

## 《臨床報告》

<sup>99m</sup>Tc-(Sn) diphosphonateによる

## 心筋シンチグラフィについて

石井 靖\* 山本 逸雄\* 米倉 義晴\* 鳥塚 荘爾\*

藤田 透\*\* 鳥居 宏\*\*\* 二木 実\*\*\*\*

## 緒 言

先進国の死因の1/3を占める冠状動脈疾患の病変は心筋血流の供給障害によるものであり、これを直接的にしかも非侵襲的に同定する方法の出現は永年にわたって望まれて來たが、適切な方法が得られなかつた。とりわけ核医学的手段は期待されて來たが、近年米国において心筋血流供給障害のイメージングに適切な種々の核種の開発が漸く盛んになってきた。これらを大別すると障害部位を陰性像として描出する核種と陽性像として描出する核種がある。前者はK-同族体を含む、いくつかの拡散スペースの極めて大きい核種によって、いわば臓器血流分布像として描出する方法である<sup>1)-6)</sup>。しかしながらシンチグラムの解読の上では、後者の陽性像として描出する方法の方が有利である。<sup>99m</sup>Tc テトラサイクリンは障害部に攝取され陽性像を得ることができるが<sup>7)</sup>、心筋に相接した肝臓部も同時に描出されることが欠点である。Parkyらは骨シンチグラム製剤 <sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate (PYP) が心筋硬塞部に攝取され陽性像

が描出されることを報告したが<sup>8)</sup>、同様の製剤、すなわち <sup>99m</sup>Tc-polyphosphate, <sup>99m</sup>Tc-diphosphonate (EHDP) にも同等の描出力のあることを報告している<sup>9)</sup>。これらの製剤は本邦において、とりあえず使用が可能であり、我々は若干の心筋硬塞症について使用したので、その成績を報告する。

## 症例および方法

昭和49年末より昭和50年のはじめに、我々が経験した心筋硬塞症5例について報告する (Table 1)。いずれも心筋硬塞特有な心電図所見を示し、加えて酵素学的所見、すなわちCPK, SGOT等を参考として診断を確定したものである。検査は被験者の状態がほぼ安定した硬塞発症後4~10日までの間に施行した。すなわち10~15 mCiの日本メリフィジック社製 <sup>99m</sup>Tc-EHDP (約5 mg) を静注投与し、1~3時間後に東芝製シンチカメラに4000孔平行型コリメータを装着してイメージングを行った。1例についてはさらに発症後30日後のものについて行った。シンチグラム読影に際し、硬塞部の陽性像の程度は Parky 等の基準に従つて行った。すなわち偽陽性を+1とし以下陽性度を3段階に分類したが、最高陽性度+4は Parky 等の文献付図<sup>8)</sup>に示されるもるを参考とした。

## 結 果

Table 1に施行した全例の心電図およびシンチグラムの示す硬塞部位の相応関係を示すが、全例において、ほぼ一致した所見が示されている。ま

\* 京都大学放射線科

\*\* 京都大学中央放射線部

\*\*\* 大阪北野病院循環器内科

\*\*\*\* 同 シンチカメラ室

受付：50年7月21日

採用：50年9月11日

別刷請求先：京都市左京区聖護院川原町（〒606）

京都大学医学部放射線科

石井 靖

Table 1 Patients with Acute Myocardial Infarction

Patient	Age	Sex	ECG location	Scan location	Scan degree	Days post infarct
KM	73	M	Ant-septal	Anterior	2+	10
HA	47	M	inferior	Inf-posterior	3+	4
AU	58	M	inferior	Inf-posterior	3+	4
KY	61	M	Anterior	Ant-lat	1+	10
					0+	30
AM	45	M	Ant-septal	Anterior	3+	4

