

本態性高血圧症の心エコー図

岡山大学医学部第一内科教室 (主任: 長島秀夫教授)

和 氣 義 弘

(昭和55年2月8日受稿)

Key words: 本態性高血圧症, 心エコー図
非対称性中隔肥厚

はじめに

高血圧症の成立機序としては、一般に心送血量の増大、循環血液量の増加、血液粘稠度の亢進、細動脈血管床の内径の狭小化などの血行力学的因子と、これに血液中の化学物質(昇圧物質、ホルモン、電解質等)、神経活性、血管反応性、血管の弾力性等の生物学的因子が関係している¹⁾。

しかし血圧の規定因子は全末梢抵抗と心拍出量に関係することは明らかである。とくに本態性高血圧症の初期には、心拍出量の増加が主因となり、重症度の進むにつれて全末梢抵抗が上昇を示し、心拍出量は却って減少する。

また高血圧の持続は動脈硬化を促進し、冠動脈硬化、腎動脈硬化、脳動脈硬化を惹起する。また一方では、血行力学的に心臓に負担を与え、その結果左心室の肥大、拡張とともに左心房拡大を生じ、遂には心不全を発生するに至る^{2),3)}。以上の経過は心電図では通常、左室肥大、左房拡大、両室肥大の所見として表現され、重症度が進むにつれて、その程度も著しくなる。左心室の肥大拡張所見の増強した例では、左室拡張末期圧上昇、末梢血管抵抗増大などの所見が見られ、さらに心不全をおこすと、左房拡大所見が著明になる。またしばしば心室性期外収縮、心室内伝導障害を発生する⁴⁾。ところで近年、心臓超音波検査法(心エコー図)が普及し、本態性高血圧症についてもいくつかの報告がみられ、左室肥大の形態と臨床所見との対比⁵⁾、高血圧

症の左室機能に及ぼす影響⁶⁾、心エコー図法より求めた左室重量と心電図との対比⁷⁾などがある。そこで著者は、健常者と本態性高血圧症の心エコー図を記録し、本態性高血圧症の心エコー図所見の特徴及び同時に記録した心電図所見と心エコー図とを対比、検討した。

対象と方法

対象はWHO(1962)の基準に従い、収縮期血圧160mmHg以上、拡張期血圧95mmHg以上のいずれか、または両者を満足する本態性高血圧症の123例を選んだ。これらの対象を安静時心電図のST・Tの変化の有無と程度によって、東京大学の三内科の高血圧重症度判定基準⁹⁾に準じて、Table 1のようにGroup I~IVに分類した。こ

Table 1. Classification of the Materials.
(Electrocardiographic findings)

1. Normal subjects	
2. Essential hypertension	
Group I	Normal
Group II	High voltage ($S_{V_1} + R_{V_5} 3.5mV$)
Group III	Slight ST depression (0.05-0.1 mV) or flat T T/R $\leq 10\%$ or inverted T less than 0.5mV in left ventricular leads
Group IV	Marked ST depression (0.1mV or more) and/or inverted T more than 0.5mV

これらの対象の心電図変化による分類は Table 2

Table 2. Number of cases and electrocardiographic data.

	Cases	Age (yrs)	$Sv_1 + Rv_5$ (mm)	QRS (sec)
Group I	16	52±10	26.8± 4.9	0.078±0.011
Group II	47	53±10	41.8± 8.1	0.078±0.012
Group III	31	56± 8	35.8± 9.6	0.076±0.010
Group IV	29	56±12	55.2±14.0	0.082±0.013

の如くである。また、対象の年齢別分布は Table 3

Group	Age distribution					
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-
N	12	7	7	1	0	0
I	0	2	6	2	6	0
II	0	1	23	14	6	3
III	0	0	9	10	10	2
IV	0	0	8	11	4	6

Table 3. Age distribution.

N, I, II, III, IV : see table 1.

の如くで、男87例、女36例で、平均年齢は54歳であった。また、刺激発生、伝導障害を認めるものは今回の対象から除外した。

対照として、21才～52才の健常者27例を選んだ。

心エコー図検査は原則として安静仰臥位で行い、Aloka SSD90または60B心エコー図記録装置を使用し、2.25MHz、直径10mmの平板探触子を用い、心電図、心音図、頸動脈波を同時記録し、ポラロイドフィルムおよびstrip chart recorderにて撮影した。記録はTransducerを第IIIまたは第IV肋間の胸骨左縁に置き、僧帽弁前尖が連続してとらえられ、かつ振幅が最大の方角で僧帽弁前尖を記録した。更に内上方にビームを向け、右室流出路、大動脈弁エコー、左房径を記録した。次に、ビームを外下方に向け、僧帽弁前尖と後尖が見えかくれる方向で、右室径、心室中隔、左室後壁、左室内腔を記録した。これらにはすべてM mode scanを行い、位置の確認を行った。

心エコー図の計測方法は以下のとおりである。左室収縮末期径(LVDs)、左房径(LAD)は同時記録した心音図の2音大動脈成分(II A)の始ま

りの時相で計測し、左室拡張末期径(LVDd)、大動脈根部径(AoD)、右室径(RVD)、右室流出路(RVOTD)、左室流出路(LVOTD)、心室中隔厚(IVST)、左室後壁厚(LVWT)は、心電図R波の頂点で計測した。右室流出路は右室前壁より大動脈前壁までを計測し、あいまいなものは除外した。僧帽弁A波とE波の振幅はC点を基準として計測した。A/E比は僧帽弁A波振幅とE波振幅の比をとった。僧帽弁前尖が収縮中期に前方へ突出し、左室流出路を狭窄するような形となり、収縮末期には後方のD点にもど

るものを収縮期前方運動(systolic anterior movement, SAM)とした。心房中隔欠損症に見られるような形の収縮期前方運動をpseudo-SAMとして区別した。心室中隔の振幅は駆出開始時の最も前胸壁に近づいた点から駆出末期の最も背方に動いた点までの最大

振幅を計測し、3～8mmのものを正常運動とし、振幅8mm以上をhyperkinetic motion、3mm以下をhypokinetic motion、駆出期に正常とは逆に前胸壁方向へ動くものをparadoxical motion¹⁰とした。左心機能はPomboの方法¹¹に従い、拡張期径をDd、収縮末期径をDsとし、左室拡張末期容積(LVEDV)はDd³、左室収縮末期容積(LVESV)はDs³により求めた。左室一回心拍出量(SV)は心周期を通じて左室腔が相似形を保つと仮定しDd³-Ds³で求めた。また、心拍出量(CO)は心拍数(HR)とSVの積で求めた。駆出分画(EF)は、EF=SV/Dd³=1-Ds³/Dd³で求めた。平均左室後壁収縮速度(mPWV)は、左室後壁UCGのC点とD点の距離、すなわち駆出期の振幅(PWE)と、これを頸動脈波より求めた左室駆出時間(ET)で除して求めた。ETは頸動脈波の立ち上がりから切痕までを用いた。平均左室内周短縮速度(mVcf)はDd-Ds/Dd×ETで求めた。D/S ratioは、藤野らの方法¹²に従って左室後壁の拡張速度の比をとり計測した。次に、心室中隔と左室後壁の肥厚の程度の差をみるためにIVST/LVWTの指標をとり検討し

た。非対称性中隔肥厚(asymmetric septal hypertrophy, ASH)は Henry ら¹³⁾の基準に従い IVST/LVWT=1.3以上を ASH とした。すべての計測はエコーの上縁より上縁までで行った。Fig. 1 に心室中隔及び左室後壁の肥厚, 僧帽弁

