

《原 著》

冠動脈一枝病変の評価：無侵襲性検査による検出率と Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty 成功例の検討

大島 純男* Steven C. PORT** Gautam RAY**
Patrick McNAMEE** Donald H. SCHMIDT**

要旨 本研究の目的は冠動脈一枝病変 (70% 以上狭窄を示すもの) において通常施行されている種々の運動負荷検査の sensitivity と percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) 施行後の改善度とを調べることにある。

冠動脈一枝病変を示しかつ心筋梗塞の既往のない群 (56 例) において運動負荷による無侵襲検査を施行した。運動負荷 ECG は、34 人において明らかな異常を示した (61%)。TI-201 planar による定性的評価では 50 人において異常を示し (89%)、定量的評価 (断層像) では 48 人において異常を示した (86%)。運動負荷駆出率が 56% 以下または新しい壁運動の異常を示したもののが 38 人あった (68%)。

PTCA 施行前後の群 (22 例) は以下のとくであった。運動負荷 ECG は PTCA 前は 13/22 (59%) において異常を示し PTCA 後は 5/22 (23%) と改善した。TI-201 による planar と断層像の検出率は PTCA 前は 21/22 (95%) と 20/22 (91%) であり、PTCA 後は各 13/22 (59%) と 15/22 (68%) に改善した。さらに RI アンジオは PTCA 前は 15/22 (68%) において異常であったが、PTCA 後は 5/22 (23%) に改善した。

以上の結果から運動負荷心筋シンチグラムは冠動脈一枝病変の最も sensitive な無侵襲検査であることを示している。運動負荷 ECG と RI アンジオは、PTCA 前の虚血を検出するうえで心筋シンチグラムより sensitivity が劣るが、PTCA 後の改善度の検出率では優る結果となった。

I. はじめに

運動中の ECG、心筋シンチグラフィーおよび RI アンジオは、冠動脈疾患の診断法として最もよく用いられる検査法であり、古い心筋梗塞がある場合や、狭窄の程度が増す場合、さらに血管病変の数が多くなれば sensitivity が増すことが知られている^{1,4,6,7,9,10,12~16)}。一般的に、核医学的方法は、ECG 法に比べて、より鋭敏であるとされている^{1~12)}。核医学的方法の比較において、ある

報告では、心筋シンチグラフィーが RI アンジオより高い sensitivity をもち¹⁴⁾、また他の報告では、RI アンジオがより高い sensitivity をもつとし^{15,17,18)}、また、類似であったとの報告もある¹⁹⁾。これらの相違は、狭窄の程度、古い梗塞の有無、検査方法等によっている^{14,15,17~19)}。

冠状動脈一枝病変のみの群を検討することは無侵襲検査による冠動脈疾患の検出率をより厳密に評価できる、という点において重要な意義がある。本研究では、運動負荷 ECG、心筋シンチグラフィーおよび RI アンジオを用いて、冠動脈一枝病変がありかつ古い心筋梗塞の既往のない患者について、その sensitivity を検討した。さらに Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty (PTCA) 施行前後においても上記検査の比較検討を行った。

* 岐阜県立多治見病院放射線科

** University of Wisconsin Medical School, Mount Sinai Medical Center

受付：60年5月22日

最終稿受付：60年8月30日

別刷請求先：岐阜県多治見市前畑町5-161 (番507)

岐阜県立多治見病院放射線科

大島 純男

II. 方 法

1. 対 象

a) 一枝病変 (Single Vessel Disease) 群

42人の男性と14人の女性計56人を対象とした(平均53±3歳)。全症例とも次の条件を満たすものとした。(1) 冠動脈撮影において一枝病変(70%以上の狭窄)のあるもの。(2) 心電図上、心筋梗塞の既往のないもの(0.04秒以上においてQ波のないもの)。(3) 運動負荷(Ex)心電図、Ex planarおよび7 pinholeによる心筋シンチグラフィーさらにEx radionuclide angiography(以下RIアンジオ)による無侵襲検査が行われているもの。

b) Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty (PTCA) 群

上記一枝病変のうち、42人においてPTCAを施行し、32人において成功した(成功率76%、男24人、女8人)。このうちPTCAの前後においてEx心電図、Ex planarおよび7 pinholeによる心筋シンチグラムさらにEx RIアンジオを施行してある22例を、PTCA成功群の対象とした。これらの患者はPTCA施行の1~10日前に、またPTCA後は18日以内に無侵襲検査が施行された。

2. 心臓カテーテル検査

(Cardiac Catheterization)

