

肥大心の拡張期動態に関する検討：とくに心房収縮の関与について

Echocardiographic assessment of left ventricular filling in essential hypertension and hypertrophic cardiomyopathy

土手 健司
酒井 章
藤川 泰博
太田 悦子
田中 貞光
塩田登志也

Kenji DOTE
Akira SAKAI
Yasuhiro FUJIKAWA
Etsuko OOTA
Sadamitsu TANAKA
Toshiya SHIOTA

Summary

In order to evaluate the diastolic filling characteristics of the hypertrophied heart, 40 patients with essential hypertension (H), 6 with hypertrophic cardiomyopathy (HCM) and 21 normal healthy subjects (N) were studied echocardiographically. Left ventricular (LV) echograms were analyzed by a digitizer-computer system to compute LV dimensions and volumes, and thickness of the posterior wall (PW) and interventricular septum (IVS). According to the extent of LV hypertrophy, H group was subdivided; H1 group consisted of 8 cases, H2 of 20 and H3 of 12, whose values of the wall thickness (IVS+PW) were 25 mm or less, 26 to 31 mm and 32 mm or more, respectively. No cases with asymmetric septal hypertrophy were included in H group. Three diastolic phases of LV were defined with reference to electrocardiogram and phonocardiogram: the rapid filling (RF) phase from IIa sound to F point on LVPW echo, slow filling (SF) phase from the F to the beginning of the P wave and atrial filling (AF) phase from the P to the beginning of QRS complex (isovolumic relaxation period was included in RF phase). LV volume was calculated as the third power of LV diameter.

LV diameters were almost the same in all groups except HCM, which had significantly small diameters. There were no significant differences in the heart rate and stroke volume among the groups. Mean and maximal rates of LVPW motion in diastole were significantly reduced in H and HCM groups and maximal rate of circumferential lengthening was also reduced in H2 and H3 groups as compared to N group. The ratios of the fractional LV filling volume to the total stroke volume, in the RF, SF and AF phases were 46.0 ± 11.9 , 32.8 ± 12.3 and $21.1 \pm 10.8\%$ in N group, 36.0 ± 8.3 , 36.4 ± 10.3 and $27.6 \pm 6.6\%$ in H1, 37.1 ± 8.4 , 26.0 ± 12.9 and $37.0 \pm 11.6\%$ in H2, 39.9 ± 8.4 , 18.3 ± 11.3 and $42.6 \pm 12.2\%$ in H3, and 57.5 ± 11.2 , 23.3 ± 9.3 and $19.3 \pm 6.2\%$ in HCM, respectively (mean \pm 1 SD). There were no significant differences in the mean filling rate in the SF phase among the groups. How-

関西医科大学 第二内科
守口市文園町1 (〒570)

The Second Department of Internal Medicine, Kansai Medical University, Fumizonochō 1, Moriguchi 570

Presented at the 20th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Nagoya, March 29-30, 1980
Received for publication September 9, 1980

ever, the mean AF rates were augmented in H groups as compared to N and HCM. Its values were 98.6 ± 48.3 ml/sec in N group, 124.7 ± 44.8 in H1, 132.2 ± 65.7 in H2, 153.4 ± 59.4 in H3 and 44.0 ± 13.5 in HCM. In N and H group, the atrial filling fraction was significantly correlated with the LV wall thickness ($r=0.64$).

These findings would indicate that in essential hypertension, LV diastolic filling is more severely impeded as hypertrophy is advanced and the atrial kick mechanism works more forcefully and effectively to compensate the impaired filling, while in hypertrophic cardiomyopathy, the atrial filling to the ventricle would not be sufficient to compensate the impeded filling, probably because the LV cavity is disproportionally smaller as compared to the marked hypertrophic wall.

Key words

Diastolic filling Hypertrophic cardiomyopathy Hypertrophy Wall thickness Atrial
kick Hypertension

はじめに

高血圧症では、慢性圧負荷状態に対する代償機構として左室肥大をきたす。すなわち、高血圧症の重症度が増すにつれ、壁厚は次第に増加することが知られている^{1,2)}。本報告では、高血圧性肥大心における拡張期動態の変化を心エコー図法により検討した。

対 象

正常対照群 (N 群) として臨床上心疾患を有しない正常血圧者 21 例をとりあげ、本態性高血圧症 (H 群) 40 例、肥大型心筋症 (HCM 群) 6 例を対象とした。H 群は **Table 1** に示すように心エコー図法で求めた壁厚 (心室中隔厚と左室後壁

厚の和) の値が 2.5 cm 以下の 8 例を H1 群、2.6~3.1 cm の 20 例を H2 群、3.2 cm 以上の 12 例を H3 群とした。N 群および HCM 群の壁厚は、それぞれ 1.5~2.5 cm, 3.2~4.4 cm であった。年齢は、**Table 1** に示すように、N 群および HCM 群で H 群より若い傾向にあるが、高血圧各群間に差は認めなかった。なお心拍数 50 以下の徐脈, 90 以上の頻脈, 弁膜疾患, 心膜液貯溜, 心房細動, 脚ブロック, 心筋梗塞の合併するものは対象より除外した。

