

# 一過性に ST 上昇を呈した 虚血性心疾患患者 2 例の PET による検討

# PET evaluations of is- chemic heart disease showing transient ST-T elevation: Report of two cases

高橋 晶  
小野 幸彦  
宍戸 文男\*  
上村 和夫\*  
門脇 謙\*\*  
熊谷 正之\*\*

Akira TAKAHASHI  
Yukihiko ONO  
Fumio SHISHIDO\*  
Kazuo UEMURA\*  
Ken KADOWAKI\*\*  
Tadayuki KUMAGAI\*\*

## Summary

Positron emission tomography (PET) was performed in two patients who exhibited transient ST-T elevation during their attack. The myocardial blood flow (MBF) and tissue fraction were quantitatively measured using dynamic PET and O-15 water. Myocardial exogenous glucose utilization was also determined by PET and F-18 fluoro-deoxyglucose (FDG). The FDG uptake index (FUI), obtained by dividing the total FDG count in the region of interest by the total amount of FDG, was used. These values were free from the partial volume effect because of the correction of the tissue fraction.

Case 1: A 61-year-old woman was admitted to our hospital because of ST-T elevation on her ECG during her abdominal surgery. Her myocardial enzymes were elevated. The emergency coronary angiogram showed no pathological coronary artery stenosis or occlusion, but the levogram showed abnormal wall motion. About one month later, the repeat coronary angiogram showed restoration to normal wall motion. In a PET study, myocardial blood flow and FUI were increased above the normal range.

Case 2: A 65-year-old man was admitted to our hospital because of ST-T elevation on his ECG during chest oppression. In a PET study one month after the last chest pain, myocardial blood flow was normal, but there was a high uptake of FDG in the transient ischemic area. The coronary angiogram revealed no pathological lesions.

It was suggested that the high uptake of FDG is related to a previous ischemic event; not to a present ischemic state. It is thought that these two cases exemplify so-called "myocardial stunning".

## Key words

O-15 water    F-18 fluoro-deoxyglucose    Ischemic heart disease    ECG    Positron emission tomography

秋田県立脳血管研究センター 内科

\*同 放射線科

秋田市千秋久保田町 6-10 (〒010)

\*\*秋田県成人病医療センター

Departments of Internal Medicine and \*Radiology,  
Research Institute for Brain and Blood Vessels-Akita,  
Senshu-kubota-machi 6-10, Akita 010

\*\*Medical Center for Adult Disease, Akita

Received for publication January 30, 1989; accepted May 13, 1989 (Ref. No. 36-131)

緒 言

我々はこれまでポジトロン CT を用いた心筋血流量の測定<sup>1,2)</sup>, および心筋糖代謝について報告してきた. 心筋糖代謝については F-18 fluoro-deoxyglucose (FDG) を用い, 虚血心筋や梗塞心筋の生存能 (viability) を評価してきた<sup>3)</sup>. その

後症例を積み重ねるにつれ, 一過性の強い虚血の後でも, FDG の集積が認められる例のあることがわかってきた. 今回我々は, 心電図上, 発作時に ST 上昇を呈したが, 冠動脈にまったく異常を認めなかった心筋梗塞および狭心症の症例で, 最後の発作から約 1 ヶ月前後に PET を施行し, 以下の知見を得たので報告する.

