

心エコー図計測法における
日本人正常値に関する検討：
年齢，性別，身長，体重，体
表面積の影響

Influences of age, sex,
height, weight and body
surface area on values
of echocardiographic
measurements in normal
Japanese adults

福山 尚哉
吉村 力也
盛 三千孝
折田 泰彦
松口 秀世
小岩屋 靖
黒岩 昭夫
中村 元臣
平田 経雄*
柴原哲太郎**

Takaya FUKUYAMA
Rikiya YOSHIMURA
Michitaka MORI
Yasuhiko ORITA
Hideyo MATSUGUCHI
Yasushi KOIWAYA
Akio KUROIWA
Motoomi NAKAMURA
Tsuneo HIRATA*
Tetsutaro SHIBAHARA**

Summary

The influences of age, sex, and body size on echocardiographic measurements were examined in 119 normal subjects, aged 17~87 years. They were 60 males and 59 females. All subjects had routine cardiovascular examinations including chest x-rays, electrocardiograms, and were free of cardio-pulmonary disease.

The results showed significant inverse correlations between age and mitral valve E-F slope ($r = -0.603$, $p < 0.001$) and amplitude of C-E ($r = -0.454$, $p < 0.001$). The ratio of C-A to C-E amplitude (A/E ratio) was significantly correlated with age ($r = 0.623$, $p < 0.001$). Left ventricular diastolic dimension had a significant correlation ($r = 0.335$, $p < 0.001$) and systolic dimension a fair correlation ($r = 0.247$, $p < 0.05$) with age, although right ventricular dimension (RVD) had an inverse correlation with age ($r = -0.262$, $p < 0.01$). Left ventricular outflow tract dimension, left atrial dimension, aortic root dimension and calculated ejection fraction (EF), mean rate of circumferential fiber shortening (mVcf) had no age-related change.

All these measurements were correlated well with height, weight and body surface area (BSA)

九州大学医学部 循環器内科

*同 中央放射線部

**同 医療情報室

福岡市東区馬出 3-1-1 (〒812)

Research Institute of Angiocardiology and Cardiovascular Clinic, *Department of Radiology, **Information Center, Kyushu University School of Medicine, Maidashi 3-1-1, Higashi-ku, Fukuoka, 812

Presented at the 14th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, April 3, 1977

Received for publication May 6, 1977

in 42 young subjects, aged 20~29 years. Each dimension index, corrected for BSA, had no significant correlation or lesser degree correlation with BSA, so that correcting dimension for BSA seems to be useful in subjects during the same decade. In all 119 subjects, however, all dimensions had lesser degree correlations with BSA than that in young subjects, aged 20-29 years. And all dimension indexes except RVD index had highly significant inverse correlations with BSA in spite of correcting for BSA. These indexes of elderly subjects were larger than those of younger subjects, since the BSA decreased with age. So that, it should be carefull to evaluate of cardiac enlargement in elderly people on the basis of corrected echocardiographic dimensions for BSA.

Sex differences were also examined in 21 males and 21 females, aged 20~29 years. Height, weight, BSA, C-A amplitude and all measured dimensions were significantly larger in males than that in females. Sex difference of all dimensions seems to be due to difference of body size.

These results suggest that normal values of echocardiographic measurements were not only related to body size but also directly related to age.

Key words

Echocardiographic measurement motion	Age	Sex	Body size	Dimension	Mitral valve
---	-----	-----	-----------	-----------	--------------

はじめに

Echocardiography (ultrasound cardiography: UCG) による計測値が正常範囲であるか否かを決定することは、UCG による心疾患診断の基本である。したがって、正常人を対象とした UCG 正常値について検討する必要がある、従来より数多くの正常値が報告されている¹⁻⁷⁾。しかしながら、これらの多くは若年者を対象としたものが多いようである。

一方、心疾患、なかでも高血圧や虚血性心疾患などはおもに高年者に多く、かつ近年では全人口に占める高年者の割合も増加している。そこで、高年者を対象とした UCG の正常値、あるいは年齢による UCG 計測値の差異を検討する必要がある。加齢による変化の1つとして、僧帽弁の拡張期後退速度や振幅の低下が知られているが⁸⁻¹¹⁾、心腔のディメンジョンと年齢との関係を検討した報告は少ない。

