

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

Effect of supine bicycle ergometer exercise on left ventricular wall motion in patients with effort angina: An echocardiographic study

鯨坂 隆一  
藤原 秀臣  
丹羽 明博  
飯泉 智弘  
谷口 興一  
武内重五郎

Ryuichi AJISAKA  
Hideomi FUJIWARA  
Akihiro NIWA  
Tomohiro IIZUMI  
Koichi TANIGUCHI  
Jugoro TAKEUCHI

**Summary**

It has been known that left ventricular asynergy is induced or exaggerated by exercise. This paper reports an analysis of left ventricular wall motion at rest and during exercise by echocardiography. Thirteen patients with effort angina underwent graded bicycle ergometer exercise in the supine position until anginal pain occurred. In patients with angina, 2 types of asynergy were considered to be documented echocardiographically during exercise. It was judged that absolute asynergy was present when left ventricular posterior wall excursion (PWE) was less than 9 mm and/or interventricular septum excursion (IVSE) was less than 3 mm. On the other hand, relative asynergy was postulated to be present only when the values of IVSE and/or PWE were less than those of physiologically exaggerated left ventricular wall motion in normal subjects.

The results were as follows: 1) In normal subjects, increased left ventricular wall motion (both PWE and IVSE) was shown by exercise. However, in patients with angina, absolute asynergy, relative asynergy and normal pattern were revealed in 3, 8 and 2 cases, respectively. 2) Correlation of left ventricular asynergy detected by echocardiography with significant obstructive lesions of the coronary artery by cineangiography was fairly good, with agreement in 86% of cases. 3) The apparent differences in left ventricular dimension on exercise were documented between normal and asynergy groups. That is, both left ventricular end-diastolic dimension (Dd) and end-systolic dimension (Ds) increased in asynergy group. On the other hand, Dd did not change and Ds decreased in normal group.

東京医科歯科大学 第二内科  
東京都文京区湯島 1-5-45 (〒113)

The Second Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Tokyo Medical and Dental University, Yushima 1-5-45, Bunkyo-ku, Tokyo 113

Presented at the 17th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Sendai, October 20-21, 1978

Received for publication March 24, 1979

We conclude that echocardiography is one of the useful methods by which induced or exaggerated left ventricular asynergy by exercise can be detected.

**Key words**

Relative asynergy      Absolute asynergy      Echocardiography      Supine bicycle exercise      Effort  
angina

はじめに

心臓壁の局所的な収縮異常, すなわち asynergy は, 不整脈や種々の心疾患において認められる現象である<sup>1)</sup>. 左室壁の asynergy は虚血性心疾患においてしばしば認められ, 血行動態に重大な影響を与えることが知られている<sup>2,3)</sup>. 最近, asynergy の中には安静時には認められず, 心房 pacing<sup>4)</sup>, 薬物<sup>5)</sup> および運動負荷<sup>6-8)</sup> などによりはじめて発現される潜在的 asynergy のあることが知られてきた. 狭心症においても, 狭心発作時に asynergy が発現することが報告されている<sup>9)</sup>. しかし, 狭心症の運動負荷における左室壁収縮運動の動態についての検討は十分になされていない. そこで, 典型的な労作狭心症例に運動負荷を施行し, 左室壁収縮運動の動態を心エコー図法 (UCG) により検討した.

対象および方法

対象は典型的な労作狭心症で, 運動負荷時に明瞭な心エコー図を記録しえた 13 例である. 全例洞調律であり, 2 例に心筋梗塞の既往があるが, いずれも発症後 6 カ月以上経過していた. 対象の年齢は  $53.7 \pm 8.9$  歳 (平均値  $\pm$  標準偏差) であり, 男性 10 例, 女性 3 例である (Table 1). 対照は健常男性 13 例で, 年齢は  $23.7 \pm 7.7$  歳である.

運動負荷は Godart 製電気制動型 ergometer を用い, 背臥位にて実施した. 負荷の与え方は段階的負荷漸増法<sup>10-12)</sup> で, 初回負荷量は 0.8 watt/kg とし, 3 分ごとに 10 watt ずつ負荷量を増量, 健常例は 9 分間, 狭心症例は胸痛発現の時点まで施行した.

UCG 記録装置は Aloka 製 UCG ポリグラフ

SSD-90 で, 周波数 2.25 MHz, 焦点距離 7.5 cm の凹面振動子を用い, 第 3 ないし第 4 肋間胸骨左縁よりビームを投入し, strip chart 上に記録速度 50 mm/sec で心電図と同時記録した. UCG の計測に対する呼吸の影響を除外するため, 計測は呼気時の記録について行い, UCG の分解能を考慮して, 2 mm 以内の計測値の変動は誤差とみなした.

心エコー図上の左室壁の駆出期における収縮運動の指標としては, 運動中も計測が容易で誤差が比較的少ないと考えられる振幅 (excursion) を用い, 安静時の正常値として, 町井<sup>13)</sup> による左室後壁振幅 (PWE) 9~16 mm, 心室中隔振幅 (IVSE) 3~8 mm をとった. したがって, 左室後壁 (LVPW) については PWE が 9 mm 未満, 心室中隔 (IVS) については IVSE が 3 mm 未満

**Table 1. Subjects**

Case	Age	Sex	Infarction	Coronary
1. KN	52	M	(+)	(+)
2. SH	51	M	(-)	(+)
3. GH	51	M	(-)	(-)
4. GN	59	M	(-)	(-)
5. WU	53	M	(+)	(-)
6. SY	71	M	(-)	(-)
7. KA	71	M	(-)	(-)
8. KS	54	M	(-)	(+)
9. KI	42	M	(-)	(+)
10. KS	49	M	(-)	(+)
11. MK	53	F	(-)	(+)
12. AK	50	F	(-)	(-)
13. KI	42	F	(-)	(+)

M=male; F=female; Coronary=coronary cine-angiography.