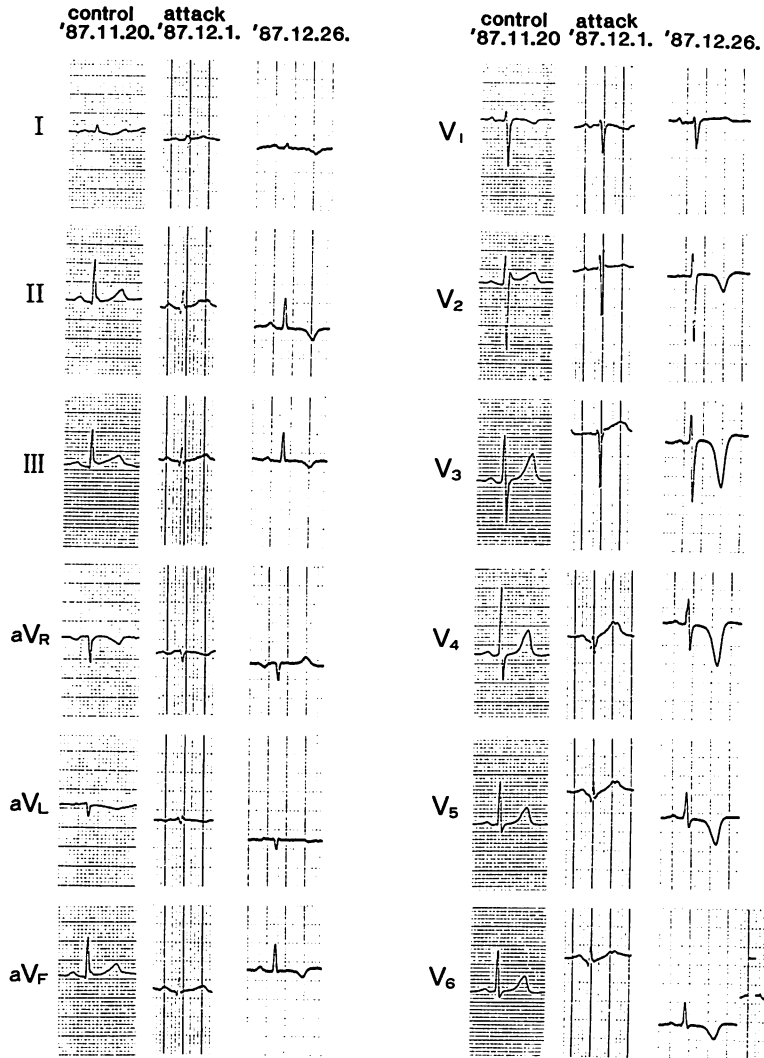


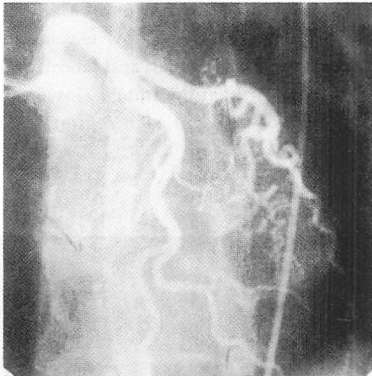
Fig. 1. Electrocardiographic changes before and after the anginal attack (Case 1: 61-year-old woman).

装置ならびに方法

装置は当センターで開発された全身型 PET 装置“HEADTOME III”である<sup>4)</sup>。心筋血流のトレーサーとして O-15 標識水、心筋糖代謝のトレーサーとして FDG を用いた。心筋糖代謝定量化の指標としては、Camici らの用いた FDG uptake index (FUI) を用いた<sup>5)</sup>。これは、心筋局所に取り込まれた FDG のカウント数を総 FDG 投与量で除して得られた値である。すなわち

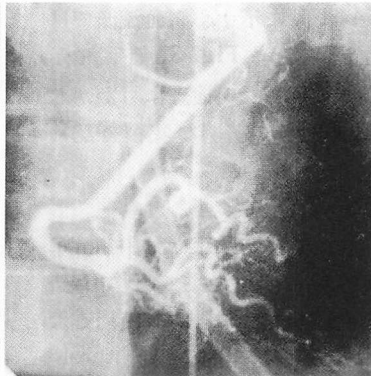
$$\text{FDG uptake index} = \frac{C_{\text{FDG}} \times 10^2}{\int_0^T C_p(t) dt} \text{ml/min/100 g}$$

LCA



Diastole

RCA



Systole

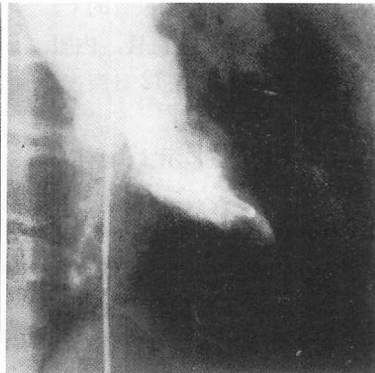
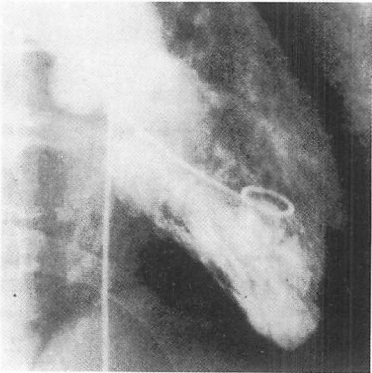


Fig. 2. Coronary angiograms and levograms of Case 1.