また、一般に身長、体重、体表面積などの差によって、UCG 計測値が異なることが知られているが、成人でこれらを検討し、かつ年齢の影響を考慮した報告はほとんどない。

本研究では正常成人を対象とし、年齢による

UCG 計測値の差異、および身長、体重、体表面積と計測値との関係、男女の計測値の差について検討した。

方 法

対象は 17~87 歳までの男性 60 名、女性 59 名で、いずれも病歴、血圧、胸写および心電図所見から、器質的心肺疾患がないと判定されたものである。60 歳以上の 15 名については、いずれも眼底検査を施行し、Scheie の分類で第 II 度以上と思われるものは対象から除外した。

装置は Aloka 製 SSD 60B と SSD 110、周波数 2.25 MHz、トランスデューサーは平板、直径 10φ のものを用い、いずれも心電図と同時記録した。Sweep 速度は 25 mm/sec および 50 mm/sec とした。僧帽弁拡張期後退速度 (E-F slope) は拡張早期の勾配で計測し、F₀ 点を認めた場合には E-F₀ を計測した。その他の計測部位を Fig. 1 に示した。

すなわち、僧帽弁の振幅としては C-E の振幅 (C-E amp) および C-A の振幅 (C-A amp) を測定し、C-A と C-E の比を A/E ratio として算出した。そのほか右室腔ディメンジョン (RVD)、左室流出路ディメンジョン (OFTD)、拡張期左

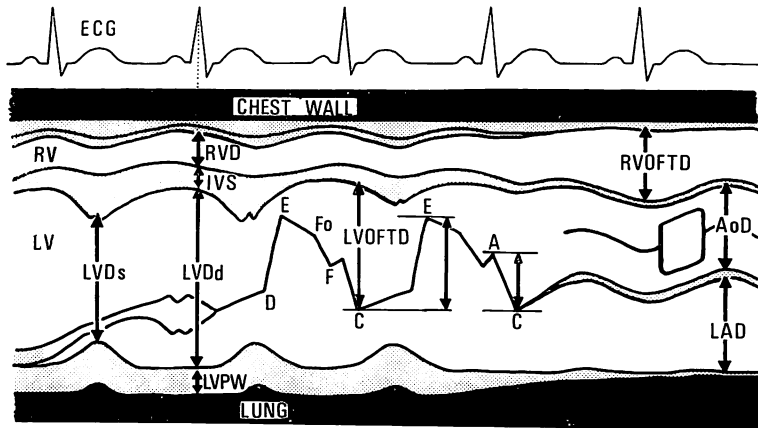


Fig. 1. Diagrammatic presentation of the points of echocardiographic measurements.

RV: right ventricle, RVD: right ventricular dimension, IVS: inter ventricular septum, LV: left ventricle, LVDs: left ventricular systolic dimension, LVDd: left ventricular diastolic dimension, OFTD: outflow tract dimension, AoD: aortic root dimension, LAD: left atrial dimension, LVPW: left ventricular posterior wall.

Table 1. Sex differences of measurements in 42 normal subjects, aged 20~29 years

	Male (N=21)	Female (N=21)	p value
Age (years)	24.1±2.6	23.4±2.3	N. S.
Height (cm)	169.1±5.9	156.3±4.7	<0.001
Weight (Kg)	60.0±5.8	49.0±4.8	<0.001
BSA (m ²)	1.70±0.11	1.47±0.08	<0.001
C-E amp (mm)	24.5±3.4	23.1±2.6	N. S.
C-A amp (mm)	15.9±3.6	13.9±2.6	<0.05
A/E ratio	0.64±0.10	0.60±0.07	N. S.
E-F slope (mm/sec)	114.6±21.0	114.7±21.6	N. S.
RVD (cm)	1.80±0.51	1.48±0.37	<0.05
OFTD (cm)	3.23±0.40	2.97±0.36	<0.05
LVDd (cm)	4.51±0.41	4.16±0.40	<0.01
LVDs (cm)	3.04±0.38	2.72±0.30	<0.01
LAD (cm)	2.95±0.32	2.64±0.38	<0.01
AoD (cm)	2.93±0.31	2.60±0.28	<0.001
EF (%)	68.7±7.3	71.2±7.4	N. S.
mVcf (circ/sec)	1.12±0.21	1.22±0.25	N. S.

