

パルス・ドプラー法を用いた Syndrome X における等尺性運動負荷時の左室拡張動態に関する検討

*Left Ventricular Diastolic Behavior in Patients With Syndrome X during Isometric Exercise Assessed by Doppler Flowmeter*

舛形 尚  
水重 克文  
西野 雅巳\*  
大西 修作\*  
棚橋 秀生\*  
安野 雅夫\*  
山田 義夫\*  
森田 久樹  
松尾 裕英

Hisashi MASUGATA  
Katsufumi MIZUSHIGE  
Masami NISHINO\*  
Shusaku OHNISHI\*  
Hideo TANAHASHI\*  
Masao YASUNO\*  
Yoshio YAMADA\*  
Hisaki MORITA  
Hirohide MATSUO

**Abstract**

Left ventricular (LV) diastolic filling during isometric exercise was evaluated in patients with syndrome X using pulsed Doppler echocardiography.

The handgrip exercise was performed by 12 normal subjects (group N), 14 patients with syndrome X (group X), and 20 patients with effort angina, who were divided into 13 patients with single vessel disease (group SVD) and seven patients with multiple vessel disease (group MVD). The transmitral inflow patterns before and at the end of exercise were recorded using Doppler flowmetry, to measure the peak velocity of early diastolic flow (E) and the peak velocity of atrial contraction flow (A). The A/E ratio and the % change in A/E (%A/E) at the end of exercise compared with those before were calculated.

1. Group N : E, A, and A/E did not change significantly.
2. Group X : E decreased, A increased, and A/E increased.
3. Group SVD : E did not change significantly. A increased, and A/E increased.
4. Group MVD : E decreased, A increased, and A/E increased.
5. %A/E in group X and group MVD were larger than in group SVD.
6. Systolic blood pressure (SBP) and heart rate (HR) increased during exercise to the same extent in each group.

The impairment of LV diastolic filling in group X was more severe than in group SVD, possibly due to more extensive ischemic areas in group X than in group SVD. The extension of ischemic areas in syndrome X may be similar to that in group MVD.

**Key Words**

**syndrome X, pulsed Doppler flowmetry, left ventricular diastolic filling**

香川医科大学 第二内科: 〒761-07 香川県木田郡三木町池戸 1750-1

\* 大阪労災病院 循環器内科: 〒591 堺市長曾根町 1179-3

The Second Department of Internal Medicine, Kagawa Medical School: Ikenobe 1750-1, Miki-cho, Kita-gun, Kagawa 761-07

\*Division of Cardiology, Osaka Rosai Hospital: Nagasone-cho 1179-3, Sakai 591

Received for publication January 27, 1993; accepted June 11, 1993 (Ref. No. 38-49)

## はじめに

Syndrome Xは、労作時狭心症状を訴え、運動負荷心電図で心筋虚血を示す ST 低下を認めるにもかかわらず、正常冠動脈像を呈するものと定義される<sup>1,2)</sup>。狭心症状、心電図変化の成因としては、心房ペースング負荷時冠静脈洞血中乳酸濃度の変化<sup>3)</sup>や運動負荷心筋シンチグラフィ<sup>4)</sup>から、冠細動脈レベルでの病変が関与する心筋虚血が考えられている。しかしながら、心筋生検所見からこれを否定する報告<sup>5)</sup>もみられ、いまだに確定されていない。一方、syndrome Xの心機能については、運動負荷心プールシンチグラフィ<sup>6)</sup>や運動負荷時血行動態計測<sup>7)</sup>などによって検討されているが、いまだに十分解明されているとはいえない。

虚血性心疾患では、虚血時に収縮能の障害に先行して、あるいはより軽度の虚血にさいしても左室拡張動態が障害されることが報告されている<sup>8,9)</sup>。虚血心における左室拡張動態の評価については、労作性狭心症あるいは心筋梗塞で、パルス・ドップラー法を用いた左室流入血流パターンの解析からなされている<sup>10)</sup>。そこで、虚血にさいしてより早期に変化する左室流入血流パターンの変化から、syndrome Xにおける虚血発作時の拡張動態について検討した。

## 対 象

対象は、トレッドミル負荷時狭心痛が出現し、12誘導心電図のいずれかの誘導で0.2 mV以上のST低下を呈し、冠動脈造影で50%以上の狭窄を認めず、アセチルコリン負荷試験陰性であったsyndrome X(X)群14例(男6例、女8例、平均年齢56±10歳)(Table 1)と、冠動脈造影で75%以上の有意狭窄を認めた労作性狭心症20例である。労作性狭心症群は、1枝病変(SVD)群13例(男12例、女1例、平均年齢59±8歳)、および多枝病変(MVD)群7例(男5例、女2例、平均年齢60±6歳)に分類した(Table 2)。非定型的な胸痛を訴え、運動負荷心電図で心電図変化を認めず、冠動脈造影および左室造影上、異常所見を認めなかった正常(N)群12例(男6例、女6例、平均年齢59±7歳)を対照とした。全例、洞調律で、左室造影法、心エコー図法で壁運動異常、左室拡大および左房拡大は認めず、心臓カテーテル検査で左室拡張末期圧は10 mmHg以下であった。カラードップラー法でII度以上の僧帽弁

