

運動負荷心エコー図： 労作性狭心症の ergometer 負荷における心室中隔壁厚と壁動態

Exercise echocardiography: Interventricular septal thickness and motion in patients with effort angina during ergometer exercise

高橋陽二郎
松崎 益徳
内藤 秀敏
松田 泰雄
内田 孝子
弘山 直滋
塔間 陽一
佐々木 徹
久萬田俊明
楠川 禮造
海老原博徳*
高芝 潔*
谷本 欣徳*
池江 喜信*

Yojiro TAKAHASHI
Masunori MATSUZAKI
Hidetoshi NAITO
Yasuo MATSUDA
Takako UCHIDA
Naoshige HIROYAMA
Yoichi TOMA
Toru SASAKI
Toshiaki KUMADA
Reizo KUSUKAWA
Hironori EBIHARA*
Kiyoshi TAKASHIBA*
Yoshinori TANIMOTO*
Yoshinobu IKEE*

Summary

To detect abnormal interventricular septal (IVS) motion during exercise-induced ischemia, ergometer exercise echocardiography was performed using a specially devised transducer in 12 patients (pts) with effort angina (left anterior descending artery disease) and 10 normal subjects (N) at rest, and during exercise and recovery.

During exercise, percent systolic IVS thickening (% Δ T) and IVS excursion (Ex) increased from $52 \pm 13\%$ at rest to $73 \pm 19\%$ and from 7.0 ± 1.3 mm at rest to 10.6 ± 1.9 mm, respectively, in N, and

山口大学医学部 第二内科
宇部市西区小串 1144 (〒755)
*済生会下関総合病院
下関市貴船町 3 (〒751)

The Second Department of Internal Medicine, Yamaguchi University School of Medicine, Kogushi 1144, Nishi-ku, Ube 755
*Department of Cardiology, Saiseikai Shimonoseki Hospital, Kifune-cho 3, Shimonoseki 751

Presented at the 20th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Nagoya, March 29-30, 1980
Received for publication July 17, 1980

also from $52 \pm 23\%$ to $67 \pm 36\%$ and from 7.3 ± 1.9 mm to 9.7 ± 2.1 mm in all of 3 pts with distal left anterior descending artery disease. On the other hand, in 9 pts with proximal left anterior descending artery disease, % Δ T and Ex during exercise decreased from $41 \pm 17\%$ at rest to $26 \pm 25\%$ and from 7.7 ± 1.2 mm to 5.1 ± 4.6 mm.

The late systolic wall thickening of IVS was observed during peak exercise in 2 of the 9 pts, one of whom exhibited systolic IVS thinning and a decrease in diastolic thickness (from 6 mm to 4.5 mm). In 5 pts with IVS asynergy during exercise diastolic IVS thickness increased maximally from 10.2 ± 3.3 mm at rest to 11.4 ± 3.5 mm during recovery (reactive hyperemia).

Exercise echocardiography is useful to predict the location of left anterior descending artery disease and to evaluate IVS performance during exercise-induced ischemia.

Key words

Exercise echocardiography

Late systolic wall thickening

Reactive hyperemia

はじめに

Tennant, Wiggers ら¹⁾の虚血心筋の収縮異常に関する実験的研究以来, 虚血時における局所心筋の壁厚の変化と壁動態が注目されている. Ross ら²⁾は ultrasonic micro-crystal を用い, 虚血部位の局所心筋の dimension と壁厚を分析し, Kerber ら³⁾は echocardiography で冠動脈結紮時の局所心筋の壁動態および壁厚と冠血流との関係について検討を加えた. 臨床的にも, 心筋梗塞の既往のない労作性狭心症例では, 冠動脈に有意な狭窄が存在するにもかかわらず, 安静時に正常な左室壁動態が, 運動負荷による心筋虚血時には異常な左室壁動態を呈することが知られてきた⁴⁾. 本研究では, 冠血流の予備能と虚血時の壁動態の変化を知る1つの方法として, 心筋梗塞の既往のない狭心症例に仰臥位 ergometer 負荷を行い, 心エコー図により経時的に, 負荷前, 負荷中, 負荷後の心室中隔壁厚の変化と壁動態を記録し, その分析を行った.

対象ならびに方法

心筋梗塞の既往のない典型的労作性狭心症, および胸痛を訴える症例27例に ergometer 負荷を行い, 17例(63%)に全経過を通じ良好な心室中隔エコーを得た.

上記17例中, 冠動脈造影で左冠動脈前下行枝

に75%以上の狭窄を有する12例を対象とした. 年齢は30~65歳(平均±標準偏差: 51 ± 10 歳)で, 男8名, 女4名であった. 12例中9例は左前下行枝の中隔分枝部より近位部に狭窄のある近位部病変で, 3例は遠位部病変であった (Tables 1, 2).

狭窄血管数は1枝病変6例, 2枝病変3例, 3枝病変3例であり, 本研究では他の冠動脈病変による影響は検討しなかった.

冠動脈造影は Sones 法を用い, 多方向からの造影を行い, 3人の専門家が別々に読影を行って狭窄を判定した. また薬剤の服用は検査1週間前より中止した.

対照として, 自覚的にも他覚的にも異常を認めない健常成人10例を選んだ. 年齢は 28 ± 9 歳, 23~52歳で, 男9名, 女1名であり, 全員に全経過を通じ良好な心室中隔エコーが得られた (Table 3).

Ergometer 負荷は仰臥位または左半側臥位にて行い, master two step test などを参考に, 25, 50 ないし 75 W より開始し, 3~4分ごとに25 W ずつ増量する漸増法を用いた. 原則として負荷は典型的狭心痛が誘発されるか, 下肢疲労感などにより負荷続行が不可能となるまで行い, 心室性期外収縮が出現した時は, ただちに負荷を中止した.