Values are expressed as mean±S.D.

BSA: body surface area, EF: ejection fraction, mVcf: mean rate of circumferential fiber shortening, N.S.: not significant. The other abbreviations are the same as Fig. 1.

室ディメンジョン (LVDd), 収縮期左室ディメンジョン (LVDs), 左房ディメンジョン (LAD) および大動脈起始部ディメンジョン (AoD) を計測した. さらに以下の式を用いて, ejection fraction (EF) と mean rate of circumferential shortening (mVcf) を求めた. すなわち,

$$EF(\%) = \frac{(LVDd)^3 - (LVDs)^3}{(LVDd)^3} \times 100$$

$$mVcf \text{ (circ/sec)} = \frac{LVDd - LVDs}{LVDd \times ET}$$

なお ejection time (ET) は, 左室後壁の収縮運動より計測した.

各計測値の統計学的検討は, すべて九州大学医療情報室における IBM, system 370 コンピューターを用い, BMDP プログラムにより行い, 危険率 5% 以下を有意と判定した.

成 績

1. UCG 計測値と男女差

年齢による影響を除くため, 20 歳代の男女 42 名について検討した. **Table 1** に男性 21 名, 女性 21 名のそれぞれの平均値と標準偏差を示した. 身長, 体重, 体表面積は男性が著明に大きい. 僧帽弁の C-E amp, A/E ratio, E-F slope には男女間に有意差がなく, C-A amp にのみ有意差を認めた.

RVD, OFTD, LVDd, LVDs, LAD, AoD の各ディメンジョンはいずれも男性で有意に大きく, EF, mVcf には男女差を認めなかった. 全年代の 119 名で男女差を比較した場合にもほぼ同様の傾向であった.

2. UCG 計測値と身長, 体重, 体表面積との関係

年齢の影響を除くため, 20 歳代の 42 名について検討した. **Table 2** にそれぞれの計測値と身長, 体重あるいは体表面積との関係を相関係数 (r) で示した. C-E amp, C-A amp は身長との間にのみ, 軽度ながらも有意の正相関関係を認めしたが, A/E ratio, E-F slope はいずれとも相関

Table 2. Correlation coefficients (r) between echocardiographic measurements and height, weight or body surface area in 42 subjects, aged 20~29 years

	Height	Weight	BSA
C-E amp	0.322*	0.261	0.263
C-A amp	0.359*	0.258	0.283
A/E ratio	0.242	0.144	0.184
E-F slope	0.147	0.132	0.146
RVD	0.321*	0.416**	0.409**
OFTD	0.386*	0.370*	0.384*
LVDd	0.527***	0.633***	0.611***
LVDs	0.561***	0.581***	0.606***
LAD	0.342*	0.586***	0.530***
AoD	0.571***	0.557***	0.572***
EF	-0.236	-0.148	-0.211
mVcf	-0.203	-0.115	-0.178

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

しなかった. 各ディメンジョンは身長, 体重および体表面積のいずれとの間にも有意の正相関関係を示し, それぞれの相関係数に著明な差はなかった. 各ディメンジョンと体表面積との相関関係をみると, RVD では相関係数 $r=0.409$, $p<0.01$, OFTD では $r=0.384$, $p<0.05$, LVDd では $r=0.611$, $p<0.001$, LVDs では $r=0.606$, $p<0.001$, LAD では $r=0.530$, $p<0.001$, また, AoD では $r=0.572$, $p<0.001$ で, それぞれ体表面積との間に有意の正相関を示した. 一方, EF, mVcf は身長, 体重, 体表面積のいずれとも有意の相関がなかった.