心臓カテーテル検査は、負荷心電図後0~37日の間に行われた。選択的冠動脈造影および左室造影は、Judkins法によって左前斜位および右前斜位を含み多方向から施行された。冠動脈狭窄の程度は、コンパスで測定された。本研究における一枝病変は、冠動脈のうちの一つに70%以上の狭窄があり、他の冠動脈には狭窄のないものを対象とした。PTCAはGrüntzigらと同じ方法によって施行した²⁰⁾。冠動脈造影はPTCA前後に行い、20%以上の狭窄が改善された場合、または、arterial pressure gradientの50%以上の改善が認められた場合、成功と判定した。

3. Treadmill テスト

全ての患者はBruce²¹⁾またはNaughton²²⁾のプロトコールに従ってsymptom-limited exerciseが

行われた。すなわち、運動負荷のendpointは狭心痛、ST変化、重症不整脈、年齢別最大心拍数の85%以上、極度の疲労または血圧の著明な低下などである。Thallium-201(Tl-201)2mCiは、運動負荷の終了1分前に静注した。ECGの陽性の基準は以下のとくである。(1) 0.1mV以上のSTの下降が0.08秒以上持続するもの。(2) 0.1mV以上のSTの上昇を認めるもの。

4. 心筋シンチグラフィー

(Myocardial Scintigraphy)

Planarおよび7 pinhole像はTl-201静注後10分以内に始められた。Planar像はサークルLEMガンマカメラにall-purposeコリメータを装着し前面、左前斜位(LAO)30°、LAO60°において各400,000カウントの像を得た。

断層像は7 pinholeコリメータを使って同じガンマカメラによって行われた(pinholeの直径:5.5mm)。7 pinholeの撮影は、Vogelらと同様の方法で行った²³⁾。すなわち、ガンマカメラは、LAO40~50°で、10~15°頭側かつ中央の像が最も円形に見られるように設置し、計750,000カウントを得た。全ての心筋シンチグラムは、ADAC CAM IIまたはADAC 2800コンピューターに収録した。

5. 心筋シンチグラフィーの解析

a) Planar像の解析

Planar像はバックグラウンドの処理なしに8×10インチのX線フィルムにて撮像した。ある部位でのとり込みが周囲長の少なくとも1/6以上のRIの減少(弁に相当する部分を除外)を認めた場合“異常”と判定した。

b) 断層像の解析

断層のデータはVogelらの方法に従って処理された²³⁾。すなわち、コリメータの表面から9~20cmにおいて1cm間隔ずつ、計12の断層面を得た。このうち、左室のbase、middle、apexの3つの断層面を選び、最も高いカウントを100%としてcircumferential profile curveを作成しその数値をIBMコンピューターのフロッピーディスクに収録した。

次に一枝病変群およびPTCA成功群の曲線を

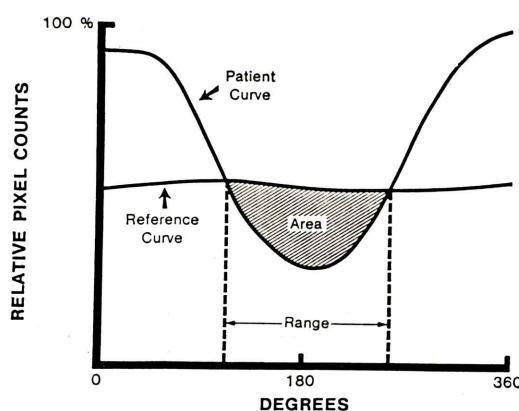


Fig. 1 Intensity was defined as the area created by the overlap of the patient and reference curves divided by the length, in degrees, of that area (range).

次の条件を満たす 20 人の患者（正常群）の曲線と比較した。(1) 冠動脈撮影が全く正常である。(2) 左室造影により正常な左室の壁運動を示す。(3) 弁膜疾患のないもの。

各断層面において正常群の最も低い点を結んで得られた曲線を正常の下限とした²⁴⁾。上記の下限を標準曲線として各患者の曲線がどの程度下がったかを上記 IBM コンピューターにより計算した。“INTENSITY”は患者と標準曲線によって得られた面積を range (偏位) で割って得られた。Range は標準曲線と各患者の曲線の交点によって得た (Fig. 1)。すなわち，“INTENSITY”は患者の曲線が標準曲線よりどの程度下がったかという長さ（深さ）を示す (Fig. 1)。もし曲線が 2 つ以上横切った場合には各 INTENSITY は合計して 1 つの INTENSITY とした。INTENSITY > 0 の場合，“異常”と判定した。

