

冠動脈疾患における左室収縮時間と冠動脈造影ならびに左室造影との対比

Relation of systolic time intervals to severity of coronary artery lesions and left ventriculographic abnormality in patients with coronary artery disease

高橋陽二郎  
海老原博徳  
百名 英二  
野本 良一  
清水 正雄  
高芝 潔  
三井田安子  
池江 喜信  
畚野 信彰  
谷門 治  
村上 勝人  
松崎 益徳\*  
楠川 禮造\*

Yojiro TAKAHASHI  
Hironori EBIHARA  
Eiji HYAKUNA  
Ryoichi NOMOTO  
Masao SHIMIZU  
Kiyoshi TAKASHIBA  
Yasuko MIIDA  
Yoshinobu IKEE  
Nobuaki FUGONO  
Osamu TANIKADO  
Katsuto MURAKAMI  
Masunori MATSUZAKI\*  
Reizo KUSUKAWA\*

Summary

In order to evaluate the accuracy of left ventricular performance obtained by noninvasive systolic time intervals (STI), 17 patients with myocardial infarction, 13 patients with angina pectoris and 3 patients with chest pain were studied by selective coronary arteriography and left ventriculography.

An obstruction of a coronary vessel greater than 75 per cent estimated by angiograms was considered as significant. The left ventriculogram was classified into normokinetic, hypokinetic, akinetic or dyskinetic by the method of McDonald.

済生会下関病院 内科  
下関市貴船町 3-4-1 (〒 751)  
\*山口大学医学部 第二内科  
宇部市小串 1144 (〒 755)

Saiseikai Shimonoseki Hospital, Kifune-cho 3-4-1,  
Shimonoseki 751  
\*Department of Internal Medicine, Yamaguchi Uni-  
versity School of Medicine, Kogushi 1144, Ube 755

Presented at the 16th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, March 28, 1978  
Received for publication May 9, 1978

Results:

1. Relation of STI to number of coronary artery lesions.

a) Preejection period index (PEPI) was significantly greater in one-vessel disease (1V), two-vessel disease (2V) and three-vessel disease (3V) patients than those in normal coronary arteries (0V) patients ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$ , and  $p < 0.001$ , respectively), and also significantly greater in 3V patients than those in 1V patients ( $p < 0.02$ ).

b) Left ventricular ejection time index (LVETI) was significantly less in 3V patients than those in either 0V or 2V patients ( $p < 0.02$  and  $p < 0.05$ , respectively).

c) PEP/LVET was significantly greater in 1V, 2V and 3V patients than those in 0V patients ( $p < 0.02$ ,  $p < 0.02$  and  $p < 0.001$ , respectively), and also significantly greater in 3V patients than those in either 1V or 2V patients ( $p < 0.02$  and  $p < 0.05$ , respectively).

2. Relation of STI to severity of left ventricular asynergy

a) PEPI and PEP/LVET were significantly greater in the patients with akinetic and dyskinctic wall motion than those in normokinetic wall motion ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.02$ ,  $p < 0.001$  and  $p < 0.001$ , respectively), and also significantly greater in the patients with dyskinctic wall motion than those in hypokinetic wall motion ( $p < 0.05$  and  $p < 0.05$ , respectively).

b) LVETI was significantly less in the patients with dyskinctic wall motion than those in normokinetic wall motion ( $p < 0.05$ ).

3. Relation of STI in myocardial infarction group to those in noninfarction group.

a) PEPI and PEP/LVET were significantly greater in myocardial infarction group than those in noninfarction group ( $p < 0.02$  and  $p < 0.01$ , respectively).

b) LVETI was significantly less in infarction group than those in noninfarction group ( $p < 0.05$ ).

4. PEPI had significant correlation with cardiac index (CI), stroke index (SI) and ejection fraction (EF) ( $r = -0.62$ ,  $p < 0.01$ ,  $r = -0.74$ ,  $p < 0.001$ , and  $r = -0.69$ ,  $p < 0.001$ , respectively). PEP/LVET also had significant correlation with CI, SI and EF ( $r = -0.58$ ,  $p < 0.01$ ,  $r = -0.74$ ,  $p < 0.001$ , and  $r = -0.66$ ,  $p < 0.001$ , respectively).

STI obtained by noninvasive methods was useful to evaluate the left ventricular performance in patients with coronary artery disease.

