

# 心エコー図法による高血圧 心の経年変化に関する研究

# Echocardiographic ob- servations of hyperten- sive heart disease: A follow-up study

高橋 秀年

Hidetoshi TAKAHASHI

## Summary

A comparative echocardiographic study was made in 11 patients with hypertension (at the stage I or II of WHO classification) and ten healthy volunteers to investigate morphologic and functional effects of hypertension on the heart during cumulative 5 years or more. The echocardiographic parameters used in this study were left atrial dimension (LAD), left ventricular diastolic dimension (LVDd), thickness of the interventricular septum (IVS) and the posterior wall of the left ventricle (LVPW), diastolic descent rate of the mitral valve (DDR), left ventricular ejection fraction (EF), mean velocity of circumferential fiber shortening (mVCF), and the ratio of IVS to LVPW (IVS/LVPW).

The patients with hypertension showed statistically significant differences from the normal subjects in each parameter, and the following results were obtained:

- 1) The LAD showed significant increase with time. The increase was present in only 36% of the patients on the initial echograms, but in 91% 5 years later.
- 2) The LVDs showed no significant chronological changes.
- 3) The IVS exhibited a tendency to increase early in the course of the disease with subsequently significant changes with time, though its rate of change was low after 5 years of the illness.
- 4) The LVPW increased in 18% of the patients early in the course of the disease and in 100% after 5 years of the initial study. This rate of change was greater than that of the IVS.
- 5) The mVCF, DDR and EF also diminished to a significant extent.
- 6) Values of IVS/LVPW indicated that the left ventricle initially is apt to have asymmetric hypertrophy and then symmetric hypertrophy.

These results indicate that in the presence of hypertension the heart initially shows asymmetric hypertrophy with a prominent thickening of the IVS, and then, with the persistence of the disease, the hypertrophy of the LVPW becomes marked, resulting in symmetric hypertrophy of the heart. These morphologic changes in turn are attended by a significant reduction of functional parameters including EF, DDR and mVCF.

## Key words

Essential hypertension  
Cardiac function

Symmetric septal hypertrophy

Asymmetric septal hypertrophy (ASH)

岩手医科大学医学部 第二内科  
盛岡市内丸 19-1 (〒020)

The Second Department of Internal Medicine, Iwate  
Medical University, School of Medicine, Uchimaru  
19-1, Morioka 020

Presented at the 24th Meeting of the Cardiography Society held in Tokyo, March 23-24, 1982  
Received for publication September 6, 1982

## はじめに

高血圧症は長期にわたる圧負荷によって心肥大をもたらすことが知られており、その心エコー図に関しても多くの報告<sup>1-4)</sup>がなされているが、心臓に対する高血圧の経年的影響に関する報告はほとんどみられない。今回、著者は心エコー図法を用い、5年以上経過を追跡し得た本態性高血圧症患者を、同じく経過追跡の可能であった健常者と比較検討したので、以下にその成績を述べる。

## 症例と方法

対象は過去5年間、あるいはそれより以前に岩手医科大学第二内科を受診し、血圧測定を含む一般検査のほか、胸部 X 線検査、心電図、眼底検査などにより確認された WHO 病期 I~II 期の本態性高血圧患者 11 例(男性 7 例、女性 4 例、現年齢 23~71 歳、平均 53 歳)、および健常者 10 例(男性 7 例、女性 3 例、現年齢 20~40 歳、平均 31 歳)である。これらの高血圧患者は 11 例のうち、10 例は、現在引き続き治療中である。このように、本研究における高血圧者群は、血圧のコントロールがとくに不良と思われるものであった。また **Table 1** に示す血圧値は心エコー図検査前における外来血圧値ではなく、記録時の計測値を用いており、そのため研究開始時に高血圧を示さない若干例が含まれている。

心エコー図装置は Aloka 製 SSD-90 (振動子は直径 10 mm, 周波数 2.25 MHz の平板探触子)、および SSD-800 (振動子は直径 13 mm, 周波数 2.3 MHz の高速電子スキャン)を使用し、Aloka 製連続記録装置 SSZ-91 により印画紙に記録するか、または直接ポラロイドフィルムに記録した。

心エコー図検査は安静仰臥位で、超音波トランスジューサーを胸骨左縁第 3 肋間あるいは第 4 肋間において超音波ビームを投入し、**Fig. 1** に示すように、大動脈根部を直角に横切る部位(矢印 1)、僧帽弁前尖の最大振幅の部位(矢印 2)と、僧帽弁から腱索へ移行する部位(矢印 3)の 3 箇所を記録