方 法

心エコー装置は Aloka 製 SSD-110 を用いた。左室エコー図は、臥位または左側臥位にて第 3 および第 4 肋間よりビームを投入し、僧帽弁の

Table 1. Materials and classification

	N	H1	H2	H3	HCM
Number	21	8	20	12	6
Age	35 ± 11	54 ± 14	49 ± 11	54 ± 13	36 ± 11
Wall thickness	1.93 ± 0.27	2.31 ± 0.19	2.88 ± 0.17	3.47 ± 0.28	3.91 ± 0.46

Twenty-one normal subjects (N), 40 patients with essential hypertension (H) and 6 with idiopathic hypertrophic cardiomyopathy (HCM) were studied echocardiographically. The hypertensives were subgrouped according to the left ventricular wall thickness, the sum of interventricular septum (IVS) and posterior wall (PW) thickness: H1 group whose WT was 2.5 cm or less, H2 from 2.6 to 3.1 cm and H3 3.2 cm or more. The WT in groups N and HCM ranged 1.5 to 2.5 cm and 3.2 to 4.4 cm, respectively. The values in the table are presented as a mean \pm 1SD. Wall thickness (IVS+PW) is shown in cm.

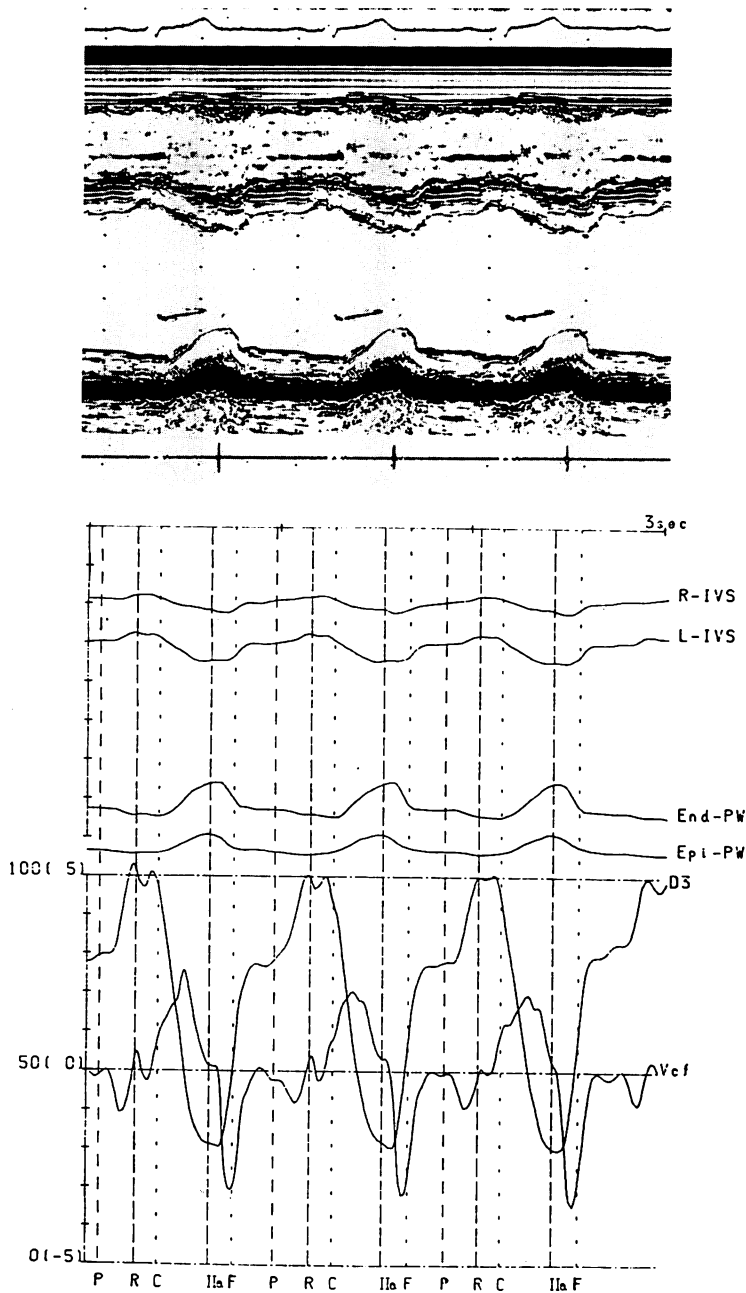


Fig. 1. Original and computer-processed left ventricular echograms.

The original LV echogram of 3 to 5 cardiac cycles (the upper part of the figure) is placed on the digitizer table. The beginning of the P, QRS in ECG and Ila sound in PCG are determined. Then, the right and left ventricular margins of the interventricular septum (R- and L-IVS), and the epi- and endocardial echoes of the posterior wall (Epi- and End-PW) are traced manually using a cursor. All these data are fed into the computer through the digitizer and processed.

The middle part of the figure shows the computer output of the digitized LV echogram processed from the upper one. In the lower part of the figure, LV volume curve (D^3) and instantaneous rate of LV circumferential shortening (Vcf) are presented.

