

## 小児期心疾患の左心機能評価に関する心血管造影法と心エコー図法の対比

## Comparative studies between angiocardiographic and echocardiographic methods for evaluating left ventricular function in children with heart disease

馬場 清  
金子 博志  
越後 茂之  
神谷 哲郎  
太田 光重\*  
小塚 隆弘\*  
永田 正毅\*\*  
別府慎太郎\*\*\*

Kiyoshi BABA  
Hiroshi KANEKO  
Shigeyuki ECHIGO  
Tetsuro KAMIYA  
Mitsushige OHTA\*  
Takahiro KOZUKA\*  
Masaki NAGATA\*\*  
Shintaro BEPPU\*\*\*

### Summary

Echocardiography (UCG) has been used to assess left ventricular (LV) performance in adults, and it is becoming increasingly popular in pediatrics. However, there has been few studies with respect to the accuracy of UCG for measuring LV function in children with heart disease.

The purpose of this study is to evaluate correlations between LV functions obtained by the simultaneous measurements of angiocardiographic (ACG) and echocardiographic methods especially in children with heart disease, and to clarify limitation of UCG.

The study was performed in 14 children. They included cases without organic heart disease, patent ductus arteriosus, atrial septal defect, supra-valvar aortic stenosis, arterio-venous fistula, aortitis syndrome and cardiomyopathy.

Results were as follows:

1) There was excellent correlation between end-diastolic volumes calculated by ACG and UCG ( $r=0.924$ ,  $y=0.853x-2.016$ ), though LV volumes by UCG were underestimated in most cases. Ejec-

国立循環器病センター 小児科

\* 同 放射線科

\*\* 同 内科

\*\*\* 同 研究所

吹田市藤白台 5-125 (〒565)

Department of Pediatrics, \*Department of Radiology,  
\*\*Department of Internal Medicine, \*\*\*the Research  
Institute, National Cardiovascular Center, Fujishiro-  
dai 5-125, Suita, Osaka, 565

Presented at the 16th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, March 28, 1978

Received for publication April 26, 1978

tion fraction also showed close correlation ( $r=0.823$ ).

2) Correlation between mean velocities of circumferential fiber shortening (mean VCF) measured by two methods was not so good ( $r=0.685$ ) with comparison of previous reports in adults.

3) The correlation coefficient between velocities of circumferential fiber shortening at peak stress (VCF at P-S) by two methods was poor ( $r=0.259$ ).

In summary, although there were statistically excellent correlations between LV volumes obtained by both methods, there existed considerable differences between the absolute values of LV volumes. Additionally, there were poor correlations concerning the precise LV function such as mean VCF and VCF at P-S. We, therefore, concluded that only UCG may not be sufficient for evaluating LV function in children with heart disease.

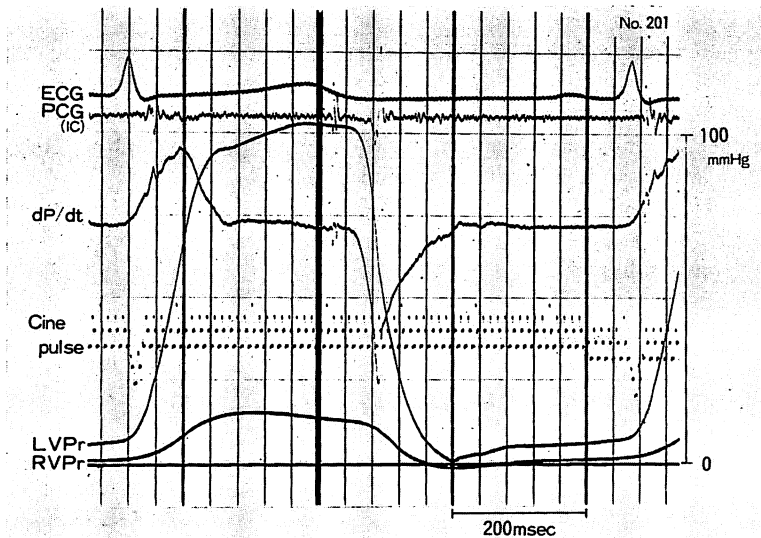
**Key words**

Left ventricular function      Mean VCF      VCF at peak stress

**はじめに**

超音波検査法の進歩により, 心エコー図が心機能の評価に応用されるようになり, 数多くの方法, 多数の報告がなされてきた. 一方, コンピューターの導入により心血管造影法を応用した心機能分析が比較的容易になり, 日常臨床に占める役割はますます重要となってきた.