部位とした。各心エコー図のパラメーターは左房径 (LAD)、左室拡張終期径 (LVDd)、心室中隔厚 (IVS)、左室後壁厚 (LVPW)、僧帽弁後退速度 (DDR)、駆出分画 (EF)、平均左室内円周収縮速度 (mVcf)、心室中隔厚と左室後壁厚の比 (IVS/LVPW) である。左室駆出分画は Pombo らの方法<sup>5)</sup>により求めた。

$$EF = \frac{SV}{EDV} = \frac{Dd^3 - Ds^3}{Dd^3}$$

EF=左室駆出分画; SV=1 回拍出量; EDV=拡張終期左室容量; Dd=拡張終期左室短軸径; Ds=収縮終期左室短軸径

また平均左室内円周収縮速度は Cooper らの方法<sup>6)</sup>により求めた。

$$mVCF = \frac{2(Dd - Ds)}{LVET(Dd + Ds)}$$

mVcf=平均左室内円周収縮速度; Dd=拡張終期左室短軸径; Ds=収縮終期左室短軸径; LVET=左室駆出時間

なお左室駆出時間には左室後壁の収縮期成分を代用した。

計測値は本学健常者の値<sup>7)</sup>および諸家の報告<sup>1,8)</sup>を参考にし、IVS、LVPW とともに 3 心拍の平均が 11.1 mm 以上を壁肥厚とした。また、Henry ら<sup>9)</sup>の診断基準を参考に、IVS と LVPW の比が 1.3 以上のものを非対称性肥大とし、1.3 未満を対称性肥大とした。なお、過去 5 年間における心エコー図記録回数は症例により異なるが、高血圧者群では 2~5 回、健常者群では 2 回であった。

## 結 果

対象とした高血圧患者 11 例および健常者 10 例における各種パラメーターの計測値を **Table 1**、**Table 2** に示した。

1) LAD (**Fig. 2**)

健常者群では LAD の有意の経年変化は認められなかった。しかし、高血圧者群では、前回記録時の  $29.9 \pm 4.4$  mm に対し、今回は  $33.5 \pm 4.2$  mm と増大し、推計学的に有意の経年変化が認められ

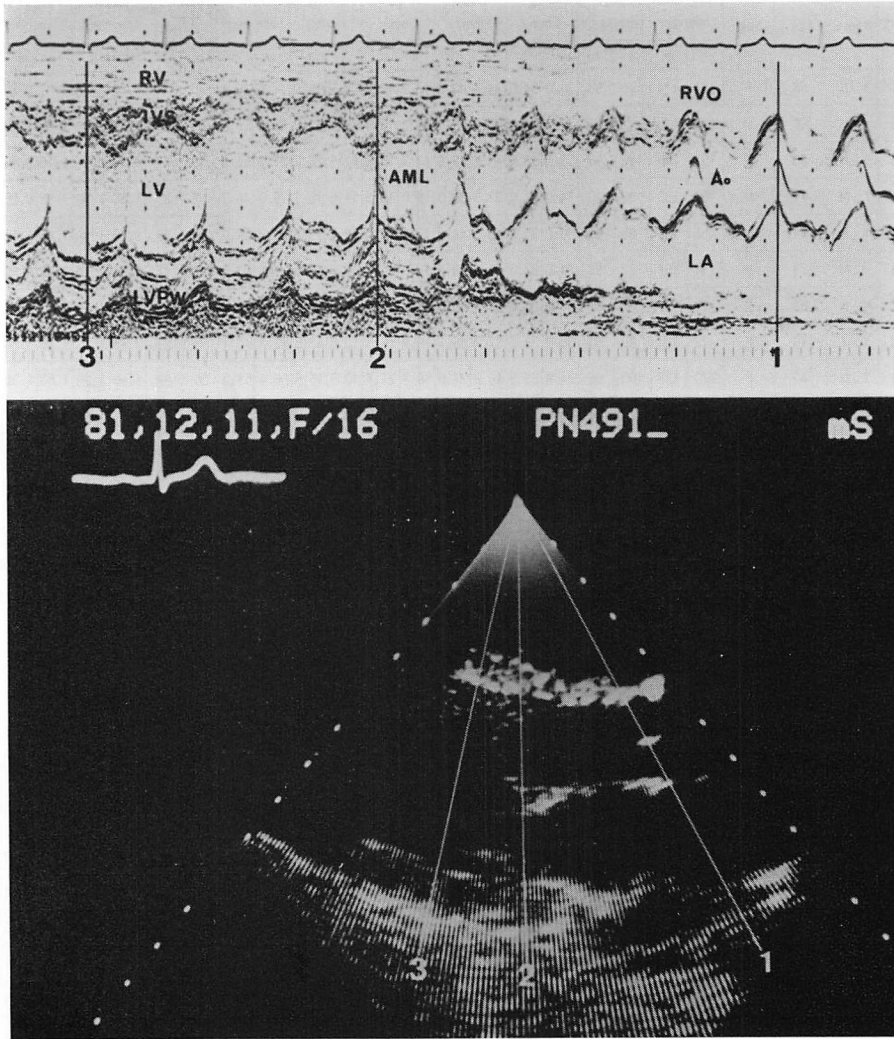


Fig. 1. M-mode and cross-sectional echocardiograms showing the method of the measurement.