Table 1 Clinical characteristics of 14 patients with syndrome X

No. of patients	Age	Sex	Sites of ECG change*2	LVEDP (mmHg)	EF (%)
1 M.Y.	43	F	II, III, aVF, V4, V5, V6	4	72
2 T.T.	44	F	II, III, aVF, V4, V5, V6	2	70
3 H.T.	65	M	V4, V5, V6	4	73
4 T.Y.	43	F	II, III, aVF, V3, V4, V5	3	82
5 K.S.	62	F	V5, V6	4	82
6 K.H.	65	M	II, III, aVF, V5	8	74
7 O.S.	65	F	II, III, aVF, V6	6	75
8 M.T.	44	F	II, III, aVF, V5, V6	8	64
9 K.A.	66	F	II, III, aVF, V4, V5, V6	3	83
10 Y.K.	57	M	II, III, aVF, V5, V6	7	71
11 T.S.	64	F	II, III, aVF, V5, V6	8	80
12 F.T.	63	M	II, III, aVF, V4, V5, V6	8	79
13 S.M.	51	M	II, III, aVF, V5, V6	0	79
14 S.M.	46	M	II, III, aVF, V6	9	60
Mean	56			5*1	75
±SD	±10			±3	±7

\*1  $p < 0.05$  vs MVD\*2 The sites of ECG leads with ST depression during treadmill stress  
LVEDP=left ventricular end-diastolic pressure; EF=ejection fraction; MVD=multivessel disease

逆流を認める症例は除外した。

## 方 法

被検者を左側臥位として、ドップラー心エコー図法を用いて心尖部から左室長軸断面を描出した。この断層像上、超音波ビーム方向が僧帽弁弁輪に対して90±20°以内となるようにドップラービームを投入し、僧帽弁弁輪中央部にサンプル部位を設定してパルス・ドップラー法によって左室流入血流を記録した。使用した装置は東芝製160Aで、発振周波数2.5 MHzの探触子を用いた。

ハンドグリップ法による等尺性運動負荷は、最大握力の50%で1分間持続させた。負荷前(コントロール時:C)および負荷時(負荷終了の10秒前から負荷終了時までの間:Ex)に左室流入血流波形を心電図、心音図とともにストリップチャート上に紙送り速度50 cm/secで記録した。

流入血流波形から以下の指標を計測した(連続5心拍で計測し、これらの平均値を求めた)。

- E : 拡張早期流入血流最大速度
- A : 心房収縮期流入血流最大速度
- A/E : AとEの比

**Table 2** Clinical characteristics of 20 patients with effort angina

	No. of patients	Age	Sex	Sites of ECG change	Sites of coronary artery stenosis (%) <sup>*2</sup>	LVEDP (mmHg)	EF (%)
SVD	1	I.K. 55	M	II, III, aVF	RCA #2 (75)	6	71
	2	S.M. 69	M		RCA #3 (99)	8	68
	3	T.M. 65	M	II, III, aVF	RCA #4 (75)	0	73
	4	I.T. 53	M	II, III, aVF, V <sub>4</sub> , V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	DX #9 (75)	8	68
	5	M.T. 49	M		DX #10 (75)	4	75
	6	U.T. 66	M	II, III, aVF, V <sub>5</sub>	LAD #6 (75)	6	80
	7	U.H. 61	M	II, III, aVF, V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	LAD #6 (75)	6	74
	8	O.T. 48	M		LAD #6 (99)	8	65
	9	S.K. 70	F		LAD #7 (75)	4	78
	10	A.F. 67	M	II, III, aVF, V <sub>4</sub> , V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	LAD #7 (99)	8	78
	11	K.H. 54	M	II, III, aVF, V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	LGX #11 (75)	8	77
	12	Y.Y. 48	M	II, III, aVF, V <sub>4</sub> , V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	LGX #11 (75)	6	73
	13	N.H. 56	M	II, III, aVF, V <sub>4</sub> , V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	LGX #11 (99)	6	86
	Mean	59			6 <sup>*1</sup>	74	
	±SD	±8			±2	±6	
MVD	1	Y.T. 59	M		LAD #7 (90) DX #10 (100) RCA #4 (75) RCA #4 (75)	9	73
	2	I.X. 59	M	II, III, aVF, V <sub>4</sub> , V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	LAD #6 (75) LAD #7 (75) DX #9 (90) LCX #13 (99)	6	62
	3	S.E. 65	M	II, III, aVF, V <sub>4</sub> , V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	LAD #6 (90) LAD #7 (75) LCX #13 (99)	10	61
	4	M.T. 55	F	II, III, aVF, V <sub>4</sub> , V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	LAD #8 (75) DX #9 (90) DX #10 (75) LCX #12 (75)	8	83
	5	O.S. 61	M	II, aVF, V <sub>5</sub>	LAD #6 (75) DX #9 (90) LCX #14 (99) RCA #1 (75)	8	80
	6	N.T. 67	M	II, III, aVF, V <sub>4</sub> , V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	LAD #8 (99) LCX #11 (75) LCX #12 (99) RCA #1 (99)	8	78
	7	K.M. 51	F	II, III, aVF, V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub>	LAD #7 (90) LCX #11 (99) LCX #13 (90) RCA #3 (75)	10	84
	Mean	60			8	74	
	±SD	±6			±1	±10	