Key words

Systolic time intervals

Coronary artery disease

Left ventricular asynergy

はじめに

Systolic time intervals (STI) は心機能を判定する上に容易で、繰り返し行える非観血的検査法として広く用いられており、現在まで観血的心機能との関係が数多く報告されている。今回、我々は冠動脈疾患において非観血的 STI と選択的冠動脈造影像、ならびに左室造影像との比較検討を行い、若干の結果を得たので報告する。

対象ならびに方法

対象は心電図および酵素学的検査により、急性

心筋梗塞と診断し、発作後 3 ヶ月以上経過した心筋梗塞症 17 例 (Table 1), 典型的な胸痛および心電図変化より狭心症と診断した 13 例, および胸痛を訴えるが心電図変化のない 3 例 (Table 2) の計 33 例で、すべて左室造影および選択的冠動脈造影を行えたものである。年齢は 29~74 歳平均  $56 \pm 11$  歳, 男性 27 例, 女性 6 例で、心房細動, QRS 間隔 110 msec 以上, 左脚枝ブロック, 弁膜疾患は除外した。

非観血的 STI 測定は、カテーテル検査前 1 週間以内に行い、安静仰臥位呼吸停止でフクダ電子製 MCM-8000 ポリグラフおよび TY 303 型ビ

Table 1. Patients with myocardial infarction

Case No	Patient	Age	Sex	Site of MI	CAG (vessel)	LV wall motion	PEPI	LVETI	PEP/LVET	CI	SI	EF
1	E. I.	63	M	Ant. Sept.	LAD Cx	(2) Akinetic	137	379	0.42	2.95	38	58
2	T. S.	60	M	Ant. Sept.	LAD Cx RCA	(3) Dyskinetic	155	395	0.45	2.49	40	45
3	F. Y.	62	M	Ant. Sept.	LAD	(1) Akinetic	145	402	0.40	2.27	49	66
4	H. M.	52	M	Ant. Sept.	LAD	(1) Akinetic	150	403	0.41	2.15	40	53
5	A. H.	43	M	Ant. Sept.	LAD	(1) Dyskinetic	152	375	0.46	1.46	21	32
6	Y. Y.	47	M	ext. Ant.	LAD	(1) Dyskinetic	162	376	0.54			
7	K. K.	55	M	ext. Ant.	LAD	(1) Akinetic	124	426	0.32			
8	S. F.	52	F	Ant. Sept.	LAD	(1) Akinetic	133	401	0.35	4.01	56	67
9	H. O.	61	F	Ant. Sept.	LAD RCA	(2) Dyskinetic	160	406	0.44	2.26	34	27
10	S. M.	69	M	Ant. Lat.	LAD Cx	(2) Akinetic	169	390	0.48	2.11	41	47
11	G. I.	60	M	Ant. Lat.	LAD	(1) Hypokinetic	159	360	0.52	1.45	29	62
12	S. Y.	63	M	Ant. Sept.	LAD Cx RCA	(3) Akinetic	162	389	0.49	2.55	35	59
				Inf.								
13	S. T.	54	M	Inf.	RCA	(1) Hypokinetic	147	396	0.43	3.29	55	57
14	T. I.	32	M	Inf.	RCA	(1) Hypokinetic	123	402	0.33	2.58	49	
15	M. N.	69	M	Inf.	LAD Cx RCA	(3) Hypokinetic	147	375	0.45	3.58	58	53
16	U. S.	74	F	Inf.	LAD Cx RCA	(3) Akinetic	186	383	0.60	1.55	26	33
17	T. S.	62	M	Subend.	Normal	(0) Normokinetic	113	405	0.29	3.00	62	93

M: male, F: female, MI: myocardial infarction, CAG: coronary angiography, LV: left ventricular, PEPI: preejection period index (msec), LVETI: left ventricular ejection time index (msec), CI: cardiac index (ml/min/m<sup>2</sup>), SI: stroke index (ml/beat/m<sup>2</sup>), EF: ejection fraction (%), Ant. Sept.: anteroseptal, ext. Ant.: extensive anterior, Ant. Lat.: anterolateral, Inf.: inferior, Subend.: subendocardial, LAD: left anterior descending branch, Cx: left circumflex branch, RCA: right coronary artery.