RV=right ventricle; RVO=right ventricular outflow; LV=left ventricle; AML=anterior mitral leaflet; Ao=aorta; LA=left atrium. 1, 2 and 3 indicate the ultrasonic beam directions for the measurements.

**Table 1. Measurement values in hypertensive subjects**

N.O	Name	Age	Sex	syst.BP (mmHg)		diast.BP (mmHg)		LAD (mm)		LVDd (mm)		IVS (mm)		LVPW (mm)		DDR (mm/sec)		EF (%)		mVcf (cir/sec)		IVS/LVPW (ratio)	
				a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1	I. S.	66	F	134	174	76	98	30.0	34.0	44.4	43.0	12.2	12.4	8.9	14.0	47.0	30.1	75	72	1.41	1.38	1.37	0.89
2	K. H.	50	M	190	136	110	76	32.1	36.0	49.6	50.0	15.2	15.9	10.4	12.2	128.0	75.0	60	53	1.00	0.90	1.46	1.30
3	S. K.	60	F	192	146	102	90	33.5	33.6	46.2	49.6	13.3	16.2	11.5	20.2	92.3	66.8	70	47	1.20	0.71	1.16	0.80
4	T. M.	71	M	190	130	92	70	34.0	40.0	37.8	38.0	16.0	16.3	11.6	16.7	79.0	46.7	85	81	1.89	1.30	1.38	0.98
5	T. A.	44	M	156	122	96	80	30.0	31.2	48.5	44.9	13.0	15.6	8.7	13.3	69.8	54.0	75	76	1.78	1.38	1.49	1.17
6	H. M.	23	M	134	164	92	92	24.6	32.0	40.8	48.0	10.6	11.1	9.5	12.5	105.0	83.8	82	71	1.57	1.10	1.12	0.89
7	K. K.	62	M	128	138	82	80	37.8	38.8	38.4	40.8	14.6	15.8	8.8	14.8	74.8	70.0	83	81	2.07	1.70	1.66	1.07
8	K. T.	70	F	172	120	90	60	30.8	33.2	37.7	38.1	15.8	16.8	10.8	13.5	83.7	80.1	93	89	2.49	1.96	1.46	1.24
9	T. N.	49	F	170	138	100	96	24.8	33.9	40.2	37.8	16.7	21.1	10.9	15.6	68.4	51.5	86	89	1.96	1.25	1.53	1.35
10	E. T.	45	M	126	140	72	98	27.5	31.0	49.8	49.4	10.4	12.5	10.4	11.0	84.5	55.5	87	79	2.2	1.68	1.00	1.14
11	K. K.	40	M	142	112	102	70	24.0	24.3	46.3	49.0	13.2	14.0	10.2	11.1	81.3	74.7	70	64	1.74	1.60	1.29	1.26

a : 5 — 7 years before  
b : Present

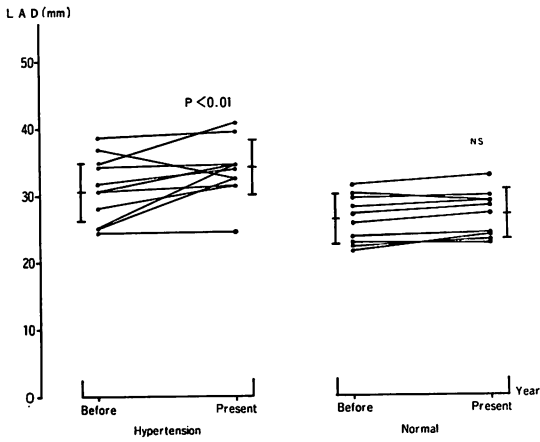
LAD=left atrial dimension; LVDd=left ventricular end diastolic dimension; IVS=thickness of the inter-ventricular septum; LVPW=thickness of the posterior wall of the left ventricle; DDR=diastolic descent rate of the mitral valve; EF=left ventricular ejection fraction; mVcf=mean velocity of circumferential fiber shortening.