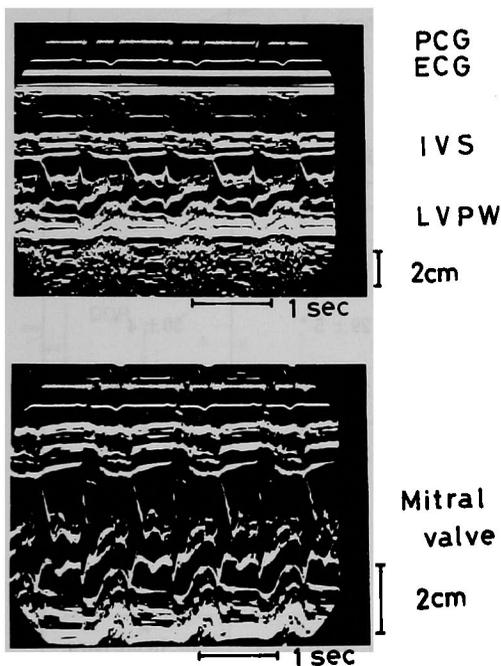


Fig. 1. Echocardiogram in a case of Group IV (52-year-old, male)

PCG : phonocardiogram
 ECG : electrocardiogram
 IVS : interventricular septum
 LVPW : posterior wall of left ventricle

の収縮期前方運動(SAM), A/E比の増大が見られる Group IV の 1 例を示した。

心エコー図の測定項目は次のとおりである。

- 1) 大動脈根部径 (AoD) 2) 右室径 (RVD)
- 3) 右室流出路徑 (RVOTD) 4) 左室流出路徑 (LVOTD) 5) 左房径 (LAD) 6) 心室中隔厚 (IVST) 7) 心室中隔運動 8) 僧帽弁拡張期後退速度 (DDR) 9) 僧帽弁最大振幅(E) 10) 僧帽弁A/E比 11) 僧帽弁収縮期前方運動(SAM)の有無 12) 左室腔の大きさ (LVDd, LV-Ds) 13) 左室後壁厚 (LVWT) 14) 左室後壁の振幅 (RWE) 15) 一回拍出量 (SV) 16) 心拍出量 (CO) 17) 駆出分面 (EF) 18) 平均左室後壁収縮速度 (mPWV) 19) 平均左室内周短縮

速度 (m Vcf) 20) D/S ratio 21) 心室中隔厚 + 左室後壁厚 (IVST + LVWT) 22) 心室中隔厚 / 左室後壁厚

次に同時に記録した心電図の計測は左房性P波¹⁴⁾を Morris らの診断基準¹⁵⁾を満たすものについて計測し, P_{v1}の陰性相の幅(秒)と振幅(mm)の積の絶対値が0.04またはそれ以上のものを左房負荷と診断し, Cと図6の上方に示すごとに図示した。またこれに対して正常のものをA, 二相性P波で左房負荷の診断を満たさないものをBと示した。

またQRS棘波の時間, 波高, ST・Tの変化についても計測を行った。

成 績

本態性高血圧症の心エコー図所見

1) 大動脈根部径 (AoD) (table 4)

健常者群(以下N群)の大動脈根部径は28±3 mmで, 本態性高血圧群については, Group I, II, III, IVでそれぞれ31±5 mm, 31±4 mm, 32±4 mm, 32±4 mmであった。これらの高血圧群の値は健常者群に比較して, それぞれ有意(P<0.05, P<0.001, P<0.001, P<0.001)の拡大を認めた。しかし本態性高血圧者群の間では有意差は認めなかった。

2) 右室流出路徑 (RVOTD) (table 4)

本態性高血圧群はすべてN群との有意の拡大を認めた。しかし本態性高血圧者群相互の間には有意差は認めなかった。

3) 右室径 (RVD) (table 4)

本態性高血圧群のGroup IIとN群との間に有意差(P<0.05)がみられ, Group IIに右室径の拡大を認めたが, 他のGroupとN群との間には有意差はみられなかった。また本態性高血圧者群相互についても有意差を認めなかった。

4) 左室流出路徑 (LVOTD) (table 4)

本態性高血圧群のGroup I~VIとN群との間に有意差を認めなかったが, Group IIはGroup Iに比し有意(P<0.05)に拡大を示し, またGroup IVもGroup Iに比し有意(P<0.05)に拡大を示した。

5) 左房径 (LAD) (Fig. 2, table 4)

N群の左房径は27±4 mmで, 本態性高血圧者

Table 4. Echocardiographic data (1)

N, I, II, III, IV : see table 1.

AoD : aortic dimension

RVOTD : right ventricular outflow tract dimension

RVD : right ventricular dimension

LVOTD : left ventricular outflow tract dimension

LAD : left atrial dimension

IVST : interventricular septal thickness

nor : normal motion

hypo : hypokinetic motion

para : paradoxical motion

Mean±SD

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

	N	I	II	III	IV
AoD (mm)	28 ± 3	31 ± 5 *	31 ± 4 ***	32 ± 4 ***	32 ± 4 ***
RVOTD (mm)	25 ± 5	30 ± 5 *	32 ± 7 ***	29 ± 5 *	30 ± 4 *
RVD (mm)	20 ± 5	23 ± 5 ns	24 ± 5 *	21 ± 4 ns	21 ± 5 ns
LVOTD (mm)	30 ± 3	28 ± 4 ns	31 ± 4 ns	29 ± 5 ns	32 ± 4 ns
LAD (mm)	27 ± 4	33 ± 3 ***	35 ± 6 ***	34 ± 5 ***	35 ± 7 ***
IVST (mm)	8 ± 2	12 ± 3 ***	13 ± 4 ***	13 ± 3 ***	15 ± 4 ***
Septal motion	normal	nor. hypo. para. 11 5 0	nor. hypo. para. 28 10 7	nor. hypo. para. 19 9 3	nor. hypo. para. 17 7 5

群のそれは, Group I, II, III, IVでそれぞれ 33 ± 3 mm, 35 ± 6 mm, 34 ± 5 mm, 35 ± 7 mmであり, いずれもN群に比して有意に拡大を認めた。(P < 0.001)しかし本態性高血圧者群相互については有意差は認めなかった。

6) 心室中隔厚 (IVST) (Fig 3, table 4)

N群の心室中隔厚は 8 ± 2 mmで, 本態性高血圧者群については Group I, II, III, IVでそれぞれ 12 ± 3 mm, 13 ± 4 mm, 13 ± 3 mm, 15 ± 4 mmであり, N群に比較してすべて有意に高値を示した。(P < 0.001)また本態性高血圧者群相互では, Group IVは Group Iに比し有意 (P < 0.05)に拡大を認めたが, その他の群間には有意差を認めなかった。

7) 心室中隔運動 (table 4)

N群はすべて正常運動を示した。Group Iでは16例中11例が正常運動を, 5例(31%)がhypokinetic motionを示した。Group II, II, IVで

は hypokinetic motion が増加し (Group IIでは45例中10例(22%), Group IIIでは31例中9例(29%), Group IVでは29例中7例(24%)), 一部の症例では paradoxical motion を認めた。(Group IIで45例中7例(16%), Group IIIで31例中3例(10%), Group VIで29例中5例(17%))

8) 僧帽弁拡張期後退速度 (DDR) (Fig. 2, table 5)

N群のDDRは101 ± 25mm/secで, 本態性高血圧者群については, Group I, II, III, IVでそれぞれ 82 ± 25mm/sec, 91 ± 31mm/sec, 82 ± 26mm/sec, 84 ± 29mm/secであった。これらの値はN群に比較して, それぞれ有意に (P < 0.01, P < 0.05, P < 0.01) 減少を認めた。

9) 僧帽弁最大振幅 (E) (table 5)

N群の僧帽弁最大振幅は 25 ± 4 mmで, 本態性高血圧者群については Group I, II, III, IVでそれぞれ 23 ± 3 mm, 23 ± 3 mm, 21 ± 3 mm, 23 ±

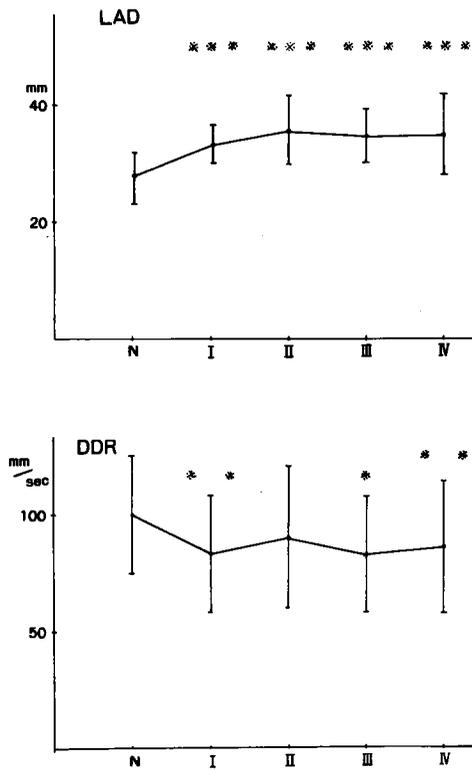


Fig. 2. LAD and DDR of mitral valve in normal subjects and essential hypertension.

