

小児期心疾患の右室径および右室前壁厚計測における心エコー図と心電図との対比

Electrocardiography and echocardiography in the determination of right ventricular dimension and anterior wall thickness in infants and children with congenital heart disease

上田 憲  
斉藤 彰博  
中野 博行

Ken UEDA  
Akihiro SAITO  
Hiroyuki NAKANO

**Summary**

This study was undertaken to assess the relation between right ventricular anterior wall thickness (RVAWT) by echocardiography and right ventricular hypertrophy (RVH) by electrocardiography (ECG) and also that between right ventricular dimension (RVD) in the former and right ventricular dilatation in the latter.

Adequate right ventricular anterior wall echoes were obtained in 62 of the 82 patients. These 62 patients ranged in age from 1 day to 13 years (mean 2.7 years) and were consisted of 8 normal subjects and 54 patients with congenital heart disease.

End-diastolic RVAWT (RVAWTd) and end-systolic RVAWT (RVAWTs) by echocardiography demonstrated good correlation ( $r=0.93$ ) with RVAWT measured at operation in 8 patients. Furthermore, RVAWTs by echocardiography was almost identical to that obtained at operation.

RVD index (RVD/BSA) was increased significantly ( $p<0.001$ ) in the patients with the electrocardiographic findings of incomplete right bundle branch block, except in those under  $0.5 \text{ m}^2$  of BSA.

RVAWTd showed no correlation ( $r=0.42$ ) with the voltage of R wave in lead  $V_1$  of ECG. However, RVAWTd had a poor correlation ( $r=0.55$ ) with the sum of the voltage of R wave in lead  $V_1$  and S wave in lead  $V_6$  of ECG. It was demonstrated that RVAWTd was significantly increased ( $p<0.001$ ) in the patients showing definite RVH and tendency to RVH by electrocardiography.

In summary, the measurements of RVAWT and RVD by echocardiography was more reliable than those by ECG in this study.

静岡県立こども病院 循環器科  
静岡市漆山 860 (〒420)

Division of Cardiology, Shizuoka Children's Hospital, Urushiyama 860, Shizuoka-shi, Shizuoka, 420

Presented at the 15th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Kyoto, October 15-16, 1977  
Received for publication November 15, 1977

**Key words**

Echocardiography

Right ventricular anterior wall thickness

Right ventricular dimension

Right ventricular hypertrophy

Congenital heart disease

はじめに

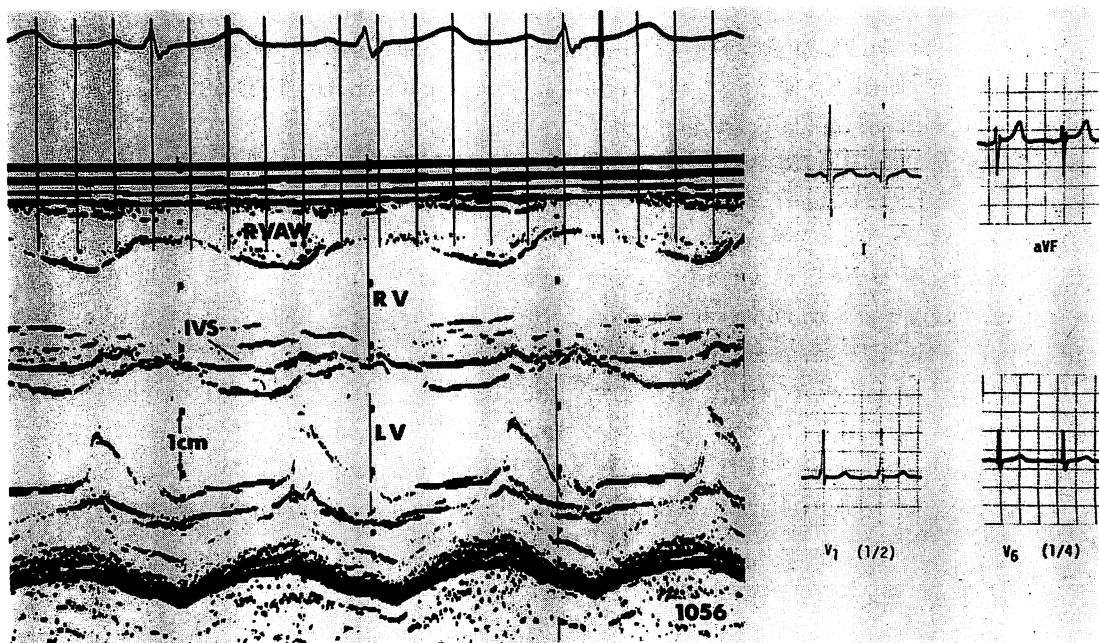
小児期心疾患の診断に、右室肥大および右室拡大の正確な判定は、重要と考えられる。左房、左室に関しては、心エコー図 (UCG) 所見と ECG、心血管撮影および剖検所見などとの比較がなされている<sup>1-12)</sup>。しかし、右室に関しては、一般に記録が困難なこともあり、この点についての報告は少ない<sup>4,13)</sup>。また、記録可能な右室は、ごく一部分に限られるほか、呼吸および姿勢の条件や、探触子のアングルなどにより再現性に問題があるといわれている<sup>14-18)</sup>。今回我々は、従来より右室肥大および右室拡大の診断基準に用いられてきた ECG 所見と UCG による計測の対比を行い、検討したので報告する。