**Table 2. Measurement values in normal controls**

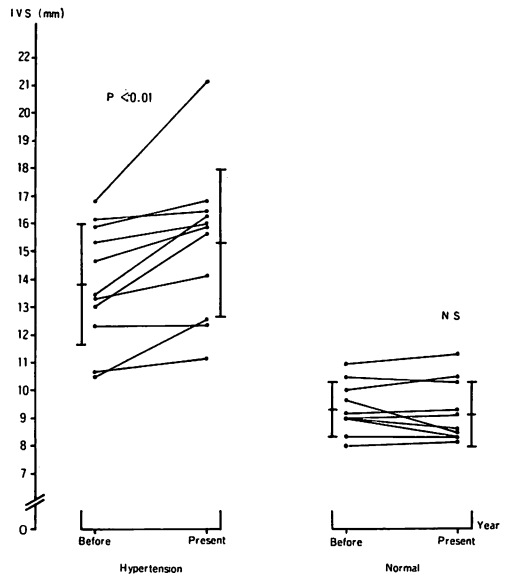
N.O	Name	Age	Sex	syst.BP (mmHg)		diast.BP (mmHg)		LAD (mm)		LVDd (mm)		IVS (mm)		LVPW (mm)		DDR (mm/sec)		EF (%)		mVcf (cir/sec)		IVS/LVPW (ratio)	
				a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1	R. S.	35	M	108	100	60	60	25.0	26.4	47.0	47.4	10.5	10.3	9.5	9.6	98.0	115.0	66	66	1.40	1.42	1.11	1.07
2	K. A.	21	M	128	132	50	50	27.4	27.7	40.0	41.1	10.0	10.4	9.8	10.0	80.0	80.8	76	75	1.79	1.76	1.02	1.04
3	H. C.	25	F	114	110	80	60	21.9	22.5	44.7	44.2	9.6	8.3	9.4	9.2	87.5	67.6	76	75	1.70	1.63	1.02	0.90
4	M. Y.	39	M	108	110	76	80	26.4	27.2	47.2	49.4	9.0	8.2	9.2	9.0	73.2	66.8	73	75	1.68	1.60	0.98	0.91
5	Y. S.	31	M	110	112	72	74	21.4	23.1	46.8	45.5	8.0	8.0	9.4	9.4	85.7	84.7	76	70	1.36	1.34	0.85	0.85
6	S. S.	28	M	110	108	70	70	30.2	32.0	42.4	47.9	9.0	8.4	9.9	10.3	79.5	79.0	84	77	1.77	1.59	0.91	0.82
7	Y. Y.	38	M	132	130	80	70	29.0	28.0	53.5	58.2	10.9	11.3	9.7	10.8	97.0	102.0	78	74	1.43	1.41	1.12	1.05
8	T. S.	20	M	110	118	76	62	28.8	29.0	42.5	42.7	9.1	9.2	8.9	9.1	79.4	78.0	61	66	1.33	1.29	1.02	1.01
9	Y. S.	30	F	118	112	74	80	22.4	22.0	33.5	34.4	9.0	9.1	8.0	7.8	90.0	80.0	81	82	1.75	1.75	1.13	1.17
10	K. O.	40	F	98	120	70	74	23.1	23.3	43.9	43.8	8.4	8.1	7.5	7.6	84.0	80.0	77	74	1.60	1.59	1.12	1.07

a : 5 — 7 years before  
b : Present

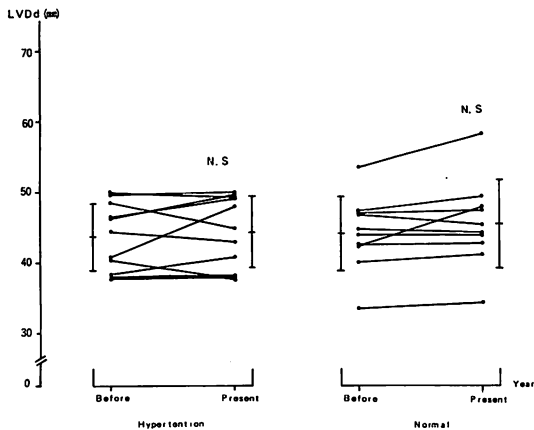
Abbreviations: see Table 1.