\*1  $p < 0.05$  vs MVD

\*2 Numbers in this column indicate the AHA segments of coronary artery.

SVD=single vessel disease; MVD=multiple vessel disease; RCA=right coronary artery; LAD=left anterior descending artery; DX=diagonal artery; LCX=left circumflex artery. Other abbreviations as in Table 1.

%A/E: A/E の負荷時変化率

$$\%A/E = \frac{\{(A/E)Ex - (A/E)C\}}{(A/E)C} \times 100$$

(A/E)Ex: 負荷時 A/E

(A/E)C: 負荷前 A/E

測定値はすべて平均±標準偏差で表示した。有意差検定は、同一群間での負荷前後の比較には paired Student's *t*-test を、群間比較には unpaired Student's *t*-test を用いて行い、 $p < 0.05$  を有意とした。

## 結 果

### 1. 血圧、心拍数の変化

収縮期血圧は、

N 群 : 118±10 → 153±13 mmHg

X 群 : 141±27 → 168±32 mmHg

SVD 群 : 131±23 → 163±29 mmHg

MVD 群 : 142±13 → 174±23 mmHg

と負荷時上昇した。負荷前では N 群と X 群間 ( $p < 0.05$ ), N 群と MVD 群間 ( $p < 0.001$ ) に、負荷時には N

**Table 3** Changes in left ventricular inflow patterns and hemodynamics at the maximum handgrip stress

	Normal (n=12)		Syndrome X (n=14)		SVD (n=13)		MVD (n=7)	
	Rest	Exercise	Rest	Exercise	Rest	Exercise	Rest	Exercise
Age (yrs)	59±7		56±10		59±8		60±6	
HR (bpm)	60±10	69±12	61±9	75±7	62±13	74±13	63±17	73±12
SBP(mmHg)	118±10	153±13	141±27	168±32	131±23	163±29	142±13	174±23
E (cm/sec)	44±5	43±6	49±10	37±10* <sup>3</sup>	43±10	42±6	38±8	31±7* <sup>1</sup>
A (cm/sec)	49±9	51±7	51±10	57±14* <sup>2</sup>	49±10	56±14* <sup>2</sup>	50±6	58±3* <sup>2</sup>
A/E	1.14±0.21	1.19±0.23	1.09±0.34	1.64±0.52* <sup>3</sup>	1.18±0.35	1.36±0.35* <sup>1</sup>	1.36±0.18	1.96±0.44* <sup>2</sup>
%A/E (%)		5±8		52±25 <sup>†2</sup>		18±21		45±27 <sup>†1</sup>

Results of the changes in inflow pattern, heart rate, and systolic blood pressure. All values are expressed as mean±SD.

\*<sup>1</sup>, \*<sup>2</sup>, \*<sup>3</sup>  $p < 0.05$ ,  $< 0.01$ , and  $< 0.001$  vs rest, respectively.

†<sup>1</sup>, †<sup>2</sup> :  $p < 0.05$ ,  $< 0.01$ , and  $< 0.001$  vs SVD, respectively.

HR=heart rate; SBP=systolic blood pressure; E=peak velocity of early diastolic flow; A=peak velocity of atrial contraction flow; A/E= ratio of peak velocity of atrial contraction flow to that of early diastolic flow; %A/E=%change of A/E at the time of maximum stress compared with that at control; rest=at control; exercise=at maximum stress. Other abbreviations as in Tables 1, 2.