LAD : left atrial dimension
 DDR : diastolic descent rate
 * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001
 N, I, II, III, IV : see table 1.

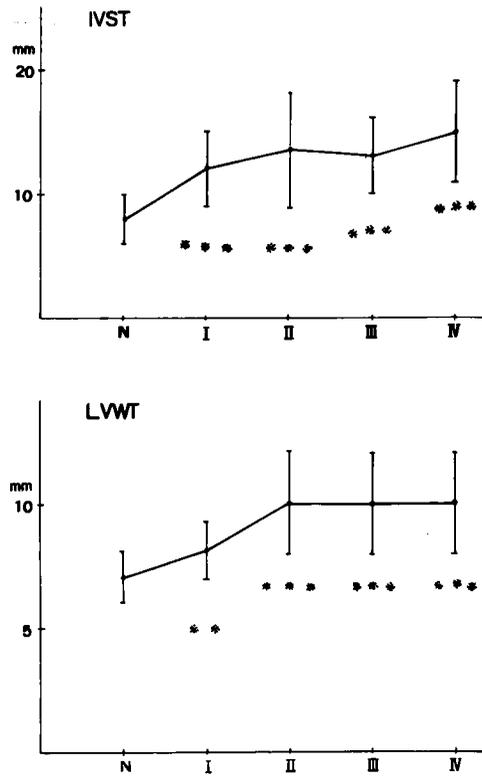


Fig. 3. IVST and LVWT in normal subjects and essential hypertension.

IVST : interventricular septal thickness
 LVWT : left ventricular posterior wall thickness
 * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001
 N, I, II, III, IV : see table 1.

3 mmであった。これらの値はN群に比較して、それぞれ有意 (ns, P < 0.001, P < 0.001, P < 0.01) に小であり、本態性高血圧症では最大振幅が低下する傾向を認めた。しかし、本態性高血圧者群相互の間には有意差は認めなかった。

10) 僧帽弁A/E比 (table 5)

N群のA/E比は0.71 ± 0.10で、本態性高血圧者群については、Group I, II, III, IVでそれぞれ0.79 ± 0.06, 0.80 ± 0.09, 0.82 ± 0.10, 0.78 ± 0.08であった。これらの値はN群に比較してそれぞれ有意 (P < 0.05, P < 0.001, P < 0.001, P < 0.05) に高値を示した。

11) 僧帽弁収縮期前方運動 (SAM) (table 5)

SAMはN群にはみられず、Group Iにpseu-

do SAM 2例、Group IIにpseudo SAM 17例、SAM 1例、Group IIIにpseudo SAM 17例、SAM 2例、Group IVにpseudo SAM 5例、SAM 1例を認めた。

12) 左室径 (LVDD, LVDs) (Fig. 4, table 5)

N群の左室拡張末期径 (LVDD) は46 ± 4 mmで、本態性高血圧者群については、Group I, II, III, IVでそれぞれ49 ± 5 mm, 48 ± 6 mm, 47 ± 6 mm, 51 ± 6 mmであった。これらの値はN群に比較してGroup IVにのみ有意な拡大 (P < 0.001) を認めた。N群の左室収縮末期径 (LVDs) は27 ± 3 mmで、本態性高血圧者群については、Group I, II, III, IVでそれぞれ33 ± 6 mm,

Table 5. Echocardiographic data (2)

N, I, II, III, IV : see table 1.

DDR : diastolic descent rate of mitral valve

Amp : amplitude of mitral movement

A/E : ratio of A to E amplitude

SAM : systolic anterior movement

LVDs : left ventricular end-systolic dimension

LVDD : left ventricular end-diastolic dimension

LVWT : left ventricular wall thickness

PWE : left ventricular posterior wall excursion

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

ns : not significant

	N	I	II	III	IV
DDR (mm/sec)	101 ± 25	82 ± 25**	91 ± 31ns	82 ± 26*	84 ± 29**
Amp (mm)	25 ± 4	23 ± 3ns	23 ± 3**	21 ± 3***	23 ± 3**
A/E	0.71 ± 0.1	0.79 ± 0.06*	0.80 ± 0.09***	0.82 ± 0.1***	0.78 ± 0.08*
SAM	(-)	2	8	6	6
LVDs (mm)	27 ± 3	33 ± 6*	32 ± 6***	30 ± 6**	35 ± 6***
LVDD (mm)	46 ± 4	49 ± 5ns	48 ± 6ns	47 ± 6ns	51 ± 6***
LVWT (mm)	7 ± 1	8 ± 1**	10 ± 2***	10 ± 2***	10 ± 2***
PWE (mm)	14 ± 2	13 ± 1ns	13 ± 2**	13 ± 3**	13 ± 2ns

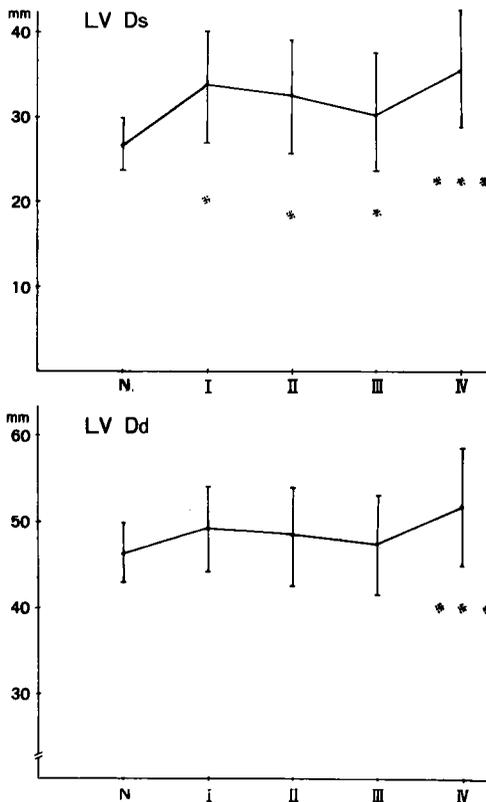


Fig. 4. LVDs and LVDD in normal subjects and essential hypertension.

LVDs : left ventricular end-systolic dimension

LVDD : left ventricular end-diastolic dimension

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

N, I, II, III, IV : see table 1.

32 ± 6 mm, 30 ± 6 mm, 35 ± 6 mmであった。これらの値はN群に比較してそれぞれ有意(P < 0.05, P < 0.001, P < 0.01, P < 0.001)に大であった。本態性高血圧者群相互についてはLVDD, LVDs共に有意差は認めなかった。

13) 左室後壁厚 (LVWT) (Fig. 3, table 5)

N群の左室後壁厚は7 ± 1 mmで本態性高血圧者群については、Group I, II, III, IVでそれぞれ8 ± 1 mm, 10 ± 2 mm, 10 ± 2 mm, 10 ± 2 mmであった。これらの値はN群に比較してそれぞれ有意(P < 0.01, P < 0.001, P < 0.001, P < 0.001)に大であった。本態性高血圧者群相互についてはGroup I, II間に有意差(P < 0.001)を認め、Group IIが肥厚していることを示した。またGroup IとIIIの間(P < 0.05), Group IとIVの間にも(P < 0.05)の有意差を認めた。

Table 6. Echocardiographic data (3)

N, I, II, III, IV : see table 1.
 SV : stroke volume
 CO : cardiac output
 EF : left ventricular ejection fraction
 mPWV : mean left ventricular posterior velocity
 mVcf : mean velocity of circumferential fiber shortning
 D/S : mean diastolic and systolic posterior wall velocity ratio
 Mean ± SD
 * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001
 ns : not significant