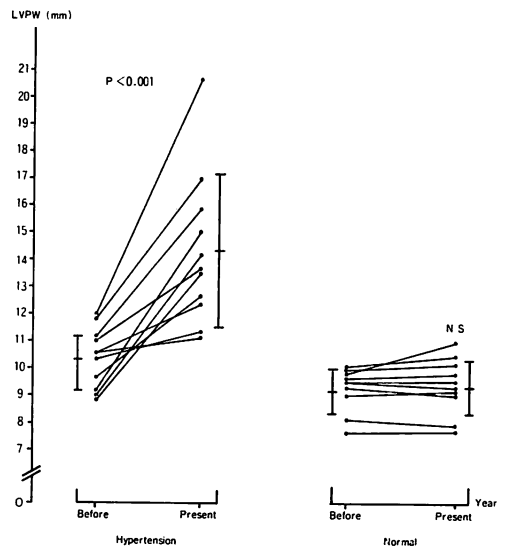
**Fig. 2. Changes of left atrial dimension (LAD).**  
From Fig. 2 to Fig. 9, the changes are observed between the two echocardiographic measurements 5-7 years apart.



**Fig. 4. Changes of thickness of the interventricular septum (IVS).**



**Fig. 3. Changes of left ventricular end-diastolic dimension (LVDd).**



**Fig. 5. Changes of thickness of the posterior wall of the left ventricle (LVPW).**

た ( $p < 0.01$ ). 高血圧症群における有意な LAD 増大は, 前回で 11 例中 4 例, 今回の記録時には 11 例中 10 例と高率であった.

2) LVDd (Fig. 3)

LVDd は正常者群, 高血圧者群ともに有意の経年変化を示さなかった.

3) IVS (Fig. 4)

IVS は健常者群では有意の経年変化を示さなかったが, 高血圧者群では前回記録時の  $13.7 \pm 2.1$  mm に対し, 今回は  $15.3 \pm 2.7$  mm で, 有意の経年変化を認めた ( $p < 0.01$ ).

4) LVPW (Fig. 5)

LVPW は健常者群では有意の経年変化が認められなかったが, 高血圧者群では前回記録時の  $10.2 \pm 1.1$  mm に対し, 今回は  $14.1 \pm 2.7$  mm と増大し, 有意の経年変化が認められた ( $p < 0.001$ ). この変化率は IVS より大であった.

5) DDR (Fig. 6)

DDR は健常者群では有意の経年変化を認めなかったが, 高血圧者群では前回記録時の  $83.1 \pm 2.9$  mm に対し, 今回は  $62.6 \pm 16.4$  mm と減少し, この経年変化は推計学的に有意であった ( $p < 0.001$ ).

6) EF (Fig. 7)

EF は健常者群では有意の変化を認めなかったが, 高血圧者群では前回記録時の  $78.7 \pm 9.7\%$  に対し, 今回は  $72.9 \pm 13.6\%$  と減少傾向にあり, 推計学的に有意の経年変化を認めた ( $p < 0.05$ ).

7) mVcf (Fig. 8)

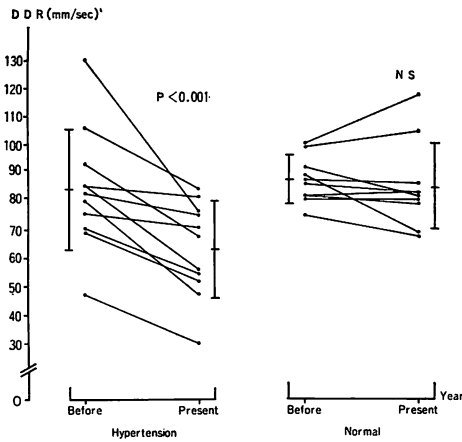


Fig. 6. Changes of the diastolic descent rate (EF slope) of the anterior mitral leaflet (DDR).

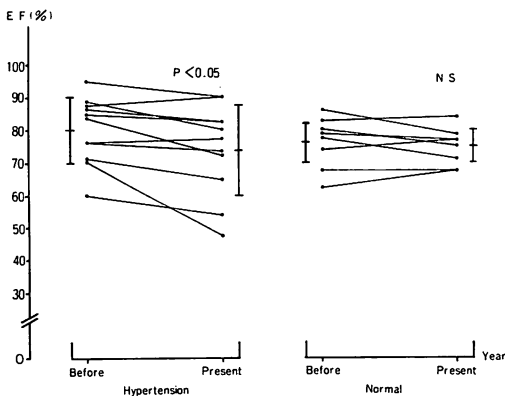


Fig. 7. Changes of ejection fraction (EF).