群と MVD 群間 ( $p < 0.05$ ) に有意差を認めた。しかし負荷による血圧上昇幅は N 群  $35 \pm 7$  mmHg, X 群  $27 \pm 14$  mmHg, SVD 群  $31 \pm 10$  mmHg, MVD 群  $32 \pm 12$  mmHg と各群間に有意差を認めなかった (Table 3)。

心拍数は、

N 群 :  $60 \pm 10 \rightarrow 69 \pm 12$  bpm

X 群 :  $61 \pm 9 \rightarrow 75 \pm 7$  bpm

SVD 群 :  $62 \pm 13 \rightarrow 74 \pm 13$  bpm

MVD 群 :  $63 \pm 17 \rightarrow 73 \pm 12$  bpm

と負荷時増加した。負荷前、負荷時の心拍数およびその増加の程度には、各群間に有意差を認めなかった (Table 3)。

## 2. 左室流入血流パターンの変化

N 群では、

E :  $44 \pm 5 \rightarrow 43 \pm 6$  cm/sec

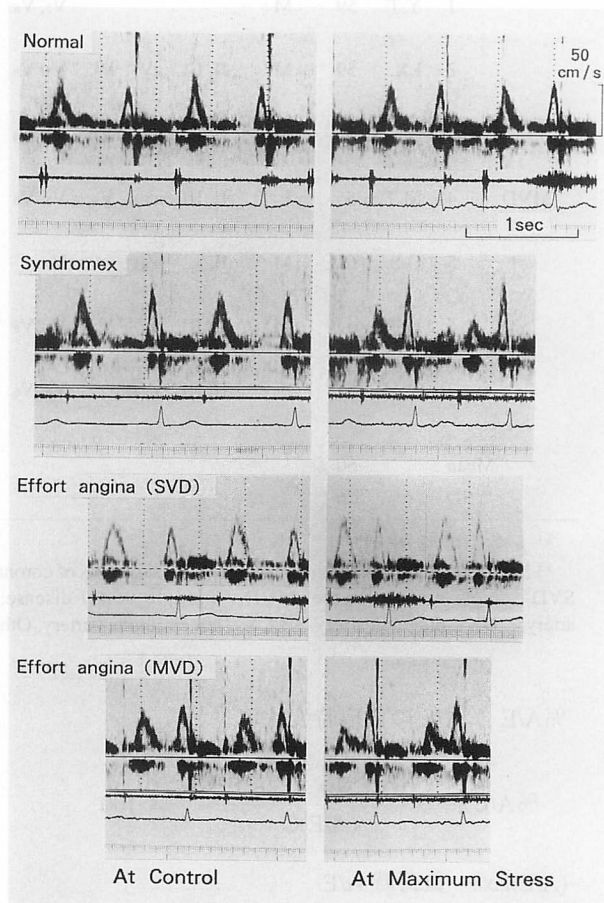
A :  $49 \pm 9 \rightarrow 51 \pm 7$  cm/sec

A/E :  $1.14 \pm 0.21 \rightarrow 1.19 \pm 0.23$

と、左室流入血流パターンに有意な変化を認めなかった (Figs. 1-4, Table 3)。

X 群では、負荷時には E が低下 ( $49 \pm 10 \rightarrow 37 \pm 10$  cm/sec,  $p < 0.001$ ), A は増大し ( $51 \pm 10 \rightarrow 57 \pm 10$  cm/sec,  $p < 0.01$ ), A/E は著明に増大した ( $1.09 \pm 0.34 \rightarrow 1.64 \pm 0.52$ ,  $p < 0.001$ ) (Figs. 1-4, Table 3)。

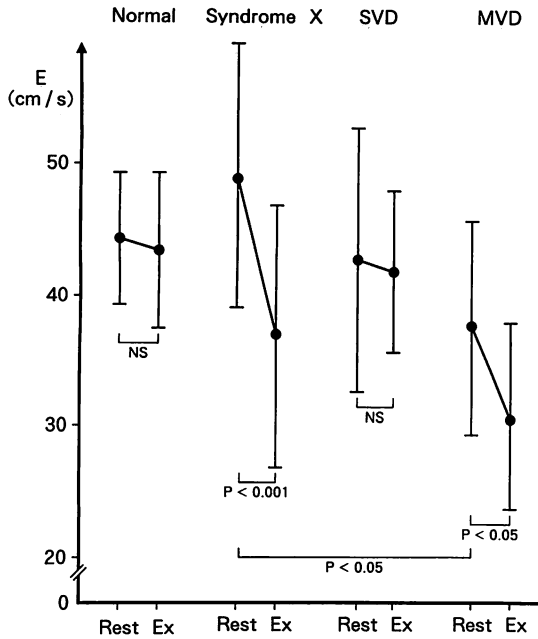
SVD 群では、負荷時、E は軽度低下したが、有意な変化を認めず ( $43 \pm 10 \rightarrow 42 \pm 6$  cm/sec), A の増大に伴って ( $49 \pm 10 \rightarrow 56 \pm 14$  cm/sec,  $p < 0.01$ ), A/E は増大した



**Fig. 1** Representative recordings of left ventricular inflow patterns at control (left) and at maximum stress (right) in a normal subject and in patients with syndrome X, SVD, and MVD

