17) Yorozu T: Echocardiographic estimation of forward stroke volume and mitral regurgitant volume in patients with or without left ventricular dyssynergy. *Jpn Circul J* **44**: 957, 1980
- 18) Ratshin RA, Boyd CN, Rackley CE, Morasky RE, Russel RO: Quantitative echocardiography: Correlation with ventricular volumes by angiography in patients with coronary artery disease with and without wall motion abnormalities (abstr). *Circulation* **48**: Supple 48, 1973
- 19) Teichholtz LE, Kleulen T, Herman MV, Gorlin R: Problems in echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Am J Cardiol* **37**: 7, 1976
- 20) 内田孝子, 松崎益徳, 萬 忠雄, 佐々木 徹, 高橋陽二郎, 佐田孝治, 塔間陽一, 弘山直滋, 阿部義人,

内田, 松崎, 小川, ほか

楠川禮造: 大動脈根部エコー図より求めた Atrial Filling Fraction について. 心臓 **13**: 284, 1981

- 21) Swan HJC, Ganz W, Forrester J, Marcus H, Diamond G, Chonette D: Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter. *New Engl J Med* **283**: 447, 1970
- 22) Russell RO, Hunt D, Potanin C, Rackley CE: Hemodynamic monitoring in a coronary intensive care unit: Clinical applications. *Arch Intern Med* **130**: 370, 1972
- 23) Braunwald E, Frahm CJ: Studies on Starling's law of the heart IV. Observations on the hemodynamic functions of the atrium in man. *Circulation* **24**: 633, 1961
- 24) Nieminen M, Heikkilä J: Echoventriculography in acute myocardial infarction II: Monitoring of left ventricular performance. *Br Heart J* **38**: 371, 1976
- 25) Hood WB, Bianco JA, Kumar R, Whiting RB: Experimental myocardial infarction. IV. Reduction of left ventricular compliance in the healing phase. *J Clin Invest* **49**: 1316, 1970
- 26) Forrester JS, Diamond G, Parmley WW, Swan HJC: Early increase in left ventricular compliance after myocardial infarction. *J Clin Invest* **51**: 598, 1972