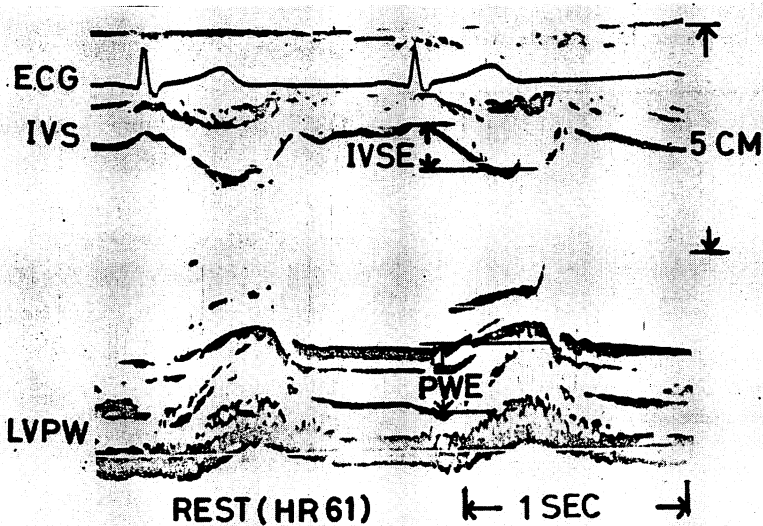


Fig. 1. An echocardiogram in a healthy subject (J. S., 19-year-old male).  
IVSE=interventricular septum excursion; PWE=left ventricular posterior wall excursion.

であれば安静時に asynergy が存在することになる。

Fig. 1 に健常例の心エコー図および PWE, IVSE の計測法を示した。虚血性心疾患の運動負荷時における asynergy を検討する場合、運動負荷時における左室壁振幅の正常範囲を決めておく必要がある。そこで、健常例の運動負荷中の左室壁振幅の最大値の平均  $-2SD$  (標準偏差) を便宜上、正常下限とすると、IVSE 7 mm, PWE 13 mm が得られた。したがって、労作狭心症の運動負荷における左室壁収縮運動は 3 群に分類された。すなわち、運動負荷時における正常範囲にあるもの (normal 群)、安静時における正常範囲以下で、明らかな asynergy とみなされるもの (absolute asynergy 群)、およびその中間に位置し、運動負荷時にのみ検出可能な asynergy 領域 (relative asynergy 群) であった (Fig. 2)。

一方、虚血性心疾患において、運動負荷による左室壁収縮動態はつぎの 4 群に分類された。すなわち、Group I: LVPW および IVS の振幅がいずれも増大を示すもの、Group II: IVS の振幅は増大するが LVPW の振幅は不変ないし減少

を示すもの、Group III: LVPW の振幅は増大するが IVS の振幅は不変ないし減少を示すもの、Group IV: 両者の振幅がいずれも不変ないし減少を示すもの、である (Table 2)。

統計学的検定は、Student の paired t test を用い、 $p < 0.05$  を有意とした。

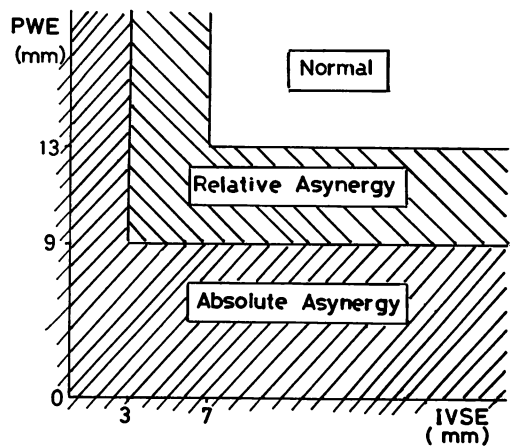


Fig. 2. Schematic diagram of asynergy on exercise.

**Table 2. Classification of left ventricular wall motion on exercise in patients with effort angina**

	PWE	IVS
Group I	↑	↑
Group II	↓↔	↑
Group III	↑	↓↔
Group IV	↓↔	↓↔

PWE=left ventricular posterior wall excursion;  
 IVSE=interventricular septum excursion.  
 ↑=increased; ↓=decreased; ↔=no change

成 績

1. 健常例の左室壁動態

健常例について運動負荷における PWE および IVSE の推移をみると, いずれも運動負荷中有意の増加を認めた (Fig. 3). すなわち, 負荷の各段

階において, PWE および IVSE がいずれも安静時に対して有意の増加を認めるが, とくに負荷 3 段階目のレベルでは, PWE が平均 2.9 mm, IVSE が平均 2.2 mm と 2 mm 以上の増加を示した. また健常例においては, 両者とも負荷後 3 分以内にほぼ前値に復した.