一部が見えかくれする部位とし、これをストリップチャートにて紙送り速度5または10 cm/secで記録した。

左室エコー図の計測は、ディジタイザー・マイクロコンピュータシステムにより行った (Fig. 1)。連続する3ないし5心拍の左室エコー図より、心電図のPおよびQRS、心音図のIIA点のそれぞれ開始点を指定し、心室中隔の右室側、左室側ならびに左室後壁の心内膜、心外膜側を用手的にトレースして入力した。入力した数心拍の左室エコーデータを、P、QRSおよびIIA点が一一致するように平均加算して、代表的な心周期左室エコー図を作成した (Fig. 2)。この代表的左室エコー図より、左室容量曲線 (D³) 図、左室内周短縮速度 (Vcf) 図を算出した、左室容量はPomboの式により、Vcfは1心周期の6/100 (約60 mmsec) ごとに、その前後4/100 (約40 mmsec) 間の短縮速度として求めた。

左室容積の測定時相として、心電図P波の始まり (P)、QRSのはじまり (R)、心音図IIA開始点 (IIA) および左室後壁拡張期変曲点 (F) を定め、これらの時点の左室径をそれぞれ、Da, Dd, Ds, Dfとした (Fig. 2)。左室拡張期を上記の指定点を基準に急速充満期 (IIA-F間)、緩徐充満期 (F-P間) および心房充満期 (P-R間) の3期に分け、この間の平均左室流入速度および流入分画をつぎのように求めた。

心拍数 (min): $HR = 60/RR$ 間隔

1回拍出量 (ml): $SV = Dd^3 - Ds^3$

心拍出量 (l/min): $CO = SV \times HR$

左室流入分画 (filling fraction, FF, %)

急速充満期: $RFF = \frac{Df^3 - Ds^3}{SV}$

緩徐充満期: $SFF = \frac{Da^3 - Df^3}{SV}$

心房充満期: $AFF = \frac{Dd^3 - Da^3}{SV}$

平均左室流入速度 (filling rate, FR, ml/sec)

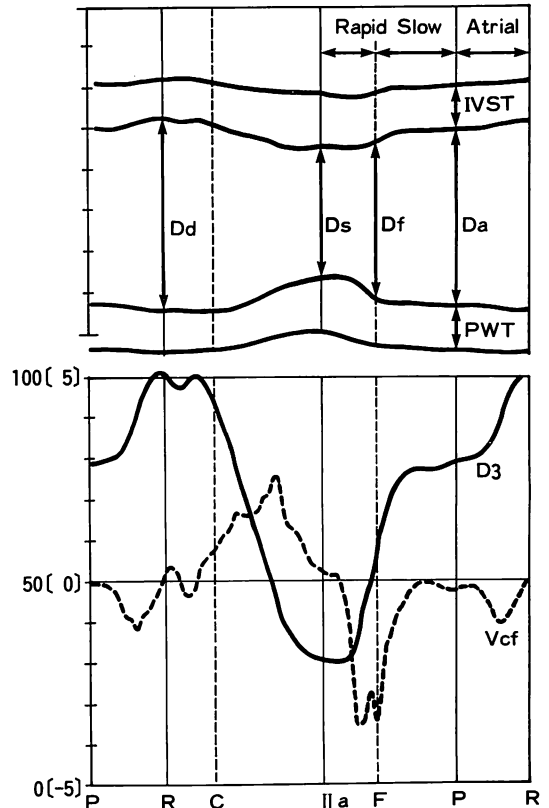


Fig. 2. Representative cardiac cycle

Three to five cardiac cycles in LV echograms (Fig. 1) are averaged to construct a representative cardiac cycle so that the timings of the P, R and IIA points in each of the cardiac cycle are coincided. The LV volume and Vcf curves are computed from the representative LV echogram. Thickness of the interventricular septum (IVST) and posterior wall (PWT) are determined at the beginning of the P wave. Ds, Df, Da and Dd in the figure denote the LV dimensions at the endsystole (IIA point), F point of LVPW echo, the beginning of the P wave and endsystole (the beginning of QRS), respectively.

急速充満期: $RFR = \frac{Df^3 - Ds^3}{f - IIA}$

緩徐充満期: $SFR = \frac{Da^3 - Df^3}{P - f}$

心房充満期: $AFR = \frac{Dd^3 - Da^3}{R - P}$

後壁収縮(拡張)速度 (PWV) については、収縮期 PWV は、後壁の中隔方向への変位開始点から IIA 点までの時間を 5 等分して、それぞれの区分について PWV を計算し、その最大値を max PWV, 平均を mean PWV とした。拡張期 PWV は IIA-F 間を 3 等分し、中 1/3 の PWV を max PWV, 平均を mean PWV とした。

成 績

対象各群の心拍数, P-R 時間, 左室径およびその計算値を **Table 2** に示した。心拍数 (HR) は各群間に差を認めなかった。左室径は拡張終期径 Dd, 収縮終期径 Ds とともに HCM 群でやや小さい ($p<0.01$) 以外, 各群間に差を認めなかった。駆出分画 EF は HCM 群でやや高い傾向を