## A. M. Anterior Infarction

Ant

LAO

l-Lat

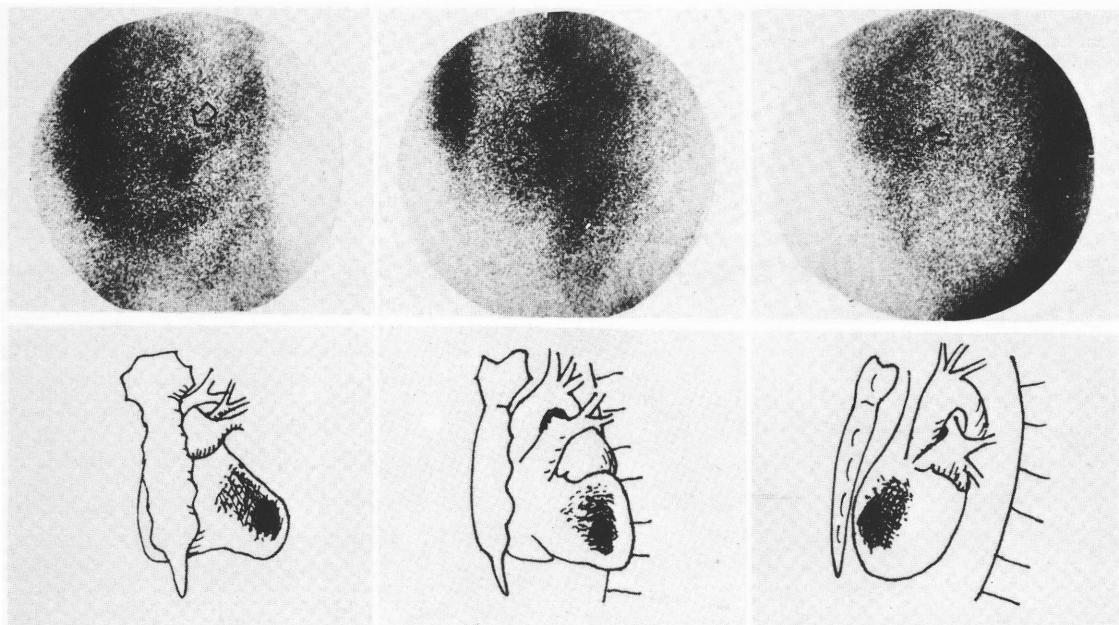


Fig. 1 A 45 year-old-male (A.M.) with myocardial anterior infarction on ECG findings with ST elevation ( $V_{1-5}$ ). Myocardial scintigraphy was done 4 days after attack, indicating a positive spot on anterior wall of left ventricle.

た発症30日後の1例を除いて4~10日後のは、いずれも陽性攝取像を示した。

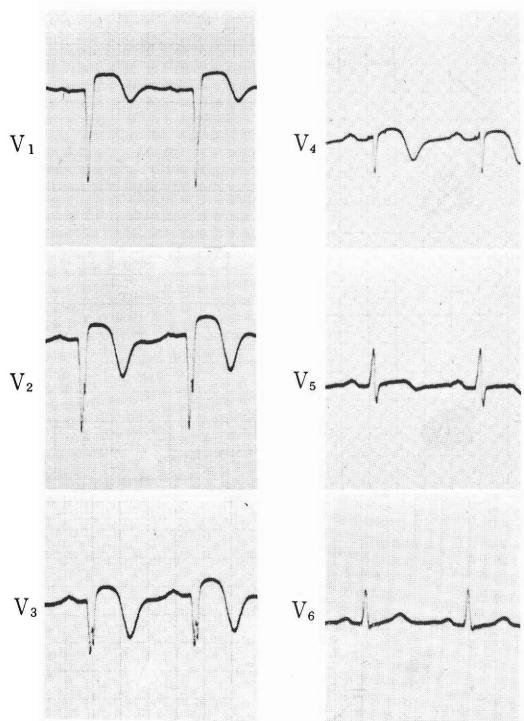
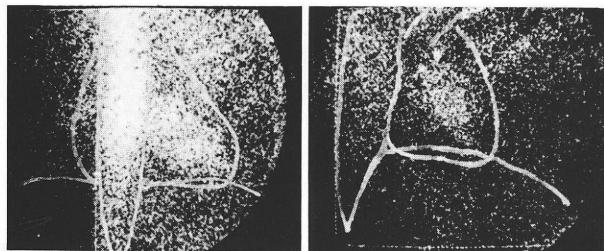
Fig. 1に心電図上 Antero-septal Infarction の存在を認めた例の発症4日後のシンチグラムを示す。3+の攝取像が正面像(Ant)で胸骨像の左に認められ、第2斜位像(LAO)で1部胸椎像と重なって認められ、左側面像(l-Lat)で胸骨像の直下に重なって認められる。この様に骨陰影との位置関係から硬塞が左室前壁に局在するもので

