

心音図同時記録による心筋
梗塞心室瘤の左室シネアン
ジオグラムの検討：心房細
動例を加えて

Diastolic left ventricular
volume curve of ventri-
cular aneurysm by left
cineventriculogram with
simultaneous recording
of phonocardiogram:
With a study of atrial
fibrillation

野坂 秀行
伊藤 幸義
高山 幸男
島田 俊夫
後藤 雅博
大下 芳人
松田 博子
村上 知行
中嶋 裕子
延吉 正清

Hideyuki NOSAKA
Yukiyoshi ITO
Yukio TAKAYAMA
Toshio SHIMADA
Masahiro GOTO
Yoshito OOSHITA
Hiroko MATSUDA
Tomoyuki MURAKAMI
Yuko NAKAZIMA
Masakiyo NOBUYOSHI

Summary

Six patients with ventricular aneurysm were studied by single plane left cine-ventriculography (right anterior oblique view) with simultaneous cine-trace of phonocardiogram. Consecutive diastolic volumes were calculated, and diastolic left ventricular volume curves obtained. Filling fractions (FF: filling volume at each diastolic phase/stroke volume) were compared with those of 6 cases with normal coronary artery and normal left ventriculogram. In 8 patients, simultaneous left ventricular pressure recordings using NIH 7F catheter and P23Db strain gauge transducer or Millar's catheter-tip manometer were obtained during levophasic ventriculogram, and FF at rapid filling phase was analyzed. In addition, 2 cases of atrial fibrillation, one patient with ventricular aneurysm and another with normal coronary artery, were studied by the same method.

小倉記念病院 循環器内科
北九州市小倉北区貴船町1番地 (〒802)

Department of Cardiology, Kokura Memorial Hospi-
tal, Kifune-cho 1-1, Kokurakita-ku, Kitakyushu, 802

Presented at the 13th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, September 25-26, 1976

Received for publication December 1, 1976

The results were as follows:

- 1) Volume increments at isometric relaxation phase were observed in both patients with ventricular aneurysm and normal, but more prominent in the former. Whether this increment is the actual volume change or the wall motion without volume change should be further investigated.
- 2) FF at atrial contraction phase was significantly higher in patients with ventricular aneurysm than normal ($p < 0.001$), and correlated inversely with ejection fraction ($p < 0.05$). FF at rapid filling phase was lower in patients with ventricular aneurysm than normal.
- 3) In atrial fibrillation, atrial contribution to the left ventricular filling was not observed.

Key words

Diastolic left ventricular volume curve Filling fraction Ejection fraction Isometric relaxation phase

はじめに

心筋梗塞心室瘤の心機能に及ぼす影響については、すでに多くの報告があり、心音図上 III 音を高率に認めることは¹⁾、第 11 回臨床心音図研究会において、我々も報告した。今回は、シネアンジオ左室造影において、心音図をフィルム面上にトレースして拡張期相開始を同定し、その後におこる拡張期容量変化について、心筋梗塞心室瘤を対象に検討した。

方法と対象

対象は、胸痛発作を訴えて冠動脈造影を施行したが、冠動脈に狭窄を認めず、正常な左室造影像を呈した正常対照群 6 例、および急性心筋梗塞にて当院 CCU に収容され、発作後 8 週から 20 ヶ月の間に冠動脈造影を施行し、左室造影上“aneurysm”と診断された 6 例(以下、心室瘤群と略す)で、全例 PQ 時間は 0.20 秒以下、年齢は正常対照群 29~74 歳、心室瘤群 44~72 歳である (Table 1)。

