

虚血性心疾患における III  
音, IV 音と心内現象につ  
いて

Relation of third and  
fourth sounds in ischemic  
heart disease to cineangi-  
ographic and left heart  
catheterization findings

野坂 秀行  
伊藤 幸義  
藤田 一之  
高山 幸男  
加来 省三  
延吉 正清

Hideyuki NOSAKA  
Yukiyoshi ITO  
Kazuyuki FUJITA  
Yukio TAKAYAMA  
Shozo KAKU  
Masakiyo NOBUYOSHI

**Summary**

Sixty-five subjects examined by selective coronary cineangiography were divided into 3 groups, first group (32 patients) diagnosed as having angina pectoris, second (21 patients) myocardial infarction, and third (12 patients) NCA. PCG was recorded in all patients before or after coronary angiography (0-24 days, average 9 days). According to the phonocardiographic findings, 3 groups were further divided into 3 subsets; patients without S3 and S4, with S4, and with S3 and S4. We compared the angiographic and catheterization findings especially with EF, LVEDP, max dP/dt/IP, and ventriculographic findings (akinesis or dyskinesis) between the subsets in each group.

The results were as follows:

1) In myocardial infarction, all patients with S3 & S4 (4 patients) had total or subtotal obstruction at least, over 90% of the left anterior descending (LAD) branch, and dyskinesis. Their EF was significantly diminished ( $0.31 \pm 0.10$ ), but LVEDP ( $24.3 \pm 12.6$ ) and max dP/dt/IP ( $28.9 \pm 4.7$ ) were not significantly different from those without S3 and S4 ( $9.0 \pm 3.0$ ,  $27.2 \pm 6.0$ , respectively). Patients with S4 (14 cases) had no significant difference in coronary angiographic and ventriculographic findings (i.e., LVEDP:  $13.0 \pm 6.1$  and max dP/dt/IP:  $24.3 \pm 3.2$ ) from patients without S3 and S4. But only EF was diminished significantly ( $0.53 \pm 0.17$ ,  $p < 0.02$ ).

2) In angina pectoris, patients with S3 and S4 had significantly diminished EF ( $0.61 \pm 0.12$ ,  $p < 0.02$ ) in comparison with patients without S3 and S4 ( $0.87 \pm 0.05$ ). But in LVEDP and max dP/dt/IP, significant difference was not observed. Patients with S4 had no significant difference in all these parameters from patients without S3 and S4.

**Key words**

akinesis  
dyskinesis  
ejection fraction

**はじめに**

聴取し得る 40 才以後の III 音と小児を除く IV 音は、奔馬音として、様々な病的心に認められることは広く知られている<sup>1)</sup>。心筋梗塞については、急性期の III 音の聴取は、心原性ショック、肺野にラ音を聴取することと並んで予後不良の徴候とされ<sup>2)3)</sup>、また、心筋梗塞心室瘤において III 音をみとめること<sup>4)</sup>が報告されている。心筋梗塞急性期の III 音、IV 音については、先の第 10 回臨床心音図研究会で大鈴らが、肺動脈楔入圧を用いて検討し報告しているので、このたび私どもは、狭心症および陳旧性心筋梗塞を対象に、冠動脈造影所見、左室造影所見、および左室圧曲線から、III 音、IV 音の虚血性心疾患における臨床的意義について検討を加えた。

**対象と方法**

1974 年 7 月 20 日から 1975 年 9 月までに、当科において冠動脈造影を施行し、冠動脈に 50% 以上の狭窄を認め狭心症と診断された 32 例（以下、狭心症群と略す）と、心筋梗塞急性期に当科に救急入院したか、あるいは心筋梗塞の既往が明らかで、心電図上 0.04 秒以上の異常 Q 波を有し、心筋梗塞と診断されて冠動脈造影を施行した 21 例（以下、M.I. 群と略す）を対象とし、冠動脈の狭窄を有さず左室造影、拡張終期圧が正常であった 12 例を正常対照群として加えた。全例 40 才以上であり、心電図上 PQ 時間の著明な延長、高血圧の既往のある例は除外した。

心音図記録にはマイクロホンと心音計はそれぞれフクダ製 MA 250, MCM 8000 を用いて行い、オシログラフにて毎秒 100 mm で記録した (Figure 1)。冠動脈造影施行前後 0~24 日、平均 9 日に心音図の記録を行い、III 音、IV 音記録の