Group	N	I	II	III	IV
SV (ml)	76 ± 22	79 ± 21ns	77 ± 32ns	70 ± 25ns	86 ± 35ns
CO (l/min)	4.6 ± 1.3	5.2 ± 2.0ns	4.8 ± 2.3ns	4.4 ± 2.0ns	5.8 ± 2.0*
EF (%)	79 ± 4	68 ± 10*	69 ± 11***	72 ± 7***	65 ± 16***
mPWV (mm/sec)	46 ± 7	42 ± 6ns	41 ± 7**	42 ± 10ns	45 ± 10ns
mVcf (circ./sec)	1.33 ± 0.18	1.04 ± 0.26***	1.06 ± 0.30***	1.13 ± 0.29*	1.17 ± 0.34***
D/S	0.56 ± 0.08	0.69 ± 0.09***	0.75 ± 0.21***	0.70 ± 0.16***	0.76 ± 0.19***
IVST+LVWT (mm)	16 ± 1	20 ± 3***	23 ± 4***	23 ± 3***	25 ± 4***
IVST/LVWT	1.2 ± 0.2	1.5 ± 0.4*	1.4 ± 0.5*	1.5 ± 0.4*	1.6 ± 0.6***

14) 左室後壁の振幅 (PWE) (table 5)

N群のPWEは14 ± 2 mmで、本態性高血圧者群についてはGroup I, II, III, IVでそれぞれ13 ± 1mm, 13 ± 2mm, 13 ± 3mm, 13 ± 2mmであった。これらの値はN群に比較してそれぞれ有意差がns, P < 0.01, P < 0.01, nsでありGroup IIとIIIでわずかに低下する傾向を示した。

15) 左心機能 (SV, CO, EF, mPWV, mVcf, D/S ratio) (table 6)

一回拍出量 (SV) はN群では76 ± 22mlで、本態性高血圧者群については、Group I, II, III, IVでそれぞれ79 ± 21ml, 77 ± 32ml, 70 ± 25ml, 86 ± 35mlであり、これらの値はN群との間に有意差は認めなかった。また本態性高血圧者群相互についても有意差を認めなかった。

心拍出量 (CO) についてはN群は4.6 ± 1.3 l/minであり、本態性高血圧者群についてはGroup I, II, III, IVでそれぞれ5.2 ± 2.0 l/min, 4.8 ± 2.3 l/min, 4.4 ± 2.0 l/min, 5.8 ± 2.0 l/minであった。これらの値はN群に比較してGroup IVのみに有意な増加 (P < 0.01) がみられた。また本態性高血圧者群相互についてはGroup IIIとIVの間に有意差 (P < 0.01) を認め、Group IVで増加を認めた。

駆出分画 (EF) はN群で74 ± 7%で、本態性高血圧者群については、Group I, II, III, IVでそれぞれ68 ± 10%, 69 ± 11%, 72 ± 7%, 65 ± 16%であった。これらの値はN群に比較して、それぞれ有意 (P < 0.05, P < 0.001, P < 0.001, P < 0.001) に減少がみられた。また本態性高血圧者群相互についてはGroup IIIとIVの間に有意差 (P < 0.01) を認め、Group IVに低下がみられた。

平均左室後壁収縮速度 (mPWV) については、N群は46 ± 7 mm/secで、本態性高血圧者群については、Group I, II, III, IVでそれぞれ42 ± 6 mm/sec, 41 ± 7 mm/sec, 42 ± 10 mm/sec, 45 ± 10 mm/secであった。これらの値はN群に比較してGroup IIにのみ有意 (P < 0.01) に減少がみられた。また本態性高血圧者群相互の間には有意差は認めなかった。

平均左室内周短縮速度 (mVcf) はN群で1.33 ± 0.18 circ/secで、本態性高血圧者群についてはGroup I, II, III, IVでそれぞれ1.04 ± 0.26 circ/sec, 1.06 ± 0.30 circ/sec, 1.13 ± 0.29 circ/sec, 1.17 ± 0.34 circ/secであった。これらの値はN群に比較して、それぞれ有意 (P < 0.001, P < 0.001, P < 0.05, P < 0.01) の減少がみられた。

D/S ratio はN群で 0.56 ± 0.08 本態性高血圧者群については、Group I, II, III, IVでそれぞれ 0.69 ± 0.09 , 0.75 ± 0.21 , 0.70 ± 0.16 , 0.76 ± 0.19 であった。これらの値はN群に比較して、それぞれ有意 ($P < 0.001$, $P < 0.001$, $P < 0.001$, $P < 0.001$) の増大がみられた。

16) 心室中隔厚+左室後壁厚 (IVST+LVWT) (Fig. 5, table 6)

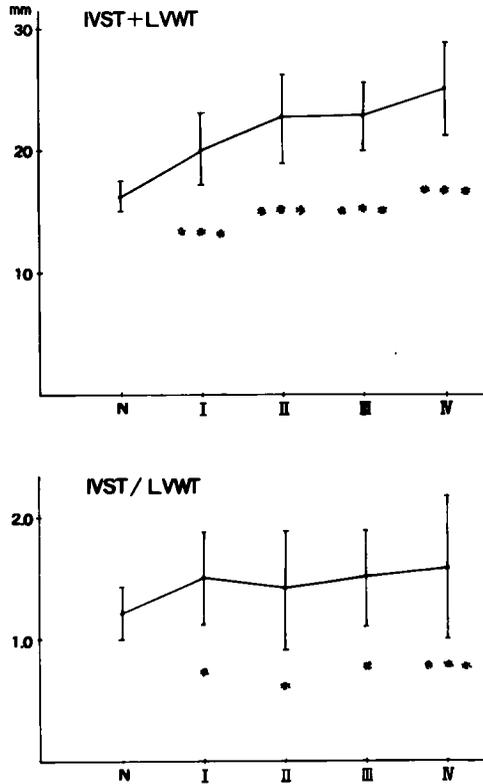


Fig. 5. IVST+LVWT and IVST/LVWT in normal subjects and essential hypertension.

IVST : interventricular septal thickness
LVWT : left ventricular posterior wall thickness

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

N群は 16 ± 1 mmであり、本態性高血圧者群についてはGroup I, II, III, IVでそれぞれ 20 ± 3 mm, 23 ± 4 mm, 23 ± 3 mm, 25 ± 4 mmであった。これらの値はN群に比較してそれぞれ有意に ($P < 0.001$, $P < 0.001$, $P < 0.001$, $P < 0.001$) 大であり、心電図変化が高度になるにつれてIV-ST+LVWTは増大する傾向が見られた。本態

性高血圧者群相互の間には、Group IとIIの間に有意差 ($P < 0.05$) を認め、Group IIの増大が見られた。またGroup IとIIIの間 ($P < 0.05$)、Group IとIVの間 ($P < 0.001$) にも有意差をそれぞれ認め、Group IIIとIVの増大を示した。

17) 心室中隔厚/左室後壁厚 (IVST/LVWT) (Fig. 5, table 6)

N群は 1.2 ± 0.2 であり、本態性高血圧者群については、Group I, II, III, IVでそれぞれ 1.5 ± 0.4 , 1.4 ± 0.5 , 1.5 ± 0.4 , 1.6 ± 0.6 であった。これらの値はN群に比較して、それぞれ有意 ($P < 0.05$, $P < 0.05$, $P < 0.05$, $P < 0.001$) に増大が見られた。

本態性高血圧症の心エコー図と心電図所見の対比

1) 左房性P波とLAD (Fig. 6)

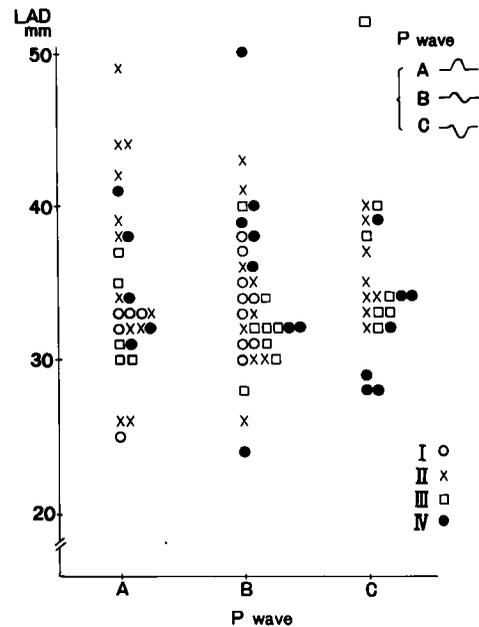


Fig. 6. Relationship between type of P wave and LAD.