対象および方法

対象は、ほぼ同時期に ECG と UCG の検査を行った 82 例のうち、右室前壁および心室中隔の記録が明瞭であった 62 例であり、Table 1 にその内容を示した。年齢は、生後 1 日目から 13 歳まで、平均 2.7 歳である。

**Table 1. Clinical diagnosis of 62 patients**

Ventricular septal defect (VSD)	13
Endocardial cushion defect (ECD)	10
Atrial septal defect (ASD)	5
Patent ductus arteriosus (PDA)	3
Tetralogy of Fallot (TF)	7
Transposition of great arteries (TGA)	3
Miscellaneous	13
Normal control	8



**Fig. 1. Echocardiogram and ECG from a patient with endocardial cushion defect with pulmonary hypertension.**

装置は Smith Klein 社製 Echoline 20 A を使用し, 直径 6 mm, unfocused の 5 MHz または 3.5 MHz の平板探触子を用い, Electronics for Medicine VR-12 で連続記録した. 患児を安静, 仰臥位とし, 第 3 または 第 4 肋間胸骨左縁より, 僧帽弁後尖エコーの検出される部位で記録し, 計測は連続する 5 心拍の平均をとった.

右室前壁厚は心外膜エコーより心内膜エコーまでで計測し, 拡張末期は ECG の R 波, 収縮末期は最も厚くなった部位で求めた. また右室径の計測は, 拡張末期において, 右室前壁心内膜エコーから心室中隔右室側エコーまでで行った.

ECG の右室肥大の基準には, 小児循環器研究会<sup>19)</sup>のものを用い, 右室拡大の所見としては, Cabrera ら<sup>20)</sup>の指摘する不完全右脚ブロックを用いた.

Fig. 1 に右室前壁の肥厚を呈した症例の UCG

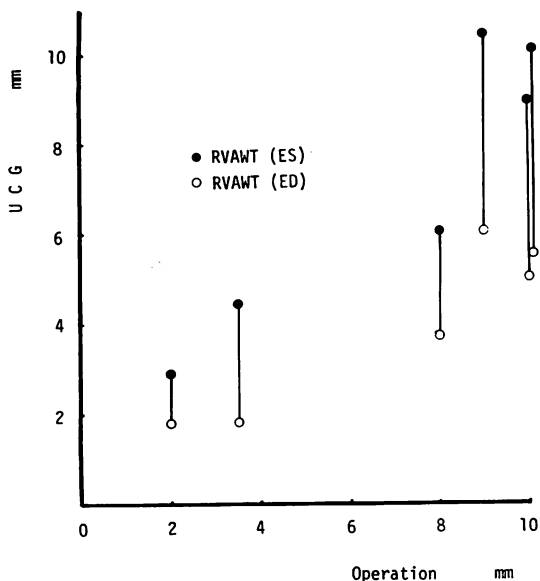


Fig. 2. Correlation between RVAWT measured at operation and RVAWT determined by echocardiography.