2. 労作狭心症の左室壁動態

労作狭心症における運動負荷による左室壁収縮動態についてみると, 13 例中, 健常例と同様の推移を示す Group I は 2 例であり, 11 例は運動負荷により健常例と異なる左室壁動態を示した (Fig. 4). さらに, 労作狭心症例の左室壁収縮運動について, 安静時と狭心発作発現時を対比した. 安静時においては, 13 例中 2 例に asynergy を認めているのみで, 他は正常であった. 一方, 狭心発作発現時においては, 運動負荷における正常範囲内にあるもの (normal) は 2 例のみで, absolute asynergy を呈したものは 3 例, 他の 8 例は relative asynergy を呈した (Fig. 5).

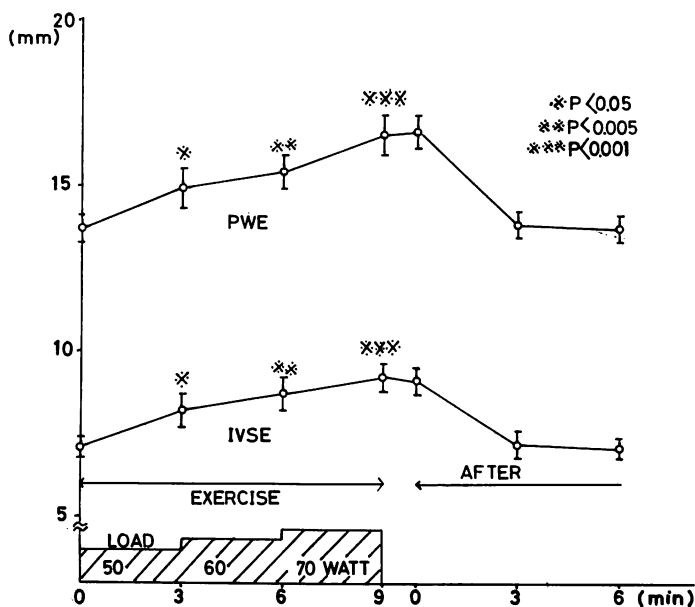


Fig. 3. Left ventricular wall excursions at rest, during exercise and recovery in normal subjects.

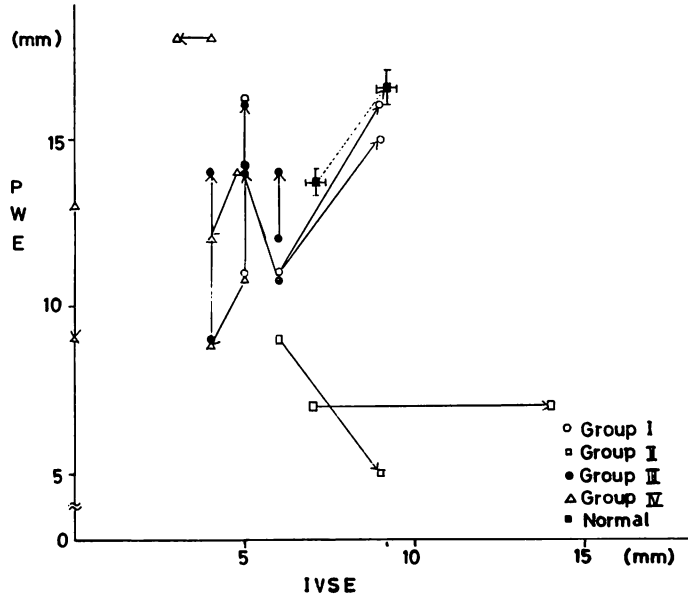


Fig. 4. Changes in left ventricular wall excursion between at rest and at the onset of anginal pain.

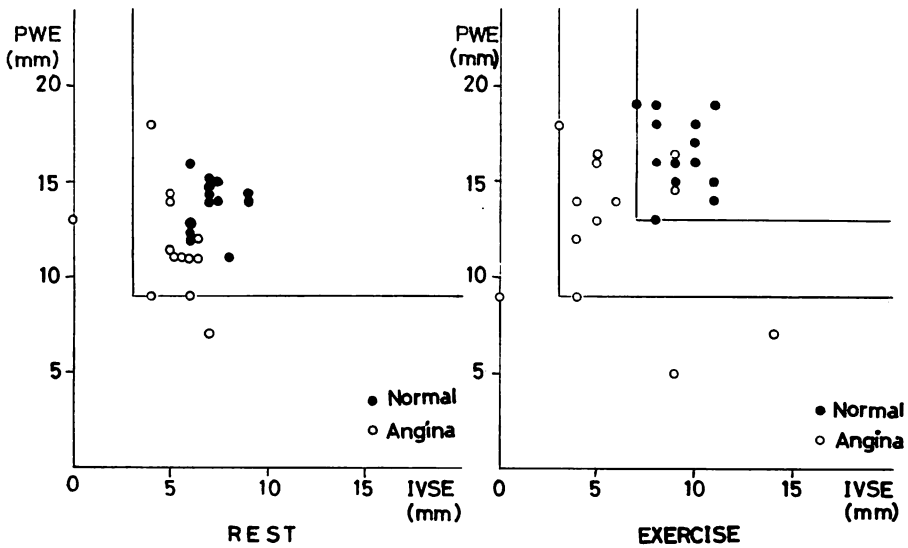
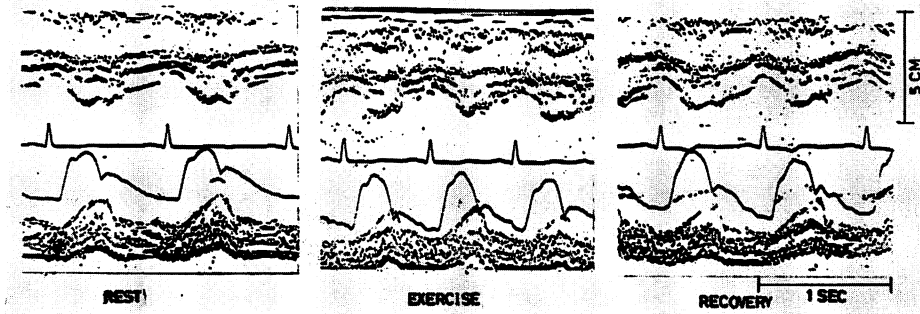