Table 1. Case materials and measurement values

Case		RR	PQ	EDP	EDV	SV	EF	$\frac{V}{P} \cdot \frac{dP}{dV}$	Atrial contribution	Passive filling
Normal control	YI 55 M	840	0.16	11	131	84	0.64	3.24	29%	71%
	YM 29 F	940	0.18	10	145	93	0.64	3.14	23	77
	SM 39 F	810	0.16	10	128	89	0.70	3.14	30	6 64
	SS 48 F	790	0.15	5	128	116	0.91	—	22	65 13
	MI 74 M	710	0.18	6	127	97	0.76	—	46	54
	KU 33 M	790	0.15	6	142	94	0.66	—	10	29 61
m±SD		813 ±76		8 ±3	134 ±8		0.72 ±0.10		27 ±12	
Ventr. aneurysm	SK 72 M	1,210	0.20	20	168	70	0.42	3.84	46%	23 31%
	NM 64 F	650	0.20	20	120	49	0.69	3.84	47	53
	MK 71 F	900	0.18	16	143	81	0.57	3.61	60	32 8
	SY 62 M	700	0.16	3	117	60	0.48	—	65	27 8
	CO 44 M	720	0.15	14	255	102	0.39	3.44	59	26 15
	GY 64 M	780	0.17	42	273	120	0.44	4.57	53	22 25
m±SD		823 ±206		19 ±13	179 ±68		0.50 ±0.11		55 ±8	
		p>0.05		p>0.05	p>0.05		p<0.01		p<0.001	

冠動脈造影は Sones 法にて行い、左室造影は NIH 7F カテーテルを用い、12 例中心室瘤群 5 例、正常対照群 3 例は、肺動脈にて造影剤の注入を行う levophase ventriculogram にて、左室圧を同時に記録しながら行い、残り 4 例は通常の左室造影法で行った。造影剤 76% Urografin 35~40 ml を 3.5 から 4 気圧かけて注入し、RAO 30 度にて Photosonic 製 35 ミリシネカメラを使用し、秒 48 コマにて撮影した。このさい、心音を心尖部にて記録し、心電図波形とともに、島津製生体信号同時記録光学装置 OP-909 を用いて、フィルム面上にトレースした (Fig. 1)。同時に心電図、心音図ないし左室圧を、8 素子ミンゴグラフにて、紙送り速度毎秒 100 mm で記録した。左室容量の算出は、NAC 製 motion analyzer にて、area-length method を用い、correction factor と paralax の補正は、あらかじめファントム実験で作製した 1 次回帰直線に従って算出した。1 コマずつ、1 心周期にわたって算出した左室容量を同時記録した記録紙面上にプロットし、拡張容量変化のパターンを比較検討した。



Fig. 1. Levophase of left ventriculogram with simultaneous records of ECG and PCG by cine-trace technique.

結 果

正常対照群の 1 例と、心室瘤群の 1 例の左室容量曲線を、それぞれ Fig. 2, 3 に示した。Fig. 2 は、Millar's catheter-tip manometer を使用し、心腔内心音図をも記録しえた例である。Fig. 3 の心室瘤群の左室容量曲線では、左室圧曲線の a 波

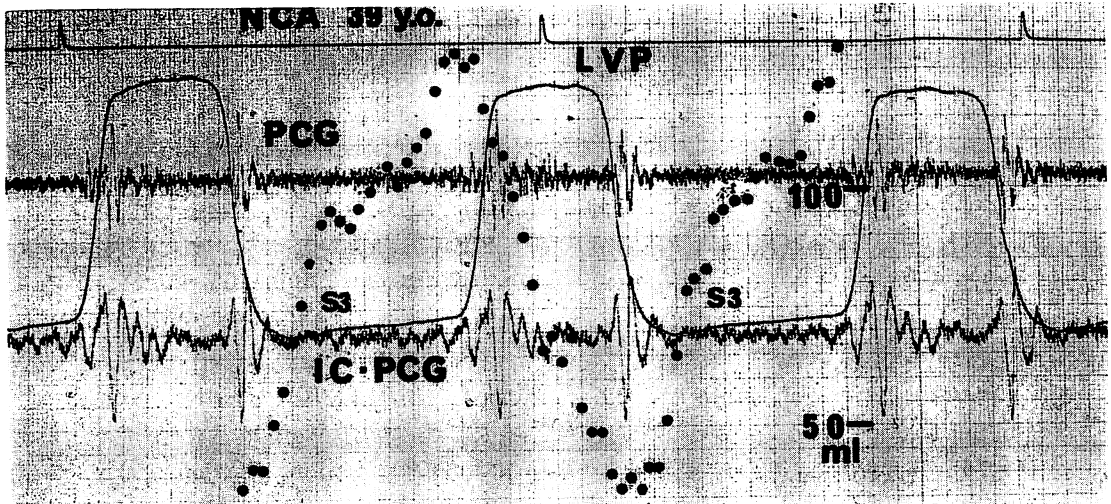


Fig. 2. Left ventricular volume curve (dots) in a case with normal coronary artery.

