

Subxiphoid approach による運動負荷心エコー図

Echocardiographic study of left and right ventricular functions during dynamic exercise by subxiphoid approach

鯨坂 隆一
伊東 春樹
丹羽 明博
飯泉 智弘
藤原 秀臣
谷口 興一
武内重五郎

Ryuichi AJISAKA
Haruki ITOH
Akihiro NIWA
Tomohiro IIZUMI
Hideomi FUJIWARA
Koichi TANIGUCHI
Jugoro TAKEUCHI

Summary

Echocardiographic indices of left and right ventricular functions during supine bicycle ergometer exercise for 10 healthy men were examined by subxiphoid echocardiography. The results were as follows:

1) Left ventricular indices (left ventricular internal dimension [LVID], posterior wall excursion [PWE], end-diastolic volume [EDV], stroke volume [SV] and ejection fraction [EF]) at rest and during exercise for healthy men by subxiphoid echocardiography were correlated with those by echocardiography with the ultrasonic transducer directed from the anterior chest wall.

2) Right ventricular anterior wall excursion (RVAWE) by subxiphoid echocardiography for normal subjects was significantly increased ($p < 0.001$) during exercise.

3) There was no high correlation ($r = 0.63$) between RVAWE and SV during exercise.

Key words

Subxiphoid echocardiography Dynamic exercise

はじめに

最近、動的運動負荷における循環動態の把握に心エコー図 (UCG) が適用されるようになり、そ

の有用性が確立されつつある¹⁻¹⁰⁾。しかし、動的運動負荷の主要な対象である虚血性心疾患患者の中には、高齢者や肺気腫傾向を有する症例がしばしばみられ、これらの症例では動的運動負荷にお

東京医科歯科大学医学部 第二内科
東京都文京区湯島 1-5-45 (〒113)

The Second Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Tokyo Medical & Dental University, Yushima 1-5-45, Bunkyo-ku, Tokyo, 113

Presented at the 16th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, March 28, 1978
Received for publication September 14, 1978

ける UCG の記録が, 通常の前胸壁からの approach (routine approach) では, しばしば困難である. 一方, subxiphoid UCG 法^{11,12)}は, 上記の症例についても, UCG 記録が比較的とらえやすい利点を有し, かつ右室前壁 UCG を比較的明瞭に記録しうるとされている^{13,14)}. したがって, 動的運動負荷において通常の前胸壁からの approach では UCG 記録が困難な症例では, subxiphoid UCG 法を用いることにより, UCG 記録が可能になると考えられる. しかし, subxiphoid UCG 法におけるビーム方向は routine approach におけるそれと異なるので, 両者が左室の同一部位を記録しているかどうかについては問題がないわけではない. そこで, 健常例を対象とし, 動的運動負荷における左室機能諸指標について, 上記の両方法を比較検討し, かつ運動負荷における右室壁運動についても subxiphoid UCG 法により検討した.

対象および方法

対象は健常成人男性 10 例, 年齢 20~45 歳 (平

均 26 歳) である. 運動負荷の方法は, 背臥位にて実施する多段階負荷漸増法で, Godart 製 ergometer を用い, 初回負荷量を 50 watt とし, 3 分ごとに 10 watt ずつ増量する方法で計 9 分間施行した. Subxiphoid UCG 法による記録を, routine approach による UCG 記録と比較するために, 探触子の位置をかえて運動負荷を同一の方法で 2 回施行し, 両者の間には, 血圧, 心拍数, 左室 dimension が前値に復するまで十分な安静をとらせた.

UCG 記録装置は, Aloka 製 SSD-90 を用い, 探触子は, 2.25 MHz, 口径 13 mm のものを使用した. UCG の記録は, routine approach の場合には, 胸骨左縁第 III ないし第 IV 肋間に探触子をおき, 通常の方法^{15,16)}で記録し, subxiphoid UCG については, 心窩部に探触子をおき, 乳頭筋エコーが出現しないようなビーム方向を選んで, 右室前壁 (RVAW) および心室中隔 (IVS) UCG を記録し (Fig. 1), ついで心尖部方向へスキャンを行い, routine approach と同様に IVS および左室後壁 (LVPW) UCG をとらえる位置で記録