RVAWT (ED): right ventricular anterior wall thickness in end-diastole, RVAWT (ES): right ventricular anterior wall thickness in end-systole.

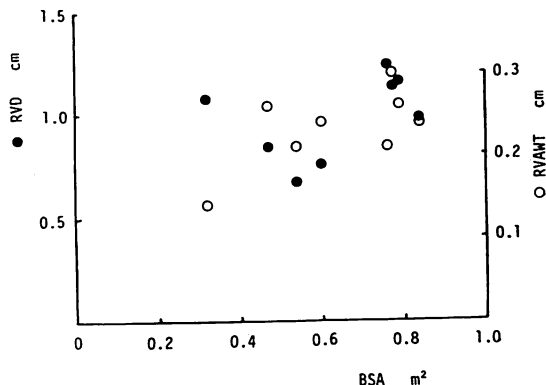


Fig. 3. Correlation between RVD and RVAWT by echocardiography and BSA in normal subjects.

RVD: right ventricular dimension in end-diastole, BSA: body surface area.

と ECG を示す.

さらにまた, UCG による右室前壁厚の計測値と, 手術時の右室前壁厚を, 右室自由壁の流出路に近い部分で計測して, 比較した.

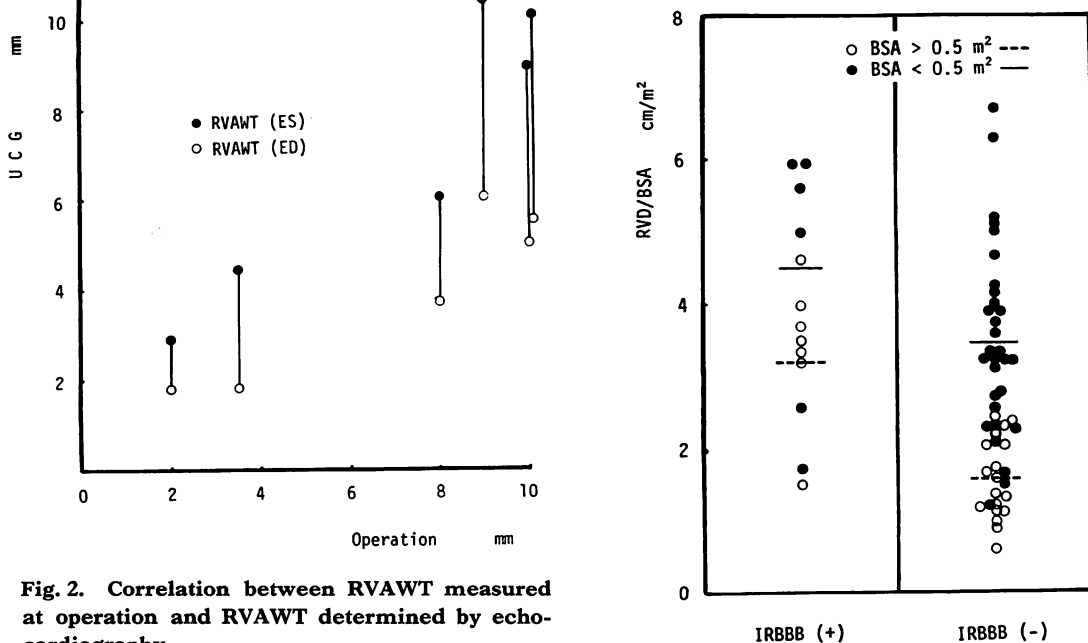


Fig. 4. RVD/BSA by echocardiography in IRBBB by ECG.

IRBBB: incomplete right bundle branch block.