Table 2. Patients with angina pectoris and chest pain

Case No	Patient	Age	Sex	Clinical sign	CAG (vessel)	LV wall motion	PEPI	LVETI	PEP/ET	CI	SI	EF
1	S. Y.	50	M	Angina	LAD	(1) Hypokinetic	132	418	0.33	2.52	49	73
2	K. U.	43	M	Angina	Normal	(0) Hypokinetic	124	387	0.35	3.58	70	55
3	K. Y.	73	M	Angina	LAD RCA	(2) Hypokinetic	149	435	0.37	2.23	47	53
4	S. M.	68	M	Angina	LAD Cx	(2) Hypokinetic	145	455	0.34			71
5	K. M.	64	M	Angina	Normal	(0) Hypokinetic	144	390	0.41	2.14	55	68
6	Y. T.	61	M	Angina	LAD Cx RCA	(3) Hypokinetic	158	392	0.46			79
7	J. M.	43	M	Angina	Cx	(1) Normokinetic	125	413	0.32			86
8	F. T.	64	F	Angina	LAD Cx RCA	(3) Dyskinetic	148	374	0.46			45
9	T. M.	61	F	Angina	Normal	(0) Normokinetic	119	407	0.30	2.95	56	84
10	Y. N.	47	F	Angina	Normal	(0) Normokinetic	128	428	0.31	3.80	61	74
11	T. T.	68	M	Angina	Normal	(0) Normokinetic	122	415	0.31	2.91	54	86
12	H. T.	29	M	Angina	Normal	(0) Hypokinetic	105	428	0.25			73
13	I. T.	59	M	Angina	LAD	(1) Normokinetic	144	383	0.43	3.04	44	88
14	M. Y.	49	M	Chest pain	Normal	(0) Normokinetic	115	397	0.31			81
15	H. U.	62	M	Chest pain	Normal	(0) Normokinetic	137	384	0.41	2.86	41	80
16	M. U.	45	M	Chest pain	Normal	(0) Normokinetic	139	395	0.39	3.12	57	63

Angina: angina pectoris.

The other abbreviations are shown in Table 1.

ックアップを用い、紙送り速度 100 mm/sec にて II 誘導心電図、心音図、頸動脈波を同時記録し、Weissler らの方法<sup>1,2)</sup> に準じて preejection period (PEP), left ventricular ejection time (LVET) を測定し、Weissler らの式<sup>1)</sup> により preejection period index (PEPI), left ventricular ejection time index (LVETI), PEP/LVET を算出した。

選択的冠動脈造影は Sones 法により行い、狭窄は 75% 以上を有意とし、左前下行枝、左回旋枝、右冠動脈の 3 枝について狭窄血管数により 0~3 枝病変群の 4 群に分類した。

左室造影は、原則として NIH8F カテーテルを用い、右前斜位 30°, 左前斜位 60° で行い、造影像は McDonald の方法<sup>3)</sup> により分析し normokinetic, hypokinetic, akinetic, dyskinetic の 4 群に分類した。

記録は選択的冠動脈造影及び左室造影ともに 35 mm シネカメラで毎秒 48 コマで行った。

## 結 果

### 1. 狭窄血管数

#### 1) PEPI

狭窄血管数により比較すると、PEPI は 0 枝病変群より 1 枝、2 枝、3 枝各病変群が有意に延長し(それぞれ  $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ )、1 枝病変群より 3 枝病変群が有意に延長した ( $p < 0.02$ )。

#### 2) LVETI

LVETI は 0 枝および 2 枝病変群より 3 枝病変群が有意に短縮した(それぞれ  $p < 0.02$ ,  $p < 0.05$ )。

### 3) PEP/LVET

PEP/LVET は、0 枝病変群より 1 枝、2 枝、3 枝各病変群が有意に増加し(それぞれ  $p < 0.02$ ,  $p < 0.02$ ,  $p < 0.01$ )、1 枝および 2 枝病変群より 3 枝病変群が有意に増加した(それぞれ  $p < 0.02$ ,  $p < 0.05$ ) (Table 3, Fig. 1)。

## 2. 左室 asynergy

### 1) PEPI

左室造影像により比較すると、PEPI は normokinetic 群より akinetic 群および dyskinetic 群が有意に延長し(それぞれ、 $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ )、hypokinetic 群より dyskinetic 群が有意に延長した ( $p < 0.05$ )。