LAD : left atrial dimension
A, B, C : Pattern of P wave
I, II, III, IV : see table 1.

V_1 誘導の左房性P波とLADの間には有意な関係は見られず、左房性P波が見られない症例にもLADの大なるものが見られた。

2) 左房性P波とLVDD (Fig. 7)

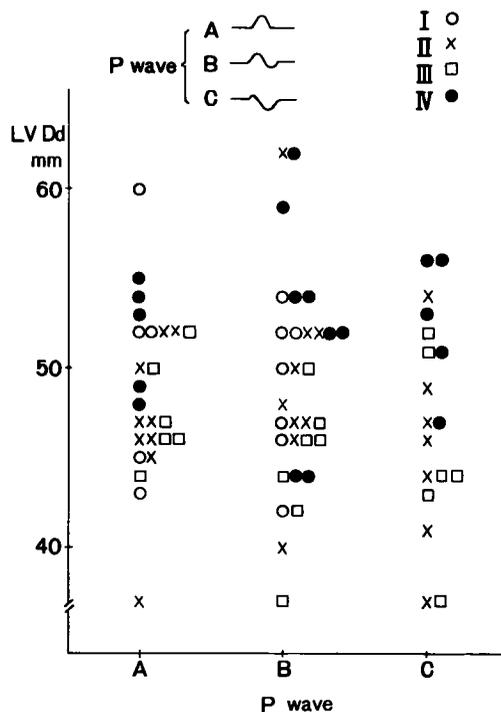


Fig. 7. Relationship between type of P wave and LV Dd.

LV Dd : left ventricular end-diastolic dimension
 A, B, C, : Pattern of P wave
 I, II, III, IV : see table 1.

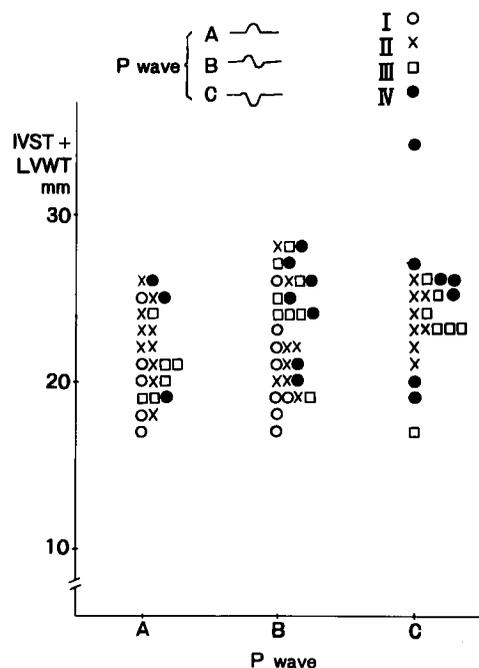


Fig. 8. Relationship between type of P wave and IVST+LVWT.

IVST : interventricular septal thickness
 LVWT : left ventricular posterior wall thickness
 A, B, C : Pattern of P wave
 I, II, III, IV : see table 1.

V₁誘導の左房性P波とLV Ddの間には有意な相関は見られず、LADの場合と同様に血圧による影響が考えられた。

3) 左房性P波とIVST+LVWT (Fig. 8)

V₁誘導の左房性P波とIVST+LVWTの間には有意な関係は見られなかった。

4) QRS軸偏位とLV Dd (Fig. 9)

QRS軸偏位とLV Ddの間には左軸偏位となる程、LV Ddが増加する傾向が見られた。

5) QRS軸偏位とIVST+LVWT (Fig. 10)

IVST+LVWTが増大するにつれて、QRS軸は左方に向かう傾向が見られた。

6) S_{v1}+R_{v6}とDDR (Fig. 11)

QRS棘波の増高の指標として、S_{v1}+S_{v6}をとり、DDRとの関係を見ると両者の間には有意な関係は見られなかった。

7) S_{v1}+R_{v6}とLV Dd (Fig. 12)

QRS棘波の電位とLV Ddの間には、電位の増大するにつれてLV Ddの増加する傾向が見られた。

8) S_{v1}+S_{v6}とIVST+LVWT (Fig. 13)

QRS棘波の電位とIVST+LVWTの間にはQRSの電位の増大につれてIVST+LVWTが増加する傾向が見られた。

9) S_{v1}+R_{v6}とEF (Fig. 14)

QRS棘波の高電位とEFの間には、S_{v1}+S_{v6}が増加するにつれてEFは減少する傾向が見られた。

10) QRS時間とIVST+LVWT (Fig. 15)

QRS時間とIVST+LVWTの間には有意な関係は見られなかった。またLV Dd, EFとの間にも相関は見られなかった。

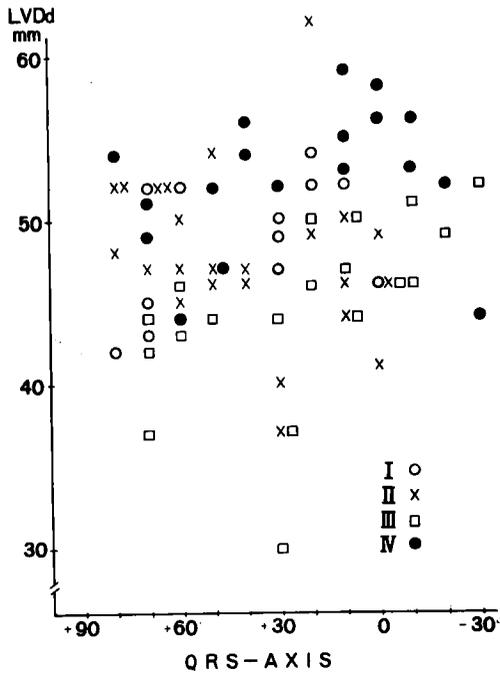


Fig. 9. Relationship between QRS-axis deviation and LVdD.

LVdD : left ventricular end-diastolic dimension
I, II, III, IV, : see table 1.

考 案

本態性高血圧に限らず、高血圧という状態の持続は心血管系に機能的に、またそれに続いて、器質的变化をひきおこし、最終的には主要臓器に障害をひきおこすことは周知の事実である。

そこで本態性高血圧症の診断には、その重症度の指標として、血圧、眼底所見、心臓、腎機能など参考として決定される。

また多くの場合に、これら主要臓器の変化は平行しておこるか、個々の症例においては、必ずしも臓器障害相互間に一定の関係はみられないが通常である。

高血圧が心臓に与える機械的な負荷としては 1)一回拍出量 2)平均動脈圧 3)血液加速エネルギーである。このうちで心仕事量として関係が深いのは、心拍出量と平均動脈圧であり、そ

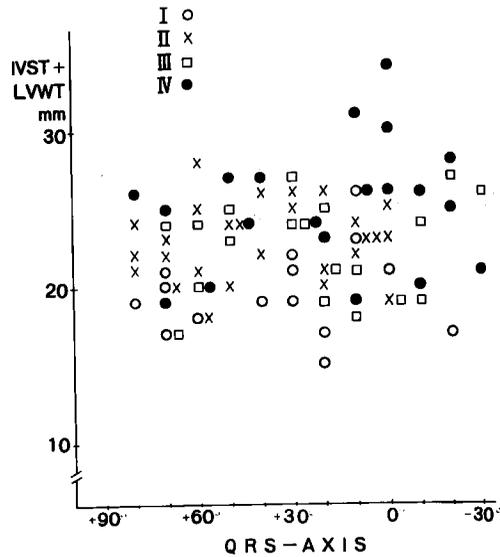


Fig. 10. Relationship between axis deviation and IVST+LVWT.