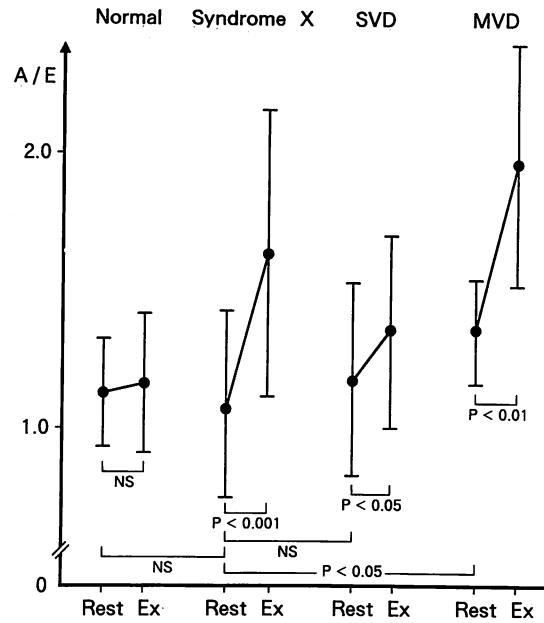
In syndrome X and MVD, the peak velocity of early diastolic flow (E) decreased and the peak velocity of atrial contraction flow (A) increased significantly.

SVD=single vessel disease; MVD=multiple vessel disease



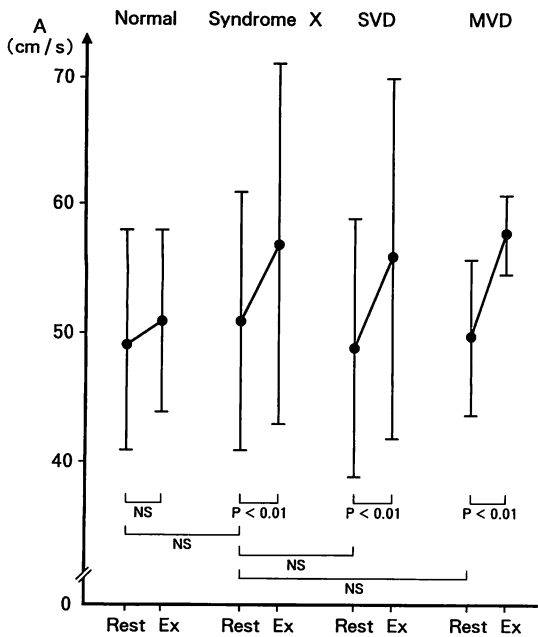
**Fig. 2** Changes in peak velocity of E wave during exercise in each group

E did not change in normal and SVD groups, but decreased significantly in syndrome X and MVD groups. Rest=at control; Ex=at maximum stress



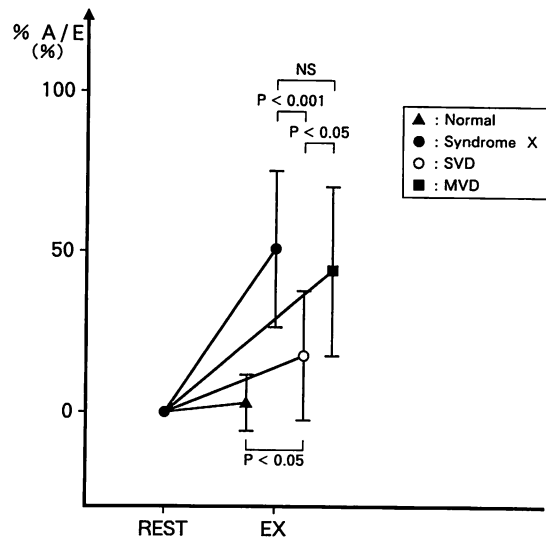
**Fig. 4** Changes in A/E during exercise in each group

The A/E in syndrome X and MVD groups increased significantly at the maximum stress.



**Fig. 3** Changes in peak velocity of A wave during exercise in each group

A did not change in the normal group, but increased significantly in syndrome X, SVD and MVD groups.



**Fig. 5** % A/E in each group

The increase of A/E in syndrome X was greater than that in SVD, and the same as that in MVD. % A/E = % change of A/E at the time of maximum stress compared with that at control state, calculated by

$$\frac{\{(A/E)_{Ex} - (A/E)_C\}}{(A/E)_C} \times 100$$

(A/E) Ex = A/E at the time of maximum stress; (A/E) C = A/E at control state

( $1.18 \pm 0.35 \rightarrow 1.36 \pm 0.35$ ,  $p < 0.05$ ) (Figs. 1–4, Table 3).