あることが明らかである。

Fig. 2は発症後10日後のシンチグラムと心電図を示すが、この時期において酵素学的所見はほぼ正常であった。また心電図は前胸壁誘導において、すでに陰性波の出現を認め急性期を脱しているが、シンチグラムでは、なお有意のとりこみ2+を左室前壁に認める。

Fig. 3は発症10日後の入院時および30日後のシンチグラムを示し、Fig. 4に本例の発症時および

K.M. Anterior Infarction  
Ant LAO

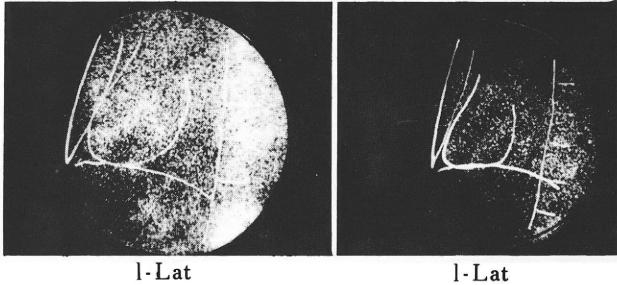
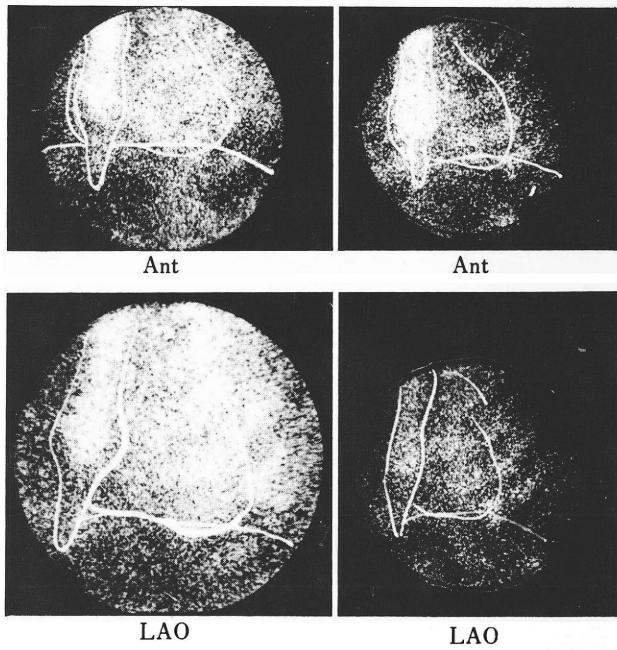


**Fig. 2** A 73 year-old-male (K.M.) with persistent hypertension suffered from anginal attack of one hour duration. ECG findings on the first visit of outpatient clinic revealed anterior infarction. Myocardial scintigram 10 days after attack still revealed positive uptake on the anterior wall, while the ECG revealed the negative T wave and the enzymatic findings returned tonormal range already.

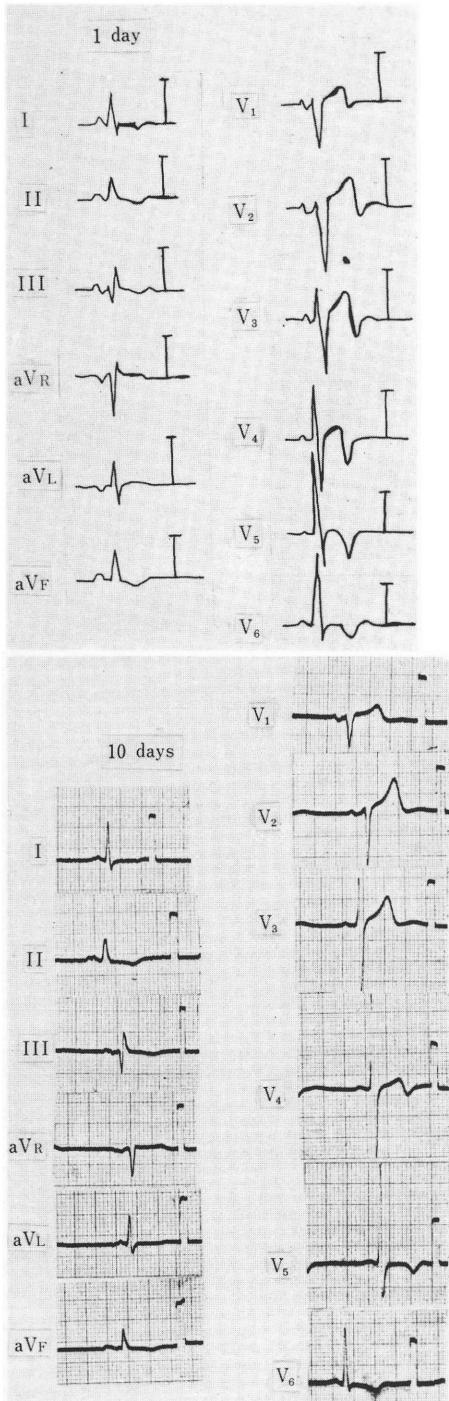
10日後本院入院時の心電図を示す。発症時のものは開業医より、のちに借用したものであ

