

負荷タリウム心筋イメージングによる虚血性心疾患の評価：冠動脈造影所見とトレッドミル負荷試験との対比

Evaluation of patients with ischemic heart disease by exercise thallium-201 myocardial imaging: Comparison with coronary arteriography and graded treadmill exercise testing

酒井 雅司  
鳥居 幸夫  
野村 秀樹  
斎藤 義昭  
大西 節夫  
平井 寛則  
海老根東雄\*  
石田 恵一  
矢吹 壮  
関 清

Masashi SAKAI  
Yukio TORII  
Hideki NOMURA  
Yoshiaki SAITO  
Setsuo OHNISHI  
Hironori HIRAI  
Kunio EBINE\*  
Keiichi ISHIDA  
So YABUKI  
Kiyoshi SEKI

Summary

One hundred and eight patients with suspected ischemic heart disease were evaluated by exercise thallium-201 myocardial imaging (TI-IM), coronary arteriography and graded treadmill exercise test (GTX). They were divided into four groups; Group I consisted of 21 patients without significant coronary artery disease (<75% diameter stenosis), Group II of 47 patients with significant coronary artery disease ( $\geq$ 75% diameter stenosis) but without previous myocardial infarction, Group III of 24 patients who had previous myocardial infarction with additional coronary artery disease, and Group IV of 16 patients who had previous myocardial infarction without additional coronary artery disease.

In Group I, TI-IM showed positive findings in only two patients (9.5%), whereas GTX showed

東邦大学医学部 第三内科  
\*同 大橋病院 循環器集中診療部  
東京都目黒区大橋 2-17-6 (〒153)

The Third Department of Internal Medicine, Toho University School of Medicine, and \*Intensive Care Unit, Toho University School of Medicine, Ohashi Toho University Hospital. Ohashi 2-17-6, Meguro-ku, Tokyo 153

Presented at the 26th Meeting of the Cardiography Society held in Osaka, April 1-2, 1983  
Received for publication April 30, 1983

positive findings in seven (33.3%) and borderline findings in four (19.0%). In Group II, TI-IM showed positive findings in 34 patients (74.5%), while GTX showed positive findings in 31 (66.0%) and borderline findings in 12 (25.5%). In Group II, the sensitivity of TI-IM and GTX for identifying severe stenosis (more than 99%) were 95.0% (19 of 20 patients) and 75.0% (15 of 20), respectively, but only 50.0% (four of eight) and 50.0% (four of eight), respectively, for identifying less severe stenosis (about 75%). In Group III, the sensitivity for detecting infarcted lesion by TI-IM was 95.8% (23 of 24 patients), but the sensitivity for detecting ischemic area in the non-infarcted lesion was 41.7% (10 of 24). In Group IV, a significant defect was detected by TI-IM, corresponding to the infarcted site in 14 of 16 patients (87.5%), and periinfarcted ischemia was shown in seven of the 14 patients (50.0%). In both Group III and IV, GTX was positive in only 50% and 31.3%, respectively.

We conclude that TI-IM is a useful technique in the diagnosis of myocardial ischemia, especially severe coronary stenosis, and is more specific than GTX. However, we must be careful for evaluating ischemic, but not infarcted lesion by TI-IM in patients with myocardial infarction.

#### Key words

Exercise TI-201 myocardial imaging      Graded treadmill exercise testing      Coronary arteriography  
Ischemic heart disease      Coronary artery disease

## 目 的

負荷タリウム心筋イメージングによる虚血性心疾患診断の有用性に関しては、すでに多数の報告<sup>1-11)</sup>がある。しかし、これらの多くは心筋梗塞の既往を有する例と狭心症のみの例を一括して論じていたり、冠動脈狭窄の程度やその部位による相違について、詳細な解析はなされていない。今回我々は、虚血性心疾患が疑われ、負荷タリウム心筋イメージングと冠動脈造影、トレッドミル負荷試験を行った症例を対象に、心筋梗塞の既往の有無により、心筋虚血の画像診断の有用性を再検討した。

## 対象と方法

対象は虚血性心疾患が疑われ、負荷タリウム心筋イメージングと冠動脈造影、トレッドミル負荷試験をほぼ同時期に施行した108例(男87例, 女21例, 年齢30~69歳, 平均52.9歳)である。これらの症例を **Table 1** のごとく4群にわけて検討した。I群は冠動脈造影で有意な狭窄所見がみられなかった正常例21例, II群は冠動脈造影で75%以上の有意狭窄を認めるが、心筋梗塞の既往のない狭心症47例, III群は心筋梗塞の既往

があり、その責任支配冠動脈以外にも有意な狭窄がみられる24例, IV群は心筋梗塞の既往はあるが、他の冠動脈に有意な狭窄がみられなかった16例である。脚ブロックのため運動負荷心電図上判定が困難な症例や、臨床的に冠動脈スパズムの関与が考えられる症例は除外したが、ergonovine 負荷試験は施行しなかった。

シンチカメラは高分解能コリメーターを装着した Shimazu PHO/Gamma LFOV を用いた。負荷は立位エルゴメーター多段階漸増法で、狭心痛の発現、心電図における1mm以上のST降下、あるいは最大予測心拍数の80~90%に達した時点で thallium-201 を2mCi 静注し、さらに1分間の負荷を続け、終了した。負荷直後と安静4時間後に、正面から左側面までの5方向のデータ収集を行い、判読には直接記録した像とコンピューター処理した像の両者を併用した。トレッドミル負荷試験は、modified Bruce のプロトコルで Marquett 製 CASE (computer assisted system for exercise) を用い、McHenly<sup>12)</sup> の診断基準に従い、V<sub>5</sub> 誘導での ST index より、自動解析装置による positive, borderline, negative の評価で判定した。