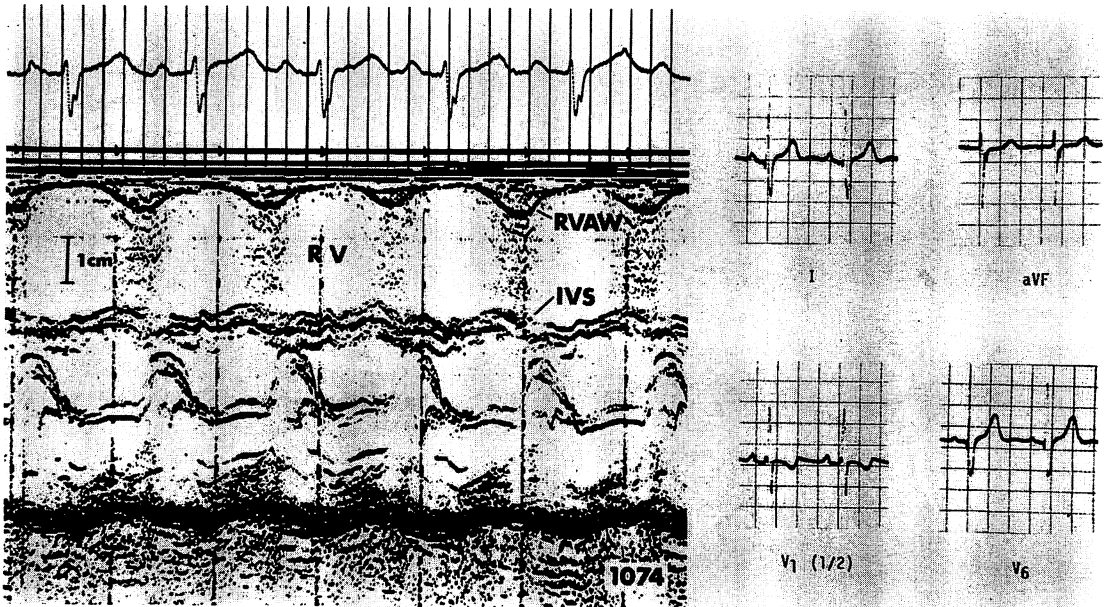


Fig. 5. Echocardiogram and ECG from a patient with endocardial cushion defect with mitral regurgitation.

結 果

UCG 検索を行った 82 例のうち, 62 例に明瞭な右室のエコーが記録可能であった.

Fig. 2 に, 右室前壁厚につき, 手術時の実測値と UCG による計測値の比較を示す. 拡張末期右室前壁厚, 収縮末期右室前壁厚ともに  $r=0.93$  の良い相関を示し, さらに UCG 上の収縮末期右室

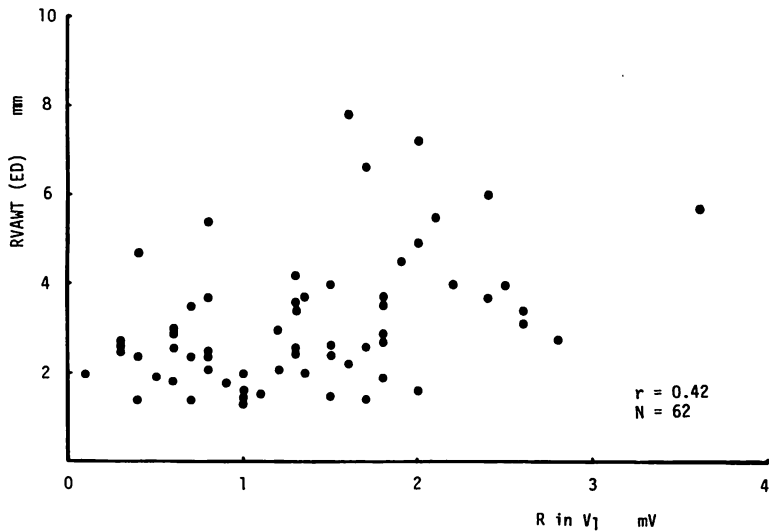
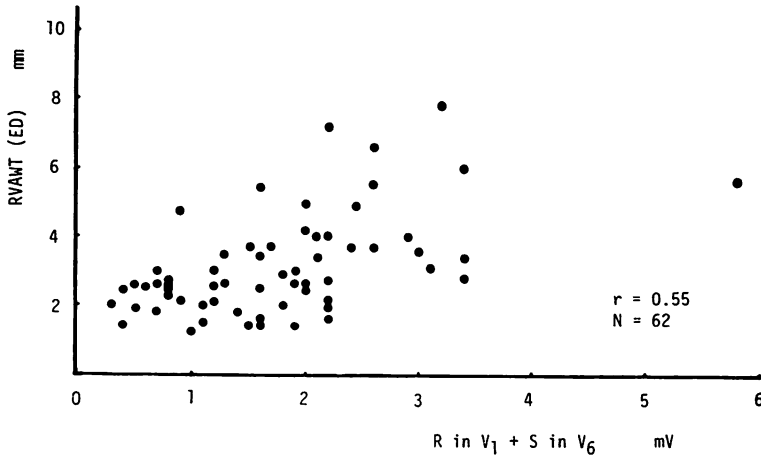