全例を対象としてこれらの相関関係を同様に検討すると, **Table 3** のごとく年齢の影響が生ずるため, 各ディメンジョンの相関係数はすべて低値を示す傾向があり, ことに身長と各ディメンジョンとの相関が悪く, OFTD はいずれの指標とも相関を示さなかった.

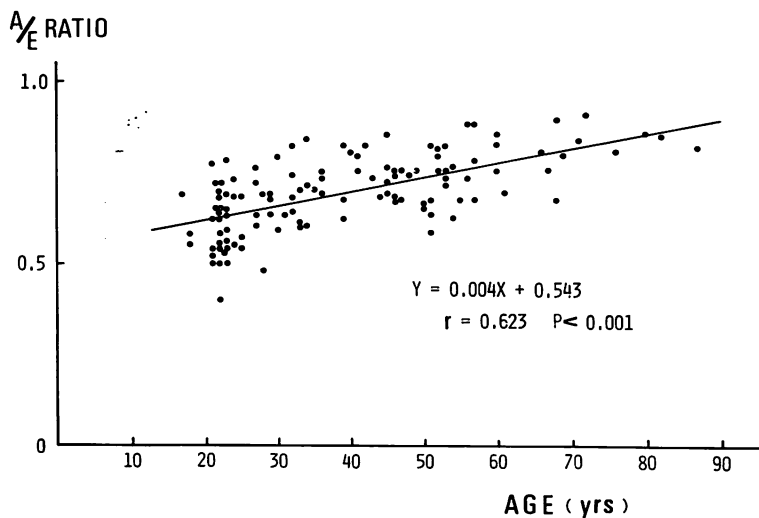
3. UCG 計測値と年齢との関係

Table 3 に計測値と年齢との関係を相関係数 (r) で示した. 身長, 体重, 体表面積はいずれも年齢とともに減少する. C-E amp は年齢との間

Table 3. Correlation coefficients (r) between measurements and age, height, weight or body surface area in 119 normal subjects, aged 17~87 years

	Age	Height	Weight	BSA
Age	1.000			
Height	-0.463***	1.000		
Weight	-0.206*	0.656***	1.000	
BSA	-0.360***	0.859***	0.942***	1.000
C-E amp	-0.454***	0.340***	0.152	0.248*
C-A amp	0.093	0.208*	0.189	0.202*
A/E ratio	0.623***	-0.115	0.059	-0.027
E-F slope	-0.603***	0.380***	0.090	0.235*
RVD	-0.262**	0.361***	0.354***	0.400***
OFTD	-0.005	0.130	0.031	0.064
LVDd	0.335***	0.182	0.399***	0.323***
LVDs	0.247*	0.149	0.339***	0.280**
LAD	0.020	0.074	0.289**	0.233*
AoD	0.041	0.272**	0.401***	0.382***
EF	-0.028	-0.024	-0.098	-0.085
mVcf	-0.029	-0.025	-0.013	-0.032

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

**Fig. 2. The relationship between the ratio of amplitude of mitral valve movement and age.**
Regression line for predicting the A/E ratio (Y) from known values of age (X). A/E ratio: the ratio of C-A to C-E amplitude of mitral valve motion.