### 2) LVETI

LVETI は、normokinetic 群より dyskinetic 群が有意に短縮した ( $p < 0.05$ )。

### 3) PEP/LVET

PEP/LVET は、normokinetic 群より akinetic 群および dyskinetic 群が有意に増加し(それぞれ  $p < 0.02$ ,  $p < 0.001$ )、hypokinetic 群より dyskinetic 群が有意に増加した ( $p < 0.05$ ) (Table 4, Fig. 2)。

## 3. 心筋梗塞の有無

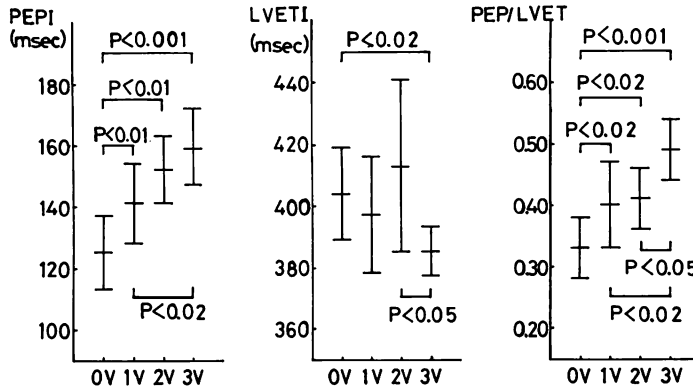
心筋梗塞群と非梗塞群の STI を比較すると、梗塞群は非梗塞群より PEPI は有意に延長し ( $p < 0.02$ )、LVETI は有意に短縮し ( $p < 0.05$ )、PEP/LVET は有意に増加した ( $p < 0.01$ ) (Table 5, Fig. 3)。

Table 3. Systolic time intervals and severity of coronary artery disease

Patient group	Patient No	Age	PEPI	ETI	PEP/ET	CI (Patient No)	SI (Patient No)	EF (Patient No)
0 V	10	53 ± 12	125 ± 12	404 ± 15	0.33 ± 0.55	3.04 ± 0.47 (8)	57 ± 8 (8)	76 ± 11 (10)
1 V	12	51 ± 8	141 ± 13	397 ± 19	0.40 ± 0.07	2.53 ± 0.79 (9)	44 ± 11 (9)	65 ± 16 (9)
2 V	5	67 ± 4	152 ± 11	413 ± 28	0.41 ± 0.05	2.39 ± 0.33 (4)	40 ± 5 (4)	51 ± 14 (5)
3 V	6	65 ± 5	159 ± 13	385 ± 8	0.49 ± 0.05	2.54 ± 0.72 (4)	40 ± 12 (4)	52 ± 14 (6)

V: vessel.

The other abbreviations are shown in Table 1.

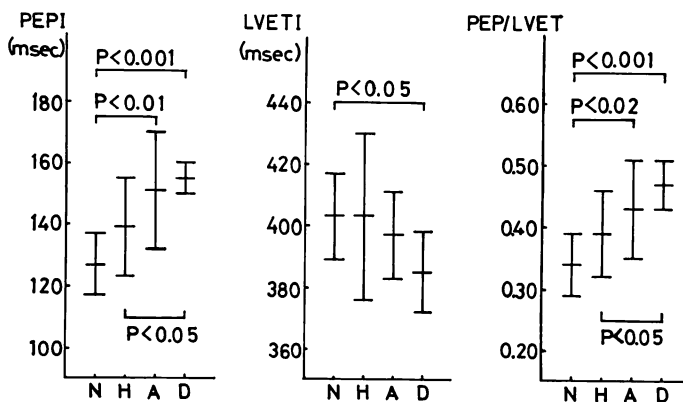


**Fig. 1. Relation of systolic time intervals with number of coronary artery lesions.**  
 PEP: preejection period index, LVETI: left ventricular ejection time index, 0V: normal coronary vessel, 1V: one-vessel, 2V: two-vessel, 3V: three-vessel.