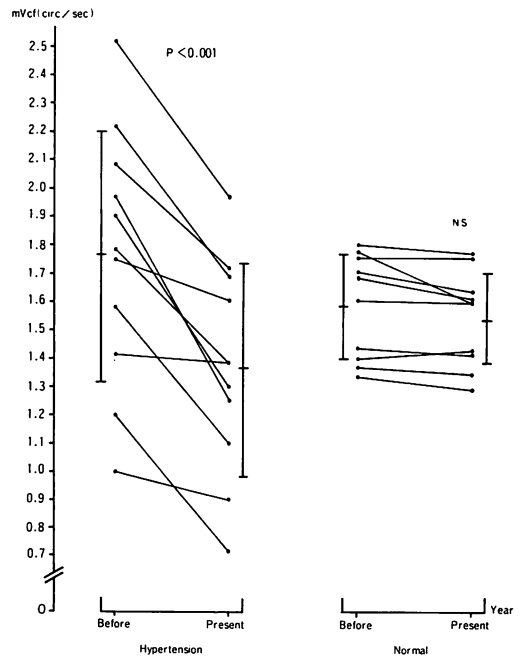
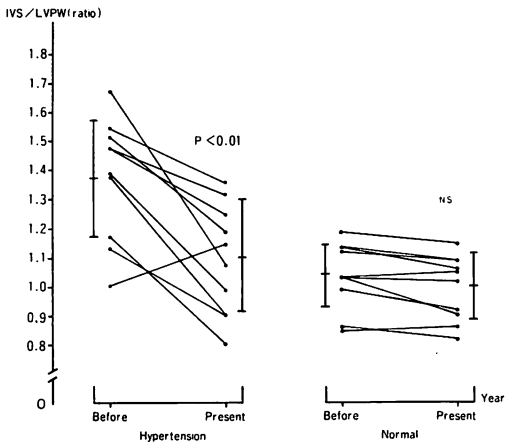


Fig. 8. Changes of mean velocity of circumferential fiber shortening (mVcf).



**Fig. 9. Changes of the ratio of thickness of the interventricular septum to the posterior wall of the left ventricle (IVS/LVPW).**

健常者群では有意の変化を認めなかったが、高血圧者群では前回記録時の  $1.76 \pm 0.44$  circ/sec に対し、今回は  $1.36 \pm 0.37$  circ/sec と、推計学的に有意の減少を認めた ( $p < 0.001$ ).

#### 8) IVS/LVPW (Fig. 9)

健常者群では有意の変化を認めなかったが、高血圧者群では前回記録時に  $1.4 \pm 0.2$  と非対称性肥大であったものが、今回は  $1.1 \pm 0.2$  と対称性肥大に変化していた。

### 考 案

高血圧が長期に持続した場合、圧負荷によって、心臓には形態的、機能的に種々の影響が与えられる。このことは心エコー図学的にもしばしば検討されてきているが<sup>1~4)</sup>、それらは高血圧症における一時期を捉えた観察にすぎず、経年的変化を観察した報告ではない。この点に関し、著者は非侵襲的に繰り返し検査可能な心エコー図法を用い、諸家の報告<sup>2,7,10,11)</sup>を参考に本症の経年的変化について検討した。

LAD にみられた有意な経年変化は、左室壁の肥厚の進行による求心性肥大に伴い、徐々に左房-左室間の拡張期流入障害が加わり、左房拡張が発

生するためのものと考えられる。本症における LAD の増大に関しては諸家の報告<sup>2,10,11)</sup>があるが、高血圧疾患を重症度により分類した臼井の報告<sup>7)</sup>によれば、血圧が高い群ほど LAD の増大が強かったと述べており、Sakamoto ら<sup>12)</sup>、Tarazi ら<sup>13)</sup>は左房の拡大が高血圧の唯一の所見であり得ると述べていることなどから、LAD の増大は高血圧性心疾患の進行度を知る上で重要な所見と思われる。

LVDD には健常者群、高血圧者群ともに有意の経年変化が認められなかったが、今後さらに経過を観察していけば有意な変化が出現する可能性はある。しかし、高血圧症では進行する肥大性変化が拡張性変化に対して阻止的に働くと考えられるから、高度の心不全状態が惹起されない限り、著明な左室拡大は生じ得ぬであろう。

DDR は左室拡張期コンプライアンスや僧帽弁または僧帽弁支持組織の変化、房室間圧較差、急速流入期の房室弁口血流などの要因により影響されるが、高血圧心の場合、とくに左室拡張期コンプライアンスの低下と房室間圧較差の上昇による影響が強く、そのために DDR の経年的な減少が招来される。このような経年変化における減少傾向は Mashiro ら<sup>3)</sup>の高血圧重症度と DDR との関係についての報告と一致しており、血圧のコントロールが不十分の場合には、その症例の DDR が低下してくるものと思われる。