**Table 1. Classification of the subjects by coronary arteriography**

Group I:	No significant coronary artery disease (n=21)
Group II:	Effort angina without myocardial infarction, but with coronary artery stenosis of 75% or more (n=47)
Group III:	Myocardial infarction with additional stenotic disease of another coronary artery (n=24)
Group IV:	Myocardial infarction without additional stenotic disease of another coronary artery (n=16)

成 績

1. 症例呈示

**Fig. 1** は労作時の狭心症状を主訴とする 42 歳男性の冠動脈造影所見であるが、左冠動脈前下行枝近位部に 99% の狭窄を認めた。**Fig. 2** は左前斜位 45° の負荷タリウム心筋イメージングである。負荷直後の initial image では前壁中隔を中心に defect を認めるが、安静 4 時間後の delayed image では再分布がみられ、前下行枝領域の一過性の虚血が証明された。

**Fig. 3** は下壁梗塞の既往がある 60 歳男性の冠動脈造影所見であるが、右冠動脈近位部の 99% の狭窄と、左冠動脈前下行枝近位部に 90% の狭窄が認められた。**Fig. 4** は左前斜位 45° の負荷タリウム心筋イメージングである。Initial image で心尖部から下壁の complete defect と前壁中隔の hypoperfusion がみられ、delayed image では前壁中隔のみ再分布を示した。したがって、本検査法により、前下行枝にも有意な狭窄が存在することが予想された。

**Fig. 5** は前壁中隔梗塞の既往を有する 41 歳男性の冠動脈造影所見である。左冠動脈前下行枝に 99% の狭窄があり、梗塞後も狭心症状が頻発するため、同部位への AC バイパス術を施行、術後の冠動脈造影で graft の開存を確認した。**Fig. 6** は左前斜位 45° における AC バイパス術前後の負荷タリウム心筋イメージングである。術前の

delayed image では initial image に比べ、前壁中隔部の軽度の再分布を認め、periinfarcted ischemia の存在が確認された。術後の initial image では術前に比べ、明らかに心筋灌流量の増大が認められた。術後は狭心症状も消失し、壁異常運動や左室駆出分画、運動耐容能も改善した。

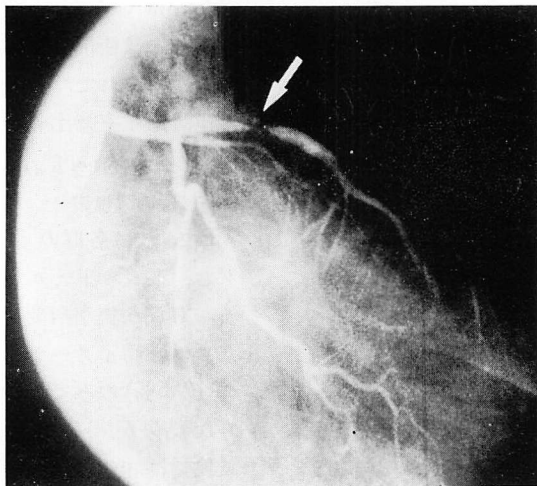
2. 負荷タリウム心筋イメージングとトレッドミル負荷試験の陽性率

**Fig. 7** は各群の負荷タリウム心筋イメージングと、トレッドミル負荷試験の陽性率を示している。有意な狭窄病変のない I 群 21 例中、負荷タリウム心筋イメージングで偽陽性となったものは 2 例(9.5%)のみで、specificity は 90.5% と、良好な結果が得られた。しかしトレッドミル負荷試験では positive 7 例(33.3%)、borderline 4 例(19.0%)で、borderline を negative としても specificity は 66.7% であり、したがってこの方法は負荷タリウム心筋イメージングより劣ると考えられた。

75% 以上の狭窄を有し、心筋梗塞に進展しなかった狭心症の II 群 47 例中、負荷タリウム心筋イメージングで positive となったものは 34 例(74.5%)、トレッドミル負荷試験では positive 31 例(66.0%)、borderline 12 例(25.5%)であった。

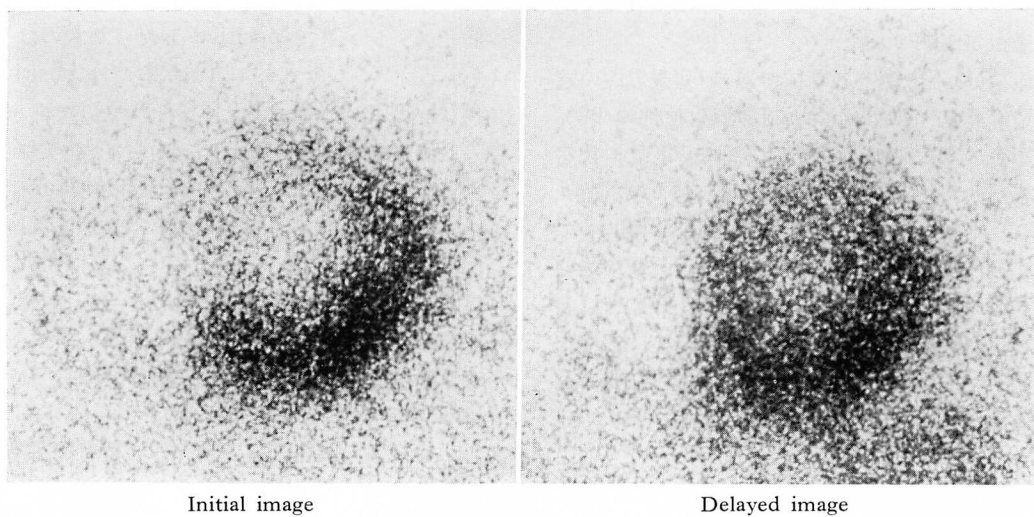
心筋梗塞の既往を有し、その責任支配冠動脈以外にも有意な狭窄が存在する III 群 24 例中、負荷タリウム心筋イメージングでは、梗塞部位の検出は心内膜下梗塞の 1 例を除く 23 例(95.8%)で positive であったが、梗塞巣以外の虚血を評価できたものは 10 例(41.7%)に留った。トレッドミル負荷試験では positive 12 例(50.0%)、borderline 6 例(25.0%)であった。