6. RADIONUCLIDE ANGIOGRAPHY

（RI アンジオ）

First pass 法による RI アンジオは、パラレルホールコリメータ (1.5 インチ) を装着したマルチクリスタルガンマカメラ (Baird System 77) を用い、右前斜位 (RAO) によって行った²⁵⁾。Tc-99m-DTPA (30 mCi/ml) 20 mCi をボーラスで静注後、

20 cc の生食で flush し、30 m 秒につき 1 枚の間隔でデータを収集した。

検査は、患者が自転車エルゴメーターに坐って行われ、安静時に引き続き運動負荷検査が行われた。運動負荷は 25 ワット (watts) から始め、2 分間に 25 ワットずつ増量した。運動負荷の endpoint は、treadmill テストと同じとした。RI アンジオのデータは、以前報告されている Baird System 77 のソフトウェアを使って処理した²⁵⁾。すなわち、左室容積曲線をバックグラウンド処理の後、駆出率 (ejection fraction, EF) を得た。

局所壁運動 (regional wall motion) はシネディスプレイにより 2 人の専門医により定性的に評価した。壁運動は、正常、hypokinetic, akinetic, dyskinetic に分けられた。Ex EF が 56% 以下、または局所壁運動の異常のあるものを Ex 時の異常所見とした。

7. 統計処理

Sensitivity は次式を用いた。

$$\text{Sensitivity} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}}$$

(TP: True Positive, FN: False Negative)

全データは paired t-検定により解析した。p < 0.05 の場合、統計学的に有意差ありと判定した。

III. 結 果

1. 一枝病変群

a. 冠動脈撮影

冠動脈撮影の結果、一枝病変 (56 人) の内訳は Table 1 に示すとくであった。また、LAD の 32 病変のうち、26 (81%) は近位であり、6 (19%) は第 1 中隔枝 (first major septal perforator) より遠位であった。

b. Treadmill テスト

Treadmill テストの結果は Table 2 に示すとくであった。また、Ex treadmill テストの endpoint は、狭心痛が 21 人 (38%)、強度の疲労または息切れが 33 人 (59%) にみられ、心室性頻脈と target heart rate が各 1 人みられた。最大心拍数は 129 ± 26.3 (80~187) であり、年齢別予測最大心拍 (age

Table 1 Results of single vessel coronary artery disease

Diseased artery	No. (%)	%stenosis (mean \pm SD)
Left anterior descending artery	32 (57%)	75-99% (90 \pm 9.1%)
Left circumflex artery	9 (16%)	70-100% (91 \pm 9.2%)
Right coronary artery	15 (27%)	70-100% (89 \pm 13.3%)
Total	56 (100%)	

Table 2 Comparison of sensitivities

	Sensitivity
Exercise ECG	61% (34/56)
Planar thallium	89% (50/56)
Tomo thallium	86% (48/56)
RNA	68% (38/56)

Tomo=tomographic

RNA=radionuclide angiography

Table 3 Results of exercise radionuclide angiography

Double Product	22,995 \pm 5,622
LVEF	58.6 \pm 12%
LVEF $<$ 56%	18/56 (32%)
Abn RWM	37/56 (66%)
LVEF $<$ 56% or a new Abn RWM	38/56 (68%)

LVEF=Left Ventricular Ejection Fraction

Abn RWM=Abnormal Regional Wall Motion

predicted heart rate) の 72.4 \pm 15.5% (43~100%) を示した。

c. 心筋シンチグラフィー

心筋シンチグラフィーの結果は Table 2 に示すごとくであった。すなわち、56人中50人(89%)は planar 像による定性的解析により欠損像を示した。Planar 像にて陰性所見を示した6人の患者の冠動脈狭窄の程度は、陽性所見を示したグループより狭窄の程度がやや軽かった (82.8 \pm 12% 対 89.4 \pm 8.9% p=0.04)。

断層像の定量的解析では48人(86%)において異常(陽性)を示し、陽性所見の平均の INTENSITY は 8.7 \pm 6.4 (0.3~26.3) であった。

d. RI アンジオ

RI アンジオの結果は Table 2 および Table 3 に示すごとくであった。安静時左室 EF は 65.2 \pm 8.9% であり運動負荷により EF は 58.6 \pm 12.0%

Table 4 Comparison of diagnostic tests by artery involved

	LAD (n=32)	LCx (n=9)	RCA (n=15)
Exercise ECG			
positive	19 (59%)	4 (44%)	10 (67%)
negative	12 (38%)	5 (56%)	5 (33%)
indeterminate	1 (3%)		
Planar Thallium			
positive	30 (94%)	7 (78%)	13 (87%)
negative	2 (6%)	2 (22%)	2 (13%)
Tomo Thallium			
intensity	8.6 \pm 6.9	4.2 \pm 5.7	7.1 \pm 6.2
RNA			
positive	23 (72%)	5 (56%)	10 (67%)
negative	9 (28%)	4 (44%)	5 (33%)

