

アンジオテンシン負荷心エコー法による心機能評価について

Echocardiographic assessment of cardiac function using angiotensin

遠藤 哲
池淵 滋雄
金藤 英二
中村 展招
西尾 昌憲
秦 正
乗本 業文
古瀬 俱之
石田 寿一
真柴 裕人

Satoshi ENDO
Shigeo IKEBUCHI
Eiji KANETO
Nobuaki NAKAMURA
Masanori NISHIO
Tadashi HATA
Narifumi NORIMOTO
Tomoyuki FURUSE
Hisaichi ISHIDA
Hiroto MASHIBA

Summary

Usefulness of the echocardiography in the assessment of cardiac function was studied in 26 cases with chronic aortic regurgitation, 20 of which were also studied in the same way using angiotensin. Several echocardiographic indices were investigated and compared with NYHA functional class.

1) Before angiotensin infusion: There was no correlation between mean posterior wall velocity (PWV) and NYHA functional class. But ejection fraction (EF), mean circumferential endocardial fiber shortening rate (mVCF), normalized PWV (Vpw) and normalized EF (mnSER) showed the correlation with NYHA class and were within normal range in all patients of functional class I and in the majority of class II. In patients of class III, every index was below the normal value except EF in one of 5 patients.

2) During angiotensin infusion: PWV showed no correlation with NYHA functional class. There was no difference in EF between normal control group and the patients of class I. Vpw in 6 of ten patients of class II was below normal limit. Both of mVCF and mnSER in class II were below normal, but there were many overlapping individuals in this class compared to the class I and III.

The mVCF, Vpw and mnSER in each 2 patients of class III showed below the normal values.

These observations indicate that the echocardiographic assessment of cardiac function using angiotensin may be of use and that mVCF and mnSER are very valuable as the discriminating indices.

Key words

Echocardiography Cardiac function Angiotensin Aortic regurgitation NYHA

鳥取大学医学部 第一内科
米子市西町 36-1 (〒683)

The First Department of Internal Medicine, School of Medicine, Tottori University, Nishimachi 36-1, Yonago 683

Presented at the 18th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, April 2-3, 1979
Received for publication September 1, 1979

はじめに

簡便な心機能評価法として心エコー図法 (UCG) が臨床に用いられている。しかし, 通常は安静状態で検討されることが多く, 日常生活の中での患者の訴えとは一致しないことも少なくない。そのため, より詳細に検討するために種々の負荷法が行われる¹⁻⁶⁾。アンジオテンシンは心臓に対する直接作用が少なく, 駆出抵抗を増し, pressor agent の中で比較的 venous tone への影響が少ない⁷⁾とされる。我々はアンジオテンシン負荷を用いた UCG による心機能評価法の有用性と, いくつかの心機能評価の指標の有用性につき検討した。

対 象

対象は健常者 (N 群) 12 例と大動脈弁閉鎖不全症患者 26 例であり, NYHA I 度 (I 群) 11 例, NYHA II 度 (II 群) 10 例, NYHA III 度 (III 群) 5 例である。このうち, 負荷を行ったものは N 群 10 例, I, II, III 群がおのおの 8 例, 10 例, 2 例である (Table 1)。診断は超音波検査法, 負荷心音図法などにより, 一部は左心カテーテル検査法によりなされた。

方 法

探触子の位置, ビーム方向は原則として超音波心断層装置 (東芝製 Sonolayergraph SSH-11A) により設定し, 記録は東芝製 Sonocardiograph 01A を用いた。直径 12 mm, 2.25 MHz の平板探触子を用い, 同時に心電図第 II 誘導, 心音図, 頸動脈波曲線を記録した。紙送り速度は毎秒 100 mm である。被検者の体位は仰臥位ないし軽度左側臥位で, 記録終了まで同一姿勢を保持した。

アンジオテンシンは小児用点滴セットを用いて 50 µg/l の濃度で点滴静注した。血圧上昇は安静時の 20~30% 上昇を目標として徐々にいき, 血圧を安定させて記録し, 記録前後で血圧変動がないことを確認した。測定は左室拡張末期径 (Dd)

Table 1. Materials

	Cases	Age	Mean±SD
Normal control	12 (10)	21~53 (21~53)	32.4±10.3 (33.0±11.3)
Aortic insufficiency	I (8)	44~80 (50~80)	65.3±12.6 (70.3±10.3)
	II (10)	18~76 (18~76)	61.0±18.3 (61.0±18.3)
	III (2)	22~76 (22~76)	46.8±19.4 (49.0±38.2)

I, II and III=NYHA functional class I, II and III; Mean±SD=mean age±standard deviation; ()=number of cases tested by angiotensin.