1. Exercise echocardiography

UCG 装置は Aloka 製 SSD 80 または SSD

Table 1. Patients with angina pectoris (stenosis of proximal LAD)

No	Name	Age	Sex	HR rest	HR max.during exercise	IVS rest	Excursion max.during exercise	% Δ Thickness rest	% Δ Thickness max.during exercise	Δ Thickness (recovery) diastole	Thmax-2A rest	Thmax-2A max.during exercise	Chest Pain during exercise	CAG
1	K.K.	43	M	75	150	7	-1	50	-11	1	30	-70	+	LAD
2	K.M.	57	M	50	115	8	-2	20	13	1	80	-100	+	LAD
3	T.A.	57	M	69	120	9	2	63	13	1	30	10	+	LAD
4	C.S.	46	F	68	143	8	4	33	6	1	50	0	+	LAD
5	M.S.	65	M	86	146	5	4	31	15	2	50	30	+	LAD Cx
6	T.F.	54	M	69	98	7	9	36	45	0	40	40	+	LAD Cx RCA
7	S.O.	63	F	66	88	9	10	22	75	0			+	LAD Cx RCA
8	T.F.	40	M	51	122	8	10	31	38	0	60	20	-	LAD
9	S.H.	54	F	68	122	8	10	33	44	1	40	20	-	LAD Cx RCA
Mean \pm SD		53 \pm 8		67 \pm 10	123 \pm 20	7.7 \pm 1.2	5.1 \pm 4.6	41 \pm 17	26 \pm 25	0.8 \pm 0.6	48 \pm 16	6 \pm 47		

Abbreviations: HR = heart rate; IVS = interventricular septum; CAG = coronary angiography; LAD = left anterior descending coronary artery; Cx = left circumflex coronary artery; RCA = right coronary artery; max. = maximum; Thmax-2A = interval from maximal thickness to 2A.

Table 2. Patients with angina pectoris (stenosis of distal LAD)

No	Name	Age	Sex	HR rest	HR max.during exercise	IVS rest	Excursion max.during exercise	% Δ Thickness rest	% Δ Thickness max.during exercise	Δ Thickness (recovery) diastole	Thmax-2A rest	Thmax-2A max.during exercise	Chest Pain during exercise	CAG
1	S.A.	60	F	61	107	6	10	43	43	0	50	20	+	LAD Cx
2	M.F.	47	M	77	125	6	7	30	40	0	30	20	+	LAD
3	T.K.	30	M	70	118	10	12	83	117	0	70	30	+	LAD RCA
Mean \pm SD		46 \pm 12		76 \pm 5	117 \pm 7	7.3 \pm 1.9	9.7 \pm 2.1	52 \pm 23	67 \pm 36		50 \pm 16	23 \pm 5		

Abbreviations same as table 1.

110 を用い, transducer は既報⁵⁾の胸壁固定型 probe を使用し, strip chart に紙送り速度 50 mm/sec で, 心電図 (II 誘導または V₅ 誘導), 心音図を同時に記録した. 心エコー図は, まず負荷前を記録し, ついで, 負荷中, 負荷後ともに 30 秒ごとに行い, 負荷後は少なくとも 6 分まで行った.

記録部位は第 3 または第 4 肋間胸骨左縁より従来の心室中隔 - 左室後壁方向で呼吸停止にて行った.

2. Parameter

負荷前, 負荷中, 負荷後ともに Fig. 1 のごとき計測, 計算を行った. 心室中隔振幅 (Ex) は心

電図の R 波の頂点での中隔の位置より, 心音図の IIA までの最大偏位とした. 拡張期中隔壁厚 (Thd) は心電図の R 波の頂点での壁厚とし, 収縮期中隔壁厚 (Ths) は心電図の Q 波より心音図の IIA までの最大壁厚とした. また, 収縮期拡張期を通じて, 中隔壁厚が最大となる点より, 心音図の IIA までの時間 (Th max-IIA) を計測した. 収縮期壁厚より拡張期壁厚を引き, 拡張期壁厚で除した値を % 表示した (% Δ Thickness = Ths - Thd / Thd \times 100). 経時的に変化する負荷後拡張期中隔壁厚より, 安静時拡張期中隔壁厚を引いて, reactive hyperemia の指標としての Δ Thickness を求めた.

Table 3. Normal subjects

No	Name	Age	Sex	HR		IVS Excursion		%ΔThickness		ΔThickness (recovery) diastole	Thmax-2A		
				rest	max.during exercise	rest	max.during exercise	rest	max.during exercise		rest	max.during exercise	
1	K.O.	52	F	72	125	7	12	56	78	0	50	20	
2	R.U.	23	M	50	145	8	13	63	100	0	50	30	
3	S.U.	24	M	79	136	6	10	50	75	0	80	20	
4	T.U.	34	M	60	130	8	11	63	75	0	20	20	
5	M.K.	26	M	63	146	7	10	33	56	0	40	30	
6	S.U.	24	M	73	176	7	11	63	88	0	40	20	
7	K.I.	23	M	67	133	10	13	71	100	0	40	20	
8	U.I.	25	M	62	125	6	7	43	43	0	40	30	
9	T.S.	30	M	59	128	5	8	33	56	0	90	40	
10	T.I.	23	M	51	125	6	11	43	57	0	60	20	
Mean±SD				28±9	64±9	137±15	7.0±1.3	10.6±1.9	52±13	73±19		51±20	25±7

Abbreviations same as table 1.

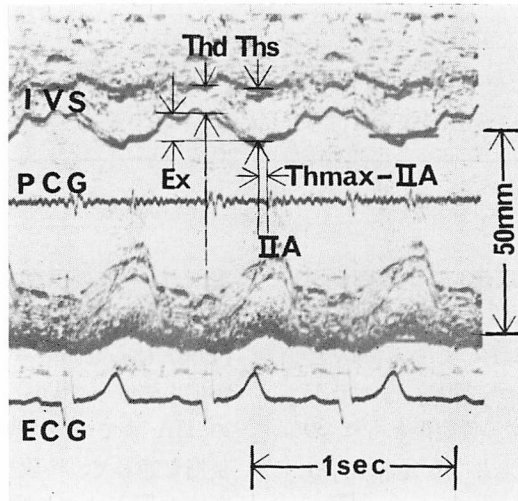


Fig. 1. Normal left ventricular echogram showing measurements of parameters about interventricular septal motion and thickness.