示したが, H 各群は N 群と有意差を認めなかった。左室後壁の収縮および拡張速度 (PWV) および左室内周最大伸展速度 (max Vcf) を **Table 3** に示した。収縮期の mean および max PWV には有意の差を認めなかった。拡張期においては, 平均左室後壁拡張速度 mean PWV は N 群に比して H 各群, HCM 群では有意に低値を示した ($p<0.01$)。最大左室後壁拡張速度 max PWV (cm/sec) は N 群 -10.99 ± 2.11 に比し, H1 群 -8.92 ± 1.36 , H2 群 -7.80 ± 2.21 , H3 群 -7.67 ± 1.82 , HCM 群 -6.93 ± 2.89 と有意に小さく ($p<0.02$), しかも壁厚の増加とともに低値となる傾向を示した。

左室充満の 3 時相において, 流入分画および平均流入速度について各群間の比較検討を行った

Table 2. Basic echocardiographic data

	H	H1	H2	H3	HCM
HR	67±11	61±9	66±11	69±11	60±10
P-Q (sec)	0.16±0.02	0.16±0.02	0.17±0.02	0.16±0.01	0.17±0.01
Dd (cm)	4.7±0.4	4.6±0.3	4.3±0.4	4.4±0.4	3.6±0.3
Ds (cm)	3.1±0.5	2.9±0.4	2.8±0.4	2.9±0.6	1.9±0.3
SV (ml)	82±13	79±13	69±18	68±13	53±13
CO (l/min)	5.4±1.2	4.8±1.2	4.4±1.0	4.7±1.1	3.2±1.1
EF (%)	68±7	70±5	68±9	66±11	81±6

(Mean±SD)

HR=heart rate; P-Q=PQ interval in ECG; Ds and Dd=left ventricular dimensions at end-systole (IIA sound) and at end-diastole (the peak of R wave); respectively. SV=stroke volume calculated as (Dd^3-Ds^3) ; CO=cardiac output; EF=ejection fraction calculated as $100\times SV/Dd^3$.

Table 3. Left ventricular posterior motion velocity (PWV) and circumferential shortening rate (Vcf)

		N	H1	H2	H3	HCM
Systole	mean PWV (cm/sec)	4.30±0.66	3.76±0.70	3.90±0.68	4.42±0.93	4.07±0.74
	max PWV (cm/sec)	5.91±1.06	5.39±1.12	5.30±0.93	6.26±1.57	6.77±1.13
Diastole	mean PWV (cm/sec)	-5.97±1.06	-4.62±0.79**	-4.07±1.27**	-4.27±0.90**	-4.22±1.61**
	max PWV (cm/sec)	-10.99±2.11	-8.92±1.36*	-7.80±2.21**	-7.67±2.21**	-6.93±2.89**
	max Vcf (circ/sec)	-3.99±1.03	-3.25±0.82	-3.03±1.08**	-2.90±0.66**	-3.97±1.18

(Mean±SD) ** $p<0.01$ * $p<0.02$

(Figs. 3, 4, 5).

急速充満期についてみると (Fig. 3), 流入分画 (RFF) は N 群に比し H 各群は有意に低値を示したが ($p < 0.05$), HCM 群ではむしろ高値を示した. 平均流入速度 (RFR) (ml/sec) は N 群 264 ± 103 に比し H1 群 170 ± 60 , H2 群 134 ± 37 , H3 群 146 ± 40 , HCM 群 117 ± 51 といずれも低値を示した ($p < 0.05$).

緩徐充満期においては (Fig. 4), 流入分画, 平均流入速度ともに N 群に比し, H2, H3, HCM の各群で有意に低値を示した.

心房充満期については (Fig. 5), 流入分画 (AFF) は N 群 $21 \pm 11\%$ に比し, H1 群 28 ± 7 , H2 群 37 ± 12 , H3 群 43 ± 12 と高値を示し壁厚の増加とともに心房収縮による充満の割合がより大であった. 一方, HCM 群では 19 ± 6 と逆に低値を示した. 平均流入速度 (AFR) (ml/sec) は N 群 99 ± 48 に比し, H 各群は H1 群 125 ± 45 , H2 群 132 ± 65 , H3 群 153 ± 59 と有意に高値を示しており, しかも壁厚の増加に伴い次第に大の値を示した. しかし HCM 群では 44 ± 13

と低値であった.

壁厚と心房充満期流入分画 (AFF) との関係は Fig. 6 に示した. HCM 群を除いた N 群と H 各群では壁厚と AFF との間に有意の正相関を認めた ($r = 0.64$, $n = 61$).

考 案

本態性高血圧症では慢性的圧負荷状態にあり次第に左室肥大をきたす. これは左室壁心筋にかかるストレスを正常化しようとする, 生体の適応現象であるとされる^{3,4}. 左室肥大の非観血的診断には従来より, 胸部 X 線や心電図が臨床上使用されてきたが, 心エコー図法による壁厚および左室内径の測定が可能となり⁵⁻⁹, 左室肥大がより直接的かつ鋭敏に判定しうるようになった^{10,11}. 高血圧症の心エコー図所見として, 形態学的変化や収縮能に関係したものが多く報告されている^{1,2,11,18}. 本研究では心エコー図法を用いて肥大心における左室拡張期の変化を, 高血圧性肥大心を中心に正常心および肥大型心筋症と対比して検討した.

