

## 冠動脈疾患における運動負荷心筋シンチグラフィの有用性と問題点について

## Stress myocardial scintigraphy in coronary artery disease: Its clinical significance

畑 典武  
小海 信一  
安武 正弘  
今泉 孝敬  
斉藤 勉  
岸田 浩  
早川 弘一

Noritake HATA  
Shin-ichi KOUMI  
Masahiro YASUTAKE  
Takahiro IMAIZUMI  
Tsutomu SAITO  
Hiroshi KISHIDA  
Hirokazu HAYAKAWA

### Summary

To evaluate the clinical significance of asymptomatic ischemic heart disease, exercise electrocardiography and stress myocardial scintigraphy were performed. These were correlated with symptoms during exercise tests and histories of myocardial infarction (MI).

The study subjects consisted of 70 patients with coronary artery disease, including 34 with MI, and 36 without MI but with angina pectoris. Stress tests were performed using bicycle ergometer under electrocardiographic monitoring throughout the test. Transient myocardial ischemia was confirmed by perfusion defects on thallium myocardial imaging demonstrated immediately after exercise, but not 3 hours after the stress test.

Asymptomatic ST depression was observed in 18 of 34 patients with MI (53%) and in 21 of the 36 patients with angina (58%); however, transient myocardial perfusion defects were confirmed in 61% of the patients with MI (11 of 18 patients), but in only 33% of those with angina (7 of 21 patients). The difference was statistically significant ( $p < 0.05$ ).

It was suggested that there are some differences in the clinical significance of asymptomatic ST depression between the patients with MI and those without MI but with angina pectoris.

### Key words

Myocardial imaging      Exercise test      Myocardial infarction      Angina pectoris      Silent myocardial ischemia

### はじめに

従来、心筋虚血を示す指標としては、胸痛、心

電図 ST-T 変化、心臓超音波検査での壁運動異常出現などが臨床的に用いられてきた。しかし胸痛はあくまで客観的なものであり、心電図変化も

日本医科大学 第一内科  
東京都文京区千駄木 1-1-5 (〒113)

The First Department of Internal Medicine, Nippon  
Medical School, Sendagi 1-1-5, Bunkyo-ku, Tokyo  
113

Received for publication October 27, 1989; accepted February 3, 1990 (Ref. No. 36-K2)

必ずしも心筋虚血を示すとは限らず, とくに左室肥大, 心室内伝導障害ならびに早期興奮症候群などでは, 心筋虚血がなくても容易に ST-T 変化をきたすことが報告されている. 一方, 近年広く行われるようになった心臓核医学的検査 (心プールスキャンや心筋シンチグラフィ, さらにこれらに運動負荷試験や薬物負荷を加える方法) は, 画像診断法として一過性心筋虚血を客観的に示す手段として, 標準的な検査手技になりつつある.

一方, ホルター心電図や運動負荷心電図の普及により, 自覚症状を伴わないが, 心電図にて心筋虚血を思わせる変化を示す例が希ならず認められるようになり, かかる病態は無症候性心筋虚血・無痛性心筋虚血 (silent myocardial ischemia, asymptomatic myocardial ischemia, painless myocardial ischemia) として論議されるようになった.

本研究では運動誘発無痛性心筋虚血の臨床的意義を明らかにするために, 自転車エルゴメーターによる 201 タリウム運動負荷心筋イメージ (SPECT) を用いて, その出現頻度が心筋梗塞の有無によって差があるか否かを検討した.

### 対象および方法

冠動脈疾患患者のうち, トレッドミル運動負荷試験にて ST 変化を認めた 70 例を対象とした. 心筋梗塞の既往の有無により, これを有する 34 例 (MI 群) と有さない 36 例 (AP 群) に分けた.

運動負荷には臥位自転車エルゴメーター (建部青洲堂製) を用い, MI 群では 25 ワット, AP 群では 50 ワットから負荷を開始し, 2~3 分ごとに 25 ワットずつ増加させる方法を用いた. 運動負荷前, 負荷中ならびに負荷後 3 分間で, I・II・aVF・V<sub>1</sub>・V<sub>3</sub> および V<sub>6</sub> の 6 誘導をフクダ電子製 stress system を用いて連続記録し, 0.1 mV 以上の ST 偏位を有意とした. 血圧はマンシェット法にて 1 分ごとに測定した.