心筋梗塞の既往はあるが、他の冠動脈に有意狭窄のない IV 群 16 例中、負荷タリウム心筋イメージングで 14 例(87.5%)に梗塞巣が検出され、7 例(43.8%)では delayed image で軽度の再分布を認め periinfarcted ischemia の存在が確認された。トレッドミル負荷試験では positive 5 例(31.3%)、borderline 3 例(18.8%)であったが、負



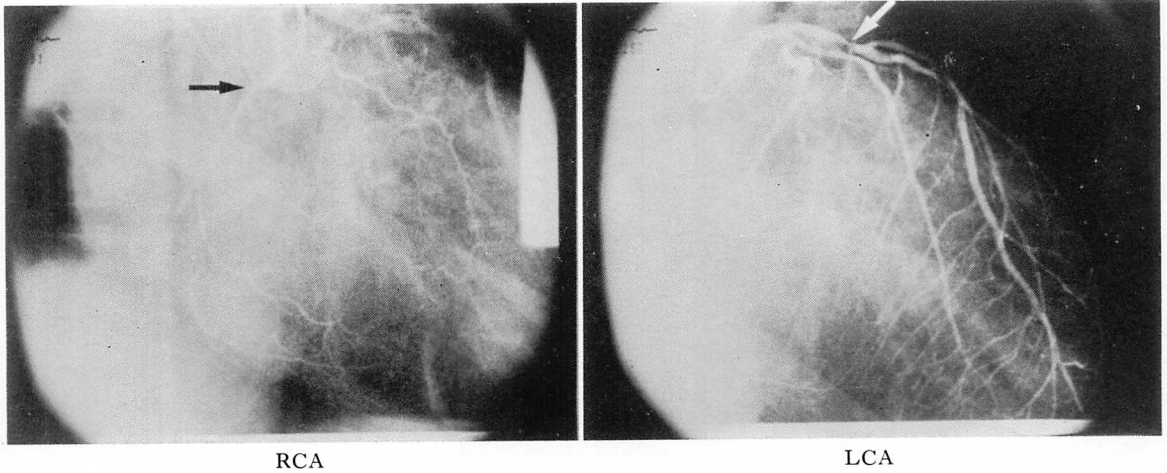
**Fig. 1. Coronary arteriogram in a patient with effort angina.**

There is a 99% coronary artery stenosis in the proximal portion of the left anterior descending branch.