は心電図 R 波頂点で, 左室収縮末期径 (Ds) は心室中隔と左室後壁が最も近くなる点で行った。駆出時間 (ET) は原則として頸動脈脈波曲線より求めた。容量計算は Gibson の公式⁸⁾を用いた。

以上より得た諸指標を NYHA 心機能分類と対比した。用いた指標は以下のものである。

ejection fraction (EF)

$$=(EDV-ESV)/EDV (\%)$$

mean endocardial Vcf (mVcf)

$$=(Dd-Ds)/ET \cdot Dd (\text{cric/sec})$$

mean posterior wall velocity (PWV)

$$=PWE/ET (\text{mm/sec})$$

normalized PWV (Vpw)

$$=PWE/ET \cdot Dd (\text{sec}^{-1})$$

normalized EF (mn SER)

$$=(EDV-ESV)/EDV \cdot ET (\text{EF/sec})$$

shortening rate of semi-minor axis (% Sh)

$$=(Dd-Ds)/Dd (\%)$$

EDV=左室拡張末期容量, ESV=左室収縮末期容量, PWE=左室後壁収縮期最大振幅。

結 果

血圧上昇率は N 群, I~II 群がおのおの 26.3%, 29.4%, 28.3% であった。III 群は 2 例とも胸内苦悶感を訴えたため 19.0% であった。各群の平

均心拍数(毎分)は負荷前→負荷時が 59.6 → 52.5, 57.3 → 59.4, 62.6 → 65.2, 66.8 → 83.2 であった。各群の負荷例の平均 EDV (ml) はおのおの 117.4 → 127.5, 153.8 → 172.0, 254.5 → 275.2, 504.0 → 507.0 であり, 平均 ESV (ml) は 36.1 → 42.0, 39.3 → 58.2, 98.3 → 130.4, 261.0 → 296.7 であった。なお, 図中の黒ぬりは負荷前, 白ぬきは負荷時を示し, shaded area は負荷前の N 群の平均値±2SD の範囲を示し, これを正常範囲とした。また, III 群の負荷時については症例数が少なく, 有意差検定は行わなかった。

1. 駆出率 (EF)

負荷前: 各群間に統計上の有意差を認めるが, I 群の全例と II 群の半数以上は正常範囲内にあった。III 群は低値を示すが, 1 例は正常範囲内にあった。

負荷時: I 群は全例が正常範囲内にあった。II 群では正常範囲から逸脱するものがあり, N 群・I 群との間に有意差 ($p < 0.005$) を認めたが, 分布範囲は重複していた。III 群の 2 例は 50% 以下にあった (Fig. 1)。

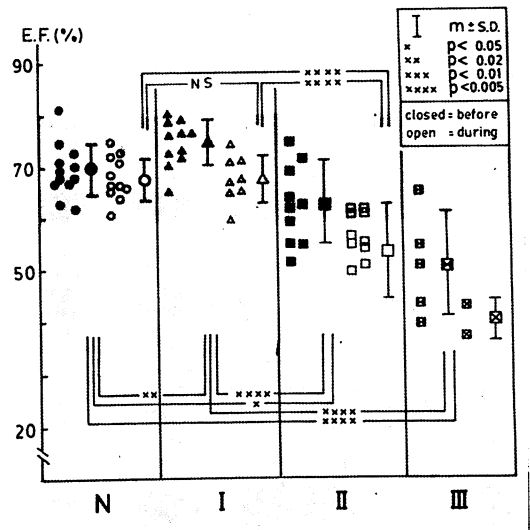


Fig. 1. Ejection Fraction (EF) for normal control group and patients groups in NYHA functional class I, II and III.

Shaded area shows the range of mean±2SD which is the normal value calculated from N before angiotensin infusion.

NS=not significant; before=before angiotensin infusion; during=during angiotensin infusion, others are as in Table 1.