Ex=interventricular septal excursion; Thd=end-diastolic wall thickness of the interventricular septum; Ths=maximal systolic wall thickness of the interventricular septum; Thmax=the point of maximal wall thickness of interventricular septum; IIA=aortic component of the second sound; Thmax-IIA=time interval from Thmax to IIA.

使用した parameter の計測は、連続する3心拍について行い、記録時に呼気停止が得られず、3心拍の良好な数秒間の心エコー図が得られない症例は対象から除外した。

結 果

1. 健常例の動的負荷による中隔壁厚と壁動態の変化 (Table 3)

負荷により、心拍数は 64 ± 9 (平均 \pm 標準偏差) より 137 ± 15 に、中隔振幅は 7.0 ± 1.3 mm より

10.6 ± 1.9 mm に、 Δ Thickness は $52 \pm 13\%$ より $73 \pm 19\%$ に、いずれも増加した。 Δ Thickness は 0 であり、負荷後の拡張期中隔壁厚の増加は認められなかった。全心周期を通じ中隔壁厚が最大となる点より心音図 IIA までの時間 (Thmax-IIA 時間) は 51 ± 20 msec (20~80 msec) より 25 ± 7 msec (20~40 msec) に短縮したが、IIA を越えて最大壁厚となる症例は見られなかった。

Fig. 2 は健常者の負荷前、負荷中、負荷後の心エコー図で、負荷により心拍数、心室中隔振幅、

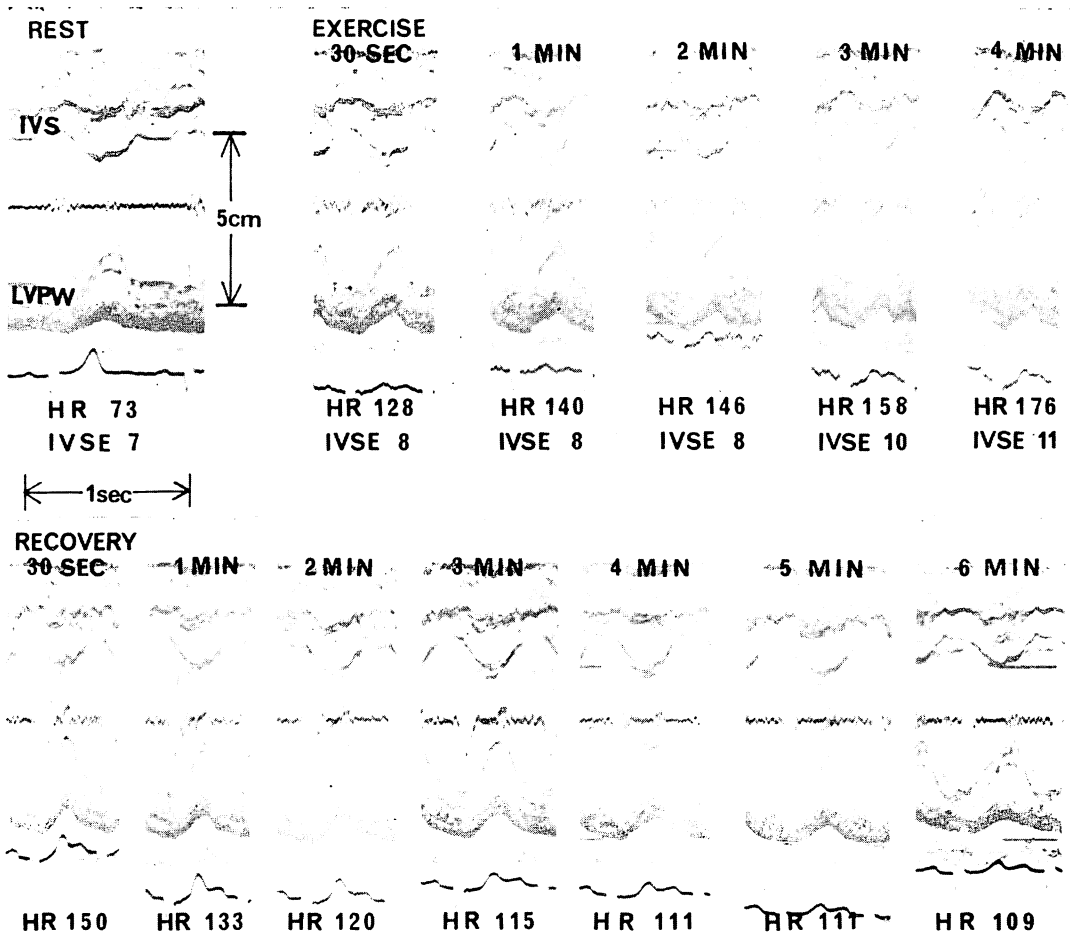


Fig. 2. Echocardiogram in a normal subject before, during and after ergometer exercise (S. U., 24-y-o, male).

HR=heart rate.

% Δ Thickness の増加と, Thmax-IIA 時間の短縮が見られた。

2. 狭心症例の動的負荷による心室中隔壁厚と壁動態の変化

心筋梗塞の既往がなく, 左前下行枝に 75% 以上の狭窄を有する狭心症 12 例中, ergometer 負荷により狭心痛を誘発しえたのは, 近位部病変 7 例 (58%), 遠位部病変 3 例 (25%) であったが, 残り 2 例 (17%) は狭心痛を生じなかった (Tables 1, 2).