LVP: left ventricular pressure, PCG: phonocardiogram, IC-PCG: intracardiac phonocardiogram.

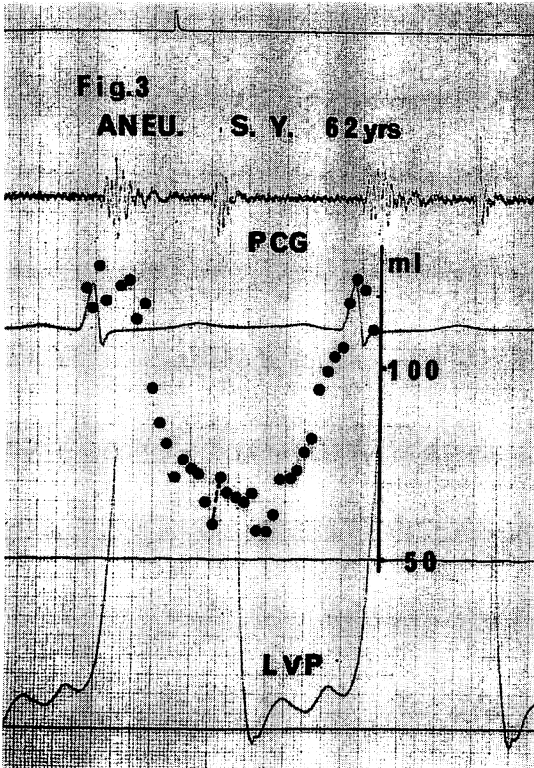


Fig. 3. Left ventricular volume curve (dots) in a case of ventricular aneurysm.

に一致した著明な左室容量の増大と、II音発生直後の左室容量増加を認めた。

Fig. 4 は、心室瘤群の1例におけるII音発生直前、すなわち左室収縮期の左室造影像と、それから3コマ後の左室造影像である。下段に示した3コマ後の造影像では、大動脈弁、僧帽弁とも閉鎖し、等容拡張期であることがわかるが、心室瘤領域に隣接する部分において外方運動がおり、結果的に容量算出の増加をみた。

拡張期各相の容量変化の1回心拍出量に対する比(以下 filling fraction, FF)を、2つの群で比較した(Fig. 5)。P波以後の心房収縮関与相の filling fraction は、心室瘤群において正常群に比し有意な増加を認めた($p < 0.001$)。急速流入期における filling fraction は、左室圧を同時記録

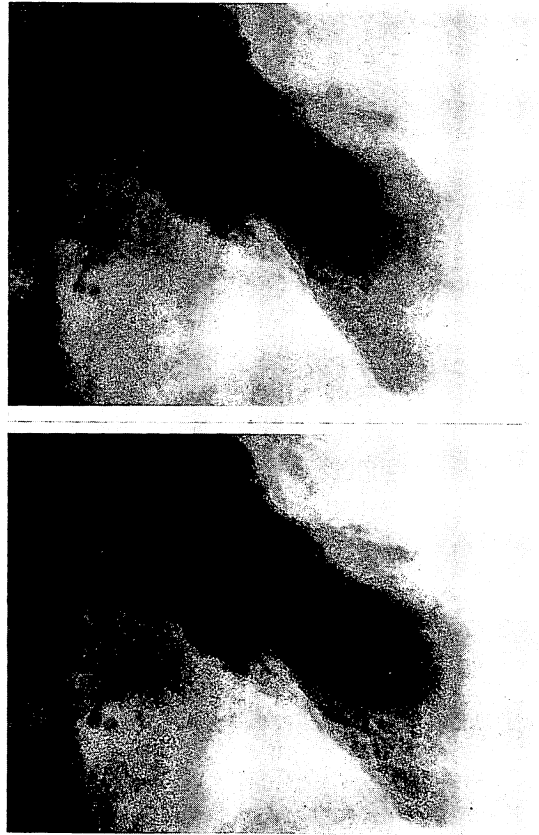


Fig. 4. Outward movement of left ventricular aneurysm.