LAD=Left Anterior Descending, LCx=Left Circumflex, RCA=Right Coronary Artery, RNA=Radionuclide Angiography

と有意差を認めた (p<0.001)。EF は運動負荷後 56人中47人(84%)において5%以上の上昇が見られず、41人(73%)において運動負荷により減少した。

e. 冠動脈病変別検出率 (Table 4)

冠動脈病変別の sensitivity は Table 4 に示すごとくであった。すなわち、LCxにおいては、いずれの検査法の検出率 (Ex ECG 44%, planar 像 78%, 断層 INTENSITY 4.2 \pm 5.7, RI アンジオ 56%) も LAD や RCA に比べて低かった。

2. PTCA 成功群 (Table 5)

PTCA 施行前後の無侵襲検査による結果は Table 5 に示すごとくであった。

a. 冠動脈撮影

PTCA 成功の32人中、本検査の対象となった22例の病変部は RCA 5, LCx 1, LAD 16 であった。冠動脈は、PTCA 前は 87.2 \pm 10.7% の狭窄を

Table 5 Arteriographically successful single vessel PTCA
(n=22, LAD 16, LCx 1, RCA 5)

	Pre-PTCA	Post-PTCA	
% Stenosis of artery	87.2±10.7	19.8±13.3	p<0.001
Gradient (mmHg)	61.1±21.7	15.9±11.6	p<0.001
Ex ECG positive	(13/22) 59%	(5/22) 23%	
Ex ECG double product (mmHg×beats/min)	23,096±6,807	27,308±6,777	p<0.005
Planar TI-201 defect	(21/22) 95%	(13/22) 59%	
Tomo intensity >0	(20/22) 91%	(15/22) 68%	
Tomo intensity	9.0±7.1	3.9±4.2	p<0.001
Ex RNA double product	23,168±6,006	26,074±6,907	p<0.005
LVEF (Rest)	68.6±8.2%	69.1±6.9%	P=NS
LVEF (Ex)	60.1±13.5%	62.0±10.1%	p=NS
Ex LVEF<56%	(9/22) 41%	(4/22) 18%	
Ex Abn RWM	(15/22) 68%	(5/22) 23%	
Ex LVEF<56% or a new Abn RWM	(15/22) 68%	(5/22) 23%	

Abbreviations: PTCA=Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty, LAD=Left Anterior Descending, LCx=Left Circumflex, RCA=Right Coronary Artery, TI-201=Thallium-201, Tomo=Tomography, Ex=Exercise, ECG=Electrocardiography, RNA=Radionuclide Angiocardiography, LVEF=Left Ventricular Ejection Fraction, Abn=Abnormal, RWM=Regional Wall Motion

認めたがPTCA後は、19.8±13.3%と改善された(p<0.001)。Pressure gradientの平均はPTCA前は61.1±21.7mmHgであったのに対しPTCA後は15.9±11.6mmHgと著明な改善を認めた(p<0.001)。

b. Treadmill テスト

Ex treadmill テストはPTCA前は13/22(59%)において陽性を示したがPTCA後は5/22(23%)と改善した。

c. 心筋シンチグラフィー

Ex planar TI-201シンチグラムはPTCA前は21/22(95%)において陽性を示したがPTCA後は13/22(59%)と改善した。

断層像による定量的解析ではPTCA前は20/22(91%)において、PTCA後は15/22(68%)においてそれぞれ異常を示した。また断層INTENSITYは、PTCA前は9.0±7.1(0~22.4)であったがPTCA後は3.9±4.2(0~16.8)と著明な改善を示した(p<0.001)。

d. RI アンジオ

PTCA前はLVEFは安静時68.6±8.2%であり、運動負荷により60.1±13.5%(p<0.005)を示した。PTCA後も安静時69.1±6.9%，Ex 62.0±10.1%と有意差を示した(p<0.005)。Ex局所壁運動は、

PTCA前は15/22(68%)において陽性を示しPTCA後は5/22(23%)と改善を示した。Ex中のEFが56%以下または局所壁運動の異常を示したものは、PTCA前は15/22(68%)でありPTCA後は5/22(23%)であった。

e. 症例 (Fig. 2)