Fig. 5. Left ventricular wall excursion at rest and the onset of anginal pain.

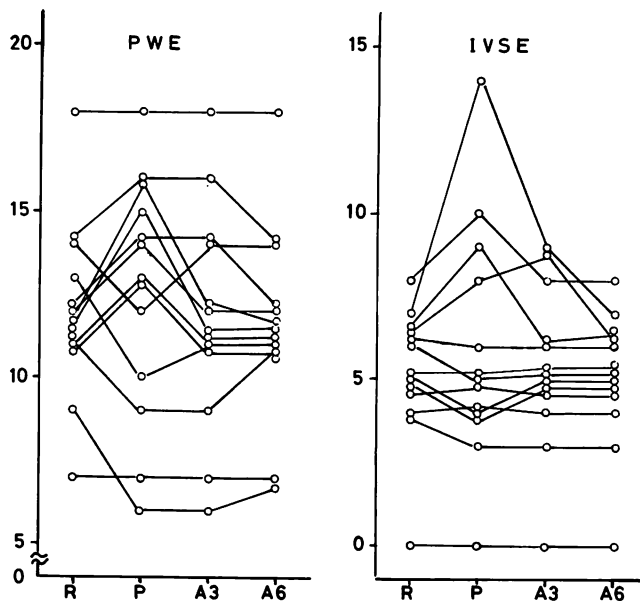
**Fig. 6** に労作狭心症例の安静時および負荷時の心エコー図を示す. また, 労作狭心症例は左室壁振幅の運動負荷後の回復過程も, 健常例と異なり, 遅延する症例がみられた (**Fig. 7**).

3. 心エコー図における **asynergy** と負荷心電図および冠動脈造影所見との関係  
 労作狭心症例の運動負荷による心電図変化を

Master の基準<sup>14,15</sup>)により判定し, 運動負荷による absolute および relative **asynergy** の発現部位と, 心電図上の虚血性変化の出現部位との関係について検討した. LVPW の **asynergy** では II, III, aVf の虚血性変化, IVS の **asynergy** では V<sub>1-4(5)</sub> の虚血性変化が予想されるわけであるが, UCG 上 **asynergy** の発現しなかった Group I



**Fig. 6.** Echocardiograms in a patient with effort angina.



**Fig. 7.** Changes in left ventricular wall excursion at rest, at the onset of anginal pain and during recovery in patients with effort angina.

R=at rest; P=at the onset of anginal pain; A3=at 3 minutes after exercise; A6=at 6 minutes after exercise.

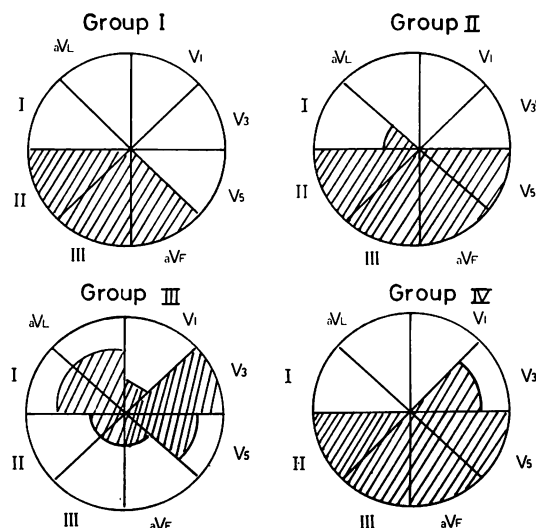


Fig. 8. The dominant sites of ischemic changes on ECG during exercise.

で II, III, aVF の虚血性変化が出現したことを除けば、心電図変化と UCG における asynergy 発現部位とは比較的良好に対応していた (Fig. 8).

運動負荷試験とほぼ同時期に coronary cineangiography を施行しえた症例 (Table 1 に示した 7 例) について、運動負荷による UCG 上の左室壁振幅の変化と、冠動脈造影上 75% 以上の有意の狭窄を認めた部位との関連を検討した (Table 3). UCG 上、運動負荷により IVS に asynergy を認めた 4 例では、いずれも左冠状動脈前下行枝 (LAD) に有意の狭窄を認めた. LV-PW に asynergy を認め、IVS は正常運動を示した例 (K.N.) では LAD および左冠状動脈回折枝 (CIRC) に有意の狭窄を認め、UCG と合致しない所見を示したが、右冠状動脈 (RCA) から LAD への豊富な側副血行を認めた. IVS および LVPW の両者に asynergy を認めた例 (K.I.) は、LAD, CIRC に有意の狭窄を認めた. UCG 上 asynergy を認めなかった 1 例 (M.K.) では、冠動脈造影上も有意の狭窄を認めなかった.