Top: end-systole, bottom: isometric relaxation phase.

した心室瘤群5例、正常対照群3例の比較では、心室瘤群において低下する傾向にあった。

Fig. 6 は、心室瘤群において有意な増加をみた心房収縮関与相の filling fraction と、心機能の指標の1つである駆出分画との関係をみたものであるが、駆出分画は、square で示した正常対照群では平均 0.72 ± 0.01 、closed circle で示した心室瘤群では平均 0.50 ± 0.11 と有意な差を示し、心房収縮関与相の filling fraction とは、相関係数 -0.63 と、5%の危険率で有意な逆相関を示した。

Fig. 7 は、左室拡張終期圧(LVEDP)が

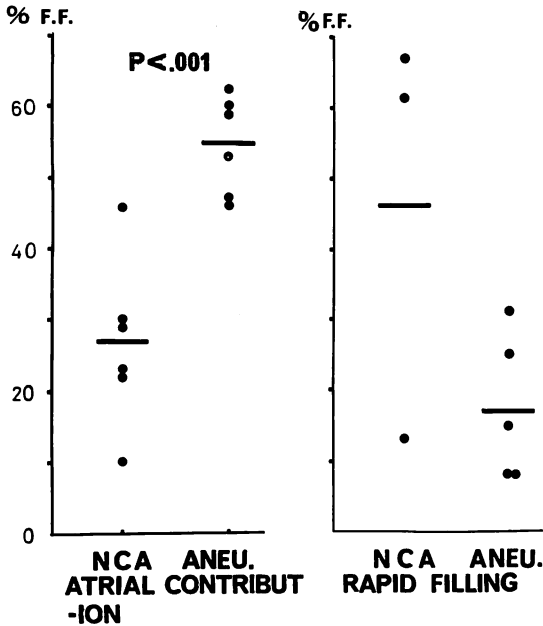


Fig. 5. Comparison of contribution of atrial filling (left) and rapid filling to the left ventricular filling in NCA and left ventricular aneurysm.

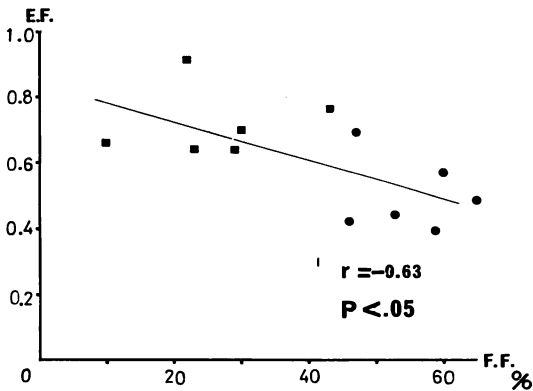


Fig. 6. Relationship between ejection fraction (EF) and filling fraction (FF) due to atrial contraction.

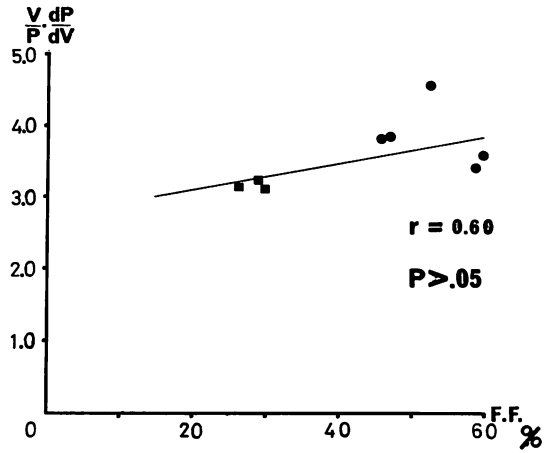


Fig. 7. Relationship between $V/P \cdot dP/dV$ and filling fraction (FF) due to atrial contraction.