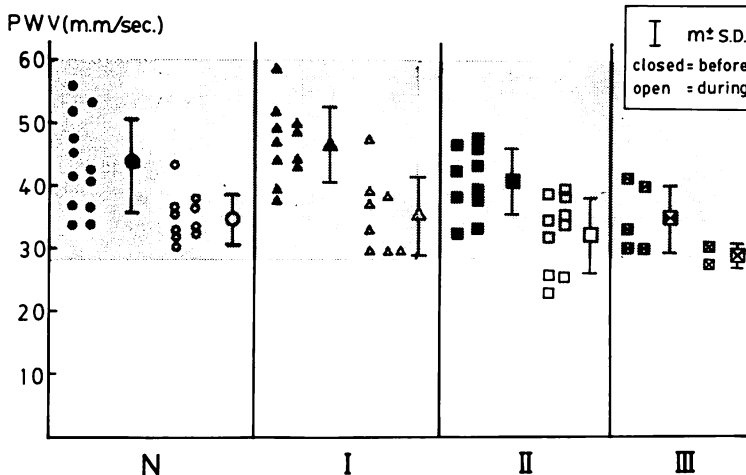


Fig. 2. Mean posterior wall velocity (PWV) for normal control group and patients groups in NYHA functional class I, II and III.

Shaded area shows the range of mean±2SD which is the normal value calculated from N before angiotensin infusion.

2. 左室後壁収縮速度 (PWV)

負荷前・負荷時ともに正常範囲内にあるものがほとんどであり, 各群間での有意差も認められなかった (Fig. 2).

3. 心内膜周径平均短縮速度 (mVcf)

負荷前: N 群と I 群の間を除く各群間に有意差を認めた. III 群は全例が低値を示したが, II 群の7割は正常範囲内にあった.

負荷時: II 群は全例が正常範囲から逸脱し, N 群とは明らかに分離された. I 群にも正常範囲から逸脱する例があり, 分布範囲は II 群と重複していた (Fig. 3).

4. 標準化した左室後壁収縮速度 (Vpw)

負荷前: N 群と I 群の間を除き, 統計上は有意差を認めた. しかし II 群の多くは正常範囲内にあった. III 群は低値を示した.

負荷時: N 群・I 群と II 群の間に有意差を認め, II 群の大半は正常範囲を逸脱したが, N 群とは完全に分離できず, 各隣接群間においても重複例が多く残った (Fig. 4).

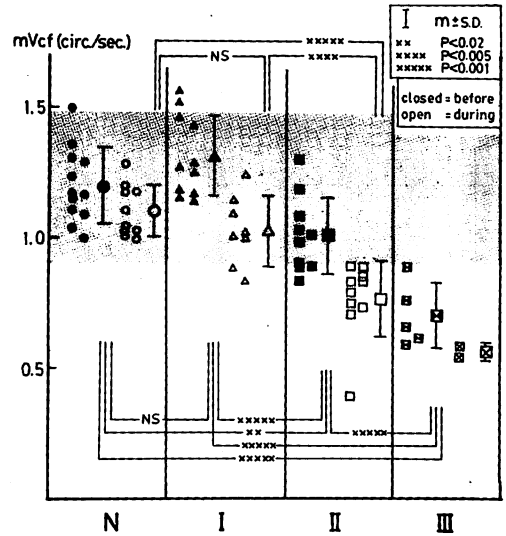


Fig. 3. Mean endocardial VCF (mVCF) for normal control group and patients groups in NYHA functional class I, II and III.

Shaded area shows the range of mean \pm 2SD which is the normal value calculated from N before angi-tensin infusion.

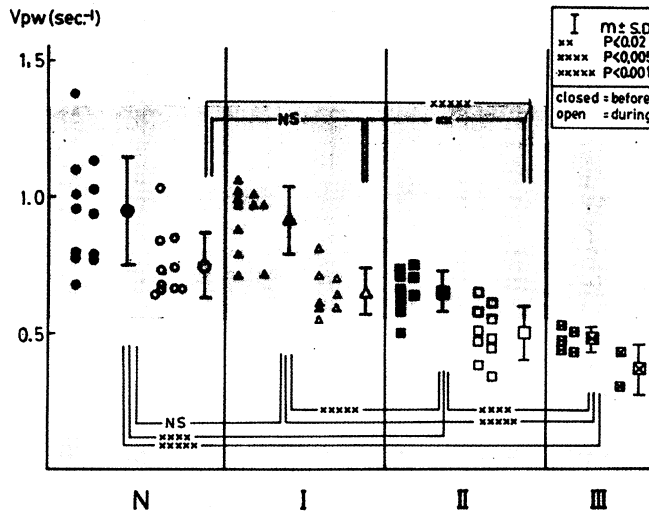


Fig. 4. Mean normalized posterior wall velocity (Vpw) for normal control group and patients groups in NYHA functional classification I, II and III.