有無から、III 音、IV 音ともに記録せざる群（以下、no S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> 群と略す）、III 音あるいは IV 音のみ記録せる群（以下それぞれ S<sub>3</sub> 群、S<sub>4</sub> 群と略す）、III 音、IV 音ともに記録せる群（以下 S<sub>3</sub>+S<sub>4</sub> 群と略す）に、各疾患群をさらに分類した (Table 1)。

冠動脈造影は、術前 1 時間前に Diazepam 10 mg を筋注し、Sones 法にて、フォトソニック社製 35 ミリシネカメラを使用し、秒 48 コマにて左右冠動脈とも数方向撮影した (Figure 2)。

左室造影は、right anterior oblique 30° にて、76% ウログラフィン 30~40 ml を、注入圧 3.5~4.5 気圧で投与し、駆出分画（以下 EF と略す）は、NAC 社製 motion analyzer を使用し、次の式に従って算出した。

$$EF = \frac{Aed^2/Led - Aes^2/Les}{Aed^2/Led}$$

Aed, Led はそれぞれ拡張終期左室造影像の面積、長軸を示し、Aes, Les はそれぞれ収縮終期左室造影像の面積、長軸を示す。

Asynergy の検討も同時に行い、限局性の hypokinesis は正常左室造影に一括し、normal, akinesis, diffuse impairment, dyskinesis に分類した (Figure 3)。

左室圧とその一次微分曲線の記録は、造影剤使用前に、80 cm Sones 8 F カテーテルと P 23Db strain gauge transducer を用い、日本光電製 8 素子ポリグラフおよび 8 素子ミンゴグラフにて、紙送り速度毎秒 100 mm で行った。左室拡張終期圧（以下 LVEDP と略す）は、post a wave あるいは一次微分曲線の立ち上がり一致した収縮期左室圧曲線の立ち上がり点で測定した。LVEDP と左室収縮能の指標である  $\max \frac{dp}{dt} / IP$  は、連続する

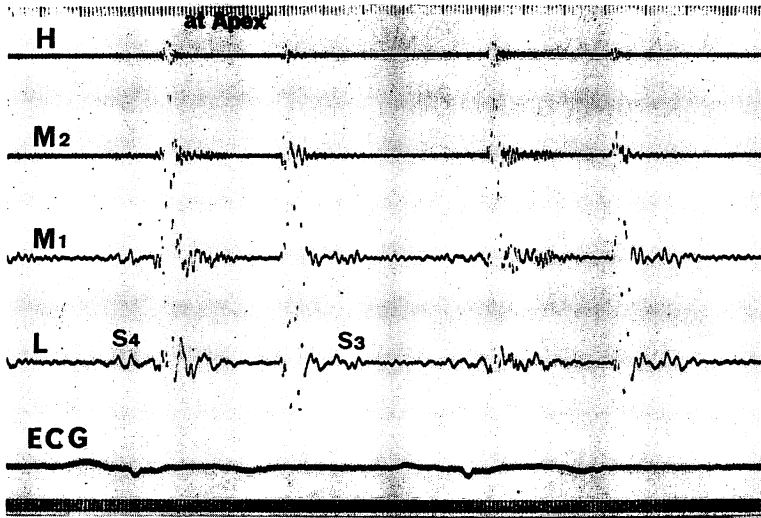


Figure 1. Phonocardiogram at apex in one case of ventricular aneurysm. Third sound and fourth sound are observed.

Table 1. Number and percentage of recording of S3 and S4 on phonocardiogram in different groups

	Age	total No.	no S3, S4	S4	S3+S4
no CAD	40-63	12	9	3	
Angina	45-77	32	7 (22%)	20 (63%)	5 (15%)
M. I.	44-73	21	3 (14%)	14 (67%)	4 (19%)

3~5 拍の平均値とした (Figure 4).

結果

LVEDP は, 正常対照群に比し, 狭心症群, M.I. 群の順に上昇していた. 各疾患群における検討では, no S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> 群に比し, S<sub>3</sub>+S<sub>4</sub> 群が高い傾向を有したが, S<sub>4</sub> 群, S<sub>3</sub>+S<sub>4</sub> 群とも推計学的な有意差は得られなかった (Figure 5).

$\max \frac{dP}{dt} / IP$  は, 狭心症群 29 例, M.I. 群 19 例を対象としたが, 正常対照群に比し, 狭心症群, M.I. 群とも低下していた. 各疾患群における検討では, S<sub>4</sub> 群が no S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> 群に比し低い傾向を示した以外, 明らかな差は認められなかった. この左室収縮能の指標である  $\max \frac{dP}{dt} / IP$  は afterload と心拍数の影響を受けるため,<sup>5)</sup> 大動脈拡張期圧



Figure 2. Coronary angiogram in one case of myocardial infarction.

