

左室瘤を有する虚血性左室
の後負荷上昇に対する機能
予備力: DSA による評価

Functional reserve of the
ischemic left ventricle
with ventricular aneu-
rysm to afterload stress:
Digital subtraction an-
giographic assessments

立木 楷
小林 公
早坂真喜雄
小熊 正樹
太田 郁郎
上西 徹二
金谷 透
山口 清司
高梨 俊保*
山口 昂一*

Kai TSUIKI
Tadashi KOBAYASHI
Makio HAYASAKA
Masaki OGUMA
Ikuro OHTA
Tetsuji KAMINISHI
Tohru KANAYA
Seiji YAMAGUCHI
Toshiyasu TAKANASHI*
Koichi YAMAGUCHI*

Summary

Digital subtraction angiography (DSA) has been confirmed to be an accurate method for determining left ventricular function. It is a relatively non-invasive technique without inducing premature ventricular complexes.

The response of left ventricular function to afterload stress was assessed using DSA for eight patients with old anterior myocardial infarction and ventricular aneurysm including that of the anterior wall (averaging 30.3 months after the acute episodes). Their ages ranged from 36 to 65 years and one patient was woman. Prior to the investigation, we confirmed that a single DSA procedure did not alter left ventricular function in a pilot study of one patient (No. 8). After initial DSA in the basal state, methoxamine was infused intravenously (1 to 2 mg/min). When aortic systolic blood pressure increased by 30 to 50 mmHg, a second DSA was performed for each patient. Left ventricular volumes and ejection fractions were calculated by the area-length method, and regional wall motion was assessed by the visual method according to the AHA classification and the curvature radius of the apical ventricular aneurysm was calculated. Methoxamine induced neither acute heart failure nor angina pectoris in the present series. The heart rates decreased, and there were a significant increase

山形大学医学部 第一内科

*同 放射線科

山形市蔵王飯田字西の前 (〒990-23)

The First Department of Internal Medicine and *the
Department of Radiology, Yamagata University
School of Medicine, Zao-Iida, Yamagata 990-23

Received for publication November 1, 1984; accepted December 9, 1984 (Ref. No. 29-31)

in end-systolic volumes ($p < 0.05$), end-systolic radii ($p < 0.05$), and a significant decrease in ejection fractions ($p < 0.02$) after methoxamine infusion. In 32 of 40 segments, regional wall motion was unchanged by methoxamine as assessed by the visual method; whereas, in the other eight, there was a deterioration. In the basal state, there was no tendency for a more asynergic segment to be accompanied by a more severe change with methoxamine. In general, a linear correlation was observed between increases in left ventricular end-systolic volumes (Δ ESV) and increases in end-systolic aneurysmal radii (Δ R_{ES}). However, Δ ESV and Δ R_{ES} did not correlate; Δ R_{ES} was much greater in two patients, who were relatively old. Their aneurysms were circumscribed within the left ventricular anterior wall, their ejection fractions were relatively increased; and their onsets of acute myocardial infarction were relatively recent. It is likely that the elevations of blood pressure caused by methoxamine in these two patients selectively stretched their aneurysmal segments. Our results of left ventricular global functions were comparable to those of other investigators whose patients had coronary artery disease but no ventricular aneurysms.

We concluded that the left ventricle with an aneurysm resists afterload stress as far as total ventricular function is concerned, and that the functional capacity of the left ventricular aneurysm is comparable to that of other segments of the left ventricle, with a few exceptions.

Key words

Old myocardial infarction Coronary artery disease Left ventricular regional wall motion Methoxamine
Curvature radius of ventricular aneurysm

目 的

後負荷の上昇に対する左室機能の反応は、動物実験^{1,2)}や臨床例^{3,4)}でアンジオテンシン動注¹⁻³⁾、メトキサミン静注⁴⁾により検討されてきた。しかし虚血性心疾患症例の左室機能に関する報告^{3,4)}は少なく、とくに陳旧性心筋梗塞で心室瘤を有する場合に関しては、全く報告がみられない。そのような症例の慢性管理中には、時に血圧の上昇することもあるであろう。その場合、左室機能は正常に比し、あるいは心室瘤のない症例に比べ、どの程度 vulnerable であるかは、慢性管理上極めて重要な問題である。この種の研究には左室の局所壁運動を詳細に検討する必要があり、左室造影法はそのために最も正確、かつ信頼性の高い方法であるが、反面、かなり侵襲的であり、しかも造影中の心室性期外収縮 (VPC) の発生が成績を狂わせる可能性がある。とくに心室性期外収縮の発生によって駆出率の算出が困難となる場合は、Hammermeister ら⁵⁾、Vliestra ら⁶⁾によると、左室造影症例の 28%、45% といわれ、さらに 2 回以上の造影が要求されるこの種の研究では、心室