Table 3. Left ventricular wall excursion and stenotic lesions in the coronary artery

Case	UCG on exercise		Coronary cineangiogram		
	IVSE	PWE	LAD	CIRC	RCA
KS	→	↑	○		
SH	→	↑	○		
KS	→	↑	○		
KI	→	↑	○		
KI	↓	→	○	○	
KN	↑	→	○	○	
MK	↑	↑			

UCG = echocardiogram; ○ = significant (more than 75%) stenotic lesion; ↑ = increased; ↓ = decreased; → = no change

#### 4. Asynergy と他の循環動態指標との関係

狭心症例の収縮期血圧、心拍数、rate-pressure product (RPP) について、安静時と狭心発作発現時と対比して検討した (Fig. 9). 以上の 3 指標の狭心発作時の安静時に対する増加率をみると、症例数が少ないため統計学的に有意ではないが、normal 群と比較して、relative および absolute asynergy 群で小であった. さらに狭心症例の運動負荷による左室内径の変化について検討した (Fig. 10). 左室拡張末期内径 (Dd) についてみると、normal 群は健常対照と同様、運動負荷により Dd はほとんど変化しないが、relative および absolute asynergy 群は運動負荷により有意 ( $p < 0.001$ ) の Dd の増加を認めた. 一方、左室収縮末期内径 (Ds) についてみると、normal 群は健常対照と同様、運動負荷により Ds の有意 ( $p < 0.001$ ) の短縮を認めたが、relative および absolute asynergy 群は逆に運動負荷により Ds の有意 ( $p < 0.001$ ) の増大を認めた.

#### 考 案

健常例の左室壁動態: 健常例においては、すでに報告されているように<sup>8,10)</sup>、運動負荷により PWE および IVSE がいずれも増大した. その機序については、心収縮性 (contractility) や前負

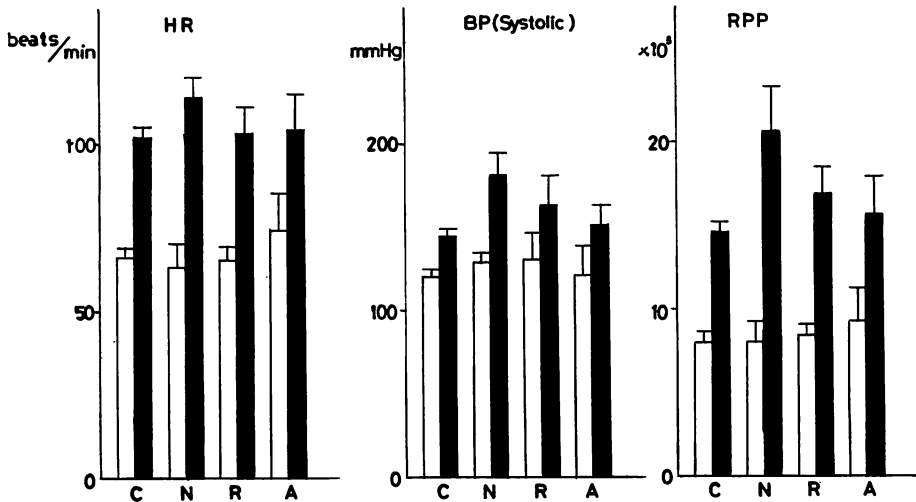


Fig. 9. Changes in circulatory indices on exercise.

RPP=rate-pressure product; C=control; N=normal group; R=relative asynergy group; A= absolute asynergy group; left column=at rest; right column=at the onset of anginal pain.

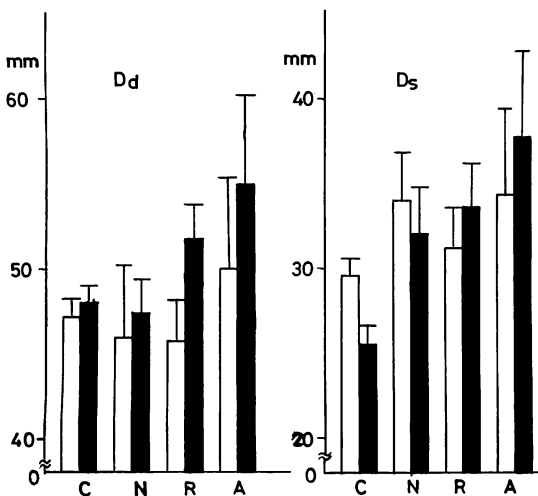


Fig. 10. Changes in left ventricular dimensions on exercise.

Dd=left ventricular end-diastolic dimension; Ds= left ventricular end-systolic dimension.

荷 (preload) などの関与が考えられるが, preload の 1 指標と考えられる Dd が運動負荷によりほとんど不変であることからみると, 主として心収縮性の増大が関与していると考えられる. また健常例においては, 左室壁振幅が負荷後, 安静時値へ回復するのが速やかであることも特徴である. 一方, 労作狭心症例では, 前値への回復が遅延する例が多いが, この傾向はすでに報告した<sup>7)</sup>とおり, 血圧, 心拍数, 左室 dimension などの他の循環指標にも共通してみられた.