1) 中隔振幅

狭心症 12 例とも安静時中隔振幅は正常であった。左前下行枝近位部病変で負荷中狭心痛を生じた 7 例中 5 例は, 負荷初期には中隔振幅は増加したが, その後減少し, うち 2 例に中隔の dyski-

nesis を認めた。しかし遠位部病変 3 例は, 正常と同様に負荷により心拍数, 中隔振幅ともに増加した (Fig. 3).

2) 中隔の % Δ Thickness

狭心症 12 例とも, 安静時には中隔の % Δ Thickness はほぼ正常であったが, 左前下行枝近位部病変で狭心痛を生じた 7 例中 5 例は負荷の増加とともに心拍数は増加し, 中隔振幅, % Δ Thickness ともに減少した。遠位部病変 3 例は負荷による心拍数の増加とともに, 中隔振幅の増加と % Δ Thickness の増加ないし不変を認めた (Figs. 3, 4).

3) Thmax-IIA 時間

狭心症 12 例は負荷による心拍数の増加とともに, Thmax-IIA 時間の短縮をみ, 左前下行枝近

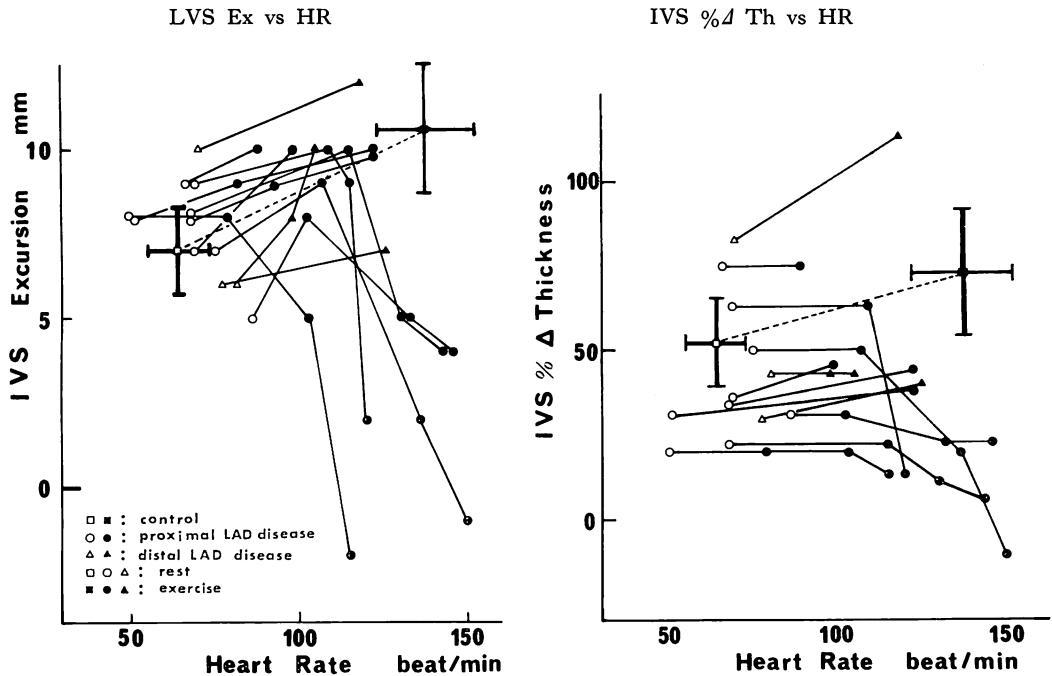


Fig. 3. Changes in excursion (left panel) and in percent systolic wall thickening (right panel) of the interventricular septum versus heart rate during exercise.

The bars represent mean \pm 1 standard deviation in the control group. IVS=interventricular septum; LAD=left anterior descending artery; % Δ Thickness=percent systolic wall thickening. Each symbol is described in the figure.

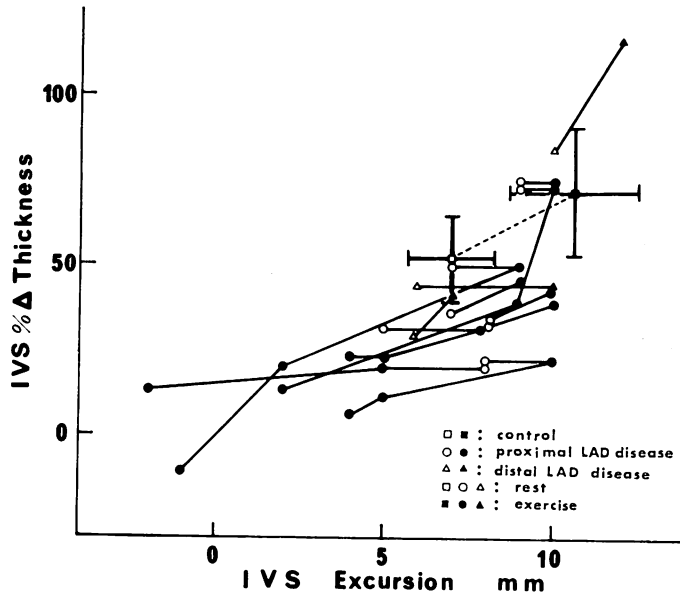
IVS Δ Th vs IVS Ex

Fig. 4. Relation between percent systolic wall thickening and excursion of the interventricular septum.

The bars represent mean \pm 1 standard deviation in the control group. In the control group, the percent systolic wall thickening of the IVS increases with an increase of the excursion of the IVS during exercise. However, in 5 of 9 patients with proximal LAD disease both the percent systolic wall thickening and excursion of the IVS increase in the early stage of exercise, but thereafter dramatically decrease in the late stage of exercise.