るが、心筋硬塞の存在が明らかである。しかしながら、入院時においてすでに酵素学的所見に異常なく、また心電図も V<sub>4</sub>にわずかに陰性T波の存在を認めるのみで、この時点において心筋硬塞の診断を確定することは困難である。のちに発症時の心電図入手することによって前壁に非貫通性の硬塞が存在することが推定できた。しかしながら本例の10日

K.Y. Anterior Infarction  
10 days 30 days



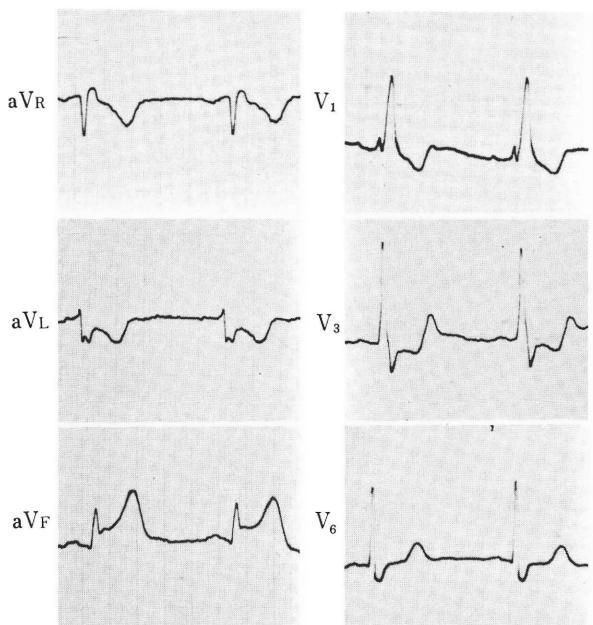
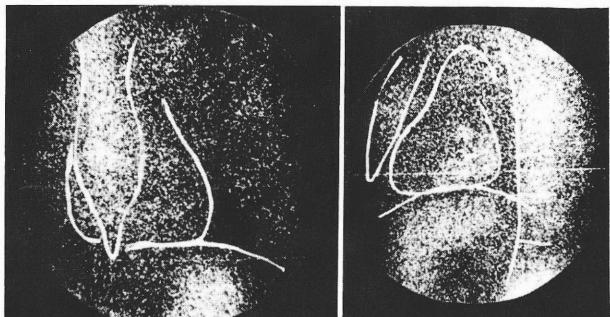
**Fig. 3** A 61 year-old-male (K.Y.) suffered from anginal attack 10 days before admission to this hospital. Myocardial scintigram on admission revealed spotted uptake around anterior to lateral wall. However, the scintigram 30 days after the attack revealed no uptake at all.



**Fig. 4** ECG of the case K.Y. on the attack revealed non-penetrating anterior wall infarction. ECG 10 days after the attack revealed terminal dip on V<sub>4</sub>.

H.A. Inferior-posterior Infarction  
Ant

l-Lat



**Fig. 5** Myocardial scintigraphy of a 58 year-old-male 4 days after attack revealed inverted L shape uptake on l-Lat view which was adjacent to the fornix of stomach accidentally visualized due to free  $^{99m}\text{Tc O}_4^-$  secretion, indicating inferior-posterior wall infarction. ECG revealed combined findings of the inferior infarction and the r-B.B.B.