**Table 4. Systolic time intervals and severity of asynergy.**

Patient group	Patient No	Age	PEPI	ETI	PEP/ET	CI (Patient No)	SI (Patient No)	EF (Patient No)
Normokinetic	9	55 ± 9	127 ± 10	403 ± 14	0.34 ± 0.05	3.10 ± 0.30 (7)	54 ± 7 (7)	82 ± 8 (9)
Hypokinetic	11	55 ± 14	139 ± 16	403 ± 27	0.39 ± 0.07	2.67 ± 0.71 (8)	52 ± 11 (8)	64 ± 9 (10)
Akinetic	8	61 ± 7	151 ± 19	397 ± 14	0.43 ± 0.08	2.52 ± 0.73 (7)	41 ± 9 (7)	55 ± 11 (7)
Dyskinetic	5	57 ± 12	155 ± 5	385 ± 13	0.47 ± 0.04	2.07 ± 0.44 (3)	32 ± 8 (3)	37 ± 8 (4)

The abbreviations are shown in Table 1.

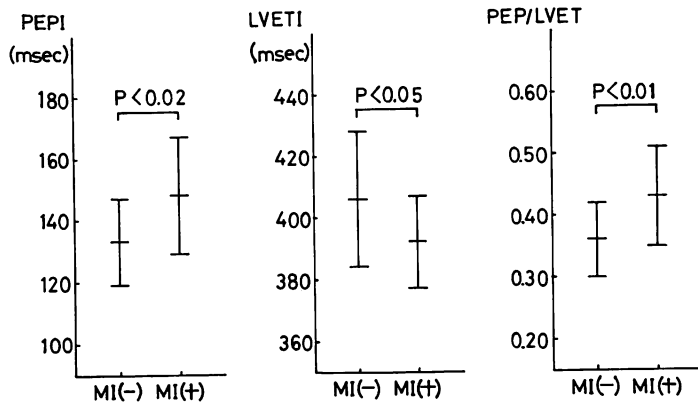


**Fig. 2. Relation of systolic time intervals with severity of left ventricular asynergy.**  
 N: normokinetic, H: hypokinetic, A: akinetic, D: dyskinetic.  
 The other abbreviations are shown in Fig. 1.

**Table 5. Effect of myocardial infarction on systolic time intervals**

Patient group	Patient No	Age	PEPI	ETI	PEP/ET	CI (Patient No)	SI (Patient No)	EF (Patient No)
MI group:								
One or more	17	58±10	148±19	392±15	0.43±0.08	2.51±0.73 (15)	42±12 (15)	54±16 (14)
None	16	55±12	133±14	406±22	0.36±0.06	2.92±0.50 (10)	53± 8 (10)	72±12 (16)

The abbreviations are shown in Table 1.



**Fig. 3. Relation of systolic time intervals in myocardial infarction group with those in noninfarction group.**

MI: myocardial infarction.

The other abbreviations are shown in Fig. 1.

**4. PEPI および PEP/LVET と cardiac index (CI), stroke index (SI) および ejection fraction (EF) との関係**

1) PEPI と熱希釈法によって求めた CI, SI および右前斜位 30° 左室造影像において, area-length 法によって求めた EF との関係を見ると, PEPI と CI, SI, EF とは, それぞれ  $r = -0.62$  ( $p < 0.01$ ),  $r = -0.74$  ( $p < 0.001$ ),  $r = -0.69$  ( $p < 0.001$ ) で, PEPI の延長に伴い CI, SI, EF は有意に減少する傾向を認めた (Fig. 4).

2) PEP/LVET と CI, SI, EF とは, それぞれ  $r = -0.58$  ( $p < 0.01$ ),  $r = -0.74$  ( $p < 0.001$ ),  $r = -0.66$  ( $p < 0.001$ ) で PEPI と同様に PEP/LVET の増加に伴い, CI, SI, EF は有意に減少する傾向を認めた (Fig. 5).

**考 案**

冠動脈疾患における非観血的 STI と左室機能との比較, あるいは左室機能評価としての非観血的 STI については, その有用性を支持する Meng ら, Lewis らの報告から, 有用性は疑わしいとする Parker らの報告まで, 種々の報告がなされている<sup>4-12)</sup>.