小児期心疾患の心機能評価についても, 心エコー図を利用する方法が行われるようになってきているが, 心血管造影法との比較検討はなお十分とはいえない. そこで, 左室圧を同時記録しつつ, 二方向シネ撮影を行った心血管造影法による分析(以下 ACG 法)と, シネ撮影直前に左室圧を同時に入力し, 記録した左室心エコー図による分析(以下 UCG 法)とを, 小児期各種心疾患につい



**Fig. 1. Simultaneous recording of left ventricular pressure and cine pulse (from the above, ECG, LV intracardiac PCG, LV dP/dt, biplane cine pulse, LV pressure and RV pressure) (T. H., 7y2m, male).**

て対比検討した。

対 象

今回分析した症例数は14例で、年齢は1歳10ヵ月～13歳、男児5例、女児9例である。心疾患の内訳は、器質的心疾患のないもの2例(房室ブロック、LGL症候群各1例)、動脈管開存症7例、心房中隔欠損症、大動脈弁上狭窄症、動静脈瘻、大動脈炎症候群、心筋症各1例である。今回は、心室のレベルで短絡あるいは逆流のある疾患は除外した。

方 法

1. ACG 法

シネ撮影は、左室圧を同時記録しつつ、Siemens Pandoros Optimaticにより、35mmフィルムで、秒90コマ、2方向で行った。心内圧は、Millar社製カテ先マノメーターで計測した。圧およびシネパルスは、HP4588C systemを用い、紙送り速度毎秒200mmで同時記録した(Fig. 1)。左室の圧、容積、壁厚などのデータ入力およびそ

れらの分析は、HP5600M Catheterization Data Analysis System によった。左室容積はChapmanらの方法<sup>1)</sup>、2歳以下の症例ではGrahamらの方法<sup>2)</sup>に、円周方向の壁応力はWalkerらの方法<sup>3)</sup>に従った。

円周短縮速度(Vcf)は、同一例の10回反復計測での変動が大きく、最大応力発生時のVcf(Vcf at P-S)の変動係数を求めてみると、31.0%であったので、このままでは使用に耐えないと判断した。しかし、短軸半径(minor semi-axis)の変動は少なく、最大応力発生時の変動係数は0.6%であった。そこで、Fig. 2左のごとく、minor semi-axisを各フレームごとにプロットし、用手的にスムージングを行って、コンピューターを利用しVcfを求めた。Fig. 2右が、このようにして求めたVcfをプロットしたものである。

2. UCG 法

装置は、東芝製 Sonocardiograph SSL-51Uに、line scan recorderとして Honeywell Visicorder Oscillograph を接続したものを使用

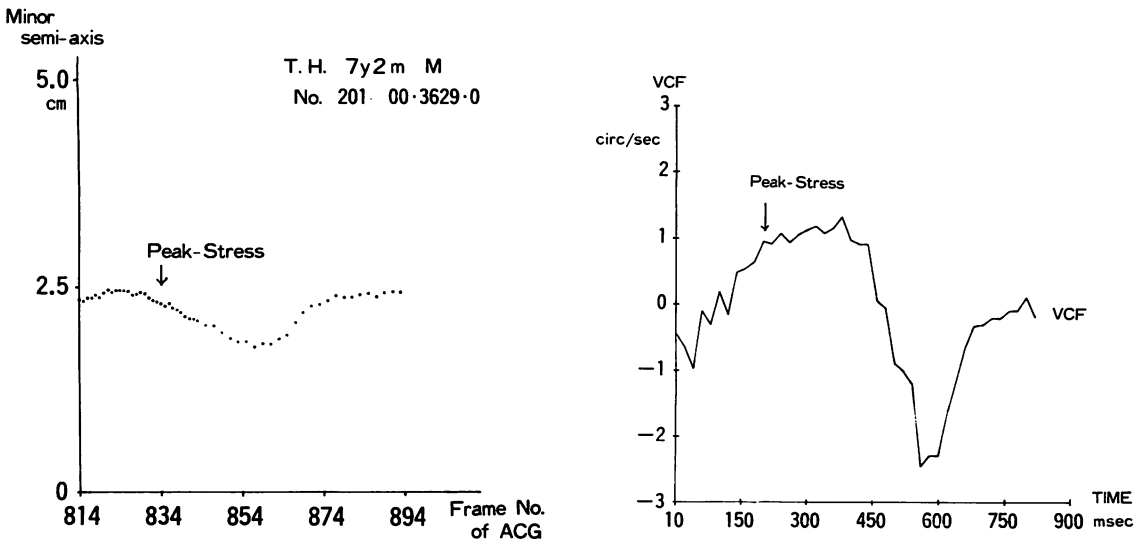
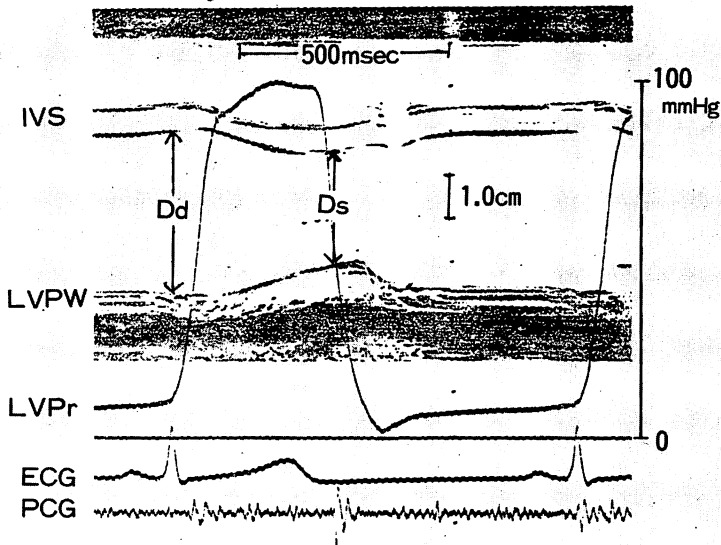