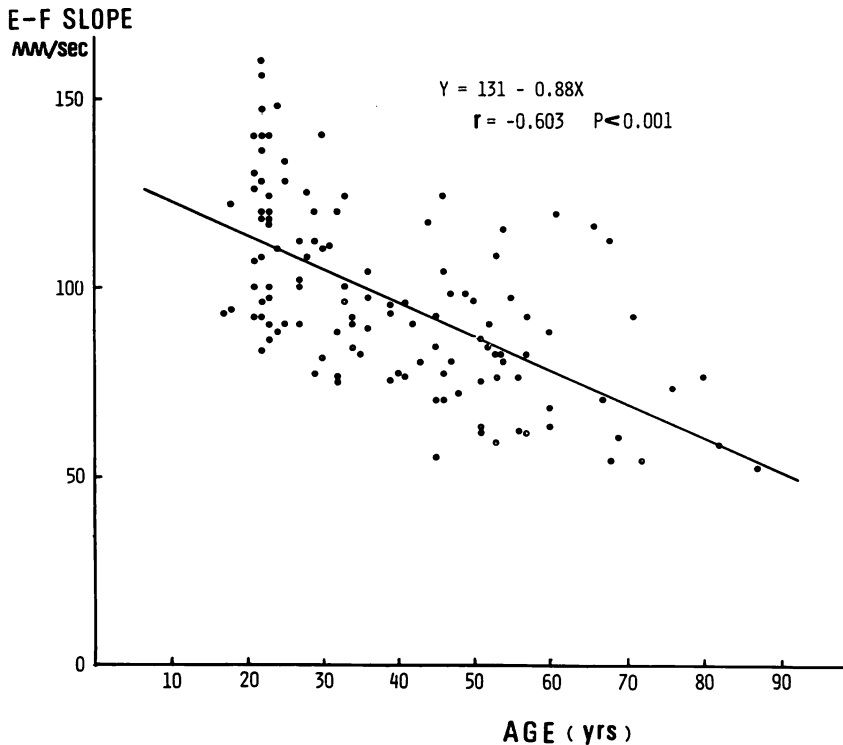


Fig. 3 The relationship between the rate of mitral valve diastolic closure (E-F slope) and age.

Regression line for predicting the E-F slope (Y) from known values of age (X). E-F slope is reduced significantly with age.

に有意の逆相関関係を示し ($r = -0.454$, $p < 0.001$), 加齢とともに僧帽弁の振幅が減少することを示した. C-A amp は有意の相関関係を認めなかった. 年齢との関係が最も著明なのは A/E ratio および E-F slope で, それぞれの関係を, **Fig. 2** および **Fig. 3** に示した. A/E ratio は加齢とともに著明に増大し (**Fig. 2**), 年齢との間に, $y = 0.004x + 0.543$ なる直線で近似される有意の正相関 ($r = 0.623$, $p < 0.001$) を認めた. 一方, E-F slope は加齢に伴って著明に減少し (**Fig. 3**), 有意の逆相関関係 ($r = -0.603$, $p < 0.001$) を示した. 直線に近似すると, $y = 131 - 0.88x$ の一次式を得た.

各ディメンジョンでは, RVD が年齢との間に,

逆相関関係を示し ($r = -0.262$, $p < 0.01$), LVDd と LVDs は年齢と正相関関係を示した (それぞれ $r = 0.335$, $p < 0.001$ および $r = 0.247$, $p < 0.05$). OFTD, LAD, AoD および EF, mVcf は年齢との相関関係を認めなかった.

4. 各ディメンジョンの体表面積による補正と年齢の影響

各ディメンジョンを体表面積で除した補正值 (index) と体表面積との関係を, 20 歳代の 42 名と, 全年代 119 名で検討した. **Table 4** に各 index と体表面積との相関係数 (r) を示す. 20 歳代では LVDd/BSA を除いて, すべての index は体表面積との相関を示さず, LVDd/BSA も **Table 2** で示した VDd と体表面積との相関

Table 4. Correlation coefficients (r) between dimension index and body surface area

Dimension index	20-29 yrs (N=42)		17-87 yrs (N=119)	
	r	p value	r	p value
RVD/BSA	0.101	N. S.	0.106	N. S.
OFTD/BSA	-0.247	N. S.	-0.437	<0.001
LVDd/BSA	-0.345	<0.05	-0.547	<0.001
LVDs/BSA	-0.096	N. S.	-0.412	<0.001
LAD/BSA	-0.183	N. S.	-0.423	<0.001
AoD/BSA	-0.160	N. S.	-0.379	<0.001

($r=0.611$) よりも相関係数は低値であった ($r=-0.345$). 一方、すべての年代で各 index と体表面積との相関を検討すると、RVD/BSA を除いてすべて著明な逆相関関係を認めた。これを **Table 3** の各ディメンジョンと体表面積との関係と対比すると、OFTD は体表面積と相関がなく、その r 値は 0.064 であったが、体表面積で補正して OFTD index にすると、体表面積との間に $r=-0.437$, $p<0.001$ の有意な逆相関関係を示した。また LVDd は体表面積との相関係数が $r=0.323$ であったものが、index にすると、 $r=-0.547$ に、以下 LVDs は $r=0.280$ から $r=-0.412$ に、LAD は $r=0.233$ から $r=-0.423$, AoD は $r=0.382$ から $r=-0.379$ となり、体表面積による補正値はすべて有意の高い逆相関関係を示した ($p<0.001$)。