A: left coronary artery, B: right coronary artery.

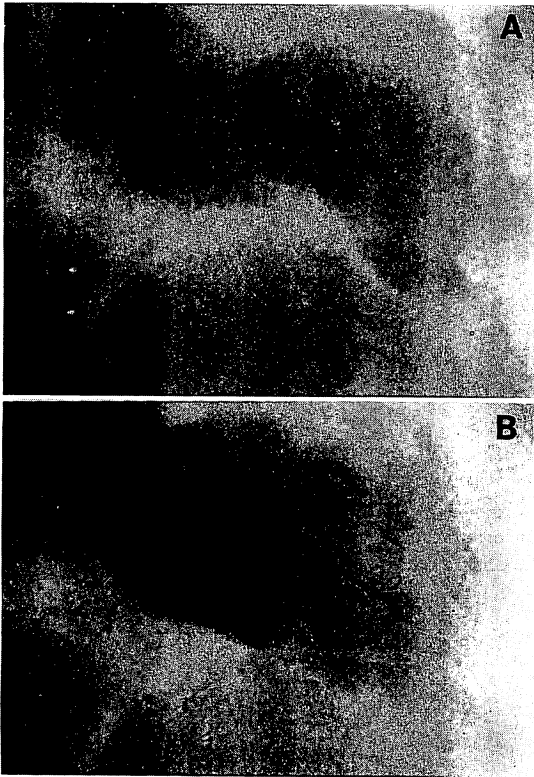


Figure 3. Left ventriculogram in one case of ventricular aneurysm.

A: end-systole, B: end-diastole.

(Aod), 心拍数 (HR) の比較も行ったが, M.I. 群,  $S_3+S_4$  群で心拍数は他の群に比して増加しており, この群での  $\max \frac{dP}{dt} / IP$  が高い傾向を示した原因の1つと考えられる (Figure 6). 今回使用したカテーテルを含めた圧測定系の固有振動数は, 室温で 20 Hz であり, 今後一次微分曲線の検討にはカテ先マンノメーターの使用が考えられねばならない.

EF は, 正常対照群に比し, 狭心症群は有意差を示さず, M.I. 群のみ低下していた. しかし, 狭心症群における III 音, IV 音の有無に関する検討では, no  $S_3, S_4$  群に比し,  $S_3+S_4$  群は推計学的な有意差を示し低下していた. 一方, M.I. 群においては, no  $S_3, S_4$  群に比し,  $S_4$  群,  $S_3+S_4$  群の順に低下し,  $S_3+S_4$  群はさらに  $S_4$  群とも有意差を示した (Figure 7).

M.I. 群について, asynergy および冠動脈主要狭窄部位と, III 音, IV 音の有無との関係について検討した (Figure 8). 主要狭窄部位とは, 90%以上の狭窄, あるいは完全閉塞を認める主要冠動脈分枝名で表わし, 左前下行枝 (LAD), 回施

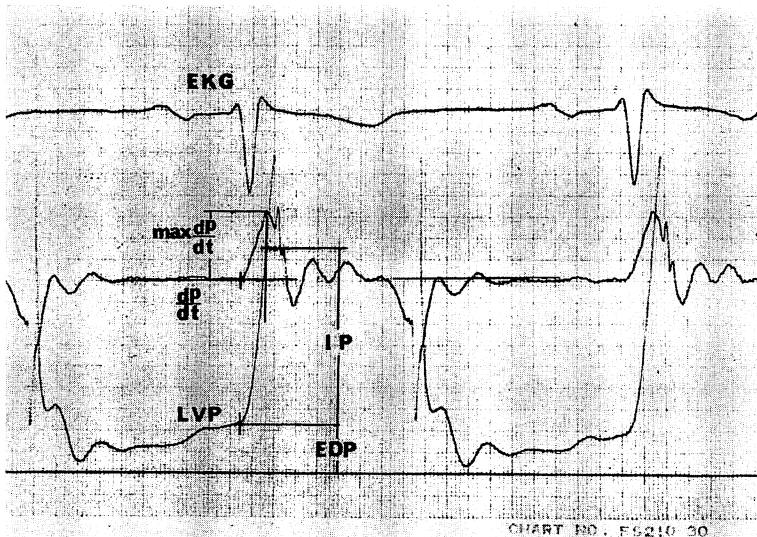


Figure 4. Left ventricular pressure curve and its first derivative.  
IP: developmental isometric pressure, EDP: end-diastolic pressure.