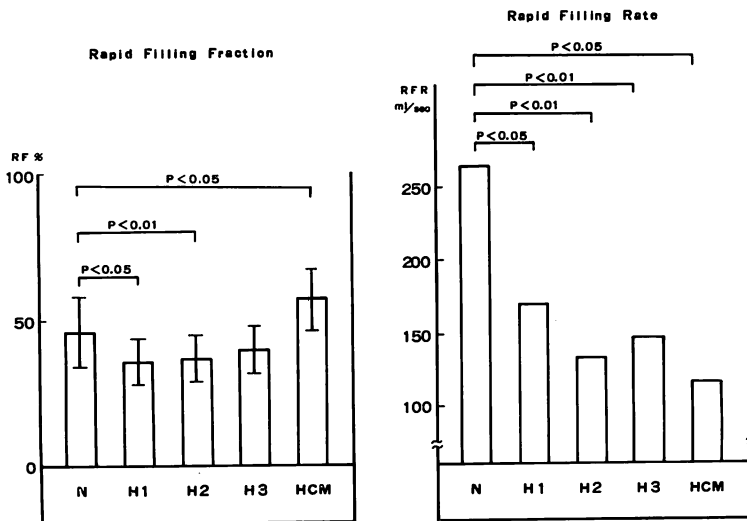


Fig. 3. Left ventricular filling rate and fraction in the rapid filling phase.

The mean rate of rapid filling is significantly reduced in the hypertensive and HCM groups. The rapid filling fraction is significantly smaller in the hypertensive groups, while larger in HCM group.

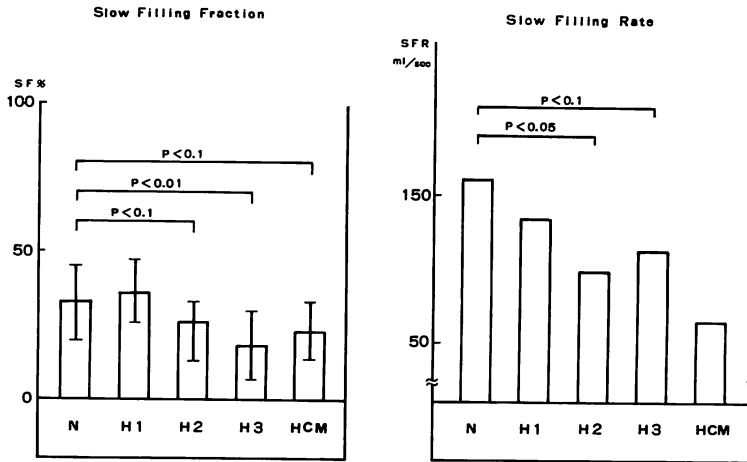


Fig. 4. Left ventricular filling rate and fraction in the slow filling phase.

The slow filling rate and fraction are slightly depressed in H2 and H3 groups as well as in HCM group.

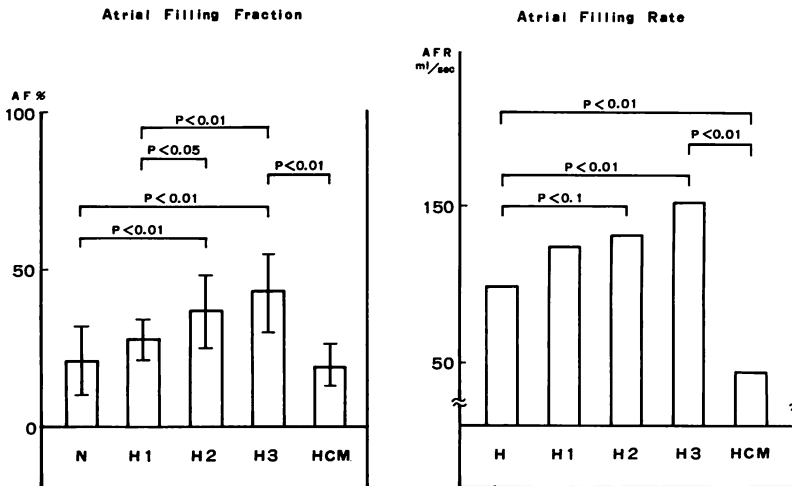


Fig. 5. Left ventricular filling rate and fraction in the atrial filling phase.

The atrial filling rate and fraction are significantly augmented in groups H1, H2 and H3, and larger in this order. In HCM group, however, the rate is significantly reduced and its fraction remains within normal range.