ついで、各ディメンジョンの index を、それぞれの年代ごとに平均値として示したのが **Table**

5 である。これらの index は、RVD/BSA を除いて、すべて年齢とともに増加する傾向を示した。

考 察

本研究で示したごとく、年齢によって最も著明に変化する UCG 計測値は僧帽弁前尖の拡張期後退速度 (E-F slope) と C-E amp および A/E ratio である。それぞれの年齢との関係は従来の報告と同様⁸⁻¹¹⁾、E-F slope および C-E amp は加齢とともに減少し、A/E 比は増大した。なかでも、E-F slope は僧帽弁狭窄症との鑑別が問題となる。したがって、本研究の結果から $E-F\ slope=131-0.88\times age$ の一次式を用いることにより、少なくとも年齢の影響を補正することが可能であり、E-F slope の低下の識別に役立つものと思われる。

E-F slope は従来より、僧帽弁口を通過する血流量^{12,13)}、左心室への拡張期流入速度¹⁴⁾、左心室のコンプライアンス^{13,15)}などにより影響を受けることが示されている。一方、加齢による心機能の変化としては、心拍出量については低下とする報告¹⁶⁾、不変とする報告¹⁷⁾など、必ずしも一定ではないが、左室のコンプライアンスは低下すると考えられている¹⁸⁾。同時に、僧帽弁そのものの加齢による変性、肥厚など¹⁸⁻²⁰⁾も報告されており、これらの変化が、加齢による E-F slope の低下に影響するものと考えられる。

各ディメンジョンでは、RVD は加齢とともに

Table 5. Mean values of dimension indexes arranged by age

Age (yrs.)	RVD/BSA (cm/m ²)	OFTD/BSA (cm/m ²)	LVDd/BSA (cm/m ²)	LVDs/BSA (cm/m ²)	LAD/BSA (cm/m ²)	AoD/BSA (cm/m ²)
20-29	1.04±0.26 (42)	1.97±0.24 (42)	2.75±0.25 (42)	1.83±0.19 (42)	1.77±0.20 (42)	1.75±0.18 (42)
30-39	0.95±0.22 (21)	2.06±0.45 (21)	2.91±0.24 (21)	1.84±0.25 (21)	1.64±0.26 (21)	1.71±0.33 (19)
40-49	1.05±0.33 (18)	2.07±0.43 (18)	2.91±0.28 (18)	1.92±0.29 (18)	1.79±0.34 (18)	1.86±0.21 (16)
50-59	0.95±0.33 (20)	2.00±0.48 (20)	2.99±0.30 (20)	1.98±0.28 (20)	1.82±0.27 (20)	1.87±0.23 (20)
60-69	0.93±0.18 (8)	2.17±0.65 (9)	3.23±0.32 (9)	2.14±0.34 (9)	1.87±0.27 (9)	1.98±0.23 (9)
70-87	0.85±0.19 (6)	2.37±0.27 (6)	3.75±0.36 (6)	2.48±0.17 (6)	2.05±0.59 (6)	2.06±0.26 (5)

Values are expressed as mean±S.D., (): number in parenthesis indicates.

減少し, LVDd, LVDs は逆に加齢とともに増加する傾向を示した. OFTD, LAD, AoD は年齢との関係は示さず, どの年代でもほぼ一定であった. しかしながら, 本研究の対象群においては, 加齢に伴って, 体表面積が有意に減少する傾向 ($r = -0.360$, $p < 0.001$) を示したため, RVD 以外はすべて体表面積と相反する傾向を示した. したがって, 一般に身体の大きさの違いによる各ディメンジョンの差を軽減するために用いられている体表面積あたりのディメンジョン, すなわち index は RVD index 以外すべて加齢とともに増大する傾向を示した (Table 5).