The upper two angiograms were recorded on the day of admission (4/12/87). The lower two levograms (LVG) were recorded on 1/7/88, showing nearly normal contraction of the left ventricle.

測定は全例、朝食後 6~7 時間の絶食状態で行った。

症 例

症例 1: 61 歳, 女性

主訴は心電図異常。1987 年 12 月 1 日, 腹部の手術中, 15:00 頃, ECG モニター上, ST の上昇が認められたため, 16:00, 急性心筋梗塞の疑いで秋田県成人病医療センターに救急入院。Fig. 1 に入院時と PET 測定 1 ヶ月前の心電図を示す。入院時の心電図では  $V_3 \sim V_6$  で R 波の減高と ST の上昇を認めたが, 約 1 ヶ月後の心電図では R 波の増高と冠性 T 波の出現を認めるのみ

で、Q波の出現は認められなかった。入院後直ちに施行した冠動脈造影 (Fig. 2) は、図上段に示すごとく左右の冠動脈に閉塞や狭窄病変は認められなかったが、心エコー図で前壁、中隔、側壁にかけて akinesis を呈していた。約1ヵ月後の左室造影では、これらの壁運動異常は図下段に示すごとく心尖部の一部を残してほぼ消失していた。なおこの時にエルゴノビン負荷試験も行ったが、冠動脈のスパズムは誘発されなかった。血液生化学検査では CPK 最高 409 (N: 29-119), LDH 430, GOT 36 と、いずれも軽度の上昇にとどまった。また、出血傾向や凝固異常も認められなかった。したがって今回の発症原因を明らかにさせることはできなかった。

発症から約1ヵ月半後の1月22日施行のPET study では、Fig. 3A 上段に示す心筋血流像では defect は認められなかったが、Fig. 3A 下段に示す心筋糖代謝像では、空腹時での検査にもかかわらず、左心室全体に FDG の著明な集積を認めた。

#### 症例 2: 65 歳, 男性

主訴は早朝の胸部絞扼感。1987年6月中旬、早朝安静時に胸部絞扼感が出現、外来で Nitorol® を処方されたが、その後発作は起きず、使用しなかった。7月下旬にも同様の発作があり、Nitorol® が著効を示した。しかし9月下旬より、発作の頻度、程度ともに増大したため、精査加療目的で、10月8日、当センターに入院した。入院後、内服薬を中止して様子を見たところ、10月12日深夜、冷汗を伴う強い胸痛が出現した。

その際の心電図では、Fig. 4 に示すように、I, aVL, V<sub>2</sub>~V<sub>4</sub> の ST 上昇を認めた。発作が消失した後の心電図は発作前とまったく変わらず、また血液生化学検査で心筋由来の酵素の変動は認められなかった。トレッドミル負荷心電図にて V<sub>5</sub>~V<sub>6</sub> の ST 低下を認めたが、胸痛は起きなかった。冠動脈造影 (Fig. 5) では左回旋枝の発達がやや悪い以外、特記すべきことはなかった。エルゴノビン負荷試験は施行しなかった。心エコー

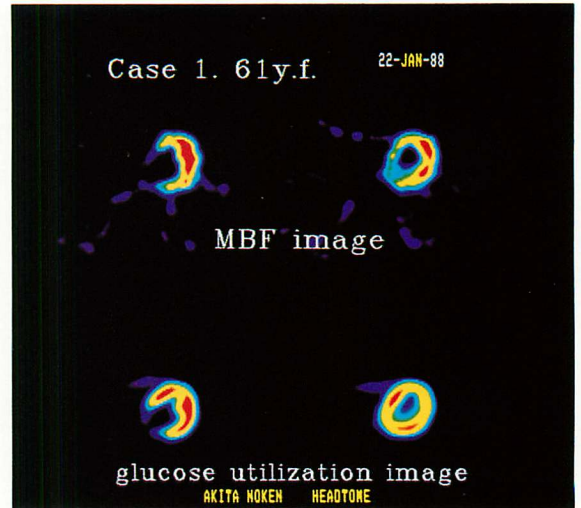


Fig. 3A. PET images of Case 1.

Myocardial blood flow is relatively increased in the septum, anterior wall and lateral wall (upper two). The glucose utilization image (lower two) shows a high uptake of FDG in each region.