性期外収縮は必発と考えねばならない。

最近、注目されている digital subtraction angiography (以下 DSA) は比較的侵襲が少なく、かつ左室全体機能ならびに局所機能の測定上、通常の左室造影法とよく一致し、満足すべき精度であることを我々は確認しており^{7,8)}、このような研究に有用な方法と考えられる。そこで我々は DSA を用い、左室の圧負荷に対する反応を、心室瘤を有する虚血性心疾患症例を対象として検討した。

対象と方法

対象は臨床的に陳旧性心筋梗塞と診断され、心カテーテル検査で有意冠動脈病変と左室瘤が確認された 8 例で、年齢は 36~65 歳、平均 53.8 歳、男性 7 例、女性 1 例である (Table 1)。罹患枝数は 1 枝病変 6 例、2 枝病変 2 例で、心電図から判定された梗塞の部位では、全例が前壁を含んでいる。これらの症例で、急性心筋梗塞発症後 4 から 74 ヶ月、平均 30.3 ヶ月後に DSA 検査を下記のようにして施行した。

被検者は前投薬なく、空腹時安静仰臥位にて、

Table 1. Subjects

	Age Sex (years)	Number of diseased vessels	Localization of MI	Asynergy score*	EDV (ml)	EF (%)	Intervals between MI and DSA
1.	YK 56 M	1	Anterior	6	170	68	4 months
2.	HO 65 M	1	Anterior	3	79	78	7
3.	MK 51 M	1	Extensive anterior	4	117	55	15
4.	TU 57 M	1	Circumferential	4	174	59	6
5.	TO 53 M	1	Extensive anterior	0	136	50	30
6.	HS 56 F	1	Anterior-inferior	8	129	29	53
7.	KH 36 M	2	Inferior-anterior	6	134	47	74
8.	TOd 56 M	2	Extension anterior	8	272	49	53

Abbreviations: MI=myocardial infarction; EDV=end-diastolic volume; EF=ejection fraction.

* Asynergy score is the sum of the scores assigned to each segment. Each segment is scored as -1, 0, 1, 2 and 3 for hyperkinesis, normal, hypokinesis, akinesis and dyskinesis, respectively.

5F pigtail カテーテルを、原則として右肘静脈より経皮的に挿入し、上大静脈まで進め、76% ヲログラフィン 40 ml を power injector (アンジオマット 3000) を用いて秒間 20 ml の速度で注入、第一斜位 30° で左室像を撮像した。撮影の詳細は前報⁷⁾で述べた。なお使用した DSA 装置は東芝 DIGIFORMER-X で、スーパーパルスイメージモードを使用した。

第一回目の DSA 撮像後、直ちにメトキサミンを 1~2 mg/分 で、上大静脈のカテーテルを通して点滴静注、マンシエット血圧計で動脈圧を連続測定し、収縮期血圧が 30~50 mmHg 上昇した時点で第 2 回目の DSA を撮像した。マスク像を減じた左室イメージは VTR に記録し、VTR を繰り返し観察して、左室イメージの最大、最小を示すフレームをマルチフォーマットカメラでフィルムに落とし、左室の容積、駆出率を area-length 法で測定した。左室の局所壁運動は同様に VTR を繰り返し観察し、AHA の命名記載法に従って視覚により判定した。

なお 1 例(症例 8)では、初回の DSA で使用する造影剤が左室機能を変化させるか否かを検討するために、同一の安静状態で連続 2 回 DSA を施行し、左室容積の変動を検討した。