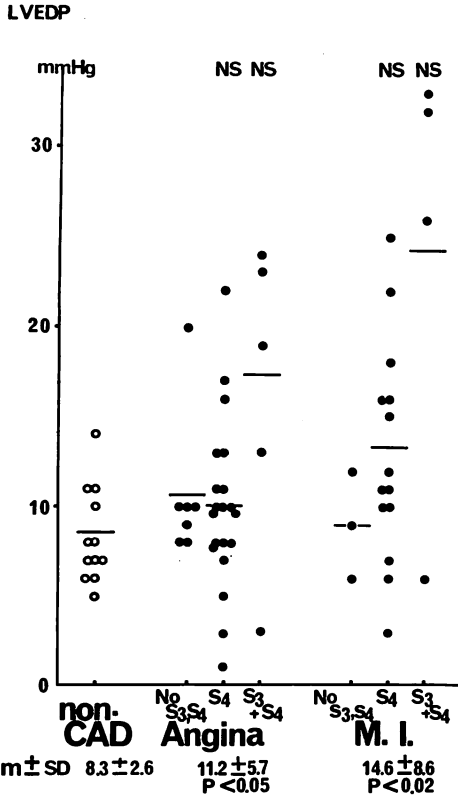


Figure 5. Comparison of LVEDP in different groups. LVEDP is higher in angina and M. I. group than that in no CAD. But comparison related to S3 and S4 in each group is not significantly different.

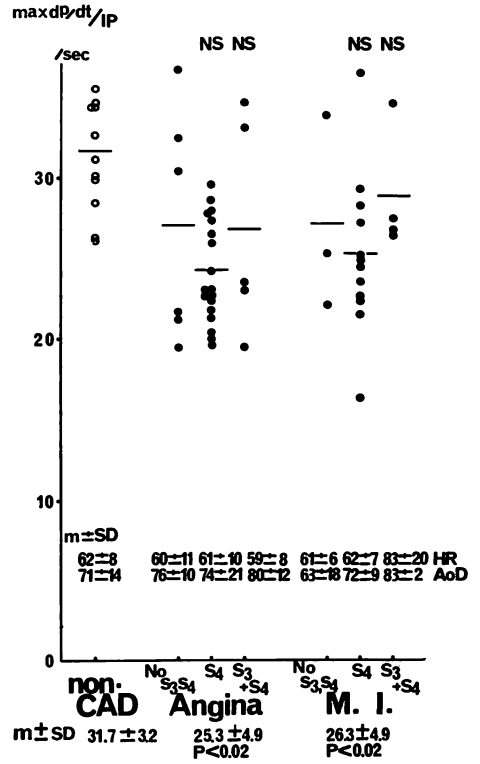


Figure 6. Comparison of max dp/dt in different groups. Max dp/dt is lower in angina and M. I. group than that in no CAD.

But comparison related to S3 and S4 in each group is not significantly different. Heart rate (HR) and aortic diastolic pressure (AoD) are also compared.

枝 (Cx), 右冠動脈 (RCA) で分類した. なお, 4 vessel disease の 1 例では, 左冠動脈主幹部狭窄は 50~75%であったが, 無視し得ない病変部位であるため,<sup>9)</sup> 別に記した. S<sub>3</sub>+S<sub>4</sub> 群は, 4 例全例に左前下行枝に 90%以上の狭窄を認め, 左室造影上 dyskinesis を観察した.

### 考案

III 音は, 狭心症群の 15%, M.I. 群の 19% に記録され, 全例 IV 音を伴っていた.

この S<sub>3</sub>+S<sub>4</sub> 群では, LVEDP は, 狭心症群, M.I. 群ともに, no S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> 群との間に有意な差は示さなかった. M.I. 群, S<sub>3</sub>+S<sub>4</sub> 群では, 4 例のうちの 1 例で四部調律を聴取し, 左室造影上心尖