EF, mVcf は左室ポンプ機能を示す指標として用いられているが、本研究における有意の経年変化に対しては反論もある。すなわち EF を高血圧の重症度別に観察しても、有意の経年変化がみられなかったという報告<sup>7)</sup>がある。しかしこれは EF の算出法の差に問題があると思われ、左室の長軸・短軸比が 2 という理想的回転楕円体と仮定して導かれた Pombo らの方法<sup>5)</sup>と、左室拡大例においては左室が球形となるため、その比が 1.3 に近づくことを利用して求めた Gibson らの式<sup>15)</sup>とでは、その差が生じることは予期されることであり、対象の選び方によって異なった結論

が導かれる可能性がある。

mVcf は左室壁厚が増大することにより減少するという報告があるが、今回の研究においてもそれを裏付ける有意の経年変化が認められた。これらの事実から、高血圧心の左室ポンプ機能を評価するには、EF よりも mVcf のほうがよりよい指標となるように思われる。

IVS, LVPW については、両者を同時に考察する必要がある。すなわち心室中隔と左室後壁とはともに経年的に肥厚する傾向があるが、初期には前者の肥厚が後者のそれを上まわり、経過とともに次第に左室後壁の肥厚が増し、したがって非対称性肥大の傾向から対称性肥大の傾向へと変化するからである。このさい問題となるのは、高血圧の初期における心室中隔の肥厚の出現である。この点に関しては若干の報告<sup>6,11)</sup>もあるが、いまだに確立された説はない。著者はこの点に関して、心室中隔の大部分は左室成分であるが、同時に右室成分も加っており、そのため左室自由壁よりも圧負荷が大きく、したがって、心室中隔の心筋内圧(壁内圧)は自由壁のそれよりも大きいためと考えている。これらは推論の域を出ないが、今後の研究課題の1つであろう。

対称性肥大と非対称性肥大との間に移行が存在するの否かは大きな問題である。一般に高血圧心の肥大様式は対称性であり、この点が非対称性肥大を示す心筋症<sup>16-18)</sup>との鑑別点であるといわれてきた。しかし、近年、高血圧心にも非対称性肥大を示す症例のあることが報告<sup>19-21)</sup>されるようになってきている。たとえば戸嶋ら<sup>10)</sup>は、高血圧心の肥大様式を、正常、左室壁の対称性肥大、左室壁の非対称性肥大、および左室腔の拡大の4群に分類して検討している。しかし対称性肥大と非対称性肥大との間に移行が存在するか否かについては不明であり、いまだ意見の一致をみていないのが現状である。これは各報告が、長い経過を有する高血圧症における一時点だけを捉えた観察結果のみを論じているためであり、しかも高血圧症のさまざまな経過中の一断面を捉えての考察に

過ぎないからである。本研究は、症例数こそ少ないが、同一症例について5年以上の経過を観察したものであり、非対称性肥大から対称性肥大への移行を示した点で意義があるものと思われる。今後、この点に関し、多数例での検討が期待される所以である。

## ま と め

高血圧が長期にわたり存在すると、心臓は形態的にも機能的にも種々の影響を受ける。そのうちのおもな変化の1つは心肥大であり、早期にはことに心室中隔が肥大して非対称性肥大の傾向を示し、ついで、高血圧の持続とともに左室後壁の肥厚が著明となり、対称性肥大を示した。これに伴い、駆出分画、僧帽弁後退速度、平均左室内円周収縮速度の有意な低下が認められ、心機能の低下が示唆された。

## 要 約

高血圧が5年以上の長期にわたり持続した場合の心臓に対する形態的、機能的な影響について、心エコー図法を用い、高血圧症11例(WHO病期I~II期)と健常者10例の経年変化を比較検討した。

心エコー図法による各種パラメーターとしては左房径(LAD)、左室拡張終期径(LVDd)、心室中隔厚(IVS)、左室後壁厚(LVPW)、僧帽弁後退速度(DDR)、駆出分画(EF)、平均左室内円周収縮速度(mVcf)、心室中隔厚と左室後壁厚の比(IVS/LVPW)を用いた。

健常者群では各種パラメーターに有意の変化は認められなかった。

高血圧者群では、これに反し、次のような成績が得られた。

- 1) LAD 拡大は前回記録時には36%、5年後には91%に認められ、有意な経年変化が示された。
- 2) LVDd は、健常者群同様、有意の経年変化を示さなかった。
- 3) IVS は早期から肥厚傾向を示し、その程



度は5年後により著明となった。

4) LVPWの肥厚は当初18%の例に認められたが、5年後には全例に認められ、その変化率はIVSのそれよりも大であった。

5) mVcf, DDR, EFにも有意の低下が認められた。

6) IVS/LVPWからみた左室は非対称性肥大の傾向から対称性肥大の傾向に変じた。

以上のことより、高血圧心は、早期にはIVSが肥厚して非対称性肥大の傾向を示すが、高血圧の持続により左室後壁の肥厚が著明となり、対称性肥大を示すようになること、それに伴い、EF, DDR, mVcfの有意な低下が認められ、心機能の低下を生じることが示唆された。