左室瘤の形態の変化、とくに dyskinesis の悪

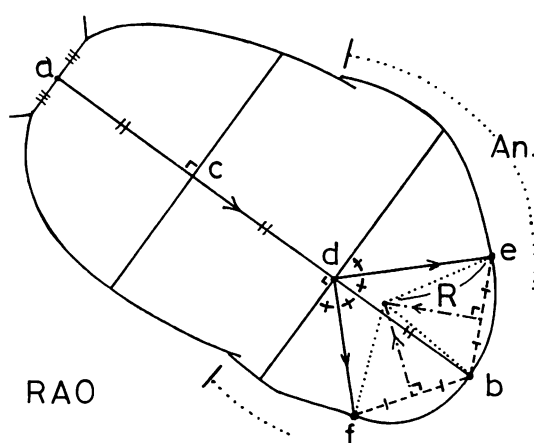


Fig. 1. Determination of the curvature radius (R) of the apical segment in left ventricular aneurysm (An.).

R is the radius of the circle defined by the points, e, f, and b.

RAO=right anterior oblique projection (30°), a-b=long axis; b=apical point.

化を客観的に定量評価するため、心尖部の曲率半径を Fig. 1 に示すようにして計測した。大動脈と左室の接合部を結ぶ線の中点 a から、左室輪郭上最も遠い点(心尖 b)を結んで長軸 a-b を決定、次にこれを 3 等分し、その心尖寄りの点 d から長軸に垂線を引き、これと長軸の成す心尖側の 2

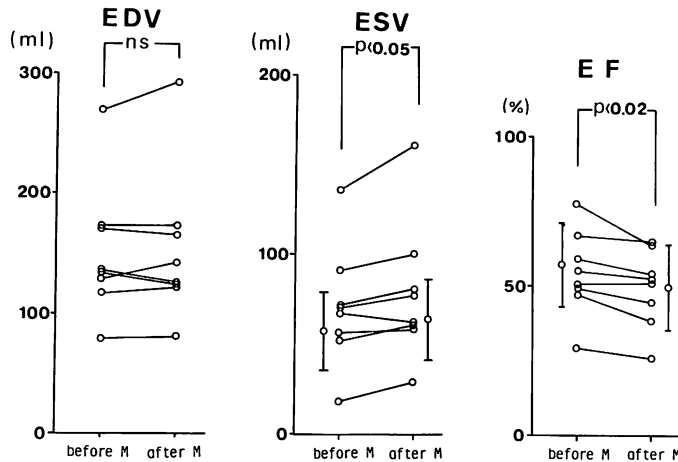


Fig. 2. Effect of methoxamine (M) on end-diastolic volume (EDV), end-systolic volume (ESV), and ejection fraction (EF) of the left ventricle with aneurysm.

Note that ESV and EF change significantly after methoxamine administration.

Table 2. Effect of contrast media used in a DSA procedure on left ventricular volumes (Case No. 8)

	1st DSA	2nd DSA	
EDV	272	265	(ml)
ESV	137	136	(ml)
EF	49	49	(%)

Abbreviations: EDV=end-diastolic volume; ESV=end-systolic volume; EF=ejection fraction.

つの直角を二等分するようにそれぞれ2本の直線を引き、心室瘤輪郭上にe点、f点を定め、e、f、心尖bの3点を通る円の半径Rを算出し、その値をメトキサミン投与の前後で対比した。

結 果

症例8に対し、同一安静状態で連続2回 DSAを施行した結果は **Table 2** の如くで、左室拡張末期、収縮末期容積、駆出率のいずれにおいても大きな変化を認めず、初回の DSA の左室動態に及ぼす影響は無視できることを確認した。

全例において、メトキサミン負荷による狭心症や心不全の誘発は認められなかった。

		after Methoxamine				
		-1	0	1	2	3
before Methoxamine	-1	2		2		
	0		13	3		
	1			3		
	2				8	3
	3					6

Fig. 3. Effect of methoxamine on regional wall motion of the left ventricle with aneurysm assessed by visual method according to the AHA classification.

-1: hyperkinesis; 0: normal; 1: hypokinesis; 2: akinesis; 3: dyskinesis.

In the 32 of 40 available segments, methoxamine does not change the wall motion, whereas in the other 8 segments there is a deterioration of the regional wall motion.