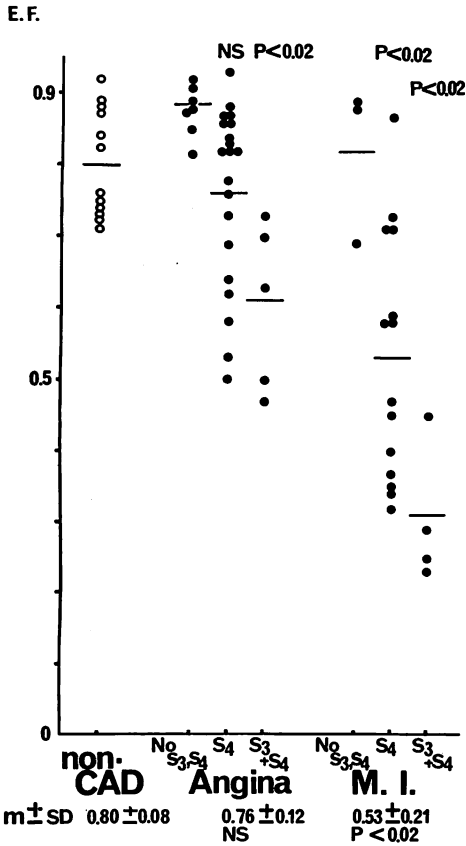


Figure 7. Comparison of EF in different groups. EF is lower in M. I. group alone than no CAD.

EF in S3+S4 group is significantly lower than that in no S3, S4 in angina and M. I. groups.

部から前壁に心室瘤を観察し, EF は 0.23 と著明に低下していたにもかかわらず, LVEDP は 8 mmHg と正常値を示したため, 全体としては高い傾向を有しながら, 推計学的な有意差は得られなかった. Hamilton ら<sup>7)</sup> は, LVEDV が増加し, EF が低下しながら, LVEDP が正常値を示した例は 20 例中 3 例であったと報告しており, LVEDP の左心機能の指標としての限界を示しているものと思われる.

一方, EF は, 狭心症群, M.I. 群を通じて S<sub>3</sub> + S<sub>4</sub> 群で低下しており, 特に M.I. 群, S<sub>3</sub> + S<sub>4</sub> 群は, IV 音のみ記録した S<sub>4</sub> 群とも有意な差を示した. この M.I. 群, S<sub>3</sub> + S<sub>4</sub> 群の 4 例は, 全例に 90% 以上の冠動脈狭窄を左前下行枝に有し, 左室造影上, dyskinetic movement を呈する心室瘤を観察した.

Asynergy の程度が, 心機能の一指標である EF に密接に影響を与えることは, Herman<sup>8)</sup> らが, 左室面の 20~25% が akinesis となれば, 残りの "functioning heart" は生理的限界を越えて左室の拡大をきたすと報告し, Feild ら<sup>9)</sup> が, 拡張終期における ACS% (abnormal contraction segment/enddiastolic circumference × 100) は, EF と相関係数 -0.838 の逆相関を有し, III 音を含め心不全症状を呈する群と然らざる群とは, EF 0.30 で明瞭に区別することができることからも理解することができる. また, dyskinetic movement を呈する心室瘤では, Parmely<sup>10)</sup> が指摘するように, 不整脈, 正常収縮能を有する心筋細胞の減少とコンプライアンスの低下, 心拡大による wall tension の増加とそれに伴う酸素消費量の増大以外, 慢性期にあっても paradoxical expansion という機械的な負担が多かれ少なかれ加わり, さらに循環動態が損われることが推測され, このような例で観察される III 音は, 「相対的荷重増大による III 音<sup>1)</sup>」と考えられる.

IV 音のみ記録した S<sub>3</sub> 群は, 狭心症群で 63%, M.I. 群で 67% であった. 各疾患群での no S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> 群との比較では, M.I. 群において EF が低下して

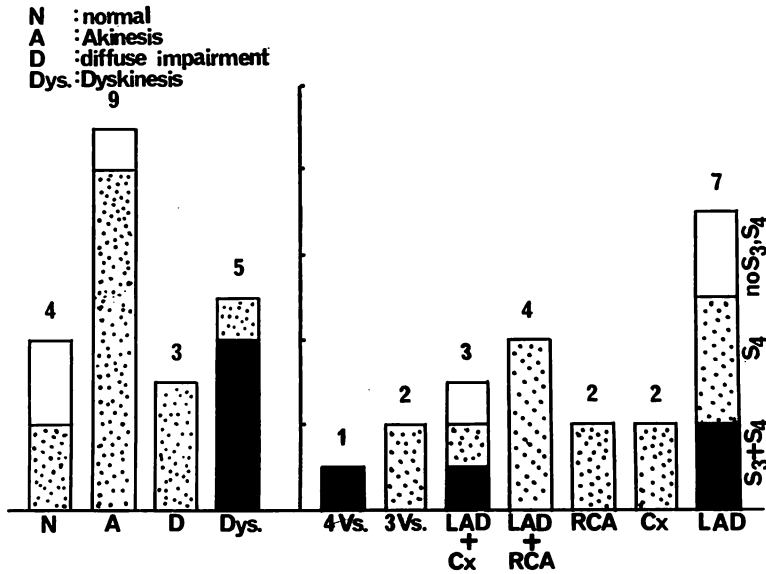


Figure 8. Comparison of ventricular abnormality expressed by S<sub>3</sub> and S<sub>4</sub> and localization of narrowing above 90% of the coronary artery in M. I. group.