10 mmHg 以上の 8 例について、Mirsky²⁾, Laird³⁾ がその臨床的有用性について強調している stiffness の指標 $V/P \cdot dP/dV$ と、心房収縮関与相の filling fraction との関係のみたものである。推計学的な有意差は得られなかったが、相関係数 0.60 で、相関する傾向にあった。

有効な心房収縮の消失した心房細動で、拡張期充満のパターンがどのように異なるかをみるため、心筋梗塞急性期に心房細動に移行した心室瘤例と、心カテーテル検査中に心房細動に移行した正常冠動脈例とをさらに加え検討したが、容量曲線上、心房収縮関与相は両者とも明らかに消失していた (Fig. 8)。この 2 例について、先行 RR (PCL) と左室拡張終期容量 (LVEDV)、および左室収縮終期容量 (LVESV) との関係のみた (Fig. 9)。心室瘤例の心室性期外収縮 2 拍と、期外収縮後の 1 拍を除いた 4 拍、正常冠動脈例の 6 拍について、LVEDV ではそれぞれ、相関係数 0.94, 0.97 であった。LVESV では、先行 RR に一定の傾向はなく、したがって 1 回心拍出量 (SV) と先行 RR は、正常冠動脈例では相関係数 0.85 であったが、心室瘤例では明らかな傾向は示さなかった (Fig. 10)。

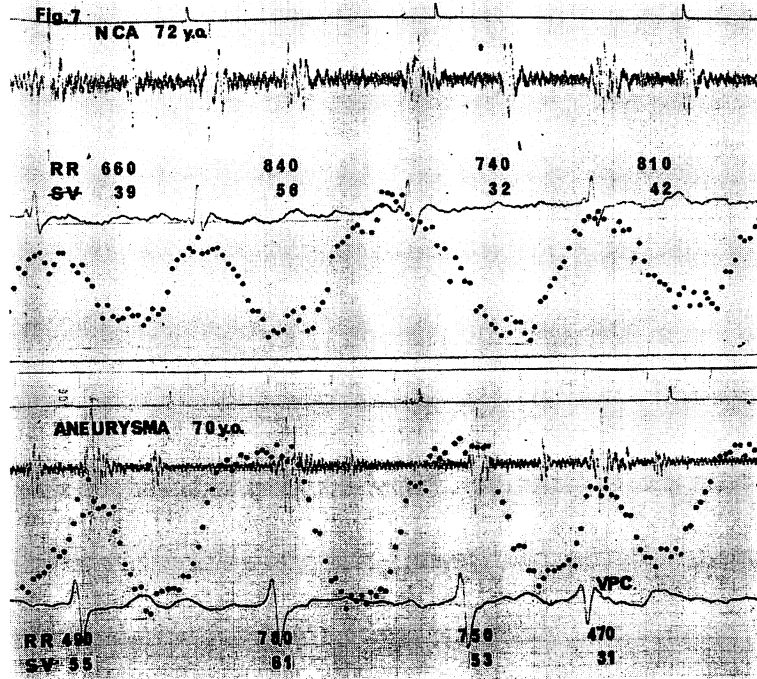


Fig. 8. Left ventricular volume curves (dots) in cases of atrial fibrillation.
Top: case with normal coronary artery, bottom: case with left ventricular aneurysm.

考 案

Area-length method は左心室が回転楕円体であることを前提としており, HOCM, 心筋梗塞心室瘤などの左室容量測定には問題があることが一般的に指摘されている. この点についての影響を比較的受けないと思われる Chapman 法⁴⁾ に順じ, single plane method に適用して, 今回対照とした例と比較してみると, area-length method では Chapman 法に比し, 正常対照群において, LVESV は平均 0.3 ml (+0.6%), LVEDV は平均 -0.6 ml (-0.3%) の差があり, 心室瘤群では LVESV は平均 3 ml (+4%), LVEDV は平均 14 ml (+8%) の差をみたが, 今回は容量の算出が比較的簡単に行える area-length method を用いた.