位部病変で狭心痛を生じた7例中5例に、Thmax-IIA時間の減少とともに中隔振幅の減少と、 Δ Thicknessの低下を認めた。さらにその5例中2例に負荷の進行とともに、Thmax-IIA時間が負となる、つまり心音図のIIAを越えて中隔壁厚が最大となるlate systolic thickening、および中隔のdyskinesisが現われた。遠位部病変3例は、Thmax-IIA時間の短縮とともに、中隔振幅の増加と Δ Thicknessの増加ないし不変を認めた (Figs. 5, 6)。

4) Δ Thickness

Fig. 7は負荷後経時的に変化する拡張期中隔壁厚を、安静時拡張期中隔壁厚と比較した Δ Thicknessを見たものである。負荷中 asynergyを呈した近位部病変5例では、負荷直後より拡張

期中隔壁厚は増加し、負荷後5~6分で安静時の値に復した。しかし負荷中 asynergyを認めなかった7例では、1例を除き拡張期中隔壁厚の増加を認めなかった (Tables 1, 2)。

Fig. 8は運動負荷により著明な asynergyを呈した1例である。負荷開始2分で心室中隔はhypokinesis (中隔振幅は7 mmより2 mmに低下)を示し、中隔のpercent systolic wall thickeningの減少 (Δ Thicknessは50%より20%に減少)を呈した。またThmax-IIA時間は-70 msecとなり、IIAを越えて中隔壁厚が最大となるlate systolic thickeningが認められ、その後、狭心痛をきたした。負荷3分で心室中隔はdyskinesis (中隔振幅は-1 mmに低下)を示し、systolic wall thinning (Δ Thicknessは-11%

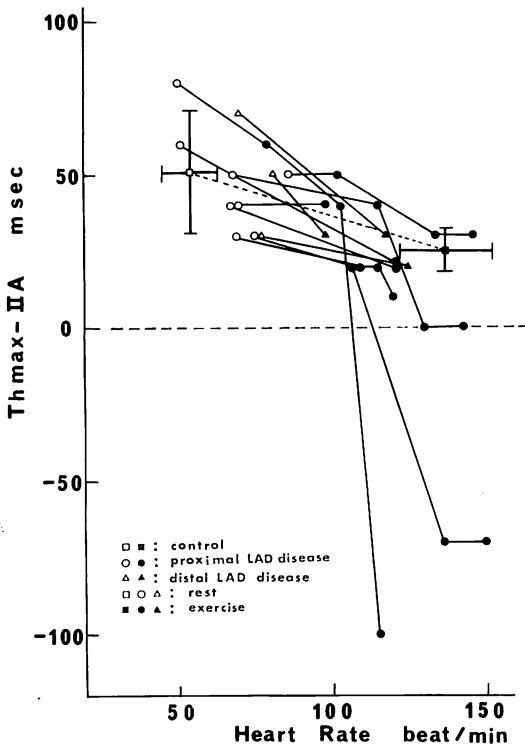


Fig. 5. Changes in Thmax-IIA versus those in heart rate during exercise.

The bars represent mean \pm 1 standard deviation in the control group. In the normal subjects the values of Thmax-IIA decrease as the heart rate increases, and the point of the maximal systolic wall thickness of the IVS occurs before IIA. In 2 of 8 patients with proximal LAD disease, on the other hand, the point of the maximal wall thickness of the IVS appears beyond IIA during peak exercise (cf. Fig. 8), resulting in the negative value of Thmax-IIA intervals in these patients.

に減少)を呈した。また end-diastolic thickness の減少 (Thd は 6 mm より 4.5 mm に減少)を認め、Thmax-IIA 時間は -70 msec で負荷 2 分と同様、late systolic thickening が見られた。負荷後 2 分で心室中隔の asynergy は消失し、拡張期中隔壁厚は安静時に比し 1 mm 増加し、負荷後 4 分まで続き、以後安静時の値に復した。

考 案

虚血性心臓病、とくに心筋梗塞の既往のない典型的労作性狭心症例においては、安静時の心筋の壁厚および壁動態は正常範囲内であることが多い。しかし安静時に正常な動態を呈する、心筋も酸素消費を増すような状態下では、十分な冠血流量が得られないために虚血の程度は増し、局所の異常運動が出現する^{4,6-10}。したがって、critical level で酸素の需要と供給が保たれているような、局所心筋の coronary blood flow reserve を検討するためには、何らかの負荷によって虚血を誘発させることが必要となる。本研究では、梗塞の既往がなく、左前下行枝に 75% 以上の狭窄を有する労作性狭心症例における心室中隔振幅、および %A Thickness は安静時には全例でほぼ正常であった。

臨床的に心筋の壁厚と壁動態の観察には、左心カテーテルによる左室造影、RI 造影、心エコー図などが用いられている。我々は被検者への負担が軽く、正確かつ経時的に繰り返し検査できる心エコー図を用いた。心エコー図による負荷エコーの記録、とくに心室中隔と左室後壁とを同時に明瞭に記録することはかなり困難であるが、心室中隔または左室後壁のどちらかに良好なエコーを得ることは比較的容易であり、本研究では中隔、左室後壁ともに検出できない症例では中隔のみを記録した。また、transducer は池江ら⁵⁾の考察した胸壁固定可能な probe を用いたが、用手による固定よりもたやすく負荷エコーの記録を行えた。

狭心痛を誘発させる負荷には、薬物、心房 pacing などのほか、hand grip による等尺性負荷や、treadmill, bicycle などの動的負荷があるが、十分な負荷量が得られ、被検者への侵襲が少なく、しかも、心エコー図の記録しやすい仰臥位 ergometer 負荷が最適と考えられる¹¹⁾。本研究では負荷は典型的狭心痛が誘発されるか、下肢疲労感などにより負荷続行が不可能となるまで行い、狭心症例の負荷中最大心拍数は、 121 ± 18 とかな