Fig. 2. Method for calculating velocity of circumferential fiber shortening at peak stress on ACG.



**Fig. 3. Simultaneous recording of left ventricular pressure and echocardiogram** (from the above, UCG, LV pressure, ECG, PCG) (T. H., 7y2m, male).

IVS: interventricular septum, LVPW: left ventricular posterior wall, Dd: left ventricular internal dimension in end-diastole. Ds: left ventricular internal dimension in end-systole.

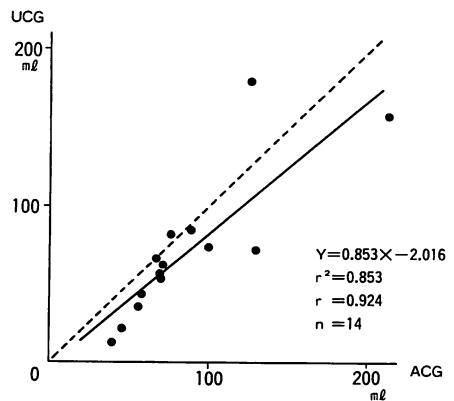
した。探触子は、3 MHz, 径 13 mm, 円形平板型を用い、左室および左室後壁を同定しうる部位で、紙送り速度毎秒 100 mm とし、心エコー図と左室圧とを同時記録した (Fig. 3)。心エコー図の記録は全例シネ撮影直前に行った。データ入力およびそれらの分析は、Nac Cardias GP 2000 を利用した。左室容積は Pombo 法<sup>4)</sup>、応力は Sandler, Dodge の方法<sup>5)</sup>によった。

なお、駆出時間はカテ先マンメーターによる上行大動脈圧波形から求め、VCF および平均円周短縮速度 (mean VCF) は、基準化した値を使用した。

### 成 績

1) 拡張末期容積 (EDV) は、UCG 法が ACG 法より小さい傾向を示したが、相関係数は 0.924 と良好であった (Fig. 4)。Fig. 4 右上の UCG 法でより大きい容積を示した例は、腎血管性高血圧を伴った大動脈炎症候群の症例で、心血

管造影所見上、左室が球形に近い形態を示していた。収縮末期容積 (ESV) も同様の傾向を示したが、相関係数は 0.768 とやや低かった (Fig. 5)。駆出率 (EF) については、UCG 法がより大き



**Fig. 4. Correlation between EDV by ACG and UCG.**

EDV: end-diastolic volume.

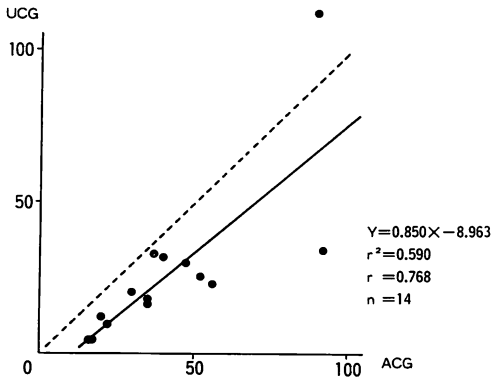


Fig. 5. Correlation between ESV by ACG and UCG.