Shaded area shows the range of mean \pm 2SD which is the normal value calculated from N before angi-tensin infusion.

5. 標準化した駆出率 (mnSER)

負荷前: N 群と I 群の間を除き各群間に有意差を認めた. III 群は全例が低値を示したが, II 群の多くは正常範囲内にあった.

負荷時: II 群の全例が正常範囲から逸脱し, N 群から明らかに分離された. I 群にも低値をとる例があり, II 群とは重複が残った. II 群と III 群の間には重複がないようにみえるが, III 群の症例数が少なく断定できない (Fig. 5).

考 案

UCG による容量計量, 心機能評価はその精度はさておき, 心血管造影法との相関を認める報告

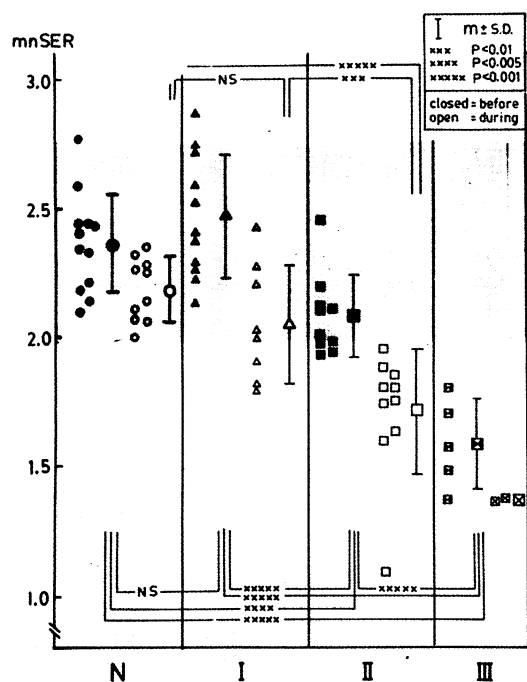


Fig. 5. Mean normalized systolic ejection rate (mnSER) for normal control group and patients groups in NYHA functional class I, II and III.

Shaded area shows the range of mean \pm 2SD which is the normal value calculated from N before angiotensin infusion.

は多い. Gray ら⁹⁾は拡大心において Dd が同じであるのに, 左心不全と大動脈弁閉鎖不全症とで EF, stroke volume が異なることから UCG の有用性を評価している. Quinons ら¹⁰⁾は大動脈弁閉鎖不全症において, UCG と心血造影法の間で, EF, mVcf, PWV, Vpw などに相関性を認め, PWV 以外の指標の有用性を認めている. 我々の結果でも, PWV は負荷前, 負荷時ともに N 群と I~III 群との間に有意差は認められなかった.

EF は心機能評価の指標として繁用されるが, 安静時ではよく保たれ¹¹⁾, NYHA 心機能分類とは明らかな相関がない¹²⁾という報告がある. Gray

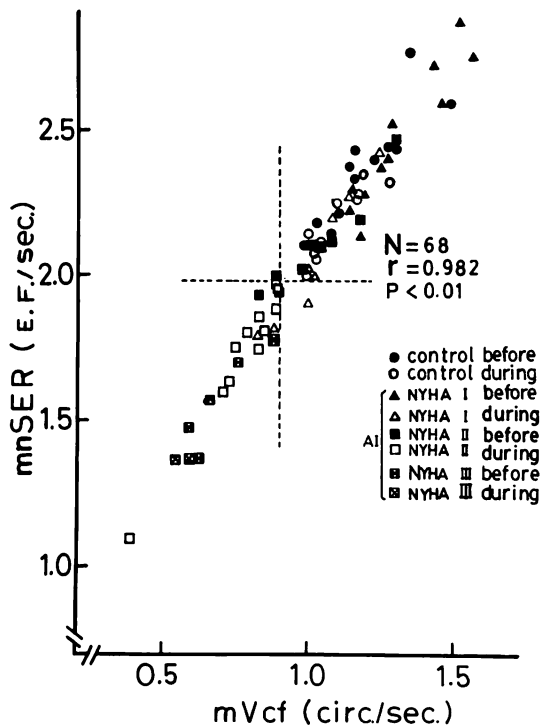


Fig. 6. Comparison of mVcf with mnSER.