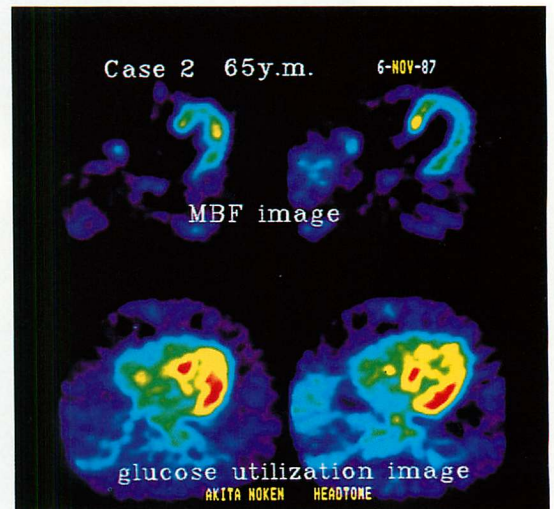


Fig. 3B. PET images of Case 2.

Myocardial blood flow (upper two) is normal in the septum, anterior wall and lateral wall. The glucose utilization image (lower two) shows a moderately increased uptake of FDG in the lateral wall.

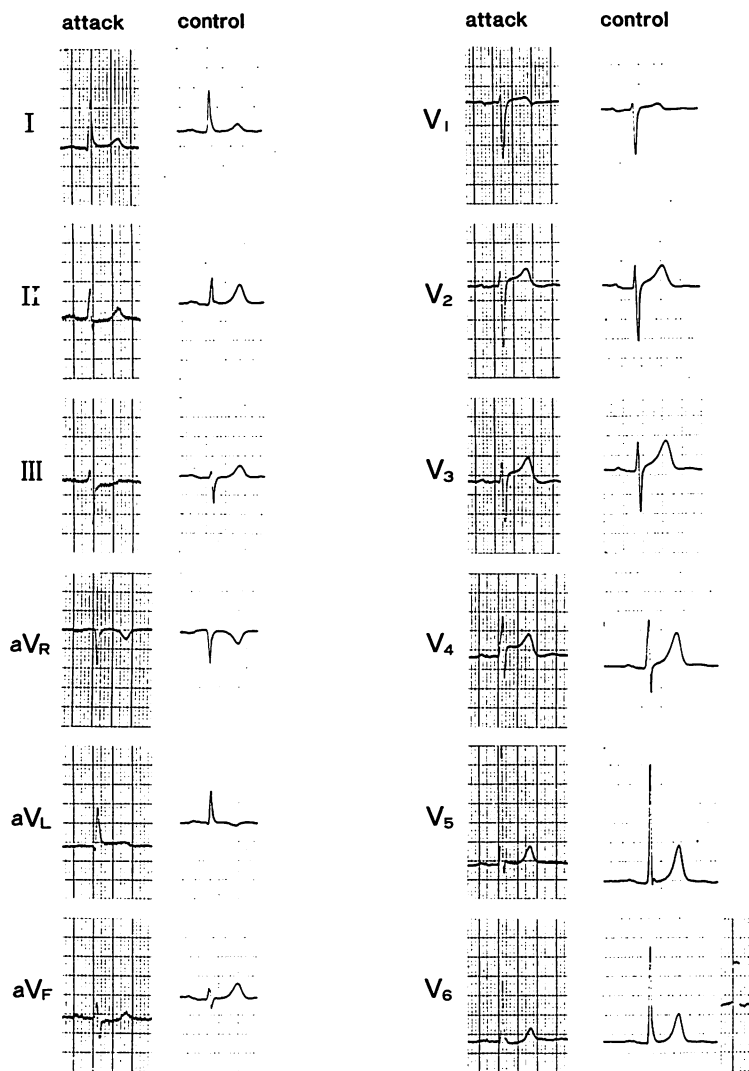


Fig. 4. Electrocardiographic changes during and after the anginal attack (Case 2: 65-year-old man).