症例 (Fig. 2) は、35歳の男性でLADに99%の狭窄を認め、PTCA後10%と著明に改善した。PTCA前はEx LVEFは62%と正常値を示したが、Ex時の局所壁運動で心尖部にhypokinesisを認めた。この時の断層INTENSITYは26.3と高値を示した。PTCA後、RIアンジオは正常となり断層INTENSITYも3.6と著明な改善を示した。なお、Ex ECGはPTCA前で陽性、PTCA後陰性となり、planar像も同様所見であった。

IV. 考 察

本研究の目的は、(1) 冠動脈一枝病変のある患者で心筋梗塞の既往のないグループにおける無侵襲検査(Ex ECG, Ex心筋シンチグラフィー、およびRIアンジオ)のsensitivityを比較することと、(2) PTCA後の上記諸検査の改善度を比較すること、にあった。全ての検査法のsensitivityは冠動脈の数により左右されるので、一枝病変の患者の

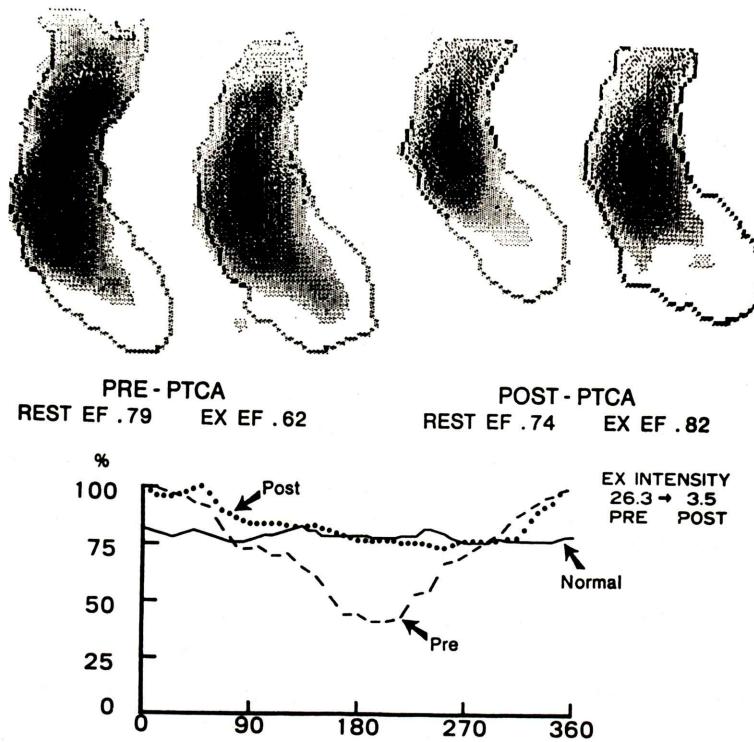


Fig. 2 An isolated 90% stenosis of the anterior descending coronary artery (LAD) was dilated to 10% in this 35 year-old man after percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA). The exercise wall motion abnormality was abolished after PTCA. The tomography INTENSITY was also improved from 26.3 to 3.5 after successful PTCA.

評価は重要な意義を持つ^{1,4,6,10,12,15,26}。特に、PTCA 施行後の左室機能を評価する際、拡張されなかった冠動脈による虚血の影響を除外して考えることができる²⁷。本研究においては 70% 以上の狭窄をもつ冠動脈疾患の患者を対象としたが、その理由は 50~70% の狭窄を用いるよりもよりよい読影者間の一一致をもたらすからである²⁸。

1. Treadmill テストの検討

本研究の一枝病変群の結果から、運動負荷による核医学的検査は Ex ECG より高い sensitivity をもつという従来の説を裏づけるものである。本検査における Ex ECG の sensitivity は 34/56 (61%) であり、この結果は Scholl らによる 32/46 (59%) とほぼ一致する²⁹。ただし、彼らの検査には多枝病変が含まれている。

また、Scholl らは PTCA 施行 1 か月後の無症状において、Ex ECG 陽性率は 7/33 (21%) に減少したと報告している²⁹。これは本検査の PTCA 後の陽性率 5/22 (23%) とほぼ一致するものであった。

2. 心筋シンチグラフィーの検討

定性的な planar 像と定量的な 7 pinhole による検査において本検査では高い検出率を示した (各 89% および 86%)。本検査における高い sensitivity は以前の報告における多枝病変の検出率とほぼ同等であり、一枝病変において報告された検出率より高い値を示す^{1,3~6,13,15,21}。

Planar 像の定性的解析の結果、Scholl らは PTCA 前は 36/54 (67%) において陽性を示し、PTCA 1 か月後には 14/22 (64%) において正常に

なったと報告している²⁹。Hirzel らは一枝病変において、PTCA 前は 43/49