左室拡張期動態は左室壁厚のみならず、心筋収縮機能、左室壁の構築状態など種々の因子により影響を受ける。今回の検討対象では、左室径 Dd, Ds は健常群と高血圧群に有意の差はなく、また

収縮期の指標にも差は認められなかった。ただ心筋症群では、本症の特徴として左室径、ことに収縮終期径の低値が認められ、これが本症の拡張期動態に影響することが予想された。

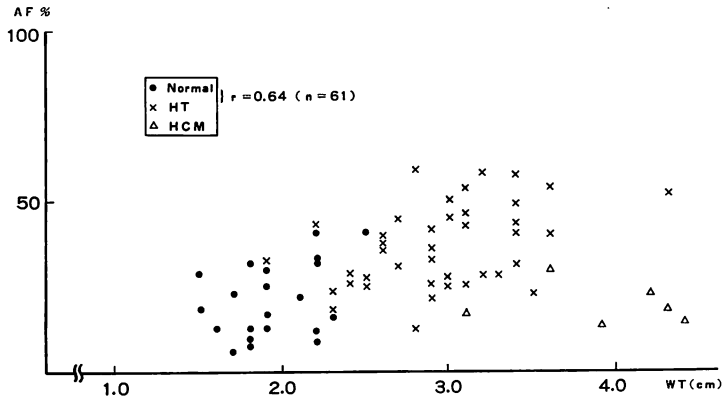


Fig. 6. Relationship between atrial filling fraction and left ventricular wall thickness.

There is a significant positive correlation between atrial filling fraction (AF%) and wall thickness (WT) in normal and hypertensive cases. The HCM patients have smaller AF% with the thicker ventricular wall.

拡張早期壁運動を示す指標として、平均および最大左室後壁拡張速度と最大左室内周伸展速度について検討した結果、高血圧各群では健常群に比し有意な低値を示した。しかも H1 群から H3 群へとより低値を示す傾向がみられ、壁厚の増加それ自身が拡張期壁運動低下をもたらすことが示唆された。

拡張充満 3 相の判別について、本研究では僧帽弁エコーの同時記録が行われなかったため、拡張充満開始点すなわち僧帽弁開放時点は定めることができず、IIA 点を拡張期開始点とした。したがって、本研究における“急速充満期”は、等容拡張期をも含めたものとなっている。

Stanton ら¹²⁾はイヌの実験による僧帽弁口血流パターンより、Hammermeister ら¹³⁾は左室血管造影より求めた左室容量曲線から、それぞれ心拍数が 92 または 80 以下であれば、急速充満と心房充満は完全に分離できるとしている。本研究においても、心拍数が約 90 以下であれば左室容量曲線を参考に設定した左室後壁 F 点により、この 2 相は完全に区別しえた。

正常群の各相の平均流入速度および流入分画は、それぞれ急速充満期では 264 ± 103 ml/sec,

$46 \pm 12\%$ 、心房充満期では 99 ± 48 ml/sec, $21 \pm 11\%$ で諸家の報告¹²⁻¹⁵⁾とほぼ一致した値であった。これに対して、高血圧症群では平均流入速度が急速充満期で低下し、心房充満期で増大していた。

Scott ら¹⁶⁾は大動脈弁狭窄症および肥大型弁下狭窄症において左房圧曲線の y 下降の緩徐化を示し、Hammermeister ら¹³⁾は左室血管造影により、大動脈弁狭窄症や虚血性心疾患で急速充満期の最大流入率が低下していることを示している。Gibson ら¹⁷⁾は心エコー図より求めた左室短軸径の拡張期最大増加率が、肥厚性心筋症や二次性左室肥大を示す疾患で低下することを報告している。一方、高血圧症において重症度とともに僧帽弁前尖拡張期後退速度 (DDR) が低下することが報告されており^{1,2,11)}、これは急速充満期の流入速度の低下の間接的表現である。いずれにせよ、肥大大心では急速充満期の流入速度は全般的に低下しているようである。我々の成績でも、急速充満期流入速度の低下が認められているが、これには等容拡張期相も含まれているため、その延長も 1 つの因子になっている可能性がある。しかし急速充満期の流入分画は減少していることは明らかで

あった。

Stott ら¹⁴⁾は大動脈弁狭窄症では心房充満期における左室への流入量は一回拍出量の 39% にも達することを示し、肥大心における“atrial kick”の重要性を指摘している。Ambrose ら¹⁹⁾は、左室肥大を有する群は有さない群に比し、左室エコー図から求めた心房収縮期の左室短軸径増加率が 2 倍以上であること、またこれが心室中隔厚および左室後壁厚とそれぞれ相関を示すことを報告している。さらに Grossmann ら^{20,21)}は、心エコー図と左室心内圧の同時記録の検討により、肥大心の左室拡張期剛性 (chamber stiffness) が対照群に比しはるかに高く、左室壁厚との間に良い正相関 ($r=0.85$) を示すことを報告している。我々の成績では、高血圧群において H1 群から H3 群へと壁厚の増加とともに RFF の低下と AFF の増大を認め、AFF と壁厚の間には良い相関 ($r=0.64$) が認められた。これらのことより、高血圧性肥大心では壁厚の増加とともに左室拡張期剛性が大となり、拡張期の流入を障害するが、これに対する代償機構としての“atrial kick”が有効に作動し、心房充満期の左室への流入速度を増して、心房充満分画が増大し、拡張末期左室充満量を増して心拍出量を正常に維持していることが示唆される。一方、肥大型心筋症においては壁運動の低下、拡張期全般にわたる流入速度の低下が認められ、とくに平均心房充満期流入速度の低下および心房充満分画の減少が高血圧群と対比的であった。この所見は、一般に肥大型心筋症では強い心房収縮を示す左室内圧上の a 波の増大が認められることを考慮するとき、“atrial kick”の強力な作動にもかかわらず、左室充満としては有効ではないことを示唆している。これは本症では、肥大の程度がより強く、かつ左室内腔の小さいことから、Laplace の定理より、心房収縮による左室内圧の上昇にかかわらず、壁張力の有効な上昇がもたらされないことも関連していると考えられる。左室壁厚増大による剛性の増大も当然関連する因子であり、さらに心筋の構築上の異常²²⁾、非