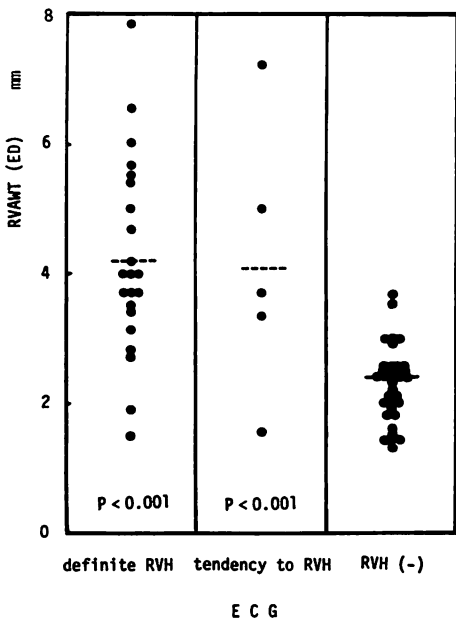
Fig. 6. Correlation between RVAWT (ED) by echocardiography and the R wave in lead V<sub>1</sub> of ECG.



**Fig. 7. Correlation between RVAWT (ED) by echocardiography and sum of the R wave in lead  $V_1$  and the S wave in lead  $V_6$  of ECG.**

前壁厚が，手術時の実測値にほぼ一致した。

**Fig. 3** に，正常 8 例の UCG による右室径，右室前壁厚と，体表面積の関係を示す。年少児を除けば，いずれも体表面積とともに増加の傾向を示した。



**Fig. 8 RVAWT (ED) by echocardiography in RVH by ECG.**

**Fig. 4** は ECG の不完全右脚ブロックの有無と，UCG による右室径／体表面積を比較検討したものである。体表面積が  $0.5\text{m}^2$  以下では，ばらつきが大きく，右室径／体表面積は，不完全右脚ブロックの有無において有意差を認めないが，体表面積が  $0.5\text{m}^2$  以上では，不完全右脚ブロックのみられる群では，右室径／体表面積は，有意に高値を示した。**Fig. 5** には，右室拡大を呈した心内膜床欠損症例の UCG と ECG を示す。

つぎに，UCG での拡張末期右室前壁厚と ECG における  $V_1$  の R 波高の関係を示す。**Fig. 6** に示す。UCG と ECG の対比では  $r=0.42$  で，両者にはあまり相関は認めなかった。

**Fig. 7** には UCG 拡張末期右室前壁厚と，ECG の  $V_1$  の R 波高および  $V_6$  の S 波高の和とを比較したものを示す。両者間では， $r=0.55$  の相関となり  $V_1$  の R 波高単独の場合よりも，やや良い相関が得られた。

最後に，小児循環器研究会の基準による ECG の右室肥大の有無と，UCG による拡張末期右室前壁厚の比較を **Fig. 8** に示す。ECG における右室肥大確徴群および右室肥大疑徴群と，右室肥大を認めない群においては，拡張末期右室前壁厚に，明らかな有意差を認めた。

## 考 案

小児期心疾患においては, 右室に容量負荷および圧負荷のかかる疾患が多く, 右室肥大と右室拡大の正確な判定は, 心疾患の診断および経過を観察していくうえで, 重要と考えられる. 左房および左室に関しては, UCG による計測が, 血管撮影や剖検所見との対比より信頼できるものとされ, 臨床への応用が盛んである. しかし, 現在までに右室に関する UCG の報告は少なく<sup>4,13)</sup>, とくに右室前壁厚についての報告は, 年少児に限られている<sup>21-23)</sup>. また UCG 所見と, ECG や実測値との比較はみられない. この理由として, 一般に右室前壁の明瞭なエコーが記録困難なことと, 姿勢や呼吸および探触子のアングルによる再現性の悪いことが考えられる. しかし, 年少児においては, 右室優位の時期であり, 胸壁も骨も薄く, さらに老人によくみられるような肺気腫の状態が少ないことなどから, 右室前壁は明瞭に記録されることが多い. また, 条件を一定にするために, 患児を安静, 仰臥位とし, 探触子のアングルを僧帽弁後尖をとらえる方向として記録し, 5 心拍の平均を計測した.