MVD群では、負荷時にはEは低下 ( $38 \pm 8 \rightarrow 31 \pm 7$  cm/sec,  $p < 0.05$ ), Aは増大し ( $50 \pm 6 \rightarrow 58 \pm 3$  cm/sec,  $p < 0.01$ ), A/Eは著明に増大した ( $1.36 \pm 0.18 \rightarrow 1.96 \pm 0.44$ ,  $p < 0.01$ ) (Figs. 1–4, Table 3).

### 3. 左室流入血流パターンの各群間の比較

負荷前, MVD群でのEはX群に比して低値 ( $p < 0.05$ ), A/Eは高値 ( $p < 0.05$ )を示した.

負荷時A/Eの変化率(%A/E)は, N群:  $5 \pm 8\%$  ( $-10-15\%$ , 7例で増加, 3例で低下, 2例で不変), X群:  $52 \pm 25\%$  ( $20-114\%$ , 14例全例で増加), SVD群:  $18 \pm 21\%$  ( $-8-57\%$ , 10例で増加, 3例で低下), MVD群:  $45 \pm 27\%$  ( $15-90\%$ , 7例全例で増加)であった. X群での%A/Eは, MVD群と同程度で, SVD群, N群に比して高値(いずれも  $p < 0.001$ )であった (Fig. 5, Table 3).

## 考 案

パルス・ドップラー法による左室流入血流パターンの解析から, 虚血性心疾患では左室弛緩の障害によって拡張早期流入血流最大速度(E)が低下し, 心房収縮期流入血流最大速度(A)が代償的に増大して, A/Eが増大することが報告されてきた<sup>11)</sup>. 本研究でも, 労作性狭心症例において等尺性運動負荷時に同様の変化が認められ, さらにsyndrome Xでの左室流入障害は多枝病変群と同程度であった.

多枝病変群においては, 負荷前にEが他群に比して低く, A/Eは高値であった. つまり多枝病変群は負荷前, 左室駆出率  $74 \pm 10\%$ , 左室拡張末期圧  $8 \pm 1$  mmHgと, 収縮能は保たれているものの, 左室拡張動態はやや障害された状態にあるといえる. 等尺性運動負荷時には, 多枝病変群の全例でA/Eはさらに増高し, その変化率も1枝病変群より大であった. すなわち, 本研究での多枝病変群には, 安静時すでに拡張動態が障害されている例が含まれてはいるものの, 負荷時にいわゆるpseudonormalizationを呈する例は認めなかった. したがって, A/Eの変化率を指標として各群間における左室流入血流パターンの変化を比較した.

左室流入血流パターンは年齢, 血圧および心拍数にも影響されて変化するため<sup>12)</sup>, 運動負荷による左室拡張動態の評価には, これらの影響をも考慮しなければならない. 今回の検討では, 年齢は各群間に有意差を

認めなかった. また, syndrome X群と多枝病変群における負荷前の収縮期血圧は, 正常群に比して有意に高値であったが, これらの差は20 mmHg程度と小さかった. 収縮期血圧上昇幅が各群間で同程度であり, 本研究が左室流入血流パターンの負荷前から負荷時への変化の程度を解析したものであることから考えても, 負荷前の血圧が若干各群間で異なることの本研究の結論に及ぼす影響は少ないと思われる. 一方, 心拍数は負荷前および最大負荷時とも各群間に有意差を認めず, 解析にさいして問題とはならなかった.

虚血性心疾患における等尺性運動負荷時の左室流入動態の変化について, 吉岡ら<sup>13)</sup>は, 労作性狭心症を対象としてハンドグリップ負荷を行い, ドップラー心エコー図法で左室流入血流速度波形でのA/Eが増大することを観察し, 心筋虚血の関与が推定されることを報告した. 本研究では労作性狭心症群を1枝病変群と多枝病変群とに分類し, 等尺性運動負荷時の左室流入血流パターンの変化に差を認めた. すなわち, 1枝病変群ではA/Eは不変もしくは増加し, %A/Eが多枝病変群より小であった. これは心室負荷状態, 心拍数などに差がないことから, 左室流入血流パターンの変化が心筋虚血に伴う左室弛緩の障害によるものであり, しかも多枝病変例では, より広範囲にわたる領域の障害が誘発されたためと考えられる. 1枝病変群では, 虚血による左室壁局所の弛緩障害が, 非虚血領域局所での弛緩の亢進によって代償され, 拡張早期左室流入が維持されたものと思われる.

Syndrome Xで, 等尺性運動負荷時の左室流入パターンが多枝病変群と同様に変化し, その程度が1枝病変群よりも有意に大であった. これはsyndrome Xでの左室流入動態の障害が多枝病変と同様に高度であることを示している. その病因として安静時心形態および冠動脈が正常であることから, 冠細動脈レベルの冠血流予備能低下に基づく心筋虚血を考慮せざるをえず, しかも多枝病変群と同様に, 1枝病変群に比して広範囲の領域に及ぶと解される. このことは, 今回用いたsyndrome X群の症例ではトレッドミル運動負荷時, ST低下が出現する心電図の誘導部位が広範囲であった (Tables 1, 2) ことも軌を一にする所見と考えられる.