血圧の上昇に伴い、心拍数は平均 74.4/分 から 62.4/分 へと減少した。 **Fig. 2** は拡張末期容積 (EDV)、収縮末期容積 (ESV)、駆出率 (EF) のメトキサミンによる変化を示す。EDV は増加の傾

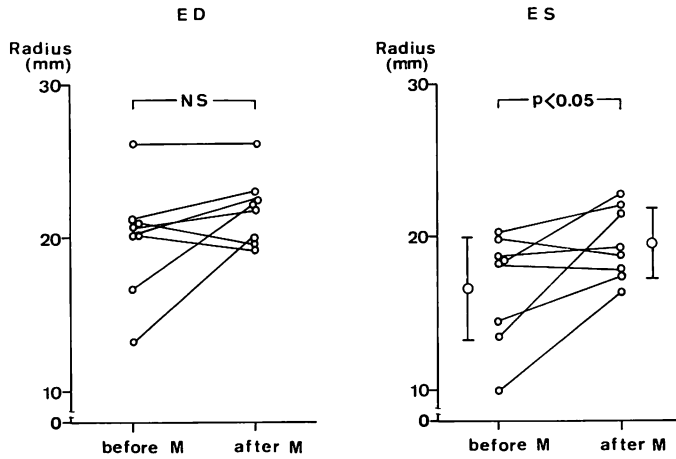


Fig. 4. Effect of methoxamine (M) on the curvature radius of the apical segment in left ventricular aneurysm.

ED=end-diastolic; ES=end-systolic.

Note that a significant increase in radius is observed in the ES-radius.

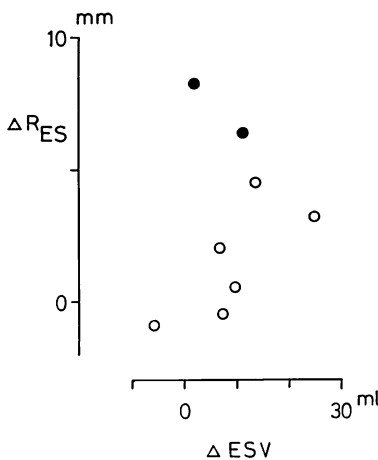


Fig. 5. Relationship between an increase in end-systolic radius of ventricular aneurysm (ΔR_{ES}) and an increase in left ventricular end-systolic volume (ΔESV) after methoxamine administration.

In the 2 cases shown by the closed circles, ΔR_{ES} is relatively larger as compared to ΔESV .

向にあるが有意ではなかった。これに対し ESV は有意に増大, そのため EF は減少した。

Fig. 3 に左室局所機能の視覚による評価を示

す。メトキサミンにより壁運動は不変のものが多かったが, 悪化するものも認められた。しかしメトキサミン投与前の壁運動が正常のものに比べ, より悪いものの方で投与後に一層悪化するという傾向は明らかでなかった。

Fig. 4 は心室瘤の曲率半径 (R) のメトキサミン投与による変動を示す。拡張末期半径 (end-diastolic radius) は不変であったが, 収縮末期半径 (end-systolic radius, R_{ES}) は有意に増大した。

メトキサミン投与による収縮末期容積の増大 (ΔESV) と心室瘤の end-systolic radius の増大 (ΔR_{ES}) との関係を **Fig. 5** に示す。8 例中 6 例で両変化は併行しており, 心室瘤部分の変形は左室のほかの部分の変形と同程度であることが分った。しかし図中の closed circle で示す 2 例は, ESV の増大に比し R_{ES} の増大の方がより著明で, これは心室瘤部分が収縮期に伸展される所見と考えられた。この 2 症例がどのような特徴を有するかを検討すると, **Table 1** の症例 1, 2 がそれであり, 両症例とも比較的高齢者で, 心室瘤が左室前壁に限局しており, 駆出率の比較的大なる