IVST : interventricular septal thickness
LVWT : left ventricular posterior wall thickness
I, II, III, IV : see table 1.

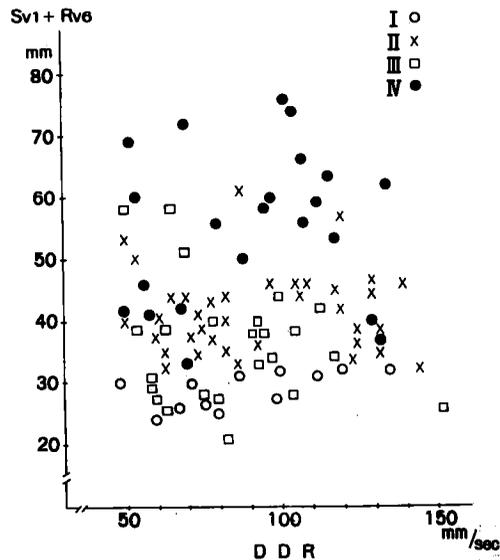


Fig. 11. Relationship between Sv₁+Rv₆ and DDR.

DDR : diastolic descent rate
I, II, III, IV : see table 1.

の持続期間が大きく関係する。

また WHO の本態性高血圧症における血行動

態としては、第1期では心拍出量の増加が著明であり、末梢血管抵抗は正常である。その重症度の増加について心拍出量は漸次正常から減少し、逆に末梢血管抵抗は増加する。

しかしこれらの本態性高血圧症に負荷がかかると、第1期よりすでに末梢血管抵抗の上昇がみられる。

一方では高血圧は冠動脈硬化の重要な促進因子であり、この変化が高血圧症の心臓障害をかなり修飾する。

更に腎臓の変化は主として血管抵抗の上昇に関与することとなる。

以上のように高血圧による心臓の変化としては、左室肥大、左室拡張、更には左房の拡張などにより、最終的には左心不全の状態となる。また併せて冠動脈硬化による虚血性心臓病が発生することとなる。

従来高血圧による心肥大または心臓障害の判定には胸部X線、心電図などが用いられて来た。ところが最近では心エコー図が導入され、また冠動脈病変の診断には選択的冠動脈造影法が行

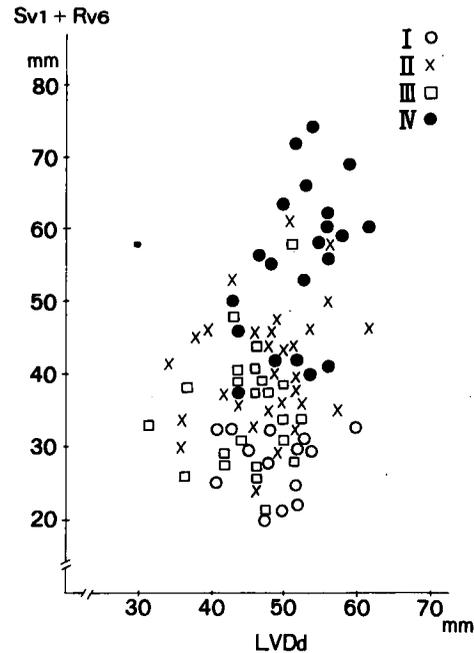


Fig. 12. Relationship between $Sv_1 + Rv_6$ and LVDd.
LVDd: left ventricular end-diastolic dimension
I, II, III, IV: see table 1.

なわれ、臨床的により詳細な検討が可能となってきた。

剖検例においても心肥大を有するものの心重量が大きいことは当然であるが、心エコー図は心臓とくに左心室の形態的観察には有力な方法であり、肥大、拡張を客観的に把握出来る。

即ち、この方法による心室中隔の厚さ(IVST)、左室後壁の厚さ(LVWT)、左室内腔の大きさ(LVDd, LVDs)、左室容積などの測定が可能となり、これらの得られた測定値は心室造影法、実験動物による方法、剖検時の心実測値との対比において、比較的よく相関するとされている^{16)~19)}。

そこで著者は本態性高血圧症による心臓の変

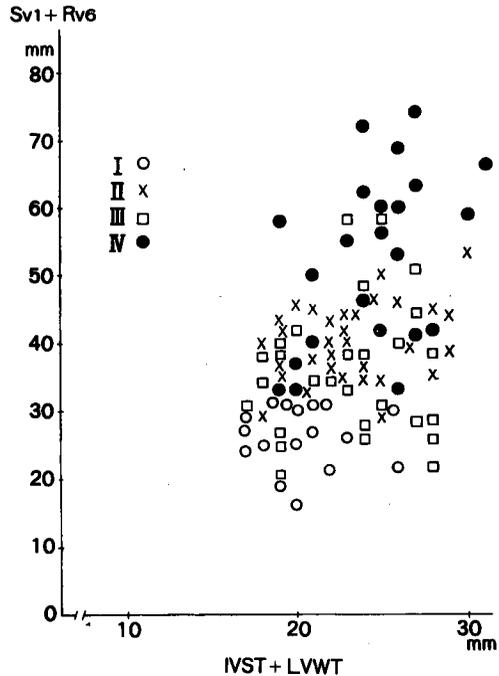


Fig. 13. Relationship between $Sv_1 + Rv_6$ and IVST + LVWT.
IVST: interventricular septal thickness
LVWT: left ventricular posterior wall thickness
I, II, III, IV: see table 1.

化を明らかにし、とくに心機能、肥大、拡張の面より検討を加えた。

左室肥大は解剖学的には求心性肥大と拡張性

肥大に分類されているが、臨的にこれを鑑別することは困難である。

胸部X線上で左第4号の球形膨隆は左室求心性肥大の表現であり、一方左第4号の拡大は拡張と考えられてきたが、定量的計測は不可能である。

本態性高血圧症の心臓の変化としては、従来より、初期には求心性肥大、次いで左房拡大、拡張性肥大がおこるとされて来た。

本態性高血圧症では心電図に変化のみられない時期、即ちI群からすでに心室中隔の肥厚が

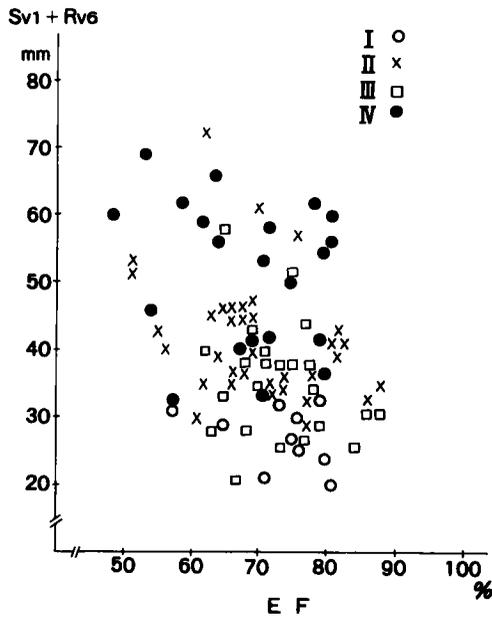


Fig. 14. Relationship between $Sv_1 + Rv_6$ and EF.
EF: left ventricular ejection fraction
I, II, III, IV: see table 1.