労作狭心症の左室壁動態: 従来, UCG による左室壁動態, とくに asynergy に関する研究は数多くなされているが<sup>18-30)</sup>, 運動負荷による左室壁動態についてはほとんど検討されていない. しかし, asynergy の中には薬物により改善ないし消失する可逆的なものがあることが知られており<sup>31-38)</sup>, 逆に, 狭心症においては安静時には正常運動を示しながら, 狭心発作時<sup>9)</sup>あるいは心房 pacing<sup>4)</sup>, 薬物<sup>5)</sup>および運動負荷<sup>6-8)</sup>により asynergy が発現する例のあることが知られている. 従来, 運動時



の asynergy の心エコー図上の定義については、ほとんど言及されていない。健常例においては運動により左室壁振幅が増大するので、運動時の左室壁振幅の正常範囲は安静時とは別に考える必要があり、運動時の asynergy も、運動時の左室壁振幅の正常範囲を基準にして決定するのが妥当と考えられる (Fig. 2)。しかし、運動の種類あるいは程度、対象の年齢などにより、上記の正常範囲は当然異なることが予想されるので、正常範囲の決定は必ずしも容易ではない。一方、運動負荷による左室壁振幅の動態は、健常例では増大し、狭心症例の多くは不変ないし低下を asynergy とみなす考え方もある<sup>8)</sup>。

我々は運動負荷時の asynergy を以上の2つの考え方で検討したが、両者はほとんど一致することが示された。そこで、我々は、運動による左室壁振幅が著明に低値で、安静時の asynergy の基準を満足するものを absolute asynergy、運動による左室壁振幅は低値であるが、従来の asynergy の基準からみると正常運動とみなされるものを relative asynergy と分類した (Fig. 2)。

安静時において、asynergy を呈した症例は13例中わずかに2例にすぎないが、運動負荷により10例で asynergy が発現した。すなわち、上述の asynergy の考え方を適用すると、虚血性心疾患において、運動負荷により高率に潜在的 asynergy を検出しようと考えられる。

心エコー図における asynergy と負荷心電図および冠動脈造影所見との関係：運動負荷による心エコー図上の asynergy の発現部位と負荷心電図における虚血性変化の発現部位とは、Fig. 8 に示すごとく、比較的良好に対応していた。また、冠動脈造影所見とも、やはり良好に対応しているが、負荷により IVSE が増大しながら LAD に有意の狭窄を認め、両者の所見が合致しない症例もある。このような不一致は冠動脈の狭窄部位が中枢側にあるか末梢側にあるかという点や、側副血行の発達程度が関与している可能性があるが、M モード心エコー図では左室壁全域をくまなく検出するこ

とが困難であることも、その一因と考えられる。

Asynergy と他の循環動態指標との関係：Asynergy が虚血性心疾患の血行動態に重大な影響を与えることは周知の事実である<sup>39-41)</sup>。運動負荷による Dd の動態についてみても、asynergy 群と normal 群とは明確な差異が認められた。Asynergy のある場合、Dd が左室拡張末期容量すなわち preload の正確な1指標となりうるかどうかについては議論のあるところであるが<sup>42,43)</sup>、asynergy が収縮期の現象であることを考えると、恐らく asynergy のある場合でも Dd を preload の1指標とみなしてよいと考えられる<sup>42)</sup>。したがって、normal 群が健常例と同様、運動負荷に対して主として心収縮性の増加で対応するのに対し、asynergy 群は運動負荷に対して、Frank-Starling 機構の関与が大きい可能性が示唆される<sup>44,45)</sup>。また、狭心発作時の安静時に対する RPP の増加率は、asynergy を呈する群で小となっているが、このことは RPP を心筋酸素消費量を反映する一指標と考えるならば<sup>46-49)</sup>、asynergy 群は軽度の負荷すなわち軽度の心筋酸素消費量の増加で狭心痛が発現しており、心予備能の小さい群といえよう。

Asynergy 検出における心エコー図の限界：M モード心エコー図は運動負荷による虚血性心疾患の潜在的 asynergy の検出に有用であると考えられるが、2, 3 の問題点も存在する。第一は、UCG 計測における呼吸および体動の影響であり、ことに高齢者においてはその影響は増大する。我々は呼吸の影響を一律にするため、呼気位で計測し、症例選択にさいし体動の大であった症例は除外した。この両者の影響を完全に除外することは困難であるが、繰り返し運動負荷を施行し、再現性を確認するならば、臨床的には有用な情報が得られると考えられる。第二は M モード心エコー図では左室全体の壁運動を検出しえないことである。したがって、心エコー図により検出しえない部位の asynergy を見落とすこと、また検出できない部位の asynergy が他の健常部位に与える影響(代償性過大運動)をあやまって解釈する可能性があ

る。しかし、今回の我々の方法によれば間接的にせよ asynergy は高率に検出可能である。

## 結 論

労作狭心症の運動負荷による狭心発作時の左室壁動態を、心エコー図法により検討した。その結果を要約すると。

1) 健常例と同様のパターンで asynergy を認めない群 (normal), 運動により明確な asynergy を呈する群 (absolute asynergy), および両者の中間に位置し、運動負荷時にのみ検出可能な asynergy を呈する群 (relative asynergy) の3群に分類された。