図でも壁運動異常は認められなかった。以上より、異型狭心症と考えた。

発作から約3週間後に施行した PET (Fig. 3B) では、心筋血流像には異常を認めなかったが、側壁、中隔に FDG の取り込みを認めた。

以上の2例の局所心筋血流量と FDG uptake index を、健康成人の空腹時の値と対比して

Table 1 に示す。症例1における血流量は中隔、前壁、側壁でそれぞれ 1.61, 1.94, 1.70 ml/min/g、症例2ではそれぞれ 0.73, 0.91, 0.98 ml/min/g と測定され、FDG の取り込みは症例1では 15.68, 14.70, 15.71 ml/min/100 g、症例2で 2.99, 2.75, 3.43 ml/min/100 g であり、2例とも健康成人の空腹時の値 ( $1.00 \pm 0.17$ ) に比し高値であった。

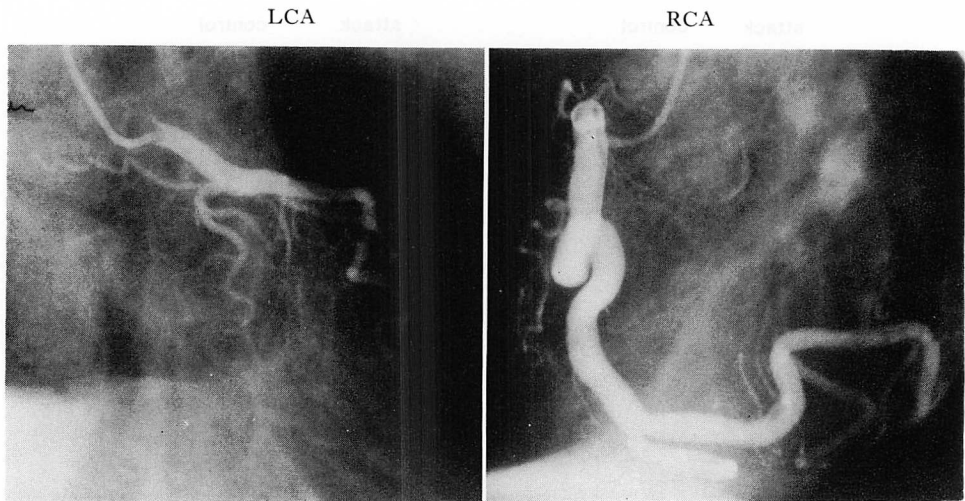


Fig. 5. Coronary angiograms of Case 2.  
There are no stenoses or occlusions of the coronary arteries.

Table 1. Absolute myocardial blood flow (MBF) and the FDG uptake index (FUI) in the 2 cases and normal volunteers

		Septum	Anterior wall	Lateral wall
Case 1	MBF	1.61	1.94	1.70
	FUI	15.68	14.70	15.71
Case 2	MBF	0.73	0.91	0.98
	FUI	2.99	2.75	3.43
Normal volunteer	MBF	0.93±0.04		
	FUI	1.00±0.17		

MBF=myocardial blood flow (ml/min/g); FUI=FDG uptake index (ml/min/100 g).

### 考 接

UCLA グループの提唱した PET による虚血の定義では、血流の低下した局所心筋で糖代謝が認められる解離現象を、いわゆる“mismatch”としている<sup>6)</sup>。特に心筋梗塞発症後の梗塞部位で mismatch が認められた場合には梗塞心筋の生存能を示すとされ、冠動脈血行再建術の適応を決める指標の一つとなっている<sup>7)</sup>。一方、Braunwald らは、血流がいったん低下した後これが回復しても機能的な異常がしばらく残るという、いわゆる気絶心筋 (stunning) という概念を

1982年に提唱した<sup>8)</sup>。その後、UCLA グループの動物実験でも、脂肪酸のβ酸化低下や糖代謝亢進といった代謝異常が、いわゆる気絶心筋 (stunned myocardium) の状態では長期間続くという研究も進められている<sup>9)</sup>。彼らはイヌを用いた動物実験で、再灌流後4週間を経た後もFDGの集積が認められたと報告している。我々の経験した2例はこのような状態に近いものと考えられるが、強い虚血後1ヵ月以上を経てもなおこのような代謝異常が残っていた。したがって、PETでFDGの集積が認められた場合には、その部位の血流が低下していない、いわゆる気絶心



筋をみている可能性もあり、今後 FDG の集積を評価する際に注意すべき点であると考えられた。

## 結 論

発作時心電図上で ST 上昇を認めた 2 例について、その局所心筋血流量と心筋糖代謝について検討した。その結果、この 2 例では心筋血流の回復は認められたにもかかわらず FDG の取り込みが認められ、いわゆる気絶心筋の状態を示していると考えられた。今後 PET で梗塞心筋の生存能を評価するにあたっては、この点も考慮する必要があると思われた。