後のシンチグラムでは、左室前壁に斑点状のとりこみを明らかに認めることができる。30日後のシンチグラム所見はまったく正常である。

Fig. 5 は発症 4 日後のシンチグラムであり、心

電図上、下壁硬塞である。本例は<sup>99m</sup>Tc-EHDP 調製後、注射までに時間が経過したためか、一部遊離<sup>99m</sup>Tc を生じ、シンチグラム上胃窓窿部が描出されている。これとの相応にてシンチグラムを観察すると硬塞が下壁から後壁に波及していることが明らかである、このような所見は心電図のみでは推定しえない。他方、本例のように脚ブロックを伴う場合、とくに時間の経過したものについては硬塞部位の同定はしばしば困難となる、本例は以上の 2 点において心筋シンチグラフィがきわめて有効であった例といえよう。

なお本シンチグラフィ施行に際して、症状の増悪または心電図の異常を示した例はなく、きわめて安全かつ簡便に施行し得た。

### 考 按

Bonte らの報告による動物実験の成績では<sup>10)</sup> <sup>99m</sup>Tc-PYP は硬塞作成後 12～16 時間後に該部の陽性描出が可能であり、4～6 日間は、とりこみはほぼ同等であり、以後次第に減少し、14 日以降では陰性になるという。とりこみの機序に関しては D'agostino らは、不可逆変化を来たした心筋細胞内のミトコンドリアの hydroxyapatite-Ca の結晶中にとりこまれるものであろうとしている<sup>11)</sup>。したがって同様な apathite-imaging 製剤、すなわち <sup>99m</sup>Tc-polyphosphate、<sup>99m</sup>Tc-diphosphonate なども同様の目的で使用しうる<sup>9)</sup>。

心筋シンチグラム読影上の障害となりうるもの、1 つは心腔内血液プールの存在であり、他は胸骨、肋骨、胸椎などの骨イメージであろう。前者の関与をさけるためには、血中クリアランスの速やかな製剤がよく、我々の検討では上記 3 種の製剤のうち <sup>99m</sup>Tc-EHDP の血中クリアランスが最も良好であった<sup>12)</sup>。後者に関しては骨集積に比べ心筋集積的良好なものが望ましく、この点に関しても EHDP は他 2 者に比べて有利であるとされている<sup>9)</sup>。加えて標識率も良好であることを考慮し、<sup>99m</sup>Tc-EHDP を専ら使用した。

我々の若干の経験から、本剤使用による心筋シンチグラフィは次の 3 点で心筋硬塞診断上、有用

である。第 1 に心筋硬塞発症後、比較的新鮮な例において描出されるので経過の判定に有用である。第 2 に心電図診断上の盲点である後壁硬塞の診断に有用である。第 3 に同様の理由で左および右脚ブロックなどを合併する例で有用である。以上に挙げた特異性を強調しないまでも、欧米に比べて冠状動脈疾患のルチンな診断手順の不備な本邦においては、本法の実施が、その不備をおぎなう効果もある。ちなみに我々の経験したいくつかの例において発症時の心電図および酵素学的検査が施行されておらず、入院時においては非特異的变化のみが認められ、本法の併用が診断確定の上で有用であった。

本法は比較的新鮮な虚血性心筋壊死の状態を陽性像として描出するものであり、血流分布状況そのものを明らかにするものではない。したがって壊死を伴わない虚血性変化の検出には心筋血流分布を描出し、この部を陰性像として描出する既述の K-同族体製剤などが使用されるべきであろう<sup>13)-16)</sup>。わけても心筋局所血流量の定量化を目的とする場合<sup>13)</sup>、薬剤、運動負荷による機能的変動を知ることを目的とする場合<sup>14)</sup>に陰性像描出製剤の使用が必須である。心筋硬塞の底辺を形成する多数の冠状動脈病変に冠状動脈造影法を行うと、その半数に主動脈病変を認めない事が知られている<sup>15)</sup>。他方、典型的な硬塞所見を心電図上明らかにしない心膜下硬塞が<sup>99m</sup>Tc-PYP によって描出されるとする報告がある<sup>16)</sup>。これらの事実は狭心症から心筋硬塞に至るまでの一連の冠状動脈疾患の病態解明のためには、従来の方法で認識しえない、より末梢の乏血性変化の確実な把握が必要であることを示唆している。このためには、陽性描出核種、陰性描出血種などの特質を十分に理解し、時宜を得た併用が必要であり、加えて検出法および解析法の工夫が今後必要であると考えられる。いずれにせよ、心筋血流の問題は、種々の核種の出現によって、循環器病学および核医学いずれの立場においても、第 2 世代に入ったことを示唆するものであり、今後の発展が期待される。