Syndrome Xの左室拡張動態の解析は, これまでCannonら<sup>14)</sup>, 飯田ら<sup>15)</sup>によって行われている. これらでは

心プールスキャンによる左室容積曲線から急速流入期最大充填速度 (peak filling rate: PFR) を算出し、自転車エルゴメーターを用いた運動負荷時の syndrome X における PFR の変化を、正常群および労作性狭心症 1 枝病変群と比較検討している。その結果、運動負荷時には PFR は各群とも増加したものの、syndrome X 群での増加の程度は正常群より有意に低値であったが、労作性狭心症 1 枝病変群よりは高値を示した。このことから syndrome X の虚血発作時左室拡張機能は正常群より低下するが、1 枝病変群ほど低下していないと報告し、本研究での結果とは異なっている。しかしながら、彼らの研究での 1 枝病変群は、負荷前においても左室駆出率、PFR が他群に比して低値であり、1 枝病変ではあるが冠動脈病変が高度あるいは比較的冠動脈近位部に病変が存在する例が多く、運動負荷時に、より高度のあるいは広範囲にわたる虚血が生じ、このためにより高度の弛緩障害をきたしたものと考えられる。これに対してわれわれの対象は、1 枝病変群、syndrome X 群とも安静時左室駆出率は 75% 程度と正常で、負荷前の A/E も両群間に有意差を認めなかった。したがって、本研究と飯田らの検討とでは、1 枝病変群の重症度に差があったものと考えられる。

Syndrome X における冠動脈微小循環障害の原因としては、微小冠動脈の過剰収縮あるいは拡張不全が考えられるが、この微小冠動脈の異常が心筋全体にび慢性

に存在するのか、局所的に存在するのかは明らかにされていない<sup>15)</sup>。今回の等尺性運動負荷を用いた検討で、収縮能に明らかな異常をきたさないような軽度の虚血でも、syndrome X においては比較的高度の左室拡張動態の障害を引き起こしたことから、syndrome X における冠動脈微小循環障害は左室心筋に広範囲に存在し、これによって広範囲にわたる心筋虚血をきたしたものと考えられた。

## 結 論

1. Syndrome X において、パルス・ドプラー法を用いて等尺性運動負荷時の左室拡張動態を評価し、正常群、労作性狭心症 1 枝病変群および多枝病変群と比較検討した。
2. 今回の等尺性運動負荷では各群間での血圧、心拍数の変化に差がなく、syndrome X 群および労作性狭心症群での左室流入血流パターンの変化は、心筋虚血による左室弛緩の障害が原因と考えられた。
3. Syndrome X において安静時左室拡張動態は正常であったが、等尺性運動負荷時には 1 枝病変群に比して高度な左室拡張動態の障害を認め、多枝病変群におけるそれと同程度であった。

以上より syndrome X では冠動脈微小循環障害に基づく心筋虚血は、1 枝病変群の部分的冠動脈狭窄に基づく虚血範囲よりも広範囲であることが示唆された。

## 要 約

Syndrome X における等尺性運動負荷時の左室拡張動態について、パルス・ドプラー法を用いて検討した。Syndrome X 例 14 例 (X 群)、労作性狭心症例 20 例、健常例 12 例 (N 群) を対象とした。労作性狭心症群は 1 枝病変例 13 例 (SVD 群) と多枝病変例 7 例 (MVD 群) とに分類した。等尺性運動負荷はハンドグリップ法を用い最大握力の 50% で 1 分間持続させ、ドプラー心エコー図法で左室流入血流パターンを血圧、心拍数とともに記録し、拡張早期流入血流最大速度 (E)、心房収縮期流入血流最大速度 (A)、その比 A/E を計測した。また A/E の変化率 (%A/E) を算出した。

1. E は N 群と SVD 群では負荷時に負荷前に比して変化しなかったが、X 群 (49 → 37 cm/sec,  $p < 0.001$ )、MVD 群 (38 → 31 cm/sec,  $p < 0.05$ ) では低下した。
2. A は N 群では負荷時に変化しなかったが、X 群 (51 → 57 cm/sec,  $p < 0.01$ )、SVD 群 (49 → 56 cm/sec,  $p < 0.01$ )、MVD 群 (50 → 58 cm/sec,  $p < 0.01$ ) ではいずれも有意に増大した。
3. A/E は負荷時に N 群では変化しなかったが、X 群 (1.09 → 1.64,  $p < 0.001$ )、SVD 群 (1.18 → 1.36,  $p < 0.05$ )、MVD 群 (1.36 → 1.96,  $p < 0.01$ ) では有意に増大した。