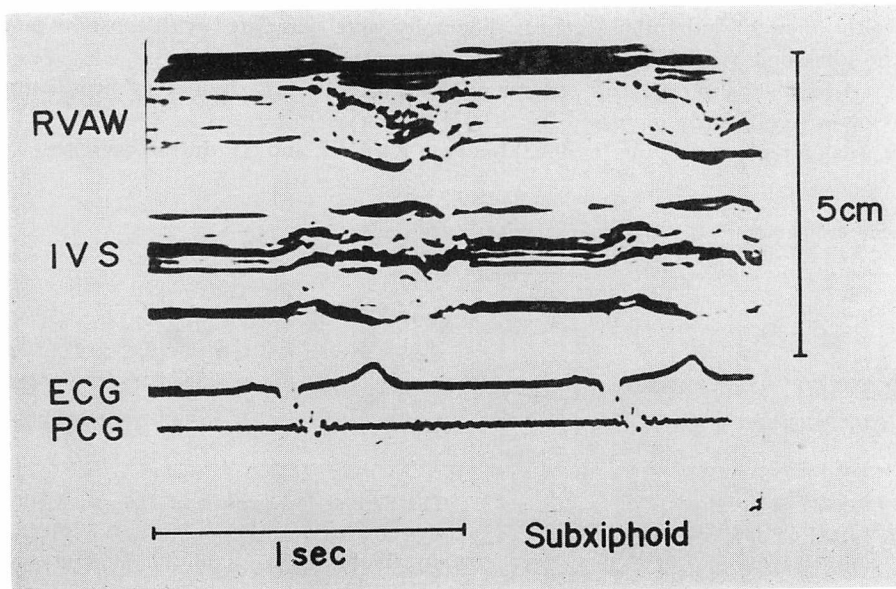


Fig. 1. A subxiphoid echocardiogram from a healthy subject.
RVAW: anterior wall of the right ventricle, IVS: interventricular septum.

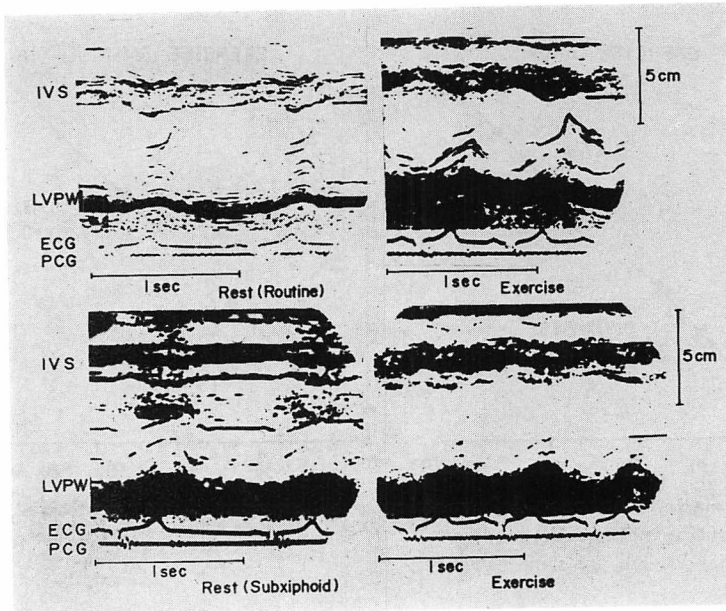


Fig. 2. The echocardiograms from a healthy subject at rest and during exercise.
 Comparing subxiphoid with routine echocardiography. IVS: interventricular septum, LVPW: posterior wall of the left ventricle.

した。

Fig. 2 は、同一症例の運動前、運動中の両方法による UCG 記録を示した。また、心電図、心音図を運動負荷前より負荷後 6 分まで、紙送り速度 50 mm/sec で strip chart またはポラロイドフィルム上に同時記録した。計測を行った左室機能指標は、左室拡張末期内径 (LVDD), 左室収縮末期内径 (LVDs), 左室拡張末期容量 (EDV), 左室収縮末期容量 (ESV), 1 回拍出量 (SV), 駆出分画 (EF), 左室後壁振幅 (LVPWE) および心室中隔振幅 (IVSE) であり、EDV および ESV は Pombo らの方法¹⁷⁾により求め、SV は EDV-ESV, EF は SV/EDV により算定した。