大動脈弁閉鎖以後僧帽弁開放までの等容拡張期

において, left ventricular shape に変化を生じることが, 正常例および虚血性心疾患例を対照に, すでに Ruttley⁵⁾ が preinflow relaxation (PIR), Altieri ら⁶⁾ が segmental early relaxation phenomenon (SERP) の名で報告している. Ruttley らは, 等容拡張期の変化が正常な左心室よりも asynergy を呈する例で著明に認められ, 実質的な容量の増大と, それに伴い左室の shape の変化をきたすとしているのに比し, Altieri らは, 原因は不明としながらも, 正常左心室に高頻度にみられ, relaxation が左室壁全体に一樣でないことを原因としてあげている. 今回の検討では, LVESV と II 音発生後の容量の間に, 正常対照群で平均 5 ml (LVESV の 14%), 心室瘤群で平均 16 ml (LVESV の 18%) と, ほぼ Ruttley らの報告に一致した容量の増大をみた. しかし, この容量の増大は心室瘤 6 例のうち 5 例では一過性で, この

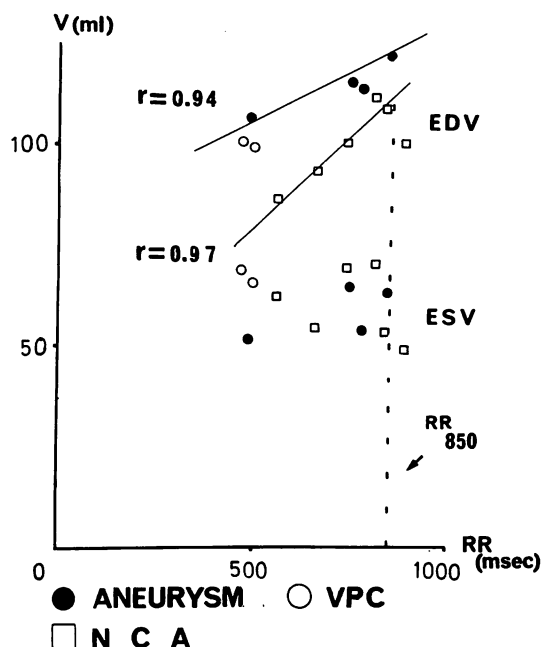


Fig. 9. Relationship between preceding cycle length and either end-diastolic volume (EDV) or end-systolic volume (ESV).

Aneurysm: case with aneurysm, VPC: ventricular premature contraction, NCA: case with normal coronary artery.

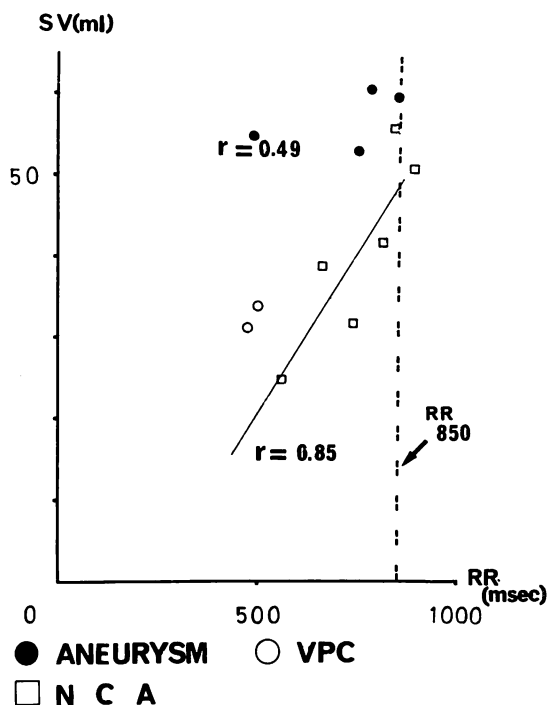


Fig. 10. Relationship between preceding cycle length and stroke volume (SV).

Symbols: see Fig. 9.