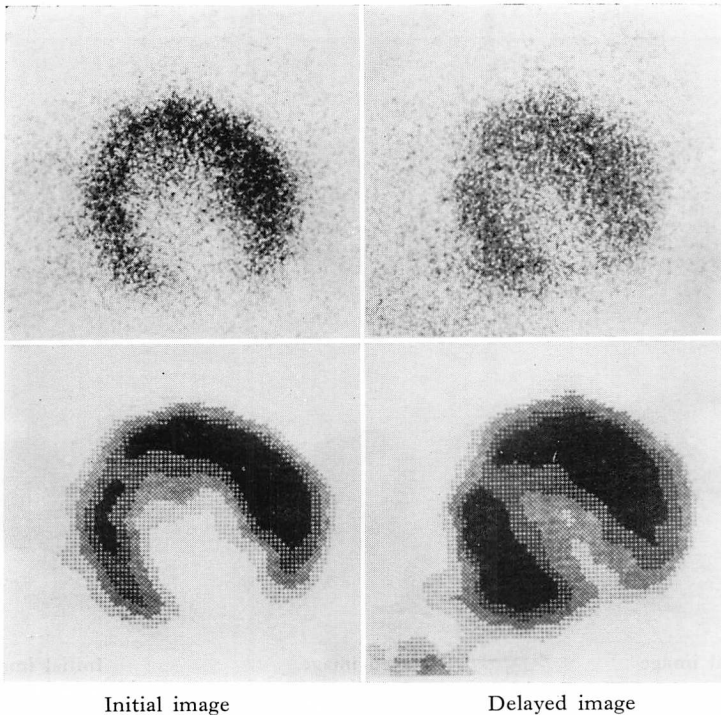


**Fig. 2. Exercise thallium-201 myocardial images in the same patient as in Fig. 1.**

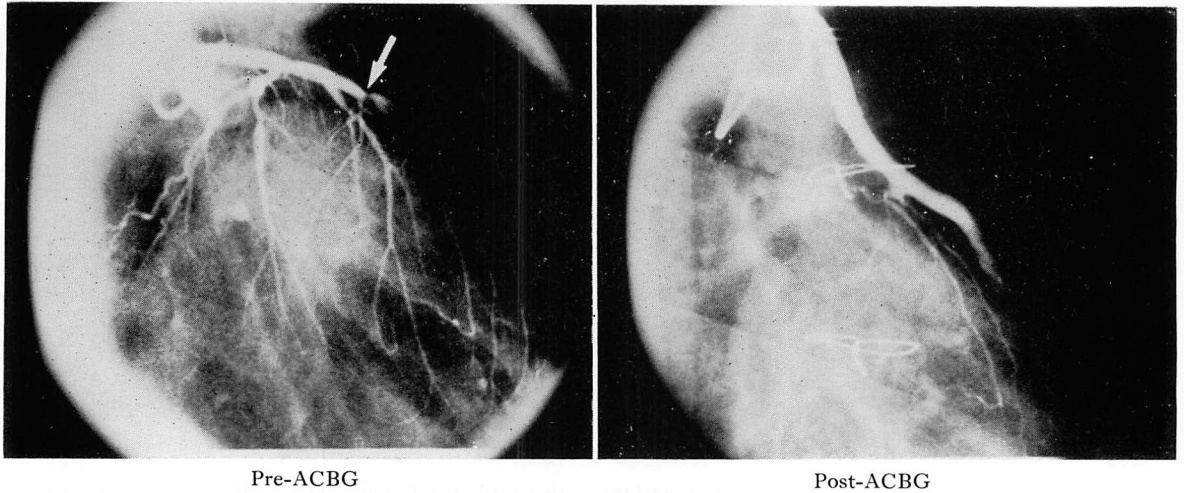
Note an antero-septal defect in the initial image and the remarkable redistribution in the delayed image. These images are shown in the left anterior oblique projection (LAO).



**Fig. 3. Coronary arteriograms in a patient with previous inferior myocardial infarction.**  
There are 99% coronary artery stenosis in the proximal portion of the right coronary artery (RCA) and 90% stenosis in the proximal portion of the left anterior descending branch. LCA=left coronary artery.

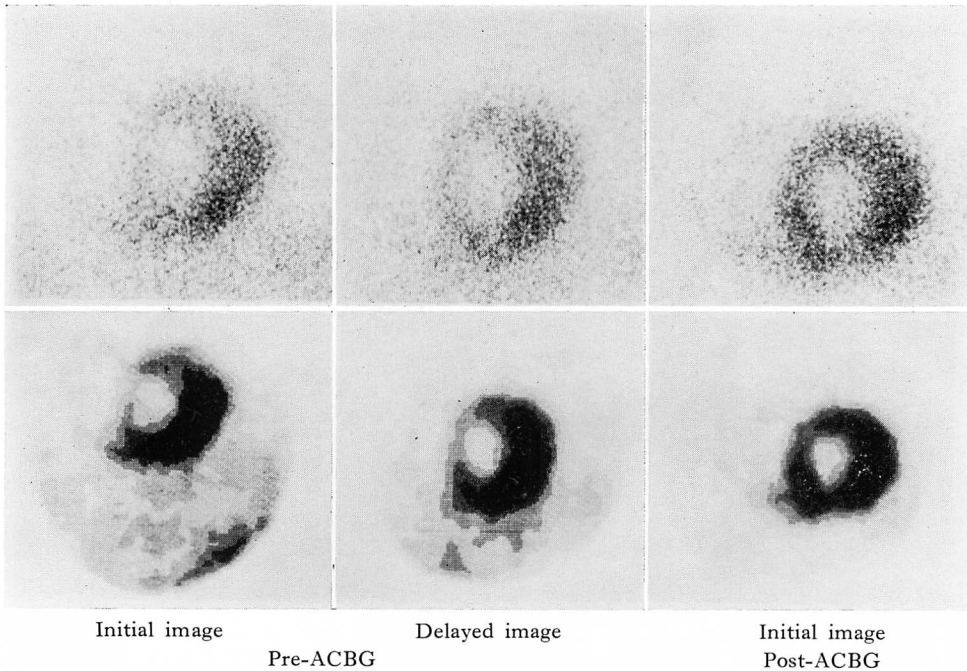


**Fig. 4. Exercise thallium-201 myocardial images in the same patient as in Fig. 3.**  
Note an apical-inferior defect and an antero-septal hypoperfusion in the initial image. There are remarkable redistribution into the antero-septal segment, but no redistribution into the apical-inferior segmentis observed. These images are shown in the left anterior oblique position (LAO).



**Fig. 5. Coronary arteriograms before and after aortocoronary bypass graft surgery (ACBG) in a patient with previous antero-septal myocardial infarction.**

There is 99% coronary artery stenosis in the left anterior descending branch preoperatively, and the postoperative angiogram shows a satisfactory graft patency.



**Fig. 6. Exercise thallium-201 myocardial images before and after aortocoronary bypass graft surgery (ACBG) in the same patient as in Fig. 5.**

Note an antero-septal defect in the initial image and a minor improvement in the delayed image preoperatively. There is a significantly improved perfusion postoperatively. These images are shown in the left anterior oblique projection (LAO).

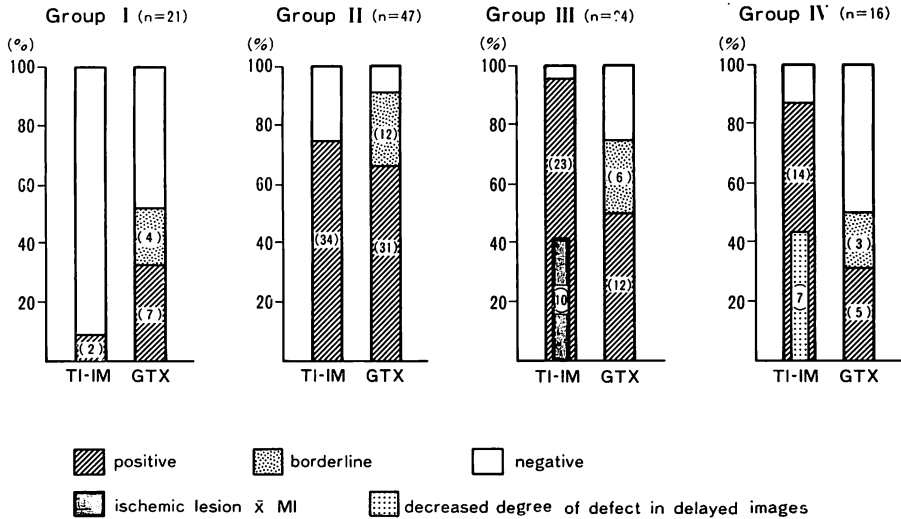


Fig. 7. Comparison between the exercise thallium-201 myocardial imaging (TI-IM) and the graded treadmill exercise testing (GTX) in 21 normal cases and in 87 patients with significant coronary artery disease.