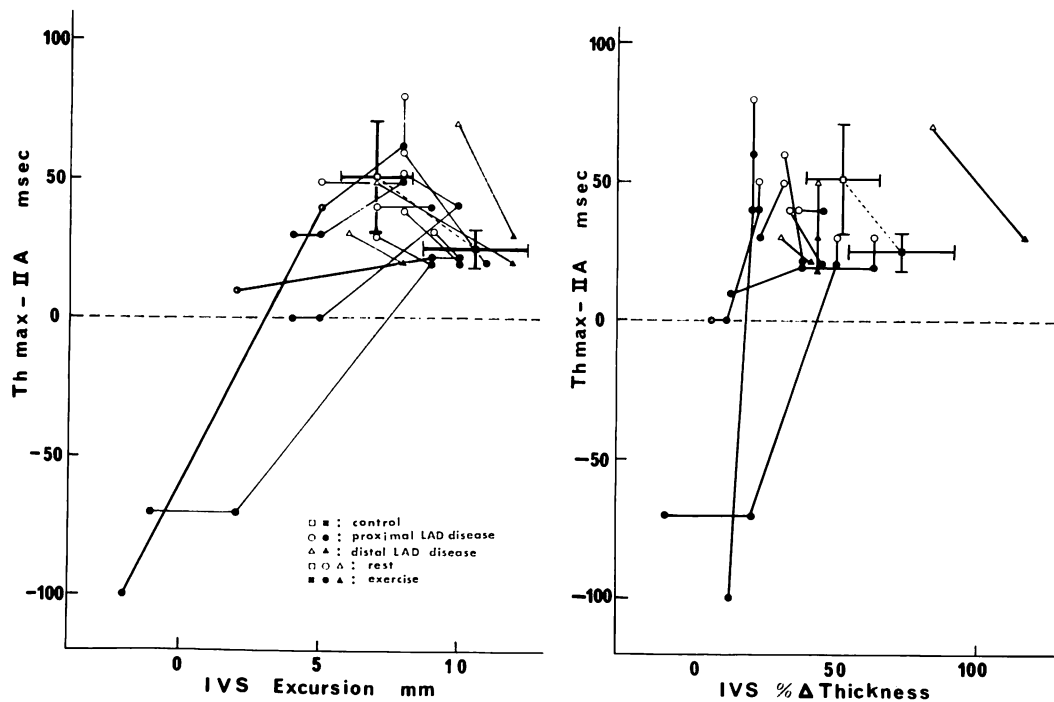


Fig. 6. Relation between Thmax-IIA and IVS excursion (left panel) and IVS percent systolic thickening (right panel) during exercise.

The bars represent mean ± 1 standard deviation in the control group. In 2 patients with proximal LAD disease, paradoxical IVS motion (IVS excursion < 0) appears and the wall thickness of the IVS becomes maximal after IIA (Thmax-IIA < 0).

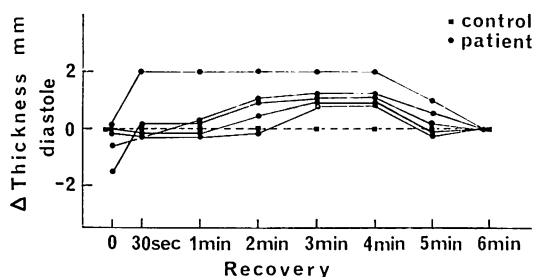


Fig. 7. Changes in end-diastolic IVS thickness during recovery period in patients with exercise-induced asynergy.

Δ Thickness indicates the difference of end-diastolic IVS thickness before and after exercise. In all of the patients with asynergy, end-diastolic IVS thickness becomes significantly greater than control, which may reflect reactive hyperemia.

りの増加を見た。

虚血時の局所心筋の壁厚と壁動態に関する実験的研究は数多くなされており、急激な支配冠動脈の結紮により部分的な虚血の進行とともに、局所心筋の短縮の程度と速度の減少が進行し、それとともに systolic wall thickening も減少して行き、完全に虚血におちいると、holosystolic elongation と holosystolic wall thinning が認められている^{2,3,12-19}。臨床的研究では、Mason ら¹⁰により有意な冠動脈狭窄のある心筋では、運動負荷により systolic wall thickening が減少することが観察されている。本研究において、狭心痛を誘発できた左前下行枝近位部病変7例中5例に心室中隔の systolic thickening の減少と振幅の減少を見、その5例中2例に dyskinesis (late systolic