They show a good correlation. All patients in class II during and in III both before and during angiotensin infusion show below normal values both in mVcf and mnSER. Dotted line shows the lower limit of normal.

Abbreviations are as in Table 1, Fig. 1, 3 and 5.

ら⁹⁾の例では正常(50%)以下を示したのは27例中1例にすぎない。我々の例ではNYHA心機能分類との間に統計上の有意差を認めた。しかし, II群の多くは安静時には正常範囲内にあり, 負荷時にも50%以上を保っていた。安静時あるいは負荷時に50%以下を示した例はIII群のみであった。これは, 実際にはNYHA IV度としても良いような例を含んでいたことにも原因があるかもしれない。また, EFが10%以上低下する例は明らかな心不全に陥る前段階ではないかという報告¹³⁾がある。今回の検討ではI群の中にも多くみられ, 変動率とNYHA心機能分類とは相関しなかった。

Petersonら¹⁴⁾は心血管造影法により, mVcfとmnSERはcontractilityの異常の有無をよく分離し, かつoverlapが少ないといっている。NYHA心機能分類でみた場合, 松尾らの報告¹⁵⁾の中でもみられるように, N群とII群の間には統計上の有意差を認めたが, 正常範囲内にあるものも多く, 個々の症例を検討するにはEFと同様, 不十分と思われた。しかし, 負荷時には, 両指標ともN群とII群を明瞭に分離し, 各隣接群間での重複は残るが, その有用性は高いものと思われた。Fig. 6はmVcfとmnSERとの関係を見たものである。破線はN群の負荷前における平均値-2SDを示す。両者の間には非常に良い相関($r=0.982$)を認める。II群の負荷時, III群の負荷前, 負荷時の全例が左下の区画内に入っている。

VpwはII群において負荷時に正常範囲から逸脱する例も多く, その有用性は認められたが, mVcf, mnSERほどではなかった。しかし, 各指標とも必ずしも明らかに分離されねばならないという必要性はなく, II群にも症例を重ねていけば負荷によっても正常範囲内にとどまるものがでてきても当然と考えられる。それは負荷時におけるII群の平均値 $\pm 2SD$ の範囲が正常範囲と重複することからも推測される。%Shについて, 左心不全の有無と相関するという報告¹⁶⁾がある。

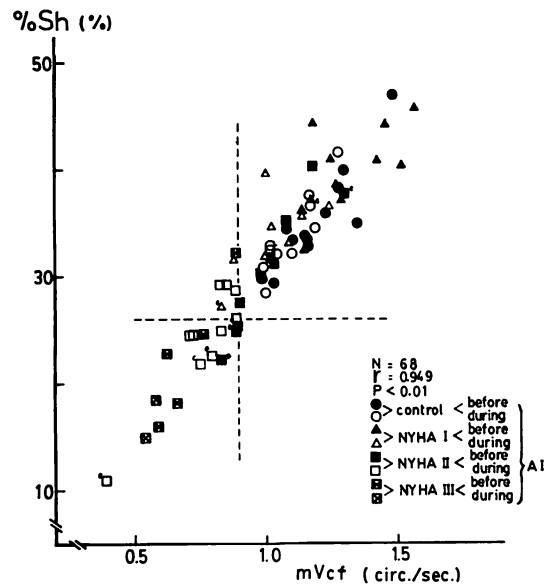


Fig. 7. Comparison of mVcf with shortening rate of semi-minor axis (%Sh).

There are some patients who are shown within normal in %Sh and below normal in mVcf. Those who have a past history of congestive heart failure in I and II are shown below normal during angiotensin infusion, even though they are shown within normal before. Dotted line shows the lower limit of normal.

c=those who have a past history of congestive heart failure; others are as in Table 1, Fig. 1 and 3.