結 果

1. 左室機能指標

負荷前の LVDD および LVDs について、両 approach における計測値を比較すると、それぞれ $r=0.96$ および $r=0.95$ と高い相関を示し、ビーム方向の差異にもかかわらず、両 approach

による計測値は、ほぼ一致していた (**Fig. 3**)。つぎに、運動負荷中の LVDD および LVDs につ

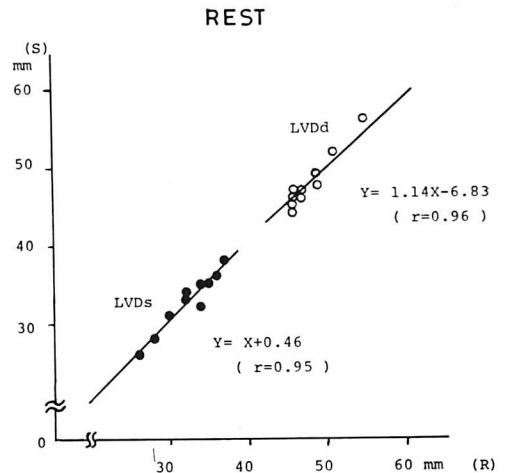


Fig. 3. Correlation between left ventricular dimensions at rest by subxiphoid and routine echocardiography.

LVDD: left ventricular end-diastolic dimension, LVDs: left ventricular end-systolic dimension, S: subxiphoid, R: routine.

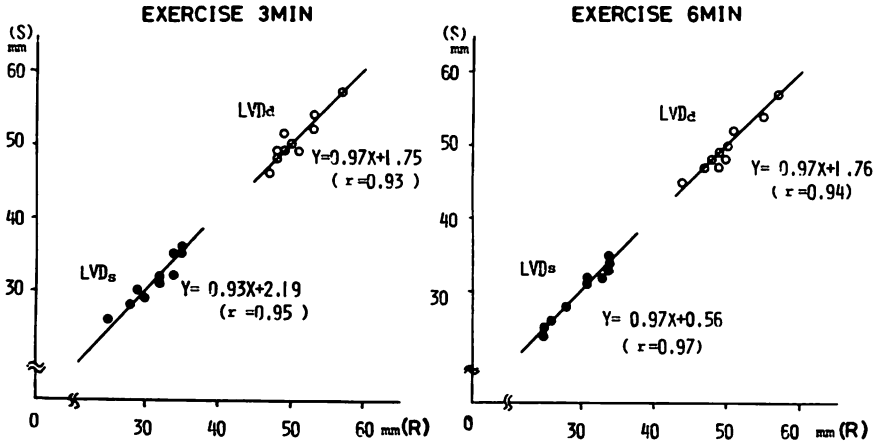


Fig. 4. Correlations between left ventricular dimensions during exercise by subxiphoid and routine echocardiography. The abbreviations are the same as in Fig. 3.

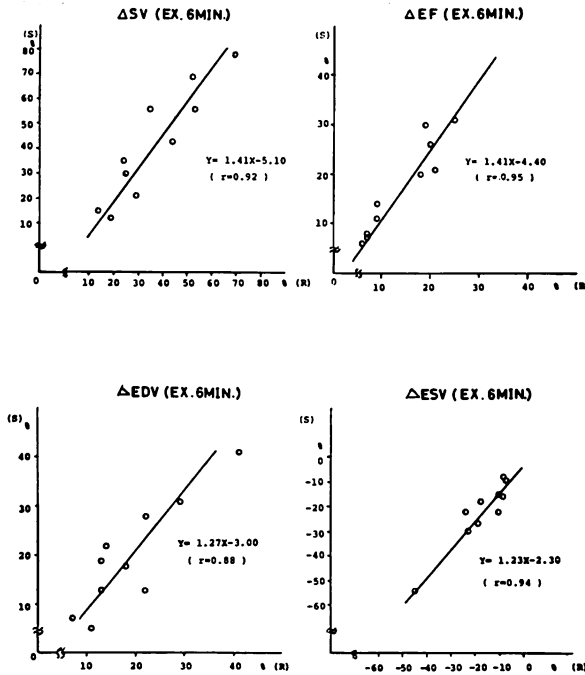


Fig. 5. Increasing rates of the indices of left ventricular function.

Correlations between subxiphoid and routine echocardiography.

SV: stroke volume, EF: ejection fraction, EDV: end-diastolic volume, ESV: end-systolic volume.