稿を終るにあたりご指導・ご校閲を賜りました岩手医科大学内科学第二講座、加藤政孝教授、白井康雄講師に深謝いたします。

#### 文 献

- 1) Haraoka S, Wake Y, Kawai T, Ogino Y, Yoshida H: Echocardiographic findings in essential hypertension. *J Cardiography* 8: 107-112, 1978
- 2) Dunn FG, Chandraratna P, Decarvalho JG, Basta LL, Frohlich ED: Pathophysiologic assessment of hypertensive heart disease with echocardiography. *Am J Cardiology* 39: 789-795, 1977
- 3) Mashiro I, Kinoshita M, Tomonaga G, Hoshino T, Shimono Y, Kusukawa R: Echocardiographic observations in hypertension. *Jpn Circ J* 39: 1097-1109, 1975
- 4) 有田幹雄, 宮本泰昌, 茂原 治, 上野雄二, 山本博晟, 西尾一郎, 増山善昭: 本態性高血圧症の心エコー図による観察. *心臓* 11: 356-363, 1979
- 5) Pombo JF, Troy BL, Russel RO: Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* 43: 480-490, 1971
- 6) Cooper RH, O'Rourke RA, Karlner JS, Leopold GR: Comparison of ultrasound and cineangiographic measurements of the mean rate of circumferential fiber shortening in man. *Circulation* 46: 914-923, 1972
- 7) 白井康雄: 本態性高血圧症における心肥大様式の心エコー図学的解析. *岩手医学会誌* 32: 423-433, 1980
- 8) 藤井諄一: 心エコー法. 南江堂, 東京, 1980
- 9) Henry WL, Clark CE, Epstein SE: Asymmetric septal hypertrophy: Echocardiographic identification of pathognomonic anatomic abnormality of IHSS. *Circulation* 47: 225-233, 1973
- 10) Toshima H, Koga Y, Yoshioka T, Kimura N: Echocardiographic classification of hypertensive heart disease. A correlative study with clinical features. *Jpn Heart J* 16: 377-393, 1975
- 11) 北沢信治, 松川和世, 安倍 哲, 今泉 満, 高橋敬輔, 清水公明, 野原義次: 高血圧症の重症度によるUCG変化. *日超医講演論文集* 32: 267-268, 1977
- 12) Sakamoto T, Kaito G, Ueda H: Electrocardiographic and phonocardiographic study in hypertension. *Jpn Heart J* 1: 198-225, 1960
- 13) Tarazi RC, Miller A, Frohlich ED, Dustan HP: Electrocardiographic changes reflecting left atrial abnormality in hypertension. *Circulation* 34: 818-822, 1966
- 14) Gibson DG, Bromn D: Measurement of instantaneous left ventricular dimension and filling rate in man using echocardiography. *Br Heart J* 35: 1141-1149, 1973
- 15) Gibson DG: Estimation of left ventricular size by echocardiography. *Br Heart J* 35: 124-134, 1973
- 16) Nimura Y, Nagata S, Beppu S, Sakakibara H, Matsuo H, Senda S, Doi M: Echocardiography in myocardial hypertrophy. *J Cardiography* 7: 467-483, 1977
- 17) Henry WL, Clark CE, Epstein SE: Asymmetric septal hypertrophy (ASH): The unifying link in the IHSS disease spectrum. Observations regarding its pathogenesis, pathophysiology, and course. *Circulation* 47: 828-832, 1973
- 18) 仁村泰治, 永田正毅: 心エコー図. 内科シリーズ. No. 32 特発性心筋症のすべて. 河合忠一編, 南江堂, 東京, 1978, p. 239-258
- 19) Hamby RI, Robert GS, Meron JW: Hypertension and hypertrophic subaortic stenosis. *Am J Med* 51: 474-480, 1971
- 20) Ohno M, Hayashi S, Hosokawa O, Watanabe K, Takano S, Kamei K, Yazawa Y, Kasahara T, Shu T, Higuma N, Ozawa T, Tamura K, Shibata A: Echocardiographic study of hypertensive cardiac hypertrophy (HCM): With special note on the differentiation from hypertrophic cardiomyopathy without obstruction (HCM). *J Cardiography* 9: 469-476, 1979
- 21) Fujita S, Murakami E, Takegoshi N, Hiramaru Y, Matsui S, Murakami H, Kitano E, Matsuya K, Saga T, Nomura M: Asymmetric septal hypertrophy (ASH) in essential hypertension. *J Cardiography* 8: 643-651, 1978