荷タリウム心筋イメージングで periinfarcted ischemia の存在が示唆された7例中、3例が positive, 2例は borderline であった。

### 3. 狭心症例の検討

Fig. 8 は狭心症 47 例における冠動脈狭窄の程度 (99% 以上, 90% 前後, 75% 前後) と部位 (proximal, middle, distal) による両負荷試験の陽性率を示している。Long segment の狭窄では狭窄のはじまる部位ともっとも狭窄が高度な部位をその程度で表わし、多枝病変では最も病変が進行している一枝のみを選んでいる。高度狭窄病変が近位部に存在するほど sensitivity は良好であった。99% 以上の狭窄を有する 20 例中、負荷タリウム心筋イメージングでは positive 19 例 (95.0%) であり、トレッドミル負荷試験では positive 15 例 (75.0%), borderline 4 例 (20.0%) であった。しかし 75% 程度の狭窄が存在する 8 例中、負荷タリウム心筋イメージングでは positive 4 例 (50.0%), トレッドミル負荷試験では positive 4 例 (50.0%), borderline 3 例 (37.5%) のみであった。また近位部に病変が存在する 26 例中、負荷タリウム心筋

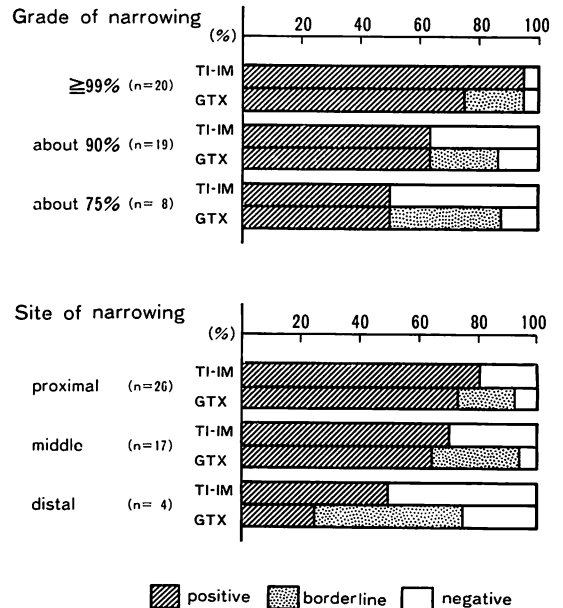


Fig. 8. Comparative sensitivity of the exercise thallium-201 myocardial imaging (TI-IM) and graded treadmill exercise testing (GTX) to detect severity and site of coronary involvement in 47 patients with angina pectoris.

**Table 2. Comparison between the exercise thallium-201 myocardial imaging (TI-IM) and the graded treadmill exercise testing (GTX) in 47 patients with angina pectoris**

		TI-IM		
		Positive	Negative	
G	Positive (%)	49.0 (n=23)	17.0 (n=8)	66.0 (n=31)
	Borderline (%)	19.1 (n=9)	6.4 (n=3)	25.5 (n=12)
X	Negative (%)	6.4 (n=3)	2.1 (n=1)	8.5 (n=4)
		74.5 (n=35)	25.5 (n=12)	Total (%) (n=47)

イメージングでは positive 21 例 (80.8%), トレッドミル負荷試験では positive 19 例 (73.1%), borderline 5 例 (19.2%) であったのに対し, 遠位部に病変が存在する 4 例中, 負荷タリウム心筋イメージングでは positive 2 例 (50.0%), トレッドミル負荷試験では positive 1 例 (25.0%), borderline 2 例 (50.0%) のみであった。

**Table 2** は狭心症 47 例における両負荷試験間の陽性率を対比して示している。両負荷試験とも positive なのは 23 例 (49.0%) であった。またトレッドミル負荷試験の borderline を positive にとると, 両負荷試験とも negative となるのは 1 例 (2.1%) のみで, borderline を negative としても, negative となるのは 4 例 (8.5%) のみであった。

### 考 按

心筋梗塞領域, あるいは運動負荷によって生ずる心筋虚血領域を視覚的に把握できるタリウム心筋イメージングは, 心筋虚血にとって有用な画像診断法として注目されている。

#### 1. 正常冠動脈例の検討

有意な狭窄病変のない I 群 21 例での負荷タリウム心筋イメージングの specificity は 90.5% で, 諸家の報告<sup>1-11)</sup>のそれ (90~100%) に近い成績で

あるが, Dunn ら<sup>13)</sup>の報告のみは 79% と低い。しかし彼らの偽陽性例には弁膜症などの左室機能不全例が多く含まれており, 虚血性心疾患を疑わせる症例を対象とした場合とは母集団が異なるための相違と思われる。さらに冠動脈に有意な狭窄のない負荷タリウム心筋イメージング陽性例に対し, Friedman ら<sup>14)</sup>は軟部組織, 特に女性の乳房の影響を指摘し, McKillop<sup>15)</sup>は心筋細胞レベルの異常と考えている。我々の症例で偽陽性となった 2 例中, 1 例は myocardial bridge を有した心尖部心筋症で, 運動直後に一時的な心尖部の hypoperfusion を認めた。他の 1 例は乳房が発達した産褥期の 30 歳女性で, 前壁部に initial image, delayed image とともに defect が認められ, それが偽陽性の原因と考えられた。