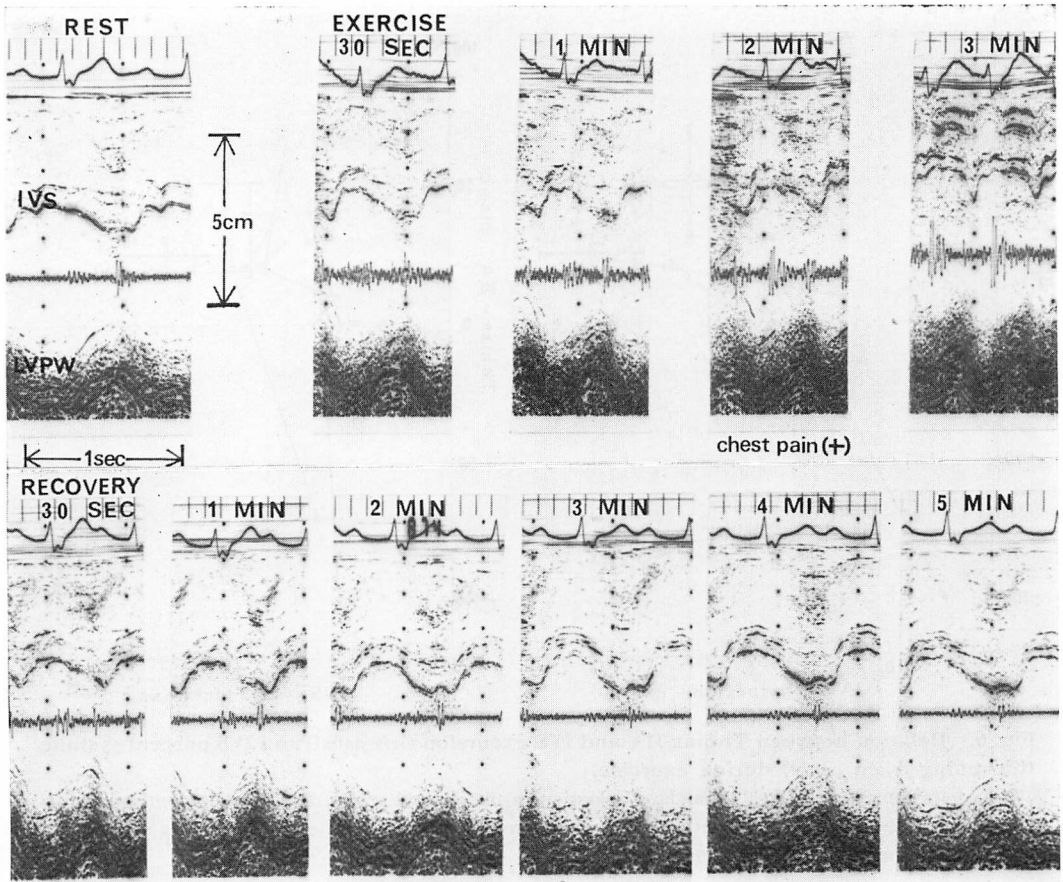


Fig. 8. Representative exercise echocardiograms of a patient with proximal LAD disease (Angina pectoris (K. K., 43-y-o, male)).

The late systolic wall thickening and systolic thinning of IVS are seen during peak exercise (3 min of exercise).

or early diastolic shortening) と late systolic thickening (early diastolic thickening) を認め、さらにその 2 例中 1 例に end-diastolic thickness の減少と systolic thinning を認め、実験的研究と同様の現象を確認した。

篠山ら¹⁵⁾は、実験的研究において左室径の短縮の程度と速度は、wall thickening の程度と速度に正の相関を認めた。本研究では、狭心症例、健常例ともに心室中隔振幅と %Δ Thickness の間に同様の関係を見、振幅とともに systolic wall thickening も局所心筋機能を反映していると思わ

れる。

収縮期、拡張期を通じて心室中隔壁厚が最大となる点より、心音図の IIA までの時間 (Thmax-IIA 時間) が負となる、つまり、IIA を越えて拡張期に入り中隔壁厚が最大となる (late systolic thickening or early diastolic thickening) 2 例は、負荷中、中隔の著明な dyskinesia を生じ、うち 1 例に収縮期中隔壁厚が薄くなる現象 (systolic wall thinning) を認めた。Late systolic thickening の発生機序には不明な点も多いが、局所心筋により強い虚血が生じた結果、収縮期心内

圧の増大に耐えられないために、局所心筋は stretch され、駆出期が終了し心内圧が下降しはじめると stretch は解け壁厚が増加することによるのかもしれない。また、虚血心筋の electro-mechanical interval と電気的な興奮の持続に関しても、今後の検討を要しよう。以上負荷エコーにより得られた心室中隔振幅、中隔壁厚、Thmax-IIA 時間は虚血時の局所心筋機能評価に有用な指標と考えられる。

安静時にはほぼ正常の心室中隔壁厚と壁動態の変化を示した近位部病変 9 例中 7 例に、ergometer 負荷中に狭心痛を生じ、7 例中 5 例に中隔壁厚と壁動態の変化に異常を認め、遠位部病変 3 例はすべて中隔に異常を認めなかった。このことより負荷中、心室中隔の壁厚および壁動態の異常の出現は、左前下行枝近位部病変の存在を示唆するものであろう。近位部病変で狭心痛を生じた 7 例中、残りの 2 例は負荷中、中隔の異常を認めなかったが、これは 2 例とも 3 枝病変であり、他の局所心筋に先に虚血が生じたためかも知れない。また、この 2 例の負荷中最大心拍数は、98, 88 と軽度の増加にとどまった。

近位部病変 9 例中狭心痛を生じ得なかった 2 例は、以前の master two-step test 陽性で、狭心痛も生じていた。しかし、今回の ergometer 負荷では、十分と思われる負荷量にもかかわらず、狭心痛が生じなかったことより、狭心痛および虚血の発生には器質的な血管病変だけでなく、機能的要因や側副血行が大きく関与していると考えられる。

負荷中心室中隔壁厚および壁動態に異常を呈した近位部病変 5 例に、負荷後壁厚の増加が認められた。Gaasch ら²⁰⁾は、麻酔下犬において冠動脈結紮後の再灌流で拡張期壁厚は control に比べ増加することを認め、その原因は再灌流後の冠血流量の増加による reactive hyperemia によるとしている。臨床例において reactive hyperemia の報告例はないが、本研究での壁厚の増加は reactive hyperemia を示すものと考えられる。しかし、有

意な冠動脈狭窄存在下での reactive hyperemia の発生機序は不明であり、今後の検討を要する。

結 論

心室中隔の機能評価のために、心筋梗塞の既往がなく、左前下行枝に有意の狭窄を有する典型的労作性狭心症 12 例と健常者 10 例に、仰臥位 ergometer 負荷を行い、負荷前、負荷中、負荷後の心室中隔エコーを記録した。

1) 狭心症例は、安静時には壁厚の変化および壁動態はほぼ正常であった。

2) 左前下行枝近位部病変 5 例に、負荷中壁厚および壁動態の変化に異常をみ、その 5 例中 2 例に late systolic thickening を認めた。