## 要 約

心電図上、一過性の ST 上昇を示した 2 例について、ポジトロン CT を施行した。局所心筋血流量の測定には、トレーサーとして O-15 標識水を用い、ダイナミック解析により、局所心筋血流量と組織含有率を求めた。局所心筋糖代謝は、F-18 フルオロデオキシグルコース（以下 FDG）を用いて関心領域内の FDG のカウント数を求め、これを総 FDG 投与量で除して得られた FDG uptake index を組織含有率で補正した値を用い、部分容積効果の影響を除いた。

症例 1: 61 歳、女性。腹部手術中に ST 上昇を呈し、心筋由来の酵素の上昇を認めたにもかかわらず、急性期の冠動脈造影では狭窄閉塞血管は認めなかった。しかし左室造影では壁運動異常が認められ、その異常が元に戻った後に行ったポジトロン CT で、局所心筋血流量が正常より上昇し、さらに FDG の取り込みも著明に亢進していた。

症例 2: 65 歳、男性。ST 上昇型の発作を有する狭心症で、最後の発作から約 1 ヶ月後に行ったポジトロン CT では心筋血流量は正常であったが、一過性の虚血部位に一致した FDG の取り込み増加を認めた。

この 2 例は、いずれも冠動脈造影上、有意の狭窄病変は認められず、したがって FDG の集積は

現在の虚血状態を示しているのではなく、過去に起こった虚血状態が、代謝異常としてなお残っているということを意味し、Braunwald らのいわゆる気絶心筋 (myocardial stunning) を示しているものと考えられた。

## 文 献

- 1) Iida H, Kanno I, Takahashi A, Miura S, Murakami M, Takahashi K, Ono Y, Shishido F, Inugami A, Tomura N, Higano S, Fujita H, Sasaki H, Nakamichi H, Mizusawa S, Kondo Y, Uemura K: Measurement of absolute myocardial blood flow with  $H_2^{15}O$  and dynamic positron-emission tomography: Strategy for quantification in relation to the partial-volume effect. *Circulation* **78**: 104-115, 1988
- 2) 高橋 晶, 小野幸彦, 飯田秀博, 三浦修一, 村上松太郎, 高橋和弘, 菅野 巖, 宍戸文男, 上村和夫, 熊谷正之, 門脇 謙: O-15 標識水を用いたダイナミックポジトロン CT による局所心筋血流量と冠動脈病変との対比. *核医学* **25**: 647-654, 1988
- 3) 高橋 晶, 小野幸彦, 須藤まき子, 新木一弘, 宍戸文男, 上村和夫, 門脇 謙, 熊谷正之: 虚血心筋における糖代謝の定量的イメージング. *J Cardiogr* **16**: 291-299, 1986
- 4) 飯田秀博, 菅野 巖, 三浦修一, 高橋和弘, 上村和夫: HEADTOME III の全身用ポジトロンエミッショントモグラフィとしての性能評価. *核医学* **22**: 521-525, 1985
- 5) Camici P, Araujo LI, Spinks T, Lammertsma AA, Kaski JC, Shea MJ, Selwyn AP, Jones T, Maseri A: Increased uptake of 18F-fluorodeoxyglucose in post-ischemic myocardium of patients with exercise-induced angina. *Circulation* **74**: 81-88, 1986
- 6) Marshall RC, Tillisch JH, Phelps ME, Huang SC, Carson R, Henze E, Schelbert HR: Identification and differentiation of resting myocardial ischemia and infarction in man with positron computed tomography, 18F-labeled fluorodeoxyglucose and N-13 ammonia. *Circulation* **67**: 766-778, 1983
- 7) Tillisch J, Brunken R, Marshall R, Schwaiger M, Mandelkern M, Phekps M, Schelbert H: Reversibility of cardiac wall motion abnormalities predicted by positron tomography. *N Engl J Med* **314**: 884-888, 1986
- 8) Braunwald E, Kloner RA: The stunned myocardium: Prolonged, postischemic ventricular dysfunction. *Circulation* **66**: 1146-1149, 1982

高橋, 小野, 矢戸, ほか

- 9) Schwaiger M, Schelbert HR, Ellison D, Hansen H, Yeatman L, Vieten-Johansen V, Selin C, Barrio J, Phelps ME: Sustained regional abnormalities in cardiac metabolism after transient ischemia in the chronic dog model. *J Am Coll Cardiol* 6: 336-347, 1985