All 4 cases in S<sub>3</sub>+S<sub>4</sub> group have narrowing in LAD and dyskinetic ventricular abnormality.

いた以外、差を見い出せなかった。1942年、すでに Master ら<sup>11)</sup>は 100 例の正常者と 78 例の心筋梗塞患者の心音図を比較検討し、IV 音は心筋梗塞例の 83% に記録したが、50% は vibration の数、frequency、amplitude の上から正常例で認められた IV 音と同じであったと報告しており、今回検討した S<sub>4</sub> 群においても、健常対照群の平均値±標準偏差値との overlap は両疾患群を通じて、LVEDP では S<sub>4</sub> 群の 62%、EF では 44% であった。

IV 音の成因について、O'Rourke<sup>12)</sup>は、(1) effective atrial contraction, (2) unimpeded ventricular flow, (3) diminished ventricular compliance を挙げ、Turner ら<sup>13)</sup>も、IV 音をコンプライアンスの低下の "a very sensitive indicator" と

述べている。IV 音の血行動態的な意義を明らかにするためには、左室の拡張期コンプライアンスを検討していく必要がある。

#### まとめ

狭心症、心筋梗塞で III 音を有する例では、全例 IV 音を伴い、駆出分画の低下が認められた。とくに心筋梗塞では心室瘤の合併を強く示唆し、虚血性心疾患において III 音を聴取ないし記録することの臨床的意義は大きい。

IV 音の臨床的意義は、今回の検討で十分に明らかにできなかったが、今後、左室の拡張期コンプライアンスとの関係について検討する必要があると思われる。

文 献

- 1) 上田英雄, 海渡五郎, 坂本二哉: 臨床心音図学. 南山堂, 東京, 1963
- 2) Riley CP, Russel RO, Rackely CE: Left ventricular gallop and acute myocardial infarction. *Amer Heart J* **86**: 598-602, 1973
- 3) Rotman M, Chen JTT, Seninger RP, Hawley J, Wagner GS: Pulmonary arterial diastolic pressure in acute myocardial infarction. *Amer J Cardiol* **33**: 357-362, 1974
- 4) McGinn FX, Gould L, Lyon AF: The phonocardiogram and apexcardiogram in patients with ventricular aneurysm. *Amer J Cardiol* **24**: 467-477, 1968
- 5) Masson DT: Usefulness and limitation of the rate of intraventricular pressure (dp/dt) in the evaluation of myocardial contractility. *Amer J Cardiol* **23**: 516, 1969
- 6) Lim JS, Proudfit WL, Sones FM: Left main coronary arterial obstruction. Long-term follow-up of 141 nonsurgical cases. *Amer J Cardiol* **36**: 131-135, 1975
- 7) Hamilton GW, Murray JA, Kennedy JW: Quantitative angiography in ischemic heart disease. The spectrum of abnormal left ventricular function and the role of abnormally contracting segments. *Circulation* **45**: 1065-1080, 1972
- 8) Herman MV, et al: Localized disorders in myocardial contractility: Asynergy and its role in congestive heart failure. *N Engl J Med* **277**: 222-232, 1967
- 9) Feild BJ, Russel OR, Dowling JT, Rackely CE: Regional left ventricular performance in the year following myocardial infarction. *Circulation* **46**: 679-689, 1972
- 10) Parmely WW et al: In vitro length-tension relationships of human ventricular aneurysms. Relation of stiffness to mechanical disadvantage. *Amer J Cardiol* **32**: 889-894, 1973
- 11) Master AM, Friedman R: Phonocardiographic study of heart sounds in acute coronary occlusion. *Amer Heart J* **24**: 196-208, 1942
- 12) O'Rourke RA: The atrial sound. Factors regulating its occurrence and timing. *Amer Heart J* **80**: 715, 1967
- 13) Turner PP et al: The atrial sound in ischemic heart disease. *Brit Heart J* **35**: 657-662, 1973