現象が実質的な容量の増大によるものかどうかは、今後さらに検討を加える必要がある。

正常対照群と心室瘤群の拡張期における左室容量曲線は、明らかに異なったパターンを示した。正常対照群では、Murrayら⁷⁾が定量的な左房造影で観察したとおり、心房収縮までの conduction phase に大きな容量変化を示したが、心室瘤群では、心房収縮関与相において著明な左室容量の増大を示し、Stottら⁸⁾が大動脈弁狭窄症について報告している結果と同様のパターンを示した。心房収縮関与相の filling fraction は、正常対照群をも含め、駆出分画と逆相関を示したが、Stottらは心房収縮までの passive filling における左室充満に影響を与える要因を考察して、① 右室の駆出、② 左房・左室のコンプライアンス、③ 僧帽弁口において血流に対して与えられる抵抗をあ

げている。僧帽弁の狭窄を有さず、右室の駆出力も保たれていると考えられる心筋梗塞心室瘤では、広い範囲に及ぶ stiffness の増加した梗塞巣⁹⁾が、駆出分画を低下させる¹⁰⁾とともに、passive filling における充満障害をきたしたものと考えられ、拡張期左室容量曲線のパターンと、左室拡張期コンプライアンスとの関係が密接であることを示唆する。

今回心房細動例を検討の対照に加えた目的は、心房収縮時にその多くを依存する心室瘤の充満が、有効な心房収縮の消失した心房細動で、どのような充満のパターンをとるかをみることであった。しかしながら、検討しえた心拍数が少ないこと、対照が急性心房細動例であることなど、この点について十分明らかにしえたとはいえず、今後さらに症例を加え検討したい。

ま と め

左室シネアンジオグラムに心音図を同時記録して, 心筋梗塞心室瘤の拡張期容量曲線を検討し, つぎの結果をえた.

1) 大動脈弁閉鎖以後僧帽弁開放までの等容拡張期において, 正常対照群, 心室瘤群とも左室容量の増加をみたが, 心室瘤群において著しかった. 実質的な容量の増大を伴うかどうかは, 今後の検討が必要である.

2) 心房収縮関与相の filling fraction は, 心室瘤群において有意に増加し ($p < 0.001$), 急速流入期の filling fraction は低下する傾向にあった. 心房収縮関与相の filling fraction は, 駆出分画と逆相関した ($r = -0.63, p < 0.05$).

3) 心房細動例では, 容量曲線上心房収縮関与相を認めなかった.

文 献

- 1) McGinn FX, Gould L, Lyon AF: The phonocardiogram and apexcardiogram in patients with ventricular aneurysm. *Amer J Cardiol* **21**: 467-477, 1968
- 2) Mirsky I: Assessment of passive elastic stiffness of cardiac muscle: Mathematical concepts, physiologic and clinical considerations, direction of future research. *Prog Cardiovas Dis* **18**: 277, 1976

- 3) Laird JD: A simple index of the diastolic elastic wall properties of the left ventricle from angiographic data. *Amer J Cardiol* **35**: 151, 1975 (abstr)
- 4) Chapman, CB, Baker O, Reynolds J, Bonte FJ: Use of biplane cinefluorography for measurement of ventricular volume. *Circulation* **18**: 1105-1117, 1958
- 5) Ruttle MS, Adams DF, Cohn PF, Abrams HL: Shape and volume changes during "isovolumic relaxation period". *Circulation* **50**: 306-316, 1974
- 6) Altier PI, Wilt SM, Leightton RF: Left ventricular wall motion during the isovolumic relaxation period. *Circulation* **48**: 499-505, 1973
- 7) Murray JA, Kennedy JW, Figley MM: Quantitative angiocardiology. II. The normal left atrial volume in man. *Circulation* **37**: 800-804, 1968
- 8) Stott DK, Marpole DCF, Bristow JD, Kloster FF, Criawold NE: The role of left atrial transport in aortic and mitral stenosis. *Circulation* **41**: 1031-1041, 1970
- 9) Parmely WW, Chuck L, Kivowitz C, Matloff JM, Swan HJC: In vitro length-tension relationships of human ventricular aneurysms. Relation of stiffness to mechanical disadvantage. *Amer J Cardiol* **32**: 889-894, 1973
- 10) Feild BJ, Richard O, Russel RO Jr, Eowling JT, Rackley CE: Regional left ventricular performance in the year following myocardial infarction. *Circulation* **16**: 679-689, 1972