協同的な壁運動²³⁾の因子も指摘されうるものである。Sutton ら²⁴⁾は、肥大型心筋症の急速充満期の最大流入速度は健常心に比し、低下するものから増大するものまで広い変動があるとしている。本研究で対象とした肥大型心筋症は心室中隔の肥厚のみならず、比較的左室後壁にも明らかな肥厚が認められる 6 例の少数であった。本症はきわめて広いスペクトラムをもつ疾患であることから、その拡張期動態の検討には多くの余地がある。

Gerstenblith ら²⁵⁾は正常者において、加齢により左室壁厚の増加や僧帽弁前尖拡張期後退速度 (DDR) の低下を認めており、Savage ら¹¹⁾は高血圧症でも同じ傾向を示すことを報告している。また望月ら²⁶⁾は正常者において、加齢とともに拡張期充満における心房充満分画が次第に増すことを認めている。本研究における高血圧対象例は、健常者群および心筋症群より比較的高齢であった。加齢の因子についてもさらに検討の余地を残している。

ま と め

本態性高血圧症 40 例、肥大型心筋症 6 例および健常者 21 例を対象とし、肥大心の拡張期動態を心エコー図法を用いて検討した。

1) 高血圧症および肥大型心筋症における拡張期壁運動は、壁厚の増大とともに次第に低下を示した。

2) 高血圧症では、壁厚の増大に伴い、急速充満期の左室流入障害と、心房充満期における代償的左室充満の増大を認めた。

3) 肥大型心筋症では、急速充満期の左室流入障害のみならず心房収縮による左室充満も低下しており、高血圧性肥大心と異なる動態を示した。これは主として左室壁肥厚に比し、左室内腔狭小化が強いことによるものと推論した。

4) 肥大心におけるこれら拡張期左室充満の障害は、左室拡張期剛性の増大によるものと推察した。

要 約

肥大心の拡張期充満特性を評価するために、高血圧症 40 例、肥大型心筋症 6 例、健常者 21 例を心エコー図を用いて検討した。左室エコー図はデジタル化、コンピューターシステムにより、左室径、左室容量、心室中隔厚、左室後壁厚を求め分析した。高血圧症群は壁厚によりつぎの 3 群に分類した。H1 群 8 例、H2 群 20 例、H3 群 12 例で壁厚(心室中隔厚と左室後壁厚の和)はそれぞれ 25 mm 以下、26~31 mm、32 mm 以上であった。高血圧症群には非対称性中隔肥厚 (ASH) を示す症例は含まれていない。拡張期 3 相は心電図、心音図を参照して決められた。急速充満期は IIA 開始点より心エコー図の左室後壁変曲点 F まで、緩徐充満期は F 点より P 波の開始点まで、心房充満期は P 波の開始点より心電図 QRS の始まりまでとした。左室容量は左室内径の 3 乗として求めた。左室内径は有意に小さい HCM 群を除いて各群間に差を認めなかった。心拍数、一回拍出量にも差はなかった。平均および最大左室後壁拡張速度は高血圧各群と心筋症群で健常群に比し有意に減少しており、最大左室内周伸展速度もまた H2、H3 群で減少していた。

拡張期全充満量に対する、急速、緩徐および心房充満分画は健常群で、 46.0 ± 11.9 、 32.8 ± 12.3 、 $21.0 \pm 10.8\%$ 、H1 群で 36.0 ± 8.3 、 36.4 ± 10.3 、 $27.6 \pm 6.6\%$ 、H2 群で 37.1 ± 8.4 、 26.0 ± 12.9 、 $37.0 \pm 11.6\%$ 、H3 群で 39.9 ± 8.4 、 18.3 ± 11.3 、 $42.6 \pm 12.2\%$ 、HCM 群で 57.5 ± 11.2 、 23.3 ± 9.3 、 $19.3 \pm 6.2\%$ であった。緩徐充満期における平均流入速度は各群間に差はなかった。しかし心房充満期における流入速度は、健常群に比べ高血圧症群では有意に増大していた。それらの値は N 群 98.6 ± 48.3 ml/sec、H1 群 124.7 ± 44.8 、H2 群 132.2 ± 65.7 、H3 群 153.4 ± 59.4 、HCM 群 44.0 ± 13.5 であった。心筋症群を除いた健常群と高血圧症群では、左室壁厚と心房充満分画との間に良い正相関を示した ($r=0.64$)。これらの事実より、

高血圧症では肥大が進むにつれ拡張早期流入障害が次第に強くなり、そしてそれを代償するために心房収縮機構が、より強く、より効果的に働いていることがわかる。一方、肥大型心筋症では心房充満は障害されている拡張早期充満を十分には代償しえない。これは多分、左室内腔が著明に肥大した壁厚に対し“ふつりあい”に小さいためであろう。