心筋シンチグラフィは運動終了約 1.5 分前に 201 タリウム 3 mCi を静脈内に注入し, 島津製

シンチパック 1000 を用い, 運動負荷終了約 5 分後と約 3 時間後に, 長軸ならびに短軸の SPECT (single photon emission computed tomography) を撮影した. 負荷 5 分後と 3 時間後の心筋シンチグラムを比較し, 3 時間後に再分布を認めた場合を一過性心筋虚血とみなし, 再分布 (+) とした.

統計学的処理は Student's t-test と U 検定を用い, p<0.05 を有意とみなした.

### 成績

#### 1. 患者背景

MI 群ならびに AP 群の患者背景を Table 1 に示す. 年齢は MI 群 56±9 歳・AP 群 54±11 歳, 性差 (男/女) は MI 群 31/3・AP 群 27/9 と有意差を認めなかった. また, 運動負荷量も MI 群 60±22 ワット・AP 群 63±27 ワットと差がなかった.

Table 1. Patient's characteristics

	MI	AP
Cases (No.)	34	36
Age (yrs)	56±9	54±11
Sex (male/female)	31/3	27/9
Maximal load (watts)	60±22	63±27

MI=myocardial infarction; AP=angina pectoris.

#### 2. 運動負荷心電図所見

Table 2 に MI 群・AP 群両群の運動負荷心電図による ST 変化所見を示す. ST 偏位は MI 群で 34 例中 26 例 (76.5%), AP 群で 36 例中 27 例 (75.0%) であったが, AP 群で ST 上昇を示した例はなく, また ST 不変も MI 群 8 例, AP 群 9 例と少数であった.

一方, ST 下降を認めた例は, MI 群 21 例 (61.8%), AP 群 27 例 (75.0%) であり, 両群間に有意差はなかった.

#### 3. 運動誘発胸痛の出現頻度

Table 3 に運動誘発による胸痛の出現頻度を示

**Table 2. Exercise ECG findings**

	MI	AP	Total
ST depression	21	27	48
ST elevation and depression	4	0	4
ST elevation	1	0	1
No ST deviation	8	9	17
Total	34	36	70

MI=myocardial infarction.

**Table 3. Symptoms during exercise test**

	MI	AP	Total
Symptomatic	6	9	15
Asymptomatic	28	27	55
Total	34	36	70

**Table 4. Findings of stress myocardial scintigraphy**

	MI	AP	Total
Redistribution (+)	20	19	39
Redistribution (-)	14	17	31
Total	34	36	70

Redistribution (+)=a regional perfusion defect on stress image at 5 min was reperfused 3 hours after stress loading.

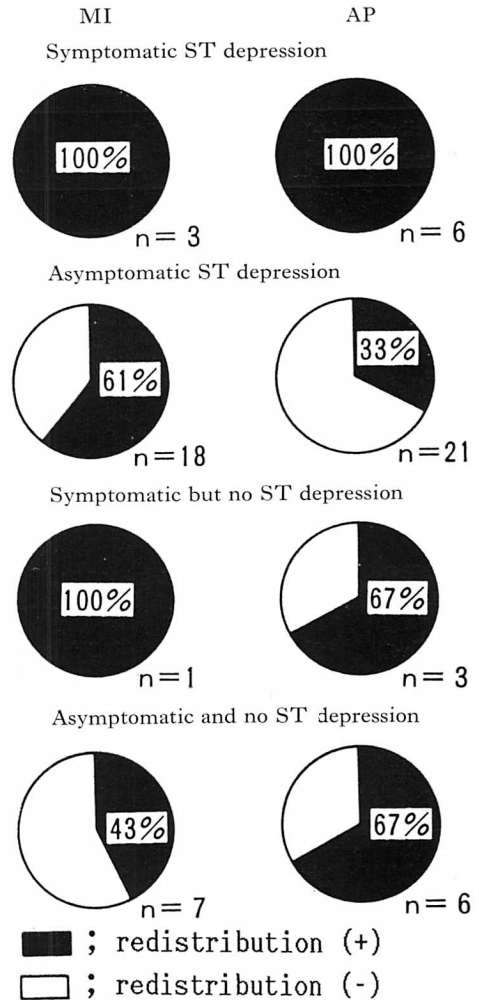
す。MI 群 34 例中 6 例 (18%)・AP 群 36 例中 9 例 (25%) のみが胸痛を生じた。胸痛出現頻度には両群間に有意差を認めなかった。