2) 労作狭心症の左室壁動態は normal 群 2 例, absolute asynergy 群 3 例, relative asynergy 群 8 例で, relative asynergy 群が多かった。

3) 心エコー図上の asynergy の部位と、心電図所見および冠動脈病変部位とは比較的よい対応を示した。

4) 心拍数, 血圧, RPP, Dd および Ds は absolute および relative asynergy 群と normal 群とで異なった反応を呈した。

このように運動負荷における心エコー図法の応用により、安静時には一見正常であるが、運動負荷時に左室壁動態の異常を呈する潜在的 asynergy の検索が可能であり、臨床上の有用性が高いと考えられた。

## 文 献

- 1) Harrison TR: Some unanswered questions concerning enlargement and failure of the heart. Grady Reddick memorial lecture. *Amer Heart J* **69**: 100, 1965
- 2) Herman MV, Heinle RA, Klein MD, Gorlin R: Localized disorders in myocardial contraction. Asynergy and its role in congestive heart failure. *New Engl J Med* **277**: 222, 1967
- 3) Herman MV: The clinical picture of ischemic heart disease. *Prog Cardiovas Dis* **14**: 321, 1971
- 4) Helfant RH, Herman MV, Grolin R: Abnormalities of left ventricular contraction induced by beta adrenergic blockade. *Circulation* **43**: 641, 1971
- 5) Pasternac A, Haft JI, Hampton JR, Amsterdam EA, Gorlin R, Kemp HG: Effect of ischemia induced by atrial pacing on left ventricular contraction pattern in man. *Circulation* **39** (Suppl III): 160, 1969
- 6) McLaughlin PR, Doherty PW, Martin RP, Goris ML, Harrison DC: Myocardial imaging in a patient with reproducible variant angina. *Amer J Cardiol* **39**: 126, 1977
- 7) McLaughlin PR, Martin RP, Doherty P, Dasprit S, Goris M, Haskell W, Lewis S, Kriss JP, Harrison DC: Reproducibility of thallium-201 myocardial imaging. *Circulation* **55**: 497, 1977
- 8) 杉下靖郎, 小関 迪, 新富芳明: 運動負荷と心エコー図法. *Jap Circulat J* **42** (Suppl.): 38, 1978
- 9) 井上 清, 興野春樹, 桑木綱一, 植田桂子, 白井徹郎, 宇津宮俊徳, 本間諄子, 大鈴弘文: 異型狭心症発作中の左室壁運動動態. *日超医講演論文集* **32**: 249, 1977
- 10) 小関 迪: 狭心症の運動負荷に関する研究. *日内誌* **62**: 245, 1973
- 11) 谷口興一, 小関 迪: 狭心症の運動耐容量に関する研究(第1報). *心臓* **7**: 793, 1975
- 12) 新富芳明: 運動負荷による循環指標の動態. 循環指標変動の時間関数としての表現. *日内誌* **65**: 1407, 1976
- 13) 町井 潔: 心臓の超音波検査法. 4th ed, 中外医学社, 東京, 1977, p 412
- 14) Master AM, Friedman R, Dack S: Electrocardiogram after standard exercise as functional test of heart. *Amer Heart J* **42**: 777, 1942
- 15) Master AM, Rosenfeld I: Criteria for the clinical application of the two-step test observation of false negative and false positive response. *JAMA* **178**: 283, 1961
- 16) Kraunz RF, Kennedy JW: Ultrasonic determination of left ventricular wall motion in normal man. Studies at rest and after exercise. *Amer Heart J* **79**: 36, 1970
- 17) 鯉坂隆一, 谷口興一, 藤原秀臣, 家坂義人, 丹羽明博, 飯泉智弘, 宮原康弘, 伊東春樹, 武内重五郎: 労作狭心症患者の ergometer 運動負荷における左心機能: UCG および STI による評価. *J Cardiology* **7**: 559, 1979
- 18) Inoue K, Smulyan H, Mooknerjee S, Eich RH: Ultrasonic measurement of left ventricular wall motion in acute myocardial infarction. *Circulation* **43**: 778, 1971
- 19) Petersen JL, Johnston W, Hessel EA, Murray