文 献

- 1) Dunn FG, Chandraratna P, de Carvalho JGR, Basta LL, Frohlich ED: Pathophysiologic assessment of hypertensive heart disease with echocardiography. *Am J Cardiol* **39**: 789, 1977
- 2) 園谷 昇, 鷹津 正: 高血圧症の心肥大および血行動態に関する心エコー図の検討. *J Cardiography* **8**: 653, 1978
- 3) Grossmann W, Jones D, Mclaurin LP: Wall stress and patterns of hypertrophy in human left ventricle. *J Clin Invest* **56**: 56, 1975
- 4) Sasayama S, Ross JJR, Franklin D, Bloor CM, Bishop S, Dilley RB: Adaptation of the left ventricle to chronic pressure overload. *Circulat Res* **38**: 172, 1976
- 5) Troy BL, Pombo J, Rackley CE: Measurement of left ventricular wall thickness and mass by echocardiography. *Circulation* **45**: 602, 1972
- 6) Feigenbaum H, Popp RL, Chip JN, Haine CL: Left ventricular wall thickness measured by ultrasound. *Arch Int Med* **121**: 391, 1968
- 7) Pombo JF, Troy BL, Russell RO Jr: Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* **43**: 480, 1971
- 8) Gibson DG: Estimation of left ventricular size by echocardiography. *Br Heart J* **35**: 128, 1973
- 9) Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R: Problem in echocardiographic volume determination: Echocardiographic-angiographic correlation in the presence or absence of asynergy. *Am J Cardiol* **37**: 7, 1976
- 10) Pisarczky MJ, Ross AM: Cardiac measurement in hypertension: Echocardiogram, electrocardiogram and X-ray comparison. *Am J Cardiol* **37**: 162, 1976 (abstr)
- 11) Savage DD, Drayer JIM, Henry WL, Mathews EC Jr, Ware JH, Gardin JM, Cohem ER, Epstein SE, Laragh JH: Echocardiographic assessment of cardiac anatomy and function in hypertensive subject. *Circulation* **59**: 623, 1979

- 12) Nolan SP, Dixon SH Jr, Fisher RD, Morrow AG: The influence of atrial contraction and mitral valve mechanics on ventricular filling; a study of instantaneous mitral valve flow in vivo. *Am Heart J* **77**: 784, 1969
- 13) Hammermeister KE, Warbasse JR: The rate of change of left ventricular volume in man. II. Diastolic events in health and disease. *Circulation* **49**: 739, 1974
- 14) Stott DK, Marpole DGF, Bristow D, Klooster FE, Griswold HE: The role of left atrial transport in aortic and mitral stenosis. *Circulation* **41**: 1031, 1970
- 15) Rahimtoola SH, Ensani A, Sinno MZ, Loeb HS, Rosen KM, Gunnar RM: Left atrial transport function in myocardial infarction. Importance of its booster pump function. *Am J Med* **59**: 686, 1975
- 16) Stewart S, Mason DT, Braunwald E: Impaired rate of left ventricular filling in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis and valvular aortic stenosis. *Circulation* **37**: 8, 1968
- 17) Gibson DG, Traill TA, Hall RJC, Brown DJ: Echocardiographic features of secondary left ventricular hypertrophy. *Br Heart J* **41**: 54, 1979
- 18) Mashiro I, Kinoshita M, Tomonaga G: Echocardiographic observation in hypertension. *Jpn Circulat J* **39**: 1097, 1975
- 19) Ambrose JA, Meller J, Herman M, Teichholz LE: The ventricular A wave: A new echocardiographic index of late diastolic filling of the left ventricle. *Am Heart J* **96**: 615, 1978
- 20) Grossman W, Stefadouros MA, Mclaurin LP, Rolett EL, Young DT: Quantitative assessment of left ventricular diastolic stiffness in man. *Circulation* **47**: 567, 1973
- 21) Grossman W, Mclaurin LP, Moos SP, Stefadouros M, Young DT: Wall thickness and diastolic properties of the left ventricle. *Circulation* **49**: 129, 1974
- 22) Noorden SV, Olsen EG, Perse GE: Hypertrophic obstructive cardiomyopathy: A histological, histochemical and ultrastructural study of biopsy material. *Cardiovascu Res* **5**: 118, 1971
- 23) Gibson DG, Sanderson JE, Traill TA, Brown DJ, Goodwin JF: Regional left ventricular wall movement in HCM. *Br Heart J* **40**: 1327, 1978
- 24) Sutton MG st J, Tajik AJ, Gibson DG, Brown DJ, Seward JB, Giuliani ER: Echocardiographic assessment of left ventricular filling and septal and posterior wall dynamics in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Circulation* **57**: 512, 1978
- 25) Gerstenblith G, Frederiksen J, Yin FCP, Fortuin NJ, Lakatta EG, Weisfeldt ML: Echocardiographic assessment of a normal adult aging population. *Circulation* **56**: 273, 1977
- 26) 望月盈宏, 小林 正, 水谷浩也, 山本 楯, 渡辺 務: 左心機能に対する atrial contribution に関する臨床的研究. *脈波* **9**: 22, 1979