みられ、また左室後壁厚もほぼ同様な傾向がみられる。

とくに心室中隔の厚さは心電図上ST・Tの変化を有するものが大であり、この心室中隔の厚い場合にも左室後壁厚はそれに比例して大とはならなかった。

即ち、心室中隔はその発生過程からして、心

臓管を左右に分けて、僧帽弁前尖と三尖弁中隔尖を形成して、心房と心室に分ける。

また心室中隔の動きについては駆出期の前3分の2では後方に移動し、左室後壁が前方に移動し、左室腔は小となる。また駆出後期では心室中隔、左室後壁も前方に移動する。

更に心室中隔の収縮力は左室自由壁に比較し

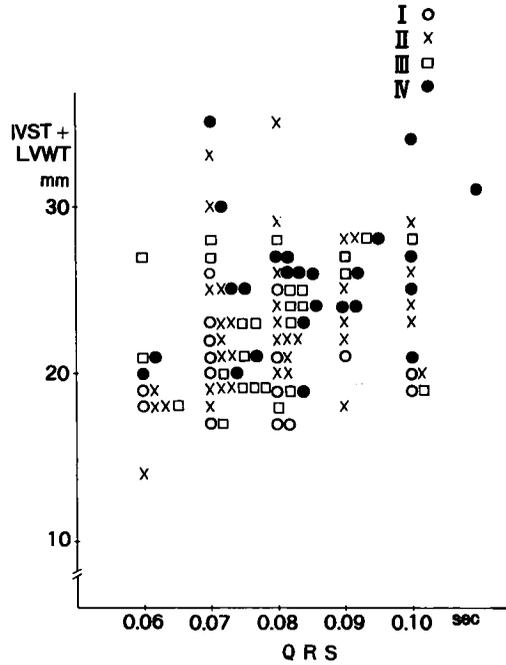


Fig. 15. Relationship between QRS duration and IVST + LVWT.

IVST interventricular septal thickness
LVWT left ventricular posterior wall thickness

I, II, III, IV: see table 1.

で、かなりの部分を占め、しかもその解剖学的特徴、とくに筋層の走行から考えて最も負荷のかかり易い部分と考えられる。そのために高血圧症の早期より、かなり高度な心室中隔の肥厚がおこるものと考えられた。

高血圧症と肥大型心筋症のことに 関しては、真城²⁰⁾や吉岡ら²²⁾の報告が見られ、本態性高血圧症による asymmetral hypertrophy (ASH)は高血圧により誘発されたもので、高血圧に対する左室の over adaptation によるものと考えら

れている。また症例によっては IHSS と全く同様に僧帽弁の SAM や SAH を呈するものがあるということがいわれている^{23)~29)}。著者の成績でも定型的な SAM を呈したものが4例あり、それらは例外なく ASH を伴っていた。また pseudo SAM をもつものも全例に ASH を伴っており、明らかに本態性高血圧症の一部には IHSS と区別出来にくい症例が存在するものと考えられた。

しかしこの場合の高血圧自体は軽度及至中等度であり、必ずしも重症な高血圧を示すものではない。このような異常が高血圧によってなぜ生ずるかについては、今なお不明であるが、先天的な素因の上に高血圧が加わったものと考えられる。

左室径の Ds は Group I ~ IV のすべてに、Dd は Group IV にのみ N 群より拡大を示し、高血圧症末期期には左室拡張を伴うとされているが、それを裏づけるものと考えられた。

大動脈径は本態性高血圧症患者の比較的早期より拡大を示すものが多かったが、これは高血圧による収縮期負荷が大動脈径に比較的早期より鋭敏に反映するものと考えられた。

僧帽弁の DDR の低下は左室筋伸展性の低下、心拍出量の減少などの反映であるとされており、本態性高血圧症では低下するという報告が多い⁵⁾⁶⁾²⁰⁾。著者の成績では本態性高血圧症で心電図に変化の見られない時期より僧帽弁の DDR に低下の傾向が見られ、ST・T 変化の有無による DDR の低下には差は見られなかった。また僧帽弁最大振幅の低下と A/E 比の増大がみられたことにより、本態性高血圧症では左室のコンプライアンスの低下が僧帽弁 DDR の低下に最も影響を与えているものと考えられた。また加齢とともに僧帽弁の DDR の低下がみられることも報告されており²¹⁾、著者の成績でも健常者群と本態性高血圧者群とに年齢分布に相違のあることより、僧帽弁 DDR に影響を与えた可能性も考えられる。

次に心室中隔運動は本態性高血圧症では ST・T 変化の著明になるに従い hypokinetic motion が増加し、一部には paradoxical motion を呈する症例が見られたが、これは左室のコンプライアンスの低下によるものと考えられた。高血

圧症の進展に伴う左心機能低下を示すものと考えられた。

左房径は心電図変化のみ見られない時期よりすでに拡大の傾向を示したが、ST・T 変化が著しくなるにつれて左房径が拡大するという傾向はみられなかった。

左心機能の指標である EF, mVcf, D/S ratio は、健常者との間に本態性高血圧症との間に有意の差がみられ、本態性高血圧症では比較的早期より EF, mVcf が低下し、D/S ratio が増大する傾向を示した。mVcf は左心機能正常群と異常群を明確に分けることが報告され^{30)~34)}、また D/S ratio は拡張期相の動きを重視したものとして知られている。著者の成績では高血圧症で心電図変化が著明になるにつれてこれらの左心機能の指標が変化し、左心機能の低下が示唆された。

本態性高血圧症の心電図と心エコー図との対比検討については心肥大の心エコー図について戸嶋らは1)求心性肥大群では QRS voltage および QRS-T 夾角は心室壁厚と有意の相関を示すこと、2)拡張を伴う左室肥大群でも QRS voltage は心室壁厚と有意の相関を示すことを報告し、井上ら³⁵⁾は胸部 X 線で心の形態が極端に小さい場合、心エコー図で計測される左室壁厚、ことに中隔壁厚が QRS voltage と非常によい相関を示すが、通常の形態以上(CTR \geq 41%)になると徐々にこの特徴が失われてゆき、心の形態が極端に大きくなると(CTR \geq 60%)、逆に左室径が QRS voltage と密接な相関を示すと報告している。これらの原因の1つとして心臓が胸壁に近づくことが一因と考えられる。著者の研究でも QRS voltage が増大するに従い、LVdD, IVST+LVWT が増大する傾向がみられており、EF に関しては低下する傾向がみられた。左房性 P 波や左軸偏位と LVdD や IVST+LVWT との対比に関する報告は未だみられていないが、左房性 P 波はすべて一定の傾向をみず、左軸偏位が増すにつれて LVdD, IVST+LVWT は増大したことにより、左軸偏位もまた、左室収縮期負荷を反映しているものと考えられた。また Tarazi など³⁶⁾は高血圧症で心拡大や冠動脈硬化所見が心電図上にみられない時期に高血圧症の唯

一の所見として左房肥大がみられることがあると述べているが、著者の心エコー図による検討では左房性P波と左房径との相関はみられなかった。

結 語

本態性高血圧症の心エコー図所見の特徴を把握し、心電図変化との関係を知る目的で、収縮期血圧160mmHg以上、拡張期血圧95mmHg以上のいずれか、または両者を満足する本態性高血圧症の患者123例(男87例、女36例)に心エコー図、心電図、心音図、頸動脈波を記録し対比較検討を行った。これらの対象を安静時心電図のS-T・T変化の有無と程度によって東京大学三内科の高血圧重症度判定基準に準じてGroup I~IVに分類した。対照として健常者27例を選び検討した。

1) 本態性高血圧症では心電図に変化のみられない比較的早期より、心室中隔厚と左室後壁厚が肥大する傾向がみられ、ST・T変化が著明になるに従い心室中隔厚は次第に肥大するが、左室後壁厚はあまり増加しなかった。これは高血圧症による収縮期負荷に対する反応の違いに

よるものと考えられた。

2) 左室径は高血圧症末期に拡大する傾向がみられ、EF, mVcfの低下、D/S ratioの増大を伴い、高血圧症が進行するのに従い左心不全生じるためと考えられた。