UCG で記録可能な右室は, 流出路に近い一部分に限られるといわれ<sup>14-16)</sup>, 我々は, この部位とほぼ一致すると考えられるところで, 右室壁厚を開心術中に計測し, UCG によるものと比較した. 一般に心停止は収縮期時相であるといわれており<sup>12)</sup>, 著者らの比較でも, 収縮末期における UCG の右室前壁厚が, 術中の計測値にほぼ一致した.

正常者の UCG による右室前壁厚および右室径についての検討では, 両者とも体表面積に伴い増加の傾向を示したが, これは Epstein ら<sup>23)</sup>の右室前壁厚が, 体表面積にかかわらず, ごくわずかし増加しないとする報告と異なる. このことは, 我々の症例が少なく, 年齢の差が小さいことに起因すると考えられ, 今後の症例の積み重ねによる検討が必要である. また新生児期が右室優位の時期であることを考えれば, 体表面積による一律の

補正は, 妥当ではないと思われる.

Cabrera ら<sup>20)</sup>の指摘する ECG による右室拡大の所見としての不完全右脚ブロックの有無と, UCG による右室径/体表面積に有意の相関を認めたが, これらの所見が体表面積  $0.5\text{m}^2$  以上に限られることは, 前述のように, 体表面積による一律の補正に起因するものと思われる.

ECG の右室肥大と UCG の右室前壁厚の比較では, 繁用される  $V_1$  の R 波高単独,  $V_1$  の R 波高および  $V_6$  の S 波高の和は, あまり UCG とよい相関を示さなかった. しかし,  $V_1$  の q 波, T 波, RS 波のパターンを加味した小児循環器研究会の右室肥大の基準からみると, UCG による右室前壁厚は, 有意の差を認めた. また 82 例の UCG のうち, 右室前壁が明瞭に記録できなかった 20 例には, ECG で右室肥大確徴としたものはなく, 右室肥大疑徴が 2 例みられたのみであった. この 2 例は, いずれも  $V_1$  の R 波高のみで右室肥大疑徴としたものであり, 前述の結果と合わせ, 胸壁の薄さや心臓の回転などによる影響と考えられた. ECG の肥大性変化について, 左室肥大では中隔の壁厚の方が, UCG でとらえられる左室後壁より大きな影響を与えるとの報告もある<sup>8)</sup>. 右室に関しても, UCG でとらえられる右室前壁の肥厚と ECG による肥大性変化が同じ部位を反映しているとはいえない. しかし ECG の肥大性変化, とくに波高は, 胸壁厚, 心臓の回転, 肺の状態, 心嚢液貯留など心臓以外の因子に大きく左右される等の限界があるのに対し, UCG による計測が右室を部分的にしかとらえていないにせよ, 心臓のみの変化を直接とらえうる点で, 右室の肥大および拡大の判定にかなり有用と考えられる.

## ま と め

1. 正常 8 例, および小児期心疾患 54 例の計 62 例について, UCG で右室前壁厚と右室径を計測し, ECG 所見と比較した.
2. UCG による収縮末期右室前壁厚は, 手術時の計測値にほぼ一致した.