一方, 正常冠動脈例のトレッドミル負荷試験での specificity は 66.7% に留まり, 負荷タリウム心筋イメージングの成績よりも劣っていた。さきに我々の施設で井上ら<sup>16)</sup>が報告したトレッドミル運動負荷試験の結果では, sensitivity 60%, specificity 85% と今回の結果より良好な specificity を得ている。しかし今回は冠動脈造影の適応を決めるに際して, トレッドミル負荷試験がスクリーニングとして用いられており, これが異常と判定されたため負荷タリウム心筋イメージングを施行した症例が多く, したがって井上らの報告とは母集団の違いがあった。このため前述の specificity の差が生じたものと考えられる。また Boden ら<sup>17)</sup>は症例報告, DeServi ら<sup>18)</sup>は 114 例の異型狭心症の詳細な報告の中で, 有意な狭窄のない冠動脈でも, 運動負荷によって誘発される冠動脈スパズムが, 少数ながらも ST 降下として表現されることを示している。さらに Sketch ら<sup>19)</sup>は, 女性の運動負荷心電図では 67% の偽陽性例がみられると報告し, 女性ホルモン, とくに digitalis と類似した化学構造をもつ estrogen の関与を示唆している。我々の症例では, 偽陽性 7 例中 3 例に右冠動脈の super dominance があり, これらは運動負荷時の一時的な冠動脈スパズムや女性ホルモ



ンの影響に加え、左右冠動脈の極端な不均衡や、冠動脈造影では現れない心筋細胞レベルの虚血、あるいは代謝異常等の関与も考慮させるものかもしれない。

## 2. 狭心症例の検討

75%以上の狭窄を有し、心筋梗塞に進展しなかった狭心症のII群47例中、負荷タリウム心筋イメージングでのpositiveはトレッドミル負荷試験のそれを上まわった。負荷タリウム心筋イメージングと運動負荷心電図を対比した多数の報告<sup>1-11)</sup>では、負荷手段が異なったり、非梗塞群と梗塞群を一括して述べるなど、多少の診断基準の相違はあるが、sensitivityも負荷タリウム心筋イメージングの方が優れている傾向にある。しかし我々の負荷心電図の成績ではborderlineが25.5%もあり、自動解析装置の今後の検討が望まれる。

負荷タリウム心筋イメージングのsensitivityの条件としてLenaersら<sup>20)</sup>やMassieら<sup>21)</sup>は、左前下行枝病変の検出が良好なのに比べ、左回旋枝の検出率が不良であることを指摘している。また罹患血管数の検討でも、相対的な冠血流量の差異を反映する本検査法では、多枝病変と判定しにくい性質をもっているものの、虚血の存在の検出率には一定の傾向を示していない<sup>1,3,7,20,21)</sup>。我々の結果は、虚血の存在のみの検出については一枝病変68.0%、二枝病変84.6%、三枝病変74.5%と二枝病変の陽性率が高かったが、心筋局所の血流分布から多枝病変と判断するには困難を伴った。しかし冠動脈病変の狭窄の程度や部位によるsensitivityに関する検討はほとんど行われていない。本研究で示されたように、冠動脈狭窄の程度と部位を分けて検討すると、両負荷試験とも冠動脈狭窄の程度が高度なほど、また狭窄の部位が中樞側に存在するほどsensitivityは良好であり、したがって虚血の検出率は、罹患血管数よりも病変の程度や部位に依存するものと考えられた。

さらに狭心症では、両負荷試験ともnegativeとなったものは僅かであり、したがって両負荷試

験を併用すれば、冠動脈病変の非観血的手技による診断率はより向上するものと思われた。

## 3. 梗塞症例の検討

心筋梗塞の既往を有する40例中、負荷タリウム心筋イメージングによる梗塞部位の検出は、心内膜下梗塞の1例と下壁梗塞の2例を除く37例(92.5%)がpositiveであった。しかし心筋梗塞の責任支配冠動脈以外にも有意な狭窄を有するIII群では、梗塞巣以外の虚血部位が評価できたものは半数以下であった。これに対し、負荷タリウム心筋イメージングによる梗塞領域以外の虚血部位の検出に関し、Dunnら<sup>22)</sup>は85%と良好な成績を得ているが、一方、Massieら<sup>21)</sup>は47%、McKillopら<sup>23)</sup>は45%と報告している。またBamrahら<sup>24)</sup>は下壁梗塞の症例のみを検討しているが、多枝病変と判断できたものは58%で、特に左前下行枝病変の検出は33%と不良であった。一方、Rigoら<sup>25)</sup>は、下壁や後側壁の心筋梗塞から左前下行枝の病変を検出出来たのは69%であったが、前壁梗塞から右冠動脈や左回旋枝病変の検出は12例中1例のみで可能であったと報告している。我々の症例で梗塞部以外の虚血を検出できた10例中、下壁か後側壁の心筋梗塞から左前下行枝の虚血を検出し得たものが6例、前壁梗塞から右冠動脈か左回旋枝の虚血を検出できたものは4例で大差なく、この検出率はむしろ虚血部の冠動脈病変の程度に左右される印象をうけた。負荷タリウム心筋イメージングで梗塞領域以外の虚血の評価が難しい理由として、梗塞部にdefectが存在すると他の虚血部が判読されにくいことや、相対的には冠血流量が低下しにくいことが一因と考えられた。

他の冠動脈には有意な狭窄のない心筋梗塞のIV群16例中、7例(43.8%)ではdelayed imageで軽度の再分布が認められ、periinfarcted ischemiaの存在が確認された。Dunnら<sup>22)</sup>の報告でも58%にperiinfarcted ischemiaを観察し、冠動脈病変の重症度とは相関しないと述べている。したがって冠動脈造影からperiinfarcted ischemia

の存在を明らかにすることは難しく, とくに **Figs. 5, 6** に呈示した症例のごとく, 梗塞部への AC バイパス術の適応を検討するにあたり, 負荷タリウム心筋イメージングは, 冠動脈造影とは表裏一体をなす, きわめて有用な検査法と思われた.