これは, 各ディメンジョン index のを用いて心臓の大きさを比較する場合には, 同年代であれば有用であるが, ことに若年者と高齢者とを比較すると, 高齢者ほど心拡大ありと判定されやすいことを示している.

高齢者における LVD の拡大を検討した報告はほとんどないが, 胸写で検討した心臓のサイズは加齢とともに増加し, 一方, 胸郭のサイズは加齢とともに減少するため, 心・胸郭比が高齢者では著明に増加すると報告されている²¹⁾. しかし, 果たして高齢者で左心室の拡大を伴うかどうかは不明である. UCG は一方向のみの測定であり, 高齢者における胸郭の変形, kyphosis の影響などと同時に, 高齢者ほどエコービームの投入肋間が下方に移るため, これら記録部位の影響²²⁾ も考慮せねばならない. しかしながら, 高齢者では正常心と思われる場合でも計測された LVD は増大しており, さらに体表面積で補正した index では OFTD, LAD および AoD も若年者より大きくなる傾向を示すため, 一般に用いられているおもに若年者を対象とした正常値で判定することは困難であると思われる.

結論として, UCG 計測値による異常値の判定には, 身体の大きさによる差を考慮すると同時に, 年齢による計測値の差をも常に考慮する必要があるものと考えられる.

要 約

年齢 17~87 歳までの正常人 119 名, 男性 60 名, 女性 59 名において, 心エコー図による計測値に対する, 年齢, 性別および身体の大きさによる影響を検討した.

年齢と僧帽弁の E-F slope ($r = -0.603$, $p < 0.001$), および年齢と C-E の振幅 ($r = -0.454$, $p < 0.001$) との間に有意の逆相関関係を認めた. C-A と C-E の振幅比 (A/E ratio) は年齢と有意の正相関を示した ($r = 0.623$, $p < 0.001$). 年齢と左心室拡張期ディメンジョンは正相関関係を示し ($r = 0.335$, $p < 0.001$), 左心室収縮期ディメンジョンは軽度の正相関を示したが ($r = 0.247$, $p < 0.05$), 右心室ディメンジョンは年齢との逆相関関係を示した ($r = -0.262$, $p < 0.01$). 左室流出路, 左心房および大動脈起始部の各ディメンジョンと, ejection fraction (EF) および mean rate of circumferential fiber shortening (mVcf) は年齢との相関関係を示さなかった.

20~29 歳までの若年者 42 名において, これらのディメンジョンはすべて, 身長, 体重, 体表面積と良く正相関した. 体表面積で補正した各ディメンジョンの index は, 体表面積との相関関係を示さないか, あるいは軽度の相関となり, したがって, 同年代においては, 各ディメンジョンの体表面積による補正は有用であると思われる. しかしながら, 119 名の全対象者においては, 各ディメンジョンと体表面積との相関は 20~29 歳までの若年者でのそれと比べ軽度であった. さらに, 体表面積で補正したにもかかわらず, 各ディメンジョンの index は, 右室ディメンジョンの index 以外, すべて体表面積と有意の逆相関関係を示した. また体表面積は加齢とともに減少する傾向を示すため, 高齢者におけるこれらの index は, 若年者におけるそれよりも大であった. したがって, 高齢者においては, 体表面積で補正した数値をもとに心拡大を判定する場合には注意を要する.

20~29 歳までの男性 21 名と女性 21 名におい

て、各計測値の性差について検討した。身長、体重、体表面積、C-A の振幅 およびすべてのディメンションは、男性で女性より有意に大であった。各ディメンションの男女の差は身体の大きさの差に由来するものと思われる。

以上の結果から、心エコー図による計測値の正常値は身体の大きさによって異なるだけでなく、年齢の差によっても異なると思われた。

稿を終るにあたり、本研究にご協力いただいた九州大学医学部付属病院中央検査部、吉田富子氏、医療法人原土井病院、原 寛理事長、白石広治氏、ならびに volunteer としてご協力いただいた多くの方々へ深謝いたします。