冠動脈の狭窄血管数と STI との関係については, Meng ら<sup>5)</sup>は狭窄血管数の増加とともに STI の異常も大となると報告し, Stack ら<sup>7)</sup>も PEP/LVET と狭窄血管数は著明な関係があるとしている. 幸治ら<sup>4)</sup>は, 1 枝病変群と 2 枝病変群で PEP/LVET に有意な差はなかったとし, McConahay ら<sup>11)</sup>は, 1 枝病変群, 2 枝病変群, 3 枝病変群間で PEPI, PEP/LVET に有意な差は

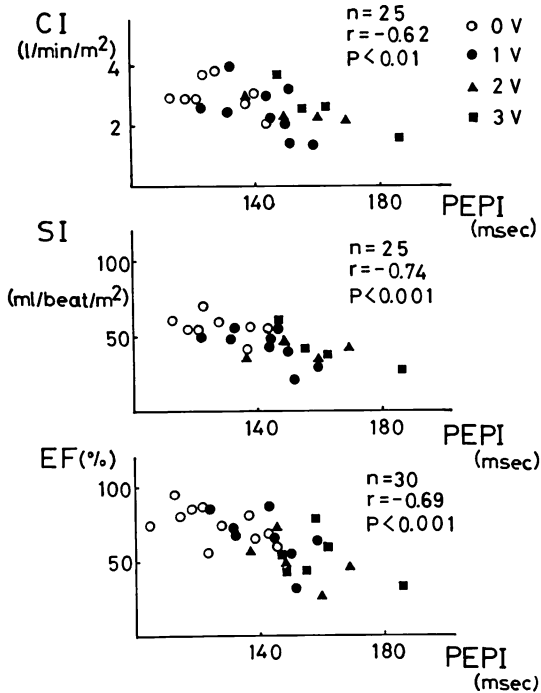


Fig. 4. Correlation of preejection period index (PEPI) with cardiac index (CI), stroke index (SI) and ejection fraction (EF).

なかったとした。また、Parker ら<sup>8)</sup>は広汎な3枝病変群で PEP, LVET の値に非常なばらつきがあったとしている。我々の結果では、PEPI は0枝病変群に比べ、1~3枝病変群が有意に延長し、1枝病変群に比べ3枝病変群が有意に延長していた。また、LVETI は0枝および2枝病変群に比べ3枝病変群が有意に短縮し、さらに PEP/LVET は0枝病変群に比べ1~3枝病変群が有意に増加し、1枝および2枝病変群に比べ3枝病変群が有意に増加する傾向をみた。以上のように、LVETI にばらつきがあるものの PEPI, PEP/LVET については、Meng ら<sup>5)</sup>とほぼ同様の結果を得た。

左室 asynergy との関連については、Meng ら<sup>5)</sup>は、左室異常運動群に比べ正常運動群は LVETI は有意に増加し、PEPI, PEP/LVET は

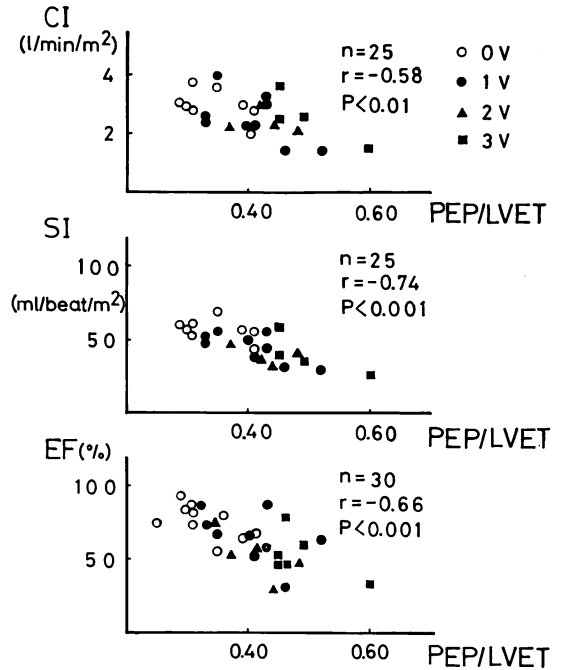


Fig. 5. Correlation of preejection period / left ventricular ejection time (PEP/LVET) with cardiac index (CI), stroke index (SI) and ejection fraction (EF).