3) 負荷中壁厚および壁動態に異常を呈した 5 例に、負荷後壁厚の増加を認めた (reactive hyperemia)。

4) 運動負荷エコーは虚血時の心室中隔の機能評価に有用であった。

要 約

運動負荷により誘発された虚血時の異常な心室中隔壁動態を検討するために、左前下行枝に有意の狭窄を有し、しかも心筋梗塞の既往のない典型的な労作性狭心症 12 例、および対照として正常 10 例に、仰臥位 ergometer 負荷を行い、胸壁固定型 transducer により、負荷前、負荷中、負荷後の心室中隔エコーを記録した。正常 10 例は負荷中収縮期中隔壁厚増加率は、安静時の $52 \pm 13\%$ (平均 \pm 標準偏差) より、 $73 \pm 19\%$ に増加し、中隔振幅は 7.0 ± 1.3 mm より 10.6 ± 1.9 mm に増加した。また、左前下行枝遠位部病変 3 例は、正常群と同様に、負荷中収縮期中隔壁厚増加率は、安静時の $52 \pm 23\%$ より $67 \pm 36\%$ に増加し、中隔振幅は、 7.3 ± 1.9 mm より 9.7 ± 2.1 mm に増加した。一方、左前下行枝近位部病変 9 例は、負荷中収縮期中隔壁厚増加率は、安静時の $41 \pm 17\%$ より $26 \pm 25\%$ に減少し、中隔振幅は 7.7 ± 1.2 mm より 5.1 ± 4.6 mm に減少した。近位部病変 9 例

中2例に, 負荷中 dyskinesis および late systolic thickening が認められ, その2例中1例に systolic thinning および安静時に比し拡張期中隔壁厚の減少が見られた. 負荷中 asynergy を呈した5例(すべて近位部病変)は, 負荷後拡張期中隔壁厚は, 安静時の 10.2 ± 3.3 mm より 11.4 ± 3.5 mm に増加した (reactive hyperemia). 運動負荷エコーは, 虚血時の心室中隔の機能評価に有用であった.

文 献

- 1) Tennant R, Wiggers CJ: The effect of coronary occlusion on myocardial contraction. *Am J Physiol* **112**: 351, 1935
- 2) Ross J Jr, Franklin D: Analysis of regional myocardial function, dimension, and wall thickness in the characterization of myocardial ischemia and infarction. *Circulation* **53** (Suppl I): I-88, 1976
- 3) Kerber RE, Marcus ML, Ehrhardt J, Wilson R, Abboud FM: Correlation between echocardiographically demonstrated segmental dyskinesis and regional myocardial perfusion. *Circulation* **52**: 1097, 1975
- 4) Sharma B, Taylor SH: Location of left ventricular ischemia in angina pectoris by cineangiography during exercise. *Br Heart J* **37**: 963, 1975
- 5) 池江喜信, 高橋陽二郎, 百名英二, 海老原博徳, 清水正雄, 野本良一, 村上勝人, 松崎益徳, 楠川禮治: 長時間監視用心エコー図プローベの開発とその臨床応用について. *J Cardiography* **9**: 575, 1979
- 6) Sharma B, Goodwin JF, Raphael MJ, Steiner RE, Rainbow RG, Taylor SH: Left ventricular angiography on exercise: A new method of assessing left ventricular function in ischemic heart disease. *Br Heart J* **38**: 59, 1976
- 7) 杉下靖郎, 小関 迪: 動的運動負荷心エコー図法: 仰臥位エルゴメーター運動負荷における方法の検討. *J Cardiography* **7**: 551, 1977
- 8) 鯉坂隆一, 藤原秀臣, 丹羽明博, 飯泉智弘, 谷口興一, 武内重五郎: 労作狭心症の運動負荷における心室壁運動: 心エコー図法による検討. *J Cardiography* **9**: 511, 1979
- 9) Sugishita Y, Koseki S: Dynamic exercise echocardiography. *Circulation* **60**: 743, 1979
- 10) Mason SJ, Weiss JL, Weinfeldt ML, Garrison JB, Fortuin NJ: Exercise echocardiography: Detection of wall motion abnormalities during ischemia. *Circulation* **59**: 50, 1979
- 11) Lowe DK, Rothbaum DA, McHenry PL, Corya BC, Knoebel SB: Myocardial blood flow response to isometric (handgrip) and treadmill exercise in coronary artery disease. *Circulation* **51**: 126, 1975
- 12) Kerber RE, Abboud FM: Echocardiographic detection of regional myocardial infarction: An experimental study. *Circulation* **47**: 997, 1973
- 13) Theroux P, Franklin D, Ross J Jr, Kemper WS: Regional myocardial function during acute coronary artery occlusion and its modification by pharmacologic agents in the dog. *Circulat Res* **35**: 896, 1974
- 14) Theroux P, Ross J Jr, Franklin D: Regional myocardial function in the conscious dog during acute coronary occlusion and responses to morphine, propranolol, nitroglycerin, and lidocaine. *Circulation* **53**: 302, 1976
- 15) Sasayama S, Franklin D, Ross J Jr, Kemper WS, McKown D: Dynamic changes in left ventricular wall thickness and their use in analyzing cardiac function in the conscious dog. *Am J Cardiol* **38**: 870, 1976
- 16) Kerber RE, Martins JB, Marcus ML: Effect of acute ischemia, nitroglycerin and nitroprusside on regional myocardial thickening, stress and perfusion. *Circulation* **60**: 121, 1979
- 17) Tzivoni D, Diamond G, Pichler M, Stankus K, Vas R, Forrester J: Analysis of regional ischemic left ventricular dysfunction by quantitative cineangiography. *Circulation* **60**: 1278, 1979
- 18) Komer RR, Edalji A, Hood WB Jr: Effects of nitroglycerin on echocardiographic measurements of left ventricular wall thickness and regional myocardial performance during acute coronary ischemia. *Circulation* **59**: 926, 1979
- 19) 中村芳郎, 林 潤一, 大鈴文孝, 高橋正人, 小川聡, 盛 英三, 堀川宗之: 左室局所心筋の虚血と収縮. *呼吸と循環* **28**: 129, 1980
- 20) Gaasch WH, Bernard SA: The effect of acute changes in coronary blood flow on left ventricular end-diastolic wall thickness. *Circulation* **56**: 593, 1977