文 献

- 1) Popp RL, Wolfe SB, Hirata T, Feigenbaum H: Estimation of right and left ventricular size by ultrasound. *Amer J Cardiol* **24**: 523-530, 1969
- 2) Hirata T, Wolfe SB, Popp RL, Helman CH, Feigenbaum H: Estimation of left atrial size using ultrasound. *Amer Heart J* **78**: 43-52, 1969
- 3) Joyner CR: Echocardiography of the atrioventricular valves and prosthetic valves. *in* *Ultrasound* (Joyner CR, ed), Chicago, Year Book Medical Publishers, 1974, p 15-44
- 4) Popp RL, Harrison DC: Cardiac chamber size and volume. *in* *Ultrasound* (Joyner CR, ed), Chicago, Year Book Medical Publishers, 1974, p 75-109
- 5) Feigenbaum H: *Echocardiography*. 2nd ed, Philadelphia, Lea & Febiger, 1976, p 464
- 6) 町井潔(編): 心臓の超音波検査法. 第2版, 中外医学社, 東京, 1974, p 178
- 7) 藤野武彦, 伊藤盛夫, 堀江マサ子, 真柴裕人, 福重淳一郎, 永山徳郎, 平田経雄: 正常成人の UCG. *日超医講演論文集* **22**: 101, 1972
- 8) Buyukozturk K, Kingsley B, Segal BL: The influences of heart rate, age and sex on the movement of mitral valve. *Acta Cardiol* **27**: 427-444 1972
- 9) Derman U: Changes of the mitral echocardiogram with aging and the influence of atherosclerotic risk factors. *Atherosclerosis* **15**: 349-357, 1972
- 10) 中川喬市, 阿久津暁, 板津英孝, 橋本勇次, 村木寛茂: 僧帽弁 UCG の加齢による変化と心筋硬塞における変化. *心臓* **6**: 827-833, 1974
- 11) 若松隼郎, 宮本保輝, 富永雄幸: 僧帽弁動態の加齢による変化. *日超医講演論文集* **28**: 227, 1975
- 12) Laniado S, Yellin E, Kotler M, Levy L, Stadler J, Terdinar R: A study of the dynamic relations between the mitral valve echogram and phasic mitral flow. *Circulation* **51**: 104-113, 1975
- 13) DeMaria AN, Miller RR, Amsterdam EA, Markson W, Mason DT: Mitral valve early diastolic closing velocity in the echocardiogram: relation to segmental diastolic flow and ventricular compliance. *Amer J Cardiol* **37**: 693-700, 1976
- 14) Zaky A, Nasser WK, Feigenbaum H: A study of mitral valve action recorded ultrasound and its application in the diagnosis of mitral stenosis. *Circulation* **37**: 789-799, 1968
- 15) Quinones MA, Gaasch WH, Waisser E, Alexander JK: Reduction in rate of diastolic descent of the mitral valve echogram in patients with altered left ventricular diastolic pressure-volume relations. *Circulation* **49**: 246-254, 1974
- 16) Brandfonbrener M, Landowne M, Shock NW: Changes in cardiac output with age. *Circulation* **12**: 557-566, 1955
- 17) Proper R: Left ventricular stroke volume measurements not affected by chronologic aging. *Amer Heart J* **83**: 843-845, 1972
- 18) Gerstenblith G, Lakatta EG, Weisfeldt ML: Age changes in myocardial function and exercise response. *Prog Cardiovasc Dis* **19**: 1-21, 1976
- 19) Linzbach AJ, Akuamoa-Boateng E: The alterations of the aging human heart. *Klin Wschr* **51**: 164-175, 1973
- 20) Burch GE: Interesting aspects of geriatric cardiology. *Amer Heart J* **89**: 99-114, 1975
- 21) Milne JS, Lauder IJ: Heart size in older people. *Brit Heart J* **36**: 352-356, 1974
- 22) Popp RL, Filly K, Brown OR, Harrison DC: Effect of transducer placement on echocardiographic measurement of left ventricular dimensions. *Amer J Cardiol* **35**: 537-540, 1975