- JA: Echocardiographic recognition of left ventricular aneurysm. *Amer Heart J* **83**: 244, 1972
- 20) Stefan G, Bing RJ: Echocardiographic findings in experimental myocardial infarction of the posterior left ventricular wall. *Amer J Cardiol* **30**: 629, 1972
- 21) Kerber RE, Abboud FM: Echocardiographic detection of regional myocardial infarction. An experimental study. *Circulation* **47**: 997, 1973
- 22) Jacobs JJ, Feigenbaum H, Corya BC, Phillips JF: Detection of left ventricular asynergy by echocardiography. *Circulation* **48**: 263, 1973
- 23) Corya BC, Feigenbaum H, Rasmussen S, Black MJ: Anterior left ventricular wall echoes in coronary artery disease. Linear scanning with a single element transducer. *Amer J Cardiol* **34**: 652, 1974
- 24) Teichholz LE, Cohen MV, Sonnenblick EH, Gorlin R: Study of left ventricular geometry and function by B-scan ultrasonography in patients with and without asynergy. *New Engl J Med* **291**: 1220, 1974
- 25) Corya BC, Rasmussen S, Knoebel SB, Feigenbaum H: Echocardiography in acute myocardial infarction. *Amer J Cardiol* **36**: 1, 1975
- 26) Yoshikawa J, Owaki T, Kato H, Tanaka K: Ultrasonic diagnosis of ventricular aneurysm. *Jap Heart J* **16**: 394, 1975
- 27) 吉川純一, 加藤 洋, 大脇 嶺, 田中久米夫: Echocardiography による左室心尖部後壁 asynergy の診断. *心臓* **7**: 1402, 1975
- 28) Feigenbaum H, Corya BC, Dillon JC, Weyman AE, Rasmussen S, Black MJ, Chang S: Role of echocardiography in patients with coronary artery disease. *Amer J Cardiol* **37**: 775, 1976
- 29) 田中久米夫, 吉川純一, 加藤 洋, 大脇 嶺, 柳原 皓二, 奥町富久丸, 高木義博, 李 英徹, 北原義介: 急性心筋梗塞における左室後壁運動: その臨床的意義の再検討. *J Cardiology* **6**: 25, 1976
- 30) 松崎益徳, 萬 忠雄, 深川和英, 阿武義人, 佐々木徹, 佐々田孝美, 石田 健, 楠川禮造, 清水正雄, 野本良一, 百名英二, 池江喜信, 谷門 治: 食道内心エコー図法による左室前壁動態の観察. *J Cardiology* **8**: 113, 1978
- 31) Skinner NS, Leibeskind RS, Phillips HL, Harrison TR: Angina pectoris. Effect of exertion and of nitrites on precordial movements. *Amer Heart J* **61**: 250, 1961
- 32) Horn HR, Teichholz LE, Corn PF, Herman MV, Gorlin R: Augmentation of left ventricular contraction pattern in coronary artery disease by an inotropic catecholamine. The epinephrine ventriculogram. *Circulation* **49**: 1063, 1974
- 33) Kerber RE, Abboud FM, Marcus ML, Eckberg DL: Effect of inotropic agents on the localized dyskinesia of acutely ischemic myocardium. An experimental ultrasound study. *Circulation* **49**: 1038, 1974
- 34) Helfant RH, Pine R, Meister SG, Feldman MS, Trout RG, Banka VS: Nitroglycerin to unmask reversible asynergy. Correlation with post coronary bypass ventriculography. *Circulation* **50**: 108, 1974
- 35) Banka VS, Bodenheimer MM, Helfant RH: Determinants of reversible asynergy. Effect of pathologic q waves, coronary collaterals, and anatomic location. *Circulation* **50**: 714, 1974
- 36) Bryson AL, Aycock AC, Zaret BL, Flamm MD, Ratshin RA, McGowan RL: Changes in regional ventricular contraction of the arteriosclerotic heart following nitroglycerin administration-surgical correlation. *Circulation* **50** (Suppl III): 44, 1974
- 37) McAnulty JH, Hattenhauer MT, Rösch J, Kloster FE, Rahimtoola SH: Improvement in left ventricular wall motion following nitroglycerin. *Circulation* **51**: 140, 1975
- 38) Morrison CA, Bodenheimer MM, Feldman MS, Banka VS, Helfant RH: The use of echocardiography in determination of reversible posterior wall asynergy. *Amer Heart J* **94**: 140, 1977
- 39) Pasternac A, Gorlin R, Sonnenblick EH, Haft JI, Kemp HG: Abnormalities of ventricular motion induced by atrial pacing in coronary artery disease. *Circulation* **45**: 1195, 1972
- 40) Sharma B, Taylor SH: Localization of left ventricular ischemia in angina pectoris by cineangiography during exercise. *Brit Heart J* **37**: 963, 1975
- 41) Rentrop P, Petersen J, Roskamm H: Left ventricular function in relation to severity of coronary artery disease. *in* Ventricular function at rest and during exercise (ed by Roskamm H, Hahn CH). Springer, Berlin-Herderberg-New York, 1976, p 69
- 42) Sweet RL, Moraski RE, Russell RO, Rackley CE: Relationship between echocardiography, cardiac output and abnormally contracting segments in patients with ischemic heart disease. *Circulation* **52**: 634, 1975
- 43) Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R: Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Amer J Cardiol* **37**: 7, 1976

鯨坂, 藤原, 丹羽, ほか

- 44) 藤井諄一, 渡辺 颯, 渡辺 坦, 久保木正夫, 加藤和三: UCG による心機能評価(第10報). 心筋異常例における等尺運動負荷時の心反応の検討. 日超医講演論文集 **28**: 203, 1975
- 45) Bristow JD, Van Zee BE, Judkins MP: Systolic and diastolic abnormalities of the left ventricle in coronary artery disease. Studies in patients with little or no enlargement of ventricular volume. *Circulation* **42**: 219, 1970
- 46) Feinberg H, Katz LN, Boyd E: Determinants of coronary flow and myocardial oxygen consumption. *Amer J Physiol* **202**: 45, 1962
- 47) Robinson BF: Relation of heart rate and systolic blood pressure to the onset of pain in angina pectoris. *Circulation* **35**: 1073, 1967
- 48) Nelson RR, Gobel FL, Jorgensen CR, Wang K, Wang Y, Taylor HL: Hemodynamic predictors of myocardial oxygen consumption during static and dynamic exercise. *Circulation* **50**: 1179, 1974
- 49) Gobel FL, Nordstrom LA, Nelson RR, Jorgensen CR, Wang Y: The rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. *Circulation* **57**: 549, 1978