有意に減少したとし、Lewis ら<sup>6)</sup>も、PEP/LVET と EF は収縮異常に相関があったとしている。また、Parker ら<sup>8)</sup>、McChnahay ら<sup>11)</sup>は、STI と asynergy の有無には有意な関係がなかったとしている。我々の結果では、normokinetic 群に比べ akinetic 群、dyskinetic 群が有意に延長し、hypokinetic 群に比べ dyskinetic 群が有意に延長していた。また、LVETI は normokinetic 群に比べ dyskinetic 群が有意に短縮し、さらに PEP/LVET は PEPI と同様に normokinetic 群に比べ、akinetic 群および dyskinetic 群が有意に増加する傾向をみた。以上のように、左室 asynergy が重症となるに従い、STI の異常に増大する傾向を認めた。

最後に、心筋梗塞群と非梗塞群について、Meng ら<sup>5)</sup>、Parker ら<sup>8)</sup>は両群間の STI には有意

差がなかったとし, Lewisら<sup>6)</sup>, Stockら<sup>7)</sup>は心筋梗塞の既往のない狭心症患者の多くは正常のSTIとEFを示したとした。我々の結果では, 梗塞群は非梗塞群に比べ, PEPI, PEP/LVETは有意に増加し, LVETIは有意に短縮していた。

以上のように, 我々は冠動脈の狭窄血管数が多いほど, また左室 asynergy の程度が強いほどSTIの異常も大となり, また心筋梗塞群は非梗塞群よりSTIの異常が大となる結果を得た。

STIはpreload, afterload, contractility, inotropy, 心拍数など種々の因子により影響され, 左心機能の指標の1つとして簡単に論ずることはできないが, 各症例を比較検討したり同一症例を経時的に観察したりするのに有用であると思われる。

またMengら<sup>5)</sup>は, 安静時には冠動脈重症病変でさえ十分な冠血流量を供給する能力を持ちうるので, STIと冠動脈疾患の重症度との相関は必ずしも高いとはいえないとしている。我々の結果でも, PEPI 145 msec以上, PEP/LVET 0.42以上であれば, 冠動脈に有意の狭窄の存在, ないしは左室 asynergy の存在をある程度示唆するものの, PEPI 145 msec以下, PEP/LVET 0.42以下の症例において, 狭窄あるいは asynergy の有無は判定しがたく, さらに負荷STIの測定が必要であると思われる。

## 結 語

1) 冠動脈疾患33例に非観血的STIを測定し, 選択的冠動脈造影および左室造影との比較検討を行った。

2) 狭窄血管数の多いほど, また左室 asynergy の高度なものほどSTIも異常値を呈する傾向を示した。

3) 非観血的STI測定は, 冠動脈疾患の心機能判定に有用であった。

## 文 献

- 1) Weissler AM: Noninvasive Cardiology. Clinical cardiology monographs. Grune & Stratton, New York & London, 1974, p 301
- 2) Lewis RP, Rittgers SE, Forester WF: A clinical review of the systolic time intervals. *Circulation* **56**: 146, 1977
- 3) McDonald IG: The shape and movements of the human left ventricle during systole. *Amer J Cardiol* **26**: 221, 1970
- 4) 幸治隆一, 竹沢正気, 竹沢英郎, 北村尚臣, 角田裕, 浜田正行, 小寺 崇, 洞山典久, 伊藤早苗: 虚血性心疾患の左室収縮時間(STI)について. *J Cardiography* **6**: 543, 1977
- 5) Meng R, Hollander C, Liebson PR: The use of noninvasive methods in the evaluation of left ventricular performance in coronary artery disease. *Amer Heart J* **90**: 134, 1975
- 6) Lewis RP, Boudoulas H, Welch TG: Usefulness of systolic time intervals in coronary artery disease. *Amer J Cardiol* **37**: 787, 1976
- 7) Stack RS, Lee CC, Reddy BP: Left ventricular performance in coronary artery disease evaluated with systolic time intervals and echocardiography. *Amer J Cardiol* **37**: 331, 1976
- 8) Parker ME, Just HG: Systolic time intervals in coronary artery disease as indices of left ventricular function: fact or fancy? *Brit Heart J* **36**: 368, 1974
- 9) Buyukozturk K, Kimbiris D, Segal BL: Systolic time intervals. Relation to severity of coronary artery disease, intercoronary collateralization and left ventricular dyskinesia. *Amer J Cardiol* **28**: 183, 1971
- 10) Rater D, Pugh D, Gray W: Practical significance of systolic time intervals in coronary artery disease. *Chest* **64**: 186, 1973
- 11) McConahay DR, Martin CM, Cheitlin MD: Resting and exercise systolic time intervals. Correlations with ventricular performance in patients with coronary artery disease. *Circulation* **45**: 592, 1972
- 12) Martin CE, Shaver JA, Leonard JJ: Physical signs, apexcardiography, phonocardiography, and systolic time intervals in angina pectoris. *Circulation* **46**: 1098, 1972