**4. 運動負荷心筋シンチグラフィーでの再分布出現**

Table 4 に示すごとく、運動負荷心筋シンチグラフィーで再分布を認める頻度は、MI 群 20 例 (59%)・AP 群 19 例 (53%) と、両群間に差はなかった。

**5. 運動誘発胸痛、心電図 ST 下降と心筋シンチグラフィー所見の関係**

Fig. 1 に胸痛、心電図 ST 下降と心筋シンチ



**Fig. 1. Relationship between symptom ECG findings and stress myocardial scintigraphy.**

グラフィー所見の関係を示す。有痛性 ST 下降例では全例が心筋シンチグラフィーにて再分布を示したが、無症候性 ST 下降では MI 群 61% が再分布 (+) であったのに対し、AP 群では 33% のみが再分布 (+) であった (p<0.05)。

**6. 心電図 ST 不変例の心筋シンチグラフィー所見**

心電図上有意な ST 変化を示さなかった例の心筋シンチグラフィー所見をみると、MI 群 8 例中 4 例 (50%) ならびに AP 群 9 例中 6 例 (67%)

**Table 5. Stress myocardial scintigraphy in patients without ST deviation**

	MI	AP	Total
Redistribution (+)	4	6	10
Redistribution (-)	4	3	7
Total	8	9	17

Abbreviations: see Table 4.

で、心筋シンチグラフィにて再分布を認めた。Table 5 にその内訳を示すが、MI 群では梗塞部位に一致した一過性心筋虚血が多いのに対し、AP 群では後壁や中隔など、心電図では評価し難い部位の虚血が多かった。

### 考 察

無症候性心筋虚血の出現機序については、胸痛閾値の低下<sup>1)</sup>や虚血の範囲ならびに程度<sup>2)</sup>が関連しているとの報告がある。一方、心筋虚血のスタンダードとして心電図 ST 変化、冠動脈有意狭窄、心臓超音波や心プルスキャンによる一過性の心室壁異常運動出現、ならびに胸痛などが用いられてきたが、いずれもその信頼度に問題があり、近年では運動負荷心筋シンチグラフィによる一過性血流分布欠如(運動負荷後の血流欠損が約3時間後に再分布を示す)が、一過性心筋虚血に対する最も信頼性のある検査所見として認識されつつある<sup>3)</sup>。

それらの点を考慮し、本研究では運動負荷心筋シンチグラフィでの一過性血流分布欠如を心筋虚血のスタンダードとし、無症候性心筋虚血の出現頻度が、心筋梗塞の既往の有無によって差が有るか否かを検討した。

対象例のうち運動誘発 ST 偏位を示したのは MI 群 76.5%、AP 群 75.0% であったが、このうち AP 群では ST 上昇例がなかったため、本研究では運動誘発 ST 下降のみを示した48例(MI 群21例と AP 群27例)を主な検討対象とし、運動誘発無症候性 ST 下降の出現頻度が、心筋梗塞の既往の有無により差が有るか否かを調べ