### 結論

- 1) 本法は心筋梗塞症、急性期の患者においてきわめて安全かつ簡便に使用し得た。
- 2) 心筋梗塞症5例のうち、発症後10日までのものについては全例、心電図所見にはほぼ一致する部位に陽性攝取像を認めた。
- 3) 本法は従来の診断法に加えて特異な情報を追加しうる。すなわち発症後10日頃まで梗塞部位の描出が可能であり、以後消失するのでこの時期において梗塞存在の疑われる例の確定に有用である。加えて以後の経過の判定に有用である。
- 4) さらに心電図上部位診断の盲点となる部位すなわち後壁梗塞、左・右脚ブロックを合併する例について有用である。

### 文献

- 1) Romihlt DW, Adolph RJ, Sodd VS, Levenson NI, August LS, Nishiyama H, Berke RA : Cesium-129 myocardial scintigraphy to detect myocardial infarction. *Circulation* 48 : 1242, 1973
- 2) Gorten RJ : Clinical testing of 43-K scans of the heart. *J Nucl Med* 13 : 432, 1972
- 3) Bonte FJ, Graham KD, Moore JG : Experimental myocardial imaging with 131-I-labeled oleic acid. *Radiology* 108 : 195, 1973
- 4) Harper PV, Lathrop KA, Krizek H, Lembares N, Stark V, Hoffer PB : Clinical feasibility of myocardial imaging with 13-NH<sub>3</sub>. *J Nucl Med* 13 : 278, 1972
- 5) Martin ND, Zaret BL, McGowan RL, Wells HP, Flamm MD : Rubidium-81 : A new myocardial scanning agent. *Radiology* 111 : 651, 1974
- 6) Strauss WH, Harrison K, Langan JK, Lebowitz E, Pitt B : Thallium-201 for myocardial imaging. Relation of Thallium-201 to regional myocardial perfusion. *Circulation* 51 : 641, 1975
- 7) Holman BL, Dewanjee MK, Idoine J, Fliegel CP, Davis MA, Treves S, Eldh P : Detection and localization of experimental myocardial infarction with 99m-Tc-tetracycline. *J Nucl Med* 14 : 595, 1973
- 8) Parkey RW, Bonte FJ, Meyer SL, Atkins JM, Curry GL, Stokely EM, Willerson JT : A New method for radionuclide imaging of acute myocardial infarction in humans. *Circulation* 50 : 540, 1974
- 9) Bonte FJ, Parkey RW, Graham KD, Moore JG : Distributions of several agents useful in imaging myocardial infarcts. *J Nucl Med* 16 : 132, 1975
- 10) Bonte FJ, Parky RW, Graham KD, Moore JG, Stokely EM : A new method for radionuclide imaging of myocardial infarcts. *Radiology* 110 : 473, 1974
- 11) D'Agostino AN, Chiga M : Mitochondrial mineralization in human myocardium. *Am J Clin Pathol* 53 : 820, 1970
- 12) 山本逸雄, 森田陸司, 坂本力, 森徹, 鳥塚莞爾, 高坂唯子, 浜本研 : <sup>99m</sup>Tc 標識リソウ化合物による骨シンチグラフィーの検討. ラジオアイソトープ 23 : 20, 1974
- 13) Ishii Y, MacIntyre WJ, Pritchard WH, Eckstein RW : Measurement of total myocardial blood flow in dogs with 43-K and the scintillation camera. *Circulation Res* 33 : 113, 1973
- 14) Strauss HW, Zaret BL, Martin ND, Wells HP Jr, Flamm MD Jr. : Noninvasive evaluation of regional myocardial perfusion with potassium-43. *Radiology* 108 : 85, 1973
- 15) 山口洋, 中西成元, 元田憲, 石見善一 : 狹心症と冠動脈造影. 内科 35 : 425, 1975.
- 16) Willerson JT, Parkey RW, Bonte FJ, Meyer SL, Stokely EM : Acute Subendocardial myocardial infarction in patients. *Circulation* 51 : 436, 1975