梗塞症例の運動負荷心電図についても諸家の報告<sup>26-29)</sup>があり, Castellanet ら<sup>26)</sup> は下壁梗塞患者の非梗塞部領域の虚血の検出で, sensitivity 87%, specificity 90% と良好な成績を得ているが, 前壁梗塞患者については 52% の sensitivity であったという. また Paine ら<sup>27)</sup>, Weiner ら<sup>28)</sup>, Fukui ら<sup>29)</sup> も, 心室瘤を合併していたり, 壁運動が低下している場合に運動負荷時 ST が上昇することを指摘しているが, V<sub>5</sub> 誘導の ST index のみで判定される自動解析装置では, ST 上昇の見落しや, 逆に reciprocal な変化としての ST 降下を含む可能性もあり, 全誘導での ST 変化を判定しなければならないものと思われた.

## 要 約

虚血性心疾患が疑われた 108 症例に対し, 負荷タリウム心筋イメージングと冠動脈造影, トレッドミル負荷試験を施行した. 対象は 4 群, すなわち I 群は冠動脈造影で有意な狭窄のみられなかった 21 例, II 群は冠動脈造影で 75% 以上の有意狭窄を認めるが心筋梗塞の既往のない狭心症 47 例, III 群は心筋梗塞の既往がありその責任支配冠動脈以外にも有意な狭窄がみられる 24 例, IV 群は心筋梗塞の既往はあるが他の冠動脈に有意な狭窄がみられなかった 16 例に分けて検討した.

I 群は負荷タリウム心筋イメージングでは 2 例 (9.5%) のみ positive であったのに対し, トレッドミル負荷試験では 7 例 (33.0%) で positive, 4 例 (19.0%) で borderline であった. II 群は負荷タリウム心筋イメージングで positive となったものは 34 例 (74.5%) であったが, トレッドミル負荷試験では positive 31 例 (66.0%), borderline

12 例 (25.5%) であった. II 群で 99% 以上の冠動脈狭窄のある 20 例中, 負荷タリウム心筋イメージングでは 19 例 (95.0%), トレッドミル負荷試験では 15 例 (75.0%) が positive であった. しかし 75% 程度の狭窄が存在する 8 例中, 負荷タリウム心筋イメージングでは 4 例 (50.0%), トレッドミル負荷試験でも 4 例 (50.0%) のみが positive であった. 負荷タリウム心筋イメージングにより, III 群の梗塞部位は 23 例 (95.8%) で検出されたが, 梗塞巣以外の虚血部位を評価できたものは 10 例 (41.7%) のみであった. 負荷タリウム心筋イメージングにより, IV 群の梗塞部位は 14 例 (87.5%) で検出されたが, さらに 14 例中 7 例 (50.0%) に periinfarcted ischemia の存在が確認された.

心筋虚血の画像診断としての負荷タリウム心筋イメージングは, 高度冠動脈病変でとくに有用性が認められ, さらにトレッドミル負荷試験よりも specificity が良好であった. しかし梗塞群の梗塞領域以外の虚血部位の評価には, 慎重な判断を要するものと考えられた.

## 文 献

- 1) Bailey IK, Griffith LS, Rouleau J, Strauss HW, Pitt B: Thallium-201 myocardial perfusion imaging at rest and during exercise. Comparative sensitivity to electrocardiography in coronary artery disease. *Circulation* 55: 79-87, 1977
- 2) Ritchie JL, Trobaugh GB, Hamilton GW, Gould KL, Narahara KA, Murray JA, Williams DL: Myocardial imaging with thallium-201 at rest and during exercise. Comparison with coronary arteriography and resting and stress electrocardiography. *Circulation* 56: 66-71, 1977
- 3) Ritchie JL, Zaret BL, Strauss HW, Pitt B, Berman DS, Schelbert HR, Ashburn WL, Berger HJ, Hamilton GW: Myocardial imaging with thallium-201: A multicenter study in patients with angina pectoris or acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 42: 345-350, 1978
- 4) Turner DA, Battle WE, Deshmukh H, Colandrea MA, Synder GJ, Fordham EW, Messer JV: The predictive value of myocardial perfusion scintigraphy after stress in patients without previous myocardial infarction. *J Nucl Med* 19:

- 249-255, 1978
- 5) Verani MS, Marcus ML, Razzak MA, Ehrhardt JC: Sensitivity and specificity of thallium-201 perfusion scintigrams under exercise in the diagnosis of coronary artery disease. *J Nucl Med* **19**: 773-782, 1978
  - 6) Corne RA, Gotsman MS, Weiss A, Enlander D, Samuels LD, Salomon JA, Warshaw B, Atran H: Thallium-201 scintigraphy in diagnosis of coronary stenosis. Comparison with electrocardiography and coronary arteriography. *Br Heart J* **41**: 575-583, 1979
  - 7) Bodenheimer MM, Banka VS, Fooshee CM, Helfant RH: Comparative sensitivity of the exercise electrocardiogram, thallium imaging and stress radionuclide angiography to detect the presence and severity of coronary heart disease. *Circulation* **60**: 1270-1278, 1979
  - 8) McCarthy DM, Blood DK, Sciacca RR, Cannon PJ: Single dose myocardial perfusion imaging with thallium-201: Application in patients with nondiagnostic electrocardiographic stress tests. *Am J Cardiol* **43**: 899-906, 1979
  - 9) Iskandrian AS, Wasserman LA, Anderson GS, Hakki H, Segal BL, Kane S: Merits of stress thallium-201 myocardial perfusion imaging in patients with inconclusive exercise electrocardiograms: Correlation with coronary arteriograms. *Am J Cardiol* **46**: 553-558, 1980
  - 10) Okada RD, Boucher CA, Strauss HW, Pohost GM: Exercise radionuclide imaging approaches to coronary artery disease. *Am J Cardiol* **46**: 1188-1204, 1980
  - 11) Wainwright RJ, Maisey MN, Sowton E: Segmental quantitative analysis of digital thallium-201 myocardial scintigrams in diagnosis of coronary artery disease. Comparison with rest and exercise electrocardiography and coronary arteriography. *Br Heart J* **46**: 478-485, 1981
  - 12) McHenry PL, Stowe DE, Lancaster MC: Computer quantitation of the ST-segment response during maximal treadmill exercise: Clinical correlation. *Circulation* **38**: 691-701, 1968
  - 13) Dunn RF, Wolf L, Wagner S, Botvinick EH: The inconsistent pattern of thallium defect: A clue to the false positive perfusion scintigram. *Am J Cardiol* **48**: 224-232, 1981
  - 14) Friedman TD, Green AC, Iskandrian AS, Hakki AH, Kane SA, Segal BL: Exercise thallium-201 myocardial scintigraphy in women: Correlation with coronary arteriography. *Am J Cardiol* **49**: 1632-1637, 1982
  - 15) McKillop JH: Abnormal thallium-201 myocardial images in patients with chest pain and normal coronary arteriograms. *Am J Cardiol* **45**: 912-913, 1980
  - 16) Inoue K, Uchida A, Suzuki H, Ishida K, Ito N, Ukai K, Ebine K: The study of coronary artery disease with computer assisted system for exercise "CASE". *J Med Soc Toho* **26**: 234-237, 1979 (in Japanese)
  - 17) Boden WE, Bough EW, Korr KS, Benham I, Gheorghide M, Caputi A, Shulman RS: Exercise-induced coronary spasm with ST segment depression and normal coronary arteriography. *Am J Cardiol* **48**: 193-197, 1981
  - 18) DeServi S, Falcone C, Gavazzi A, Mussini A, Bramucci E, Curti MT, Vecchio C, Speccia G, Bobba P: The exercise test in variant angina: Results in 114 patients. *Circulation* **64**: 684-688, 1981
  - 19) Sketch MH, Mohiuddin SM, Lynch JD, Zencka AE, Runco V: Significant sex differences in the correlation of electrocardiographic exercise testing and coronary arteriograms. *Am J Cardiol* **36**: 169-173, 1975
  - 20) Lenaers A, Block P, Van Thiel E, Lebedelle M, Becquevort P, Erbsmann F, Ermans AM: Segmental analysis of Tl-201 stress myocardial scintigraphy. *J Nucl Med* **18**: 509-516, 1977
  - 21) Massie BM, Botvinick EH, Brundage BH: Correlation of thallium-201 scintigrams with coronary anatomy: Factors affecting region by region sensitivity. *Am J Cardiol* **44**: 616-622, 1979
  - 22) Dunn RF, Freedman B, Bailey IK, Uren R, Kelly DT: Noninvasive prediction of multivessel disease after myocardial infarction. *Circulation* **62**: 726-734, 1980
  - 23) McKillop JH, Murray RG, Turner JG, Bessent RG, Korimer AR, Greig WR: Can the extent of coronary artery disease be predicted from thallium-201 myocardial images? *J Nucl Med* **20**: 715-719, 1979
  - 24) Bamrah VS, Keelan MH Jr, Sojin JS, Llauro JG, Siegel RD, Tresch DD, Tristani FE, Brooks HL: Thallium-201 scintigraphy for detection of multivessel disease in patients with prior inferior myocardial infarction. *Chest* **82**: 581-589, 1982
  - 25) Rigo P, Bailey IK, Griffith LSC, Pitt B, Wagner HN Jr, Becker LC: Stress thallium-201 myocardial scintigraphy for the detection of individual coronary arterial lesions in patients with and without previous myocardial infarction. *Am J Cardiol* **48**: 209-216, 1981

酒井, 鳥居, 野村, ほか

- 26) Castellanet MJ, Greenberg PS, Ellested MH: Comparison of ST segment changes on exercise testing with angiographic findings in patients with prior myocardial infarction. *Am J Cardiol* **42**: 29-35, 1978
- 27) Paine TD, Dye LE, Roitman DI, Sheffield LT, Rackley CE, Russell RO Jr, Rogers WJ: Relation of graded exercise test findings after myocardial infarction to extent of coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *Am J Cardiol* **42**: 716-723, 1978
- 28) Weiner DA, McCabe C, Klein MD, Ryan TJ: ST segment changes post-infarction: Predictive value for multivessel coronary disease and left ventricular aneurysm. *Circulation* **58**: 887-891, 1978
- 29) Fukui S, Sato H, Ogidani N, Miyake S, Sato K, Minamino T, Inoue M, Abe K: Clinical significance of exercise-induced ST changes in patients with prior myocardial infarction. Comparison of electrocardiographic and angiographic findings. *Jap Circ J* **45**: 1131-1137, 1981 (in Japanese)