ESV: end-systolic volume.

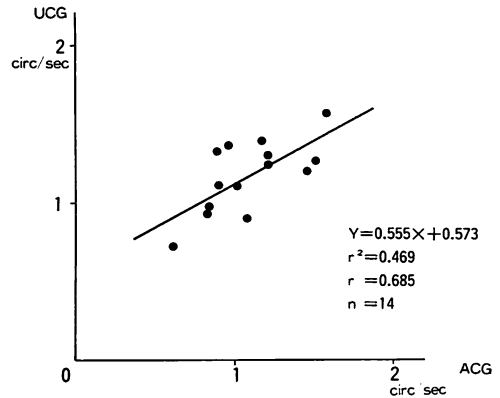


Fig. 7. Correlation between mean VCF by ACG and UCG.

mean VCF: mean velocity of circumferential fiber shortening.

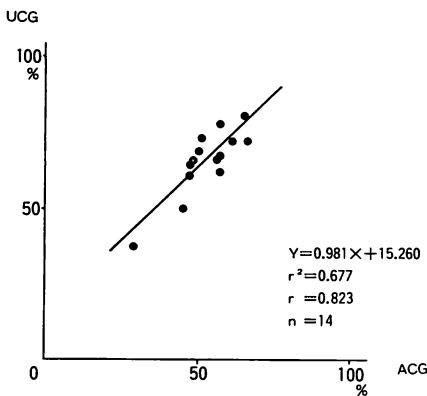


Fig. 6. Correlation between EF by ACG and UCG.

EF: ejection fraction.

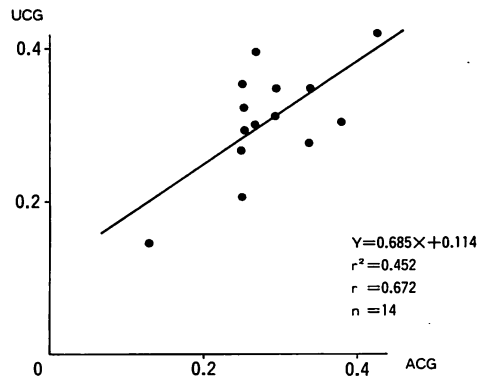


Fig. 8. Correlation between shortening rate of minor semi-axis by ACG and UCG.

く評価され、両者の相関係数は 0.823 であった (Fig. 6).

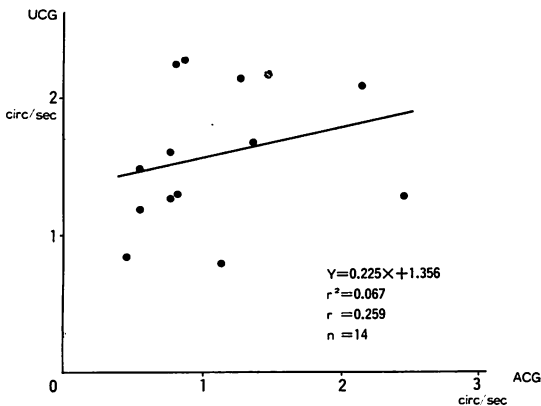
2) Mean VCF について、両者は 0.685 の相関係数を示した (Fig. 7). Minor semi-axis の短縮率については、相関係数 0.672 であった (Fig. 8).

3) VCF at P-S は、その時点の収縮要素の速度 VCE そのものを表すことになり、左室収縮機能の 1 つの指標となりうると考えられるが<sup>6)</sup>、両者の相関係数は 0.259 と極めて低かった (Fig. 9).

### 考 案

超音波検査法の技術の進歩、機器の改良などにより、小児期心疾患においても心エコー図を用いて心機能を評価しようと試みられるようになったが、その妥当性についての検討はまだまだ十分とはいえない。

我々は、今回同一条件下での比較をするために、シネ撮影を行う直前に左室圧を同時記録しつつ、左室心エコー図を記録し、ACG 法と UCG 法とを対比検討した。



**Fig. 9. Correlation between Vcf at P-S by ACG and UCG.**

Vcf at P-S: velocity of circumferential fiber shortening at peak stress.