4. %A/E は X 群  $52 \pm 25\%$ , SVD 群  $18 \pm 21\%$ , MVD 群  $45 \pm 27\%$  であり, X 群および MVD 群は SVD 群に比して有意に大であった。

今回の等尺性運動負荷では, 血圧および心拍数の変化は比較的小さく, したがって左室流入血流パターンの変化には, 心筋虚血による左室弛緩の障害が大きく関与していると思われる。Syndrome X では, 等尺性運動負荷時に 1 枝病変例よりも高度な左室拡張動態の障害を認め, 多枝病変例におけるそれと同等であった。以上より, syndrome X では冠動脈微小循環障害に基づく心筋虚血は, 1 枝病変群の部分的冠動脈狭窄に基づく虚血範囲よりも広範囲であることが示唆された。

*J Cardiol* 1994; 24: 263-270

## 文 献

- 1) Likoff W, Segal BL, Kasparin H: Paradox of normal selective coronary arteriograms in patients considered to have unmistakable coronary heart disease. *N Engl J Med* 1967; **276**: 1063-1066
- 2) Kemp HG: Left ventricular function in patients with anginal syndrome and normal coronary arteriograms. *Am J Cardiol* 1973; **32**: 375-376
- 3) Opherk D, Zebe H, Weihe E, Mall G, Durr C, Gravert B, Mehmel HC, Schwarz F, Kubler W: Reduced coronary dilatory capacity and ultrastructural changes of the myocardium in patients with angina pectoris but normal coronary arteriograms. *Circulation* 1981; **63**: 817-825
- 4) Korhola O, Valle M, Frick MH, Wiljasalo M, Riihimaki E: Regional myocardial perfusion abnormalities on Xenon-133 imaging in patients with angina pectoris and normal coronary arteries. *Am J Cardiol* 1977; **39**: 355-359
- 5) Richardson PJ, Livesley B, Oram S, Olsen EGJ, Armstrong P: Angina pectoris with normal coronary arteries transvenous myocardial biopsy in diagnosis. *Lancet* 1974; **II**: 677-680
- 6) 飯田 要, 鯉坂隆一, 杉下靖郎, 伊藤 巖, 武田 徹, 秋貞 雅祥, 松田光生: Syndrome X における運動負荷時の左心機能の検討. *心臓* 1987; **19**: 805-812
- 7) Levy RD, Shapiro LM, Wright C: Syndrome X: The hemodynamic significance of ST segment depression. *Br Heart J* 1986; **56**: 353-357
- 8) Aroesty JM, McKay RG, Heller GV, Royal HD, Als AV, Grossman W: Simultaneous assessment of left ventricular systolic and diastolic dysfunction during pacing-induced ischemia. *Circulation* 1985; **71**: 889-900
- 9) Labovitz AJ, Lewen MK, Kern M, Vandormael M, Deligonal U, Kennedy HL, Habermehl K, Mrosek D: Evaluation of left ventricular systolic and diastolic dysfunction during transient myocardial ischemia produced by angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1987; **10**: 748-755
- 10) Kitabatake A, Inoue M, Asao M, Tanouchi J, Masuyama T, Abe H: Transmitral blood flow reflecting diastolic behavior of the left ventricular in health and disease. *Jpn Circ J* 1982; **46**: 92-102
- 11) Matsuo H, Kitabatake A, Asao M, Terao Y, Mishima M, Senda S, Shimazu T, Tanouchi J, Abe H: Noninvasive evaluation of diastolic properties of the left ventricle by pulsed Doppler flowmetry combined with real-time two-dimensional echocardiography. *J Cardiogr* 1980; **10**: 697-708
- 12) 永井恒雄, 林 千治, 矢沢良光, 荒井 裕, 柴田 昭: 心室流入部ドップラー血流パターンに及ぼす心拍数変化の影響. *日超医講演論文集* 1983; **43**: 447-448
- 13) Yoshioka K, Dote K, Uba T, Sunaga Y, Tsuda N, Sugiura T, Karakawa M, Kurimoto T, Inada M: Effect of isometric handgrip exercise on left ventricular diastolic filling in patients with effort angina: A pulsed Doppler echocardiographic study. *J Cardiol* 1989; **19**: 433-443
- 14) Canon RO III, Bonow RO, Bacharach SL, Green MV, Rosing DR, Leon MB, Watson RM, Epstein SE: Left ventricular dysfunction in patients with angina pectoris, normal epicardial coronary arteries, and abnormal vasodilator reserve. *Circulation* 1985; **71**: 218-226
- 15) Maseri A, Crea F, Kaski JC, Crake T: Mechanisms of angina pectoris in syndrome X. *J Am Coll Cardiol* 1991; **17**: 499-506