症例で, しかも心筋梗塞の発生は比較的最近であることが判った。

考 接

DSA は比較的侵襲性が低く, 心室性期外収縮の発生がないという長所があるが, 一方, 画像が比較的不鮮明であり, 左室像が左房像と重なるので, 僧帽弁逆流の発生を見逃すことになる。しかもやはり造影剤を使用するので造影剤が循環動態を変えるおそれを否定しえない。これらの欠点のうち, 像の不鮮明さは, 左室像を VTR で動画として繰り返し観察することで十分補えるものと考ええる。また僧帽弁逆流の発生に関しては, 心不全の悪化がないこと, 心雑音の発生がないこと, あるいは左房の造影剤の停滞の度合から推測することになる。造影剤の影響については, これまでも使用した造影剤により循環動態が変化することが指摘されてきた⁹⁾。しかしそれらの従来の検討においては, 使用する造影剤の量は 76% ウログラフィンにしておよそ 150 ml の大量である。今回我々は 40 ml と少量の場合には, 左室動態を大きく変動させないことを確認した。しかし影響のより少ない, いわゆる低滲透圧性の造影剤が入手できれば, それを用いることにより, より生理的な状態での検索が期待できる。

以上から, 初回の DSA は左室動態に影響を与えず, しかも DSA 自体侵襲性が少なく, 心室性期外収縮を誘発させることがなく, それゆえ左室機能の薬物負荷テストに有用な手段となる。

メトキサミン負荷は心機能の検索にしばしば用いられる方法であり, 虚血性心疾患症例でも報告がある^{3,4)}。Slutsky ら⁴⁾ は 8 例の冠動脈疾患例で radionuclide angiography を用いて, 後負荷ストレスに対する左室機能の反応を検討したが, 動脈圧の平均 45 mmHg 上昇にともない駆出率は平均値で 52% から 41% へと有意に減少, 左室収縮, 拡張末期容積とも有意に増大したとしている。我々の心室瘤を有する症例群ではほぼ同程度の動脈圧の上昇にともない, 前報より少ない諸指標の変

動が認められたことから, 左室瘤を有する症例の左室機能は後負荷ストレスに対し, 意外に高い抵抗性を有していると考えられた。血圧上昇に伴う収縮末期容積の増大は, それとほぼ同程度の心室瘤の伸展を伴うことが認められたが, 比較的高齢の, 心室瘤が前壁に限局し, 左室全体機能の比較的良好, かつ心筋梗塞の発生が比較的最近である 2 症例では, 心室瘤が収縮期に伸展される所見がえられた。これらの因子のいずれが決定因子であるかは現時点では不明である。心室瘤の変形に関与する因子は, 瘤の壁性状のみならず健常部分との相互関係によっても影響されることから, この問題はさらに注意深く検討される必要がある。

次に心室瘤を有する左室の容積を一方の area-length 法で正しく評価しうるかという問題がある。この点に関し, 以前我々は心室瘤を有する症例を含めて, monoplane area-length 法と biplane Simpson 法とを比較し, 両者はよく一致することをみており¹⁰⁾, area-length 法でも左室瘤を有する左室の容積の算出は, それほどの誤差なく行えるものと考えられる。

最後に Fig. 1 に示した左室瘤の曲率半径の意義であるが, 今回の方法で本当に正しく瘤の変形を促えうるかにまだ若干の問題が残っているといえる。しかし視覚法で dyskinesis の悪化をみる例では全例 R の増大がある事実から, 現時点では本法は瘤の伸展変形の他覚的検出法として有用であると考えられた。

結 論

心室瘤を有する虚血性心疾患の後負荷上昇に対する左室機能の反応は, 収縮末期容量の増大と駆出率の減少であり, 心室瘤部の局所機能は大多数の例で, それ以外の部分とほぼ同程度の悪化であると考えられた。