た。その結果、MI 群における運動誘発無症候性 ST 下降例では、AP 群におけるそれに比べ、心筋シンチグラフィにて再分布(+)を示す頻度が高かった。かかる成績の理由として 1) 心筋梗塞例では anginal warning system の障害により、心筋虚血に対する痛みの閾値が上昇しているために、心筋梗塞の既往のない例に比べ、同程度の心筋虚血においても無症候性であること、2) 同じ心筋酸素消費量を示す運動負荷では、生存心筋梗塞例において少量であるため、単位重量あたりの酸素消費量が比較的大であること、さらに 3) 心筋梗塞により安静時の心機能がすでに低下しているため、運動負荷により心筋虚血を生じやすいことなどが考えられる。今回の検討では、運動負荷量が MI 群(60±22 ワット)と AP 群(63±27 ワット)で差がなかったことから、上記の 2)、3) は十分に可能性がある。一方、運動終了時の ST 偏位にも両群間に差が無かったことは(両群とも 1.5 mm)、ほぼ同等の心筋虚血の存在にもかかわらず、MI 群で無症候であった例が多いことを示し、1) の可能性を示唆するとともに、MI 群と AP 群で ST 偏位のもつ意義に相違があることを思わせた。すなわち、MI 群においては壊死部の ST 変化(とくに運動負荷による壁異常運動に伴う ST 上昇)、ならびにそれが生存心筋の一過性心筋虚血による ST 偏位を修飾する可能性があることを示す。しかし、臨床的に心筋梗塞の有無により ST 偏位の評価を的確に判定する方法はいまだ確立されておらず、得られた心電図での ST 偏位を単純に評価せざるを得ない。これを考慮した場合、一過性心筋虚血の評価には、心電図 ST 偏位はスタンダードとはなり得ず、心筋シンチグラフィでの一過性血流分布の欠如(再分布(+))が重要な所見となる。

また、anginal warning system の障害に関しては、これを直接的に証明することは困難であるが、性格テスト、歯ならびに四肢への痛み刺激に対する耐性を評価する試みがなされている。これらは、痛みに対する閾値の差が、無症候性心筋虚

血出現のメカニズムの一部であることを示唆している。

## 要 約

虚血性心疾患の診断は進歩を遂げてきたが、胸痛の欠如する症例では、診断困難の事があり、そのような無症候性心筋虚血についての論議が重要視されている。我々は虚血性心疾患における運動負荷心筋シンチグラフィーの臨床的意義を検討するために、運動負荷心電図における ST 偏位、運動負荷心筋シンチグラフィーにおける一過性血流分布の欠如、運動負荷による胸痛出現の有無、ならびに心筋梗塞の既往の有無について検討した。

対象は虚血性心疾患 70 例で、心筋梗塞の既往のない 36 例とこれを有する 34 例である。運動負荷には自転車エルゴメーターを用い、心電図は運動試験を通して記録、さらに 201 タリウム心筋シンチグラフィーを運動終了直後と 3 時間後の 2 回記録し、血流分布欠如の再分布を認めた場合、一過性心筋虚血があるものと評価した。

無症候性 ST 下降は心筋梗塞の既往の無い群の 58% (36 例中 21 例) と、これの既往を持つ群の 53% (34 例中 18 例) に認められた。しかし、

無症候性 ST 下降例のうち、運動負荷心筋シンチグラフィーで心筋虚血を証明し得たのは、心筋梗塞例で 61% (18 例中 11 例) であったのに対し、心筋梗塞の既往の無い例では 33% (21 例中 7 例) と、有意に少なかった ( $p < 0.05$ )。

以上の成績は、虚血性心疾患における運動誘発無症候性 ST 下降の臨床的意義が、心筋梗塞の既往の有無により異なることを示すものであり、虚血性心疾患の診断ならびに治療上興味ある所見と思われた。

## 文 献

- 1) Cohn PF: Silent myocardial ischemia in patients with a defective anginal warning system. *Am J Cardiol* 45: 697-708, 1980
- 2) Cherchia S, Lazzari M, Freedman B, Brunelli C, Maseri A: Impairment of myocardial perfusion and function during painless myocardial ischemia. *J Am Coll Cardiol* 1: 924-933, 1983
- 3) Gibson RS, Watson DD, Craddock GB, Cramp-ton RS, Kaiser DL, Denny MJ, Beller GA: Prediction of cardiac events after uncomplicated myocardial infarction: A prospective study comparing predischARGE exercise thallium-201 scintigraphy and coronary angiography. *Circulation* 68: 321-336, 1983