3) 僧帽弁のDDR及び最大振幅(E)は本態性高血圧症では低下し、A/E比は増大する傾向を示し、これは左室のコンプライアンスの低下によるものと考えられた。

4) 大動脈径、左房径も比較的早期より拡大する傾向がみられ、高血圧に対して鋭敏に反応するものと考えられた。

5) 心電図でQRS voltageが増大するに従い、LVDd, IVST+LVWTが増大する傾向がみられた。

6) 左軸偏位の程度が増すに従いLVDd, IVST+LVWTが増大し、左室収縮期負荷を反映しているものと考えられた。

7) 心電図でみられる左房性P波と左房腔の大きさとの相関はみられなかった。

稿を終えるにあたり、長島秀夫教授、原岡昭一助教授の御指導、御校閲を深謝致します。

本論文の要旨は、第32回日本循環器学会中国四国地方会総会で発表した。

文 献

1. 上田英雄: 心臓病学. 南山堂, 1969.
2. Kannel, W. B.: Role of blood pressure in the development of congestive heart failure. The Framingham Study. *N. Engl. J. Med.* 287, 781-787, 1972.
3. Kannel, W. B., Gordon, T. and Offutt, D.: Left ventricular hypertrophy by electrocardiogram. Prevalence, incidence and mortality in the Framingham study. *Ann. Intern. Med.* 71, 89-105, 1969.
4. 高橋宜光, 加藤和三: 心疾患の重症度と心電図. 最新医学, 32, 56-62, 1977.
5. Toshima, H., Koga, Y., Yoshioka, H., Akiyoshi, T., Kimura, N.: Echocardiographic classification of hypertensive heart disease. *Jpn. Heart J.* 16, 377-393, 1975.
6. Mashiro, I., Kinoshita, M., Tomonaga, G., Hoshino, T., Shimono, Y., Kusukawa, T.: Echocardiographic Observation in hypertension. *Jpn. Circ. J.* 39, 1097-1109, 1975.
7. Bennet, D. H., Evans, D. W.: Correlation of left ventricular mass determined by echocardiography with vectorcardiographic and electrocardiographic voltage measurements. *Br. Heart J.* 36, 981-987, 1974.
8. Arterial hypertension and ischemic heart disease preventive agents. Report of an expert committee. *W. H. O. Technical Report*. No. 231, Geneva, 1962.

9. 東京大学三内科高血圧研究会：高血圧患者治療基準に関する試案。最新医学，22，2027—2034，1967.
10. 町井潔 心臓の超音波検査法。中外医学社，1977.
11. Pombo, J. F., Troy, B. L., Russel, R. O. Jr.: Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* 43, 480—490, 1971.
12. 藤野武彦, 伊藤盛夫, 金谷庄藏, 真柴裕人, 平田経雄：左室後壁 UCG のトライアングル評価(予報)—D/S ratio について—日本超音波医学会第24回研究発表会講演論文集117, 1973.
13. Henry, W. L., Clark, C. E., Robert, W. C., Morrow, A. G., Epstein S. E.: Differences in distribution of myocardial abnormalities in patients with obstructive and nonobstructive asymmetric septal hypertrophy (ASH), Echocardiographic and gross anatomic findings. *Circulation* 447—455, 1974.
14. Fröhlich, E. D., Tarazi, R. C. and Duston, H. P.: Clinical physiological correlations in the development of hypertensive heart disease. *Circulation* 44, 446—455, 1971.
15. Morris, J. J., Estes, E. H. Jr., Whalen, R. E., Thompson, H. K. and McIntosh, H. B.: P wave analysis in valvular heart disease. *Circulation* 29, 242—252, 1964.
16. Feigenbaum, H., Popp, R. L., Chip, J. N., Haine, C. L.: Left ventricular wall thickness measured by ultrasound. *Arch. Intern. Med.* 121, 391—395, 1968.
17. Sjögren, A. L., Hytonen, I., Frick, M. H.: Ultrasonic measurements of left ventricular wall thickness. *Circulation* 57, 37—42, 1970.
18. Troy, B., Pombo, J., Rackley, C. E.: Measurement of left ventricular wall thickness and mass by echocardiography. *Circulation* 45, 602—611, 1972.
19. Feigenbaum, H.: Echocardiographic examination of the left ventricle. *Circulation* 51, 1—7, 1975.
20. 真城巖, 木之下正彦, 楠川礼造：UCG 法による高血圧症の臨床的検討。日本超音波医学会講演論文集，24，69—70，1974
21. Gerstenblith, G., Frederiksen, J., Yin, F. C. P., Fortuin, N. J., Lakatta, E. G., M. L.: Echocardiographic assessment of a normal adult aging population. *Circulation* 56, 273—278, 1977.
22. 吉岡春紀, 戸嶋裕徳, 木村登：高血圧症 UCG 所見の臨床的検討。日本超音波医学会講演論文集，24，81—82，1974.
23. 吉川純一, 田中久米夫, 大脇嶺, 加藤洋, 田中忠治郎, 吉川宏太郎, 川合清毅, 竹内一秀：UCG による特発性肥大型大動脈弁下狭窄 (IHSS) の診断。心臓，6，328—337，1974.
24. Abasi, A. S., Macalpin, R. N., Eber, L. M., Echocardiographic diagnosis of idiopathic cardiomyopathy without outflow obstruction. *Circulation*. 46, 897—904, 1972.
25. Feizi, Ö., Emanuel, R.: Echocardiographic spectrum of hypertrophic cardiomyopathy. *Br. Heart J.* 37, 1286—1302, 1975.
26. Goodman, D. J., Rossen, R. M., Popp, R. L.: Echocardiographic pseudo idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Chest* 66, 573—574, 1974.
27. Roeske, W. R., ÓRourke, R. A., Klein, A., Lenpold, G., Karliner, J. S.: Noninvasive evaluation of ventricular hypertrophy in professional athletes. *Circulation* 53, 286—292, 1976.
28. Rossen, R. M., Goodman, D. J., Ingham, R. E.: Echocardiographic criteria in the diagnosis of idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Circulation* 50, 747—751, 1974.
29. Simth, M., Hood, W. P.: Echocardiographic patterns recorded from a patient with a peripheral arteriovenous shunt. *J. Clin. Ultrasound* 1, 288—296, 1973.
30. Cooper, R. H., ÓRourke, R. A., Karliiner, J. S., Peterson, K. L. and Leopold G. R.: Comparison of ultrasound and cineangiographic measurements of the mean rate of circumferential fiber shortening in man. *Circulation* 46, 914—923, 1972.

31. Paraskos, J. A., Crossman, W., Saltz, S., Dalen, J. E. and Dexter, L.: A noninvasive technique for the determination of velocity of circumferential fiber shortening in man. *Circ. Res.* 29, 610—615, 1971.
32. Fortuin, N. J., Hood, W. P. and Craige, E.: Evaluation of left ventricular function by echocardiography. *Circulation* 46, 26—35, 1972.
33. Eckberg, D. L., Gault, J. H., Bouchard, R. L., Karliner, J. S. J. S. and Ross, J. J. Jr.: Mechanism of left ventricular contraction in chronic severe mitral regurgitation. *Circulation* 47, 1252—1259, 1973.
34. Quinones, M. A., Gaasch, W. H. and Alexander, J. K.: Echocardiographic assessment of left ventricular function: with special references to normalized velocities. *Circulation* 50, 42—51, 1974.
35. 井上清, 植田桂子, 大鈴弘文:心エコー田による心肥大診断法の検討. 日本超音波医学会講演論文集, 22, 161—162, 1972.
36. Tarazi, R. C., Miller, A., Frohlich, E. D., Duston, H. P.: Electrocardiographic changes reflecting left atrial abnormality in hypertension. *Circulation* 34, 818—822, 1966.

Echocardiographic findings in essential hypertension

Yoshihiro WAKE

The First Department of Internal Medicine, Okayama University Medical School,

Okayama

(Director : Prof. H. Nagashima)

The echocardiographic findings in a total of 123 cases of essential hypertension were studied and compared with those of healthy subjects. Electrocardiographic patterns of essential hypertension were classified into 4 groups according to the Hypertension Criteria of the Departments of Internal Medicine, University of Tokyo. The group with normal electrocardiographic findings showed reduced diastolic E to F slope (DDR), decreased total amplitude (CE) and increased A/E ratio of the anterior mitral leaflet and enlarged left atrial dimension (LAD), and thickened interventricular septum in comparison with those of the healthy subjects. The differences were statistically significant.

In essential hypertension, asymmetric septal hypertrophy (ASH) may be present, because the thickness of the interventricular septum was significantly increased, whereas the left ventricular wall thickness was only slightly increased. Left ventricular dimension was enlarged in advanced essential hypertension. It correlated well with decreased ejection fraction (EF), decreased mVcf and increased D/C ratio.