要 約

Digital subtraction angiography (DSA) は侵襲性が少なく, 心室性期外収縮の誘発がないなど

の利点に加え、左室容積ならびに局所機能の測定上、高い精度を有することを我々は認めている。本研究ではその DSA を用いて、陳旧性心筋梗塞(平均 30.3 ヶ月)で左室瘤を有する 8 例(36~65 歳, 女 1 例を含む)の左室後負荷上昇に対する反応を検討した。初回の DSA は左室機能に影響を与えないことを予め確認した。メトキサミン 1~2 mg/分を点滴静注し、動脈収縮期血圧が 30~50 mmHg 上昇した時点で DSA を再度行ない、左室容積、駆出率(いずれも area-length 法による)、局所機能(AHA の視覚法と心室瘤の曲率半径の計測による)のメトキサミンによる変化をみた。本剤により、心不全や狭心症の誘発はなかった。投与後、心拍数は減少、左室収縮末期容積(ESV)は増大($p < 0.05$)、駆出率(EF)は減少($p < 0.02$)、心室瘤の曲率半径(R)は収縮末期で増大($p < 0.05$)した。局所壁運動は不変のものが多かった(32/40 segment)が悪化する部分もあった(8/40 segment)。しかし薬剤投与前の壁運動がより悪い部分ではメトキサミンによる悪化がより大きいという傾向はなかった。また ESV の増大(Δ ESV)と収縮末期の R の増大(Δ R_{ES})とは 8 例中 6 例で相関の傾向にあり、心室瘤の変化は左室の他の部分の変形と同程度であった。しかし比較的高齢で、心室瘤が左室前壁に局限し、駆出率が比較的大きく、比較的最近急性心筋梗塞発症例 2 例では、 Δ ESV より Δ R_{ES} の方がより著明で、心室瘤が収縮期に伸展される所見がえられた。上述の左室全体機能の成績は、従来の心室瘤のない虚血性心疾患症例の報告に匹敵する内容のものであり、左室瘤を有する左室は後負荷ストレスに対し意外に抵抗性であると考えられた。また左室瘤自体は少数の例外を除き、左室の他の部分と同様の予備力を有すると考えられた。

文 献

1) Tsakiris AG, Vandenberg RA, Banchemo N,

Sturm RE, Wood EH: Variations of left ventricular end-diastolic pressure, volume, and ejection fraction with changes in outflow resistance in anesthetized intact dogs. *Circulat Res* **23**: 213-222, 1968

- 2) Tsakiris AG, Donald DE, Sturm RE, Wood EH: Volume, ejection fraction, and internal dimensions of left ventricle determined by biplane videometry. *Fed Proc* **28**: 1358-1367, 1969
- 3) Ronan JA, Steelman RB, Schrank JP, Cochran PT: The angiotensin infusion test as a method of evaluating left ventricular function. *Am Heart J* **89**: 554-560, 1975
- 4) Slutsky R, Watkins J, Peterson K, Karliner J: The response of left ventricular function and size to atrial pacing, volume loading and afterload stress in patients with coronary artery disease. *Circulation* **63**: 864-870, 1981
- 5) Hammermeister KE, De Rouen TA, Murray JA, Dodge HT: Effect of aortocoronary saphenous vein bypass grafting on death and sudden death. *Am J Cardiol* **39**: 925-934, 1977
- 6) Vliestra R, Assad-Morell JL, Frye RL, Elveback LR, Conolly DC, Ritman EL, Pluth JR, Barnhorst DA, Danielson GK, Wallace RB: Survival predictors in coronary artery disease: Medical and surgical comparisons. *Mayo Clin Proc* **52**: 85-90, 1977
- 7) 小林 公, 大原直人, 金谷 透, 上西徹二, 太田郁郎, 小熊正樹, 早坂真喜雄, 立木 楷, 安井昭二, 高梨俊保, 山口昂一: 心機能評価法としての Digital Subtraction Angiography の有用性について: 心カテーテル法による左室造影との比較. 第 28 回臨床心臓図学会発表 (*J Cardiography in preparation*)
- 8) 小林 公, 山口清司, 金谷 透, 上西徹二, 太田郁郎, 小熊正樹, 早坂真喜雄, 立木 楷, 安井昭二, 高梨俊保, 山口昂一: 左室機能評価法としての Digital Subtraction Angiography の有用性——心カテーテル法による左室造影との比較及び Methoxamine 負荷後の左室機能変化の評価について. 第 25 回日本脈管学会総会, Nov. 1984
- 9) 羽根田隆, 矢崎淳子, 池田成昭, 林 健郎, 村口至, 白土邦男, 立木 楷, 石川欽司, 宮沢光瑞, 香取 瞭: 左心室造影の左心機能に及ぼす影響について. *心臓* **5**: 1038-1044, 1973
- 10) 立木 楷, 齊藤公男, 山本和夫, 早坂真喜雄, 小熊正樹, 太田郁郎, 安井昭二: 虚血性心疾患の左室機能に関する研究. 第 21 回日本脈管学会総会, Oct. 1980