Fig. 7は%ShとmVcfとの相関をみたものである。破線はN群の負荷前における平均値-2SDを示す。両者の間には良好な相関($r=0.949$)を認める。しかし, mVcfが低値をとっても%Shは正常範囲内にあるものがある。すなわち, II群の負荷時でも正常範囲内にあるものも多く, 有用性は認められるが, mVcfにはおよばないと思われた。負荷前にI群, II群で正常範囲にあるものでも, 心不全既往例では負荷によりmVcfが正常範囲から逸脱し, 心の予備力の減少が疑われた。mVcf, Vpw, mnSERにおいて, I群の負荷時とII群の負荷前とがほぼ同じ分布範囲を示し, II群の負荷時とIII群の負荷前もほぼ同じ分布範囲を示したことは興味深く

思われた。

今回、我々はアンジオテンシン負荷法を用いたが、運動時には末梢血管抵抗は減少し、心拍数が増加し、総拍出量が一定で逆流量が減少すること、また、左室拡張末期圧は不変～軽度上昇^{2,3)}するなど、アンジオテンシン負荷時との間に差があり、必ずしも日常生活における血行動態の変化とは一致しないという問題も残る。しかし、今回の検討の結果により、UCGの有用性ととも、アンジオテンシン負荷法は安静状態では得られない情報を提供してくれるものと考えられた。

文 献

- 1) Lewis RP, Bristow JD, Griswold HE: Exercise hemodynamics in aortic regurgitation. *Amer Heart J* **80**: 171, 1970
- 2) Ettinger PO, Frank MJ, Levinson GE: Hemodynamics at rest and during exercise in combined aortic stenosis and insufficiency. *Circulation* **45**: 267, 1972
- 3) Levinson GE, Frank MJ, Schwartz CJ: The effect of rest and physical effort on the left ventricular burden in mitral and aortic regurgitation. *Amer Heart J* **80**: 791, 1970
- 4) Bolen JL, Alderman EL: Hemodynamic consequences of afterload reduction in patients with chronic aortic regurgitation. *Circulation* **53**: 879, 1976
- 5) Delius W, Enghoff E: Studies of the central and peripheral hemodynamic effects of amyl nitrite in patients with aortic insufficiency. *Circulation* **42**: 787, 1970
- 6) Brodsky SJ, Krovetz LJ, Schiebler GL: Assessment of severity of isolated valvular pulmonic stenosis using isoproterenol. *Amer Heart J* **80**: 660, 1970
- 7) Ross J Jr, Braunwald E: The study of left ventricular function in man by increasing resistance to ventricular ejection with angiotensin. *Circulation* **29**: 739, 1964
- 8) Gibson DG: Estimation of left ventricular size by echocardiography. *Brit Heart J* **35**: 128, 1973
- 9) Gray KE, Barritt DW: Echocardiographic assessment of severity of aortic regurgitation. *Brit Heart J* **37**: 691, 1975
- 10) Quinones MA, Gaasch WH, Alexander JK: Echocardiographic assessment of left ventricular function. *Circulation* **50**: 42, 1974
- 11) Kennedy JW, Twiss RD, Blackmon JR, Dodge HT: Quantitative angiocardiology. III. Relationships of left ventricular pressure, volume and mass in aortic valve disease. *Circulation* **38**: 838, 1968
- 12) Tyrell MJ, Ellison RC, Hugenholtz PC, Nadas AS: Correlation of degree of left ventricular volume overload with clinical course in aortic and mitral regurgitation. *Brit Heart J* **32**: 687, 1970
- 13) Bolen JL, Holloway EL, Zener JC, Harrison DC, Alderman EL: Evaluation of left ventricular function in patients with aortic regurgitation using afterload stress. *Circulation* **53**: 132, 1976
- 14) Peterson KL, Skloven D, Ludbrock P, Uther JB, Ross J Jr: Comparison of isovolumic and ejection phase indices of myocardial performance in man. *Circulation* **49**: 1088, 1974
- 15) 松尾裕英, 北畠 颯, 浜中康彦, 土井光徳, 辻岡克彦, 千田彰一, 大原龍彦, 高橋良夫, 松本正幸, 仁村泰治, 阿部 裕: 心エコー法による Vcf に関する一考察: Midwall Vcf, endocardial Vcf, 駆出分画による左心機能. *J Cardiography* **8**: 463, 1978
- 16) McDonald IG: Echocardiographic assessment of left ventricular function in aortic valve disease. *Circulation* **53**: 860, 1976