3. ECG の不完全右脚ブロックのある群では，UCG による右室径／体表面積は有意の拡大を示した。

4. UCG による右室前壁厚と ECG の対比では， $V_1$  の R 波単独， $V_1$  の R 波および  $V_6$  の S 波の和とともに，あまり相関は示さなかった。

5. 小児循環器研究会の基準による右室肥大のある群では，右室前壁厚は有意に厚かった。

6. ECG に比べ UCG は，右室肥大および右室拡大の判定に，より有用と思われた。

#### 文 献

- 1) Waggoner AD, Adyanthaya AV, Quinones MA, Alexander JK: Left atrial enlargement. Echocardiographic assessment of electrocardiographic criteria. *Circulation* **54**: 553, 1976
- 2) Chirife R, Feitosa GS, Frankl WS: Electrocardiographic detection of left atrial enlargement. Correlation of P wave with left atrial dimension by echocardiography. *Brit Heart J* **37**: 1281, 1975
- 3) Lundstroem NR, Mortensson W: Clinical applications of echocardiography in infants and children. Estimation of aortic root diameter and left atrial size: A comparison between echocardiography and angiography. *Acta Paediat Scand* **63**: 33, 1974
- 4) Lundstroem NR, Mortensson W: Clinical applications of echocardiography in infants and children. Estimation of left and right ventricular size: A comparison between echocardiography and angiography. *Acta Paediat Scand* **63**: 257, 1974
- 5) Meyer RA, Stockert J, Kaplan S: Echocardiographic determination of left ventricular volume in pediatric patients. *Circulation* **51**: 297, 1975
- 6) Sjoegren AL: Left ventricular wall thickness determined by ultrasound in 100 subjects without heart disease. *Chest* **60**: 341, 1971
- 7) Browne PJ, Desser KB, Benchimol A, Cabizuca SV, Sheasby C: The echocardiographic correlates of left ventricular hypertrophy diagnosed by electrocardiography. *J Electrocardiography* **10**: 105, 1977
- 8) Bahler AS, Teichholz LE, Gorlin R, Herman MV: Correlations of electrocardiography and echocardiography in determination of left ventricular wall thickness: Study of apparently normal subjects. *Amer J Cardiol* **39**: 189, 1977
- 9) 戸嶋裕徳，古賀義則: 心エコー図と心電図の相関。心肥大を中心として。内科 **36**: 803, 1975
- 10) Bennett DH, Evans DW: Correlation of left ventricular mass determined by echocardiography with vectorcardiographic and electrocardiographic voltage measurements. *Brit Heart J* **36**: 981, 1974
- 11) Devereux RB, Reichek N: Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. Anatomic validation of the method. *Circulation* **55**: 613, 1977
- 12) Maron BJ, Henry WL, Roberts WC, Epstein SE: Comparison of echocardiographic and necropsy measurements of ventricular wall thickness in patients with and without disproportionate septal thickening. *Circulation* **55**: 341, 1977
- 13) Matsukubo H, Matsuura T, Endo N, Asayama J, Watanabe T, Furukawa K, Kunishige H, Katsume H, Ijichi H: Echocardiographic measurement of right ventricular wall thickness. A new application of subxiphoid echocardiography. *Circulation* **56**: 278, 1977
- 14) Feigenbaum H: *Echocardiography*. Philadelphia, Lea & Febiger, 1976
- 15) Goldberg SJ, Allen HD, Sahn DJ: *Pediatric and Adolescent Echocardiography*. Chicago, Year Book Medical Publishers, 1975
- 16) Meyer RA: *Pediatric Echocardiography*. Philadelphia, Lea & Febiger, 1977
- 17) Friedewald VE: *Textbook of Echocardiography*. Philadelphia, WB Saunders, 1977
- 18) McDonald IG: *Introduction to Echocardiography*. Springfield, Charles C Thomas, 1976
- 19) 小児循環器研究会心電図専門委員会報告: 小児心電図心室肥大判定基準。日本小児科学会雑誌 **75**: 1135, 1971
- 20) Cabrera E, Monroy JR: Systolic and diastolic loading heart. *Amer Heart J* **43**: 661, 1952
- 21) Hagan AD, Deely WJ, Sahn D, Friedman WF: Echocardiographic criteria for normal newborn infants. *Circulation* **48**: 1221, 1973
- 22) Solinger R, Elbl F, Minhas K: Echocardiography in the normal neonate. *Circulation* **47**: 108, 1973
- 23) Epstein ML, Goldberg SJ, Allen HD, Konecke L, Wood J: Great vessel, cardiac chamber, and wall growth patterns in normal children. *Circulation* **51**: 1124, 1975