ポンプ機能の指標としての EDV および EF については、両者は良い相関を示した。左室容積を求める方法としては、Pombo 法以外にもいくつかの方法が報告されているが<sup>7-9)</sup>、我々は日常臨床において広く利用されしかも簡単な Pombo 法について検討した。EDV における ACG 法と UCG 法の全体としての相関はよいが、とくに小児においては左室形態が症例および疾患によりかなり異なるので<sup>10)</sup>、疾患あるいは患者間の比較には、なお検討を要するものと考えられた。このように、小児期心疾患において、左室の丸さの度合 (eccentricity) とか形の歪みを、心エコー図から正確に把握するのは不可能であるので、臨床的に UCG 法より左室容積を推測するには、Pombo 法で十分と判断される。

Karlinar らが ACG 法で求めた mean Vcf が、左室収縮能を評価するのに有用であると報告して以来<sup>11)</sup>、UCG 法においても検討され、左心機能評価に最もよく使われる指標の 1 つとなっているが、両法の間にはこれまで報告<sup>12,13)</sup> されているほどの良い相関はなかった。Minor semi-axis の短縮率について求めた両法の相関係数は、mean Vcf における値と大体一致している。これは、mean Vcf の両法の相関が十分でなかった理由を示し

ていると考えられる。すなわち、拡張末期および収縮末期の短軸について全体としてみた両者の間の相関はよいが、個々の症例での不一致が大きいためと考えられる。したがって、固定したビーム方向で把えた短軸から mean Vcf を求めるには限界があり、UCG 法により求めた mean Vcf を左室収縮機能の評価に利用するには、慎重を要するものと考えられた。

Vcf at P-S は、左室収縮機能の評価するよい指標になりうると考えられるが<sup>6)</sup>、ACG 法と UCG 法との対比では両者の相関は悪かった。拡張末期および収縮末期の短軸については、ACG 法と UCG 法との相関は良好であるので、Vcf at P-S の相関の悪い理由は両者の方法で左室の収縮様式の把え方に差があるためと考えられた。したがって、UCG 法から求めた Vcf at P-S で左室収縮機能の評価するには問題があると考えられた。

### まとめ

小児期心疾患 14 例について、ACG 法と UCG 法との対比検討を行った。両者間で、EDV、ESV、EF については一応の相関が得られたが、mean Vcf、Vcf at P-S などの相関は十分でなく、UCG 法を用いてこれらの指標により左心機能の評価するには問題があると考えられた。

### 文献

- 1) Chapman CB, Baker O, Reynolds J, Bonte FJ: Use of biplane cinefluorography for measurement of ventricular volume. *Circulation* 18: 1105, 1958
- 2) Graham TP Jr, Jarmakani JM, Canent RV Jr, Morrow MN: Left heart volume estimation in infancy and childhood. *Circulation* 43: 895, 1971
- 3) Walker ML Jr, Hawthorne EW, Sandler H: Methods of assessing performance for intact hypertrophied heart. *Cardiac Hypertrophy*, (ed Norman RA), Academic Press, New York, 1971, p 387
- 4) Pombo JF, Troy BL, Russell RO Jr: Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* 43: 480, 1971

- 5) Sandler H, Dodge HT: Left ventricular tension and stress in man. *Circulat Res* **13**: 91, 1963
- 6) Gault JH, Ross J Jr, Braunwald E: Contractile state of the left ventricle in man. Instantaneous tension-velocity-length relations in patients with and without disease of the left ventricular myocardium. *Circulat Res* **22**: 451, 1968
- 7) Fortuin NJ, Hood WP Jr, Sherman ME, Craig E: Determination of left ventricular volumes by ultrasound. *Circulation* **44**: 575, 1971
- 8) Gibson DG: Estimation of left ventricular size by echocardiography. *Brit Heart J* **35**: 128, 1973
- 9) Teichholtz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R: Problems in echocardiographic volume determinations: Echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Amer J Cardiol* **37**: 7, 1976
- 10) 神谷哲郎, 森 忠三: 侵襲的方法並びに非侵襲的方法による左心機能: 非侵襲的方法について. *小児科臨床* **30**: 574, 1977
- 11) Karliner JS, Gault JH, Eckberg D, Mullins CB, Ross J Jr: Mean velocity of fiber shortening. *Circulation* **44**: 323, 1971
- 12) Cooper RH, O'Rourke RA, Karliner JS, Peterson KL, Leopold GR: Comparison of ultrasound and cineangiographic measurements of the mean rate of circumferential fiber shortening in man. *Circulation* **46**: 914, 1972
- 13) Quinones MA, Gaasch WH, Alexander JK: Echocardiographic assessment of left ventricular function. *Circulation* **50**: 42, 1974