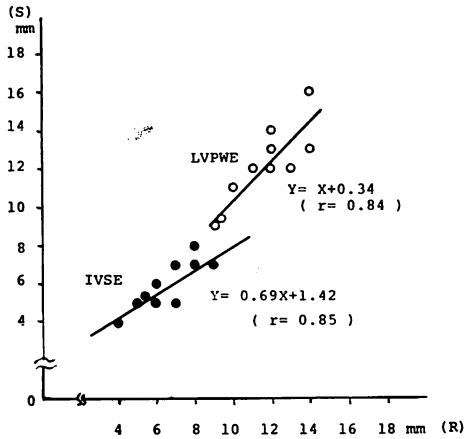


Fig. 6. LVPWE and IVSE correlations between subxiphoid (S) and routine (R) echocardiography.

LVPWE: left ventricular posterior wall excursion, IVSE: interventricular septum excursion.

いて、両 approach を比較した。負荷3分では、LVDs については $r=0.93$ ，LVDd については $r=0.95$ と高い相関を認め、負荷6分においても、それぞれ $r=0.94$ ， $r=0.97$ と、やはり高い相関を認めた (Fig. 4)。すなわち、安静時のみならず、運動中も、両 approach による計測値は、ほぼ一致していた。

つぎに EDV, ESV, SV および EF について、負荷6分の負荷前に対する増加率を求め、それぞれ ΔEDV , ΔESV , ΔSV , ΔEF として、両 approach を比較すると、それぞれ $r=0.88$, $r=0.94$, $r=0.92$, $r=0.95$ といずれも高い相関を認めた (Fig. 5)。つぎに、心室壁運動について、両 approach を比較した。負荷前の LVPWE および IVSE についてみると、それぞれ $r=0.84$, $r=0.85$ といずれも高い相関を認めたが、症例によっては、その運動様式の異なる例もみられた (Fig. 6)。

2. 右室壁運動

Subxiphoid UCG 法による記録について、RVAW の振幅 (RVAWE) を検討した。RVAWE の負荷による推移を LVPWE および IVSE

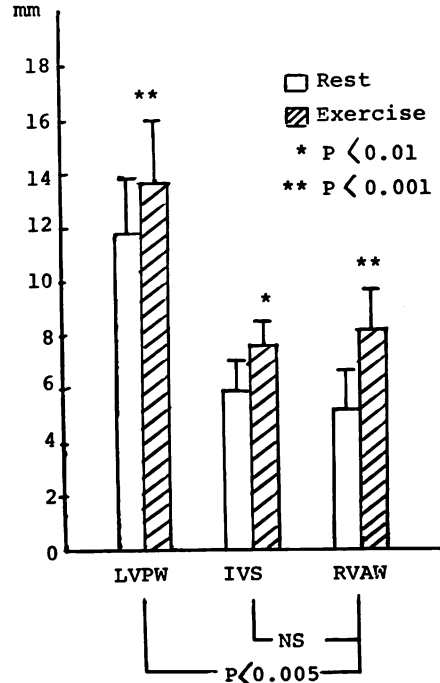


Fig. 7. LVPWE, IVSE and RVAWE-correlations between at rest and during exercise.

The abbreviations are the same as in Fig. 1 and 6.

と比較すると、Fig. 7 に示すごとく、負荷6分において、三者とも有意の増加を認めた。さらに、負荷6分における負荷前に対する増加率をみると、 $\Delta RVAWE$ は $\Delta LVPWE$ より有意に大であったが、 $\Delta IVSE$ とは有意差を認めなかった (Fig. 7)。また $\Delta LVPWE$ と $\Delta RVAWE$ との関係ならびに、 $\Delta IVSE$ と $\Delta RVAWE$ との関係について検討したが、いずれも相関を認めなかった (Fig. 8)。つぎに $\Delta RVAWE$ の右室ポンプ機能との関連を検討するために、 ΔSV および ΔEDV との関係についてみると、それぞれ $r=0.63$, $r=0.58$ と、いずれも高い相関を認めなかった (Fig. 9)。

考 察

動的運動負荷における UCG は、通常の前胸壁からの approach では、明瞭な記録が難しい場

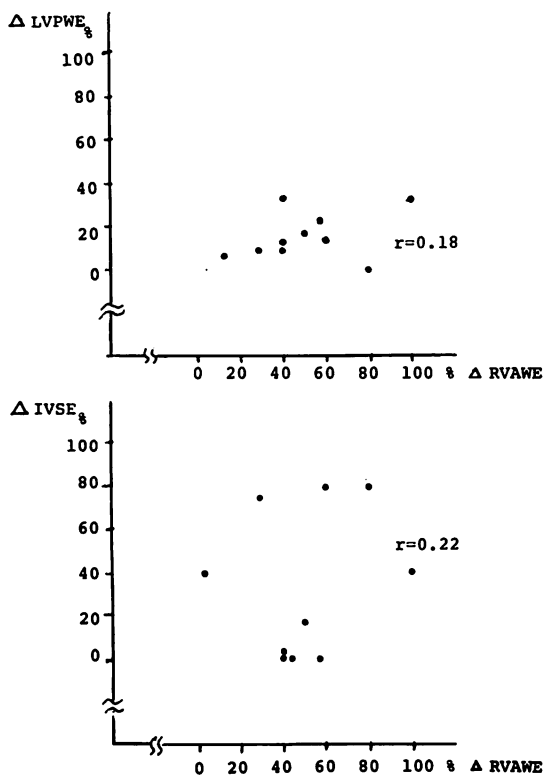


Fig. 8. Correlations between RVAWE and LVPWE (upper), and between RVAWE and IVSE (lower).

The abbreviations are the same as in Fig. 1 and 6.

合があり, とくに, 高齢者や肺気腫傾向を有する症例では, 極めて困難である. しかし, 動的運動負荷の主要な検査対象である虚血性心疾患患者の中には, 上記の症例がしばしばみられ, このような症例については, routine approach 以外の UCG 記録法が必要とされる.

そこで, 我々は, 健常例を対象として, ergometer 運動負荷における subxiphoid UCG 法による UCG 記録を試みたが, 肥満を有する例や, 運動中, 体動の激しい例を除けば, 運動中も比較的明瞭な記録が得られた. さらに, subxiphoid UCG は, routine approach とビーム方向が異なるため, 同一の左室腔をとらえているかどうかについては問題があるが, スキャンを行い,

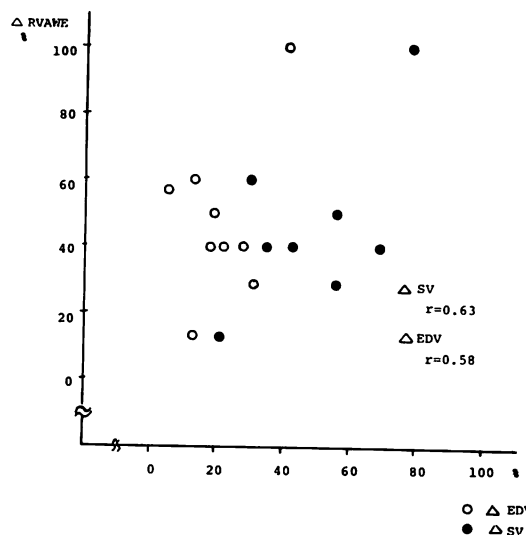


Fig. 9. Correlations between RVAWE, EDV and SV.

The abbreviations are the same as in Fig. 1 and 6.

LVDd および LVDs が routine approach とほぼ一致するビーム方向を選んで記録すると, 運動負荷による左室機能指標の変化は, 両方法の間で高い相関を認めた. したがって, 動的運動負荷において subxiphoid UCG 法は, 十分臨床応用可能と考えられる. しかし, 左室壁運動様式には, 両方法で差異のある症例もあり, ビーム方向の差異が関与している可能性も考えられ, さらに検討が必要である. 一方, subxiphoid UCG 法は, routine approach に比べ, 右室前壁 UCG を明瞭に記録できる利点がある^{13,14)}ので, 運動中の右室動態の推移を観察するにも有用である.

RVAWE について, 運動負荷における変化をみると, LVPWE および IVSE と同様, 負荷中, 有意の増大を認めたが, Δ RVAWE と Δ SV および Δ EDV との間には高い相関は認められなかった. これは, Rushmer ら¹⁸⁾が指摘するごとく, 右室の収縮様相が左室とは異なるパターンを呈するため, 右室の局所的壁エコーの動きから, 右室全体の機能を評価しえないことを意味していると考えられる^{19,20)}.

結 語

1) 健常例について, subxiphoid UCG による左室機能指標を, routine approach によるそれと比較すると, 安静時および動的運動負荷中において, いずれも高い相関を認めた.

2) Subxiphoid UCG による RVAVE は, 動的運動負荷により, 有意の増大を認めたが, SV および EDV の変化とは高い相関を認めなかった.

文 献

- 1) Bowyer AF, Jutzy RV, Coggin J, Crawford RB, Johns VJ: Contributions of ultrasound to the study of upright, exercising man. *Amer J Cardiol* 21: 92, 1968 (Abst)
- 2) Kraunz RF, Kennedy JW: Ultrasonic determination of left ventricular wall motion in normal man. *Studies at rest and after exercise. Amer Heart J* 79: 36, 1970
- 3) 杉下靖郎, 小関 迪: 動的運動負荷における超音波エコー図法の研究(第一報)—仰臥位エルゴメーター運動負荷における方法の検討—. 第13回臨床心音図研究会発表. 1976
- 4) 小林 正, 水谷浩也, 山本 楯, 渡辺 務: 運動負荷時の UCG 所見. *日超医講演論文集* 29: 83, 1976
- 5) 鯉坂隆一, 谷口興一, 藤原秀臣, 家坂義人, 丹羽明博, 飯泉智弘, 宮原康弘, 伊東春樹, 武内重五郎: 労作性狭心症患者の ergometer 運動負荷における左心機能. 第14回臨床心音図研究会発表, 1977
- 6) 野田汎史, 荻田啓子, 天野直美, 紅露恒男, 伊藤良雄, 赤池 陽, 木暮 喬: 運動負荷心エコー図(第一報): 健常者の臥位 Ergometer 単一水準負荷法による左心機能評価への試み. *J Cardiography* 8: 245, 1978
- 7) 鯉坂隆一, 伊東春樹, 丹羽明博, 飯泉智弘, 藤原秀臣, 谷口興一, 武内重五郎: UCG および STI による運動負荷における左心機能—動的負荷と等尺性負荷—. *日超医講演論文集* 33: 31, 1978
- 8) 今鷹耕二, 加藤洋一, 伴野祥一, 上田清悟, 夏目隆史, 矢崎義雄: UCG 連続記録による運動負荷循環動態の解析: とくに β 遮断作用との関連. 第16回臨床心音図研究会発表, 1978
- 9) Stein RA, Michielli D, Fox EL, Krasnow N: Continuous ventricular dimensions in man during supine exercise and recovery. An echocardiographic study. *Amer J Cardiol* 41: 655, 1978
- 10) 藤原秀臣, 鯉坂隆一, 谷口興一, 武内重五郎: 労作性狭心症の運動負荷における心室壁運動—心エコー図法による検討—. 第7回循環負荷研究会発表, 1978
- 11) Chang S, Feigenbaum H: Subxiphoid echocardiography. *J Clin Ultrasound* 1: 51, 1973
- 12) Chang S, Feigenbaum H, Dillon JC: Subxiphoid echocardiography. A review. *Chest* 68: 233, 1975
- 13) 松久保晴生, 古川啓三, 渡辺俊光, 勝目 紘, 国重宏, 遠藤直人, 松浦 徹, 伊地知浜夫: 心窩部心エコー図による右室壁動態の計測. *J Cardiography* 6: 15, 1976
- 14) 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
- 15) Popp RL, Wolfe SB, Hirata T: Estimation of right and left ventricular size by ultrasound: A study of the echoes from the interventricular septum. *Amer J Cardiol* 24: 523, 1969
- 16) McDonald IG, Feigenbaum H, Chang S: Analysis of left ventricular wall motion by reflected ultrasound: Application to assessment of myocardial function. *Circulation* 46: 14, 1972
- 17) Pombo JF, Troy BL, Russell RO: Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* 43: 480, 1971
- 18) Rushmer RF: *Cardiovascular Dynamics*. 3rd ed, WB Saunders, Philadelphia, 1970, p 53
- 19) Burchell HB, Visscher MB: The changes in the form of the beating mammalian heart, as demonstrated by high-speed photography. *Amer Heart J* 22: 794, 1941
- 20) Anzola J: Right ventricular contraction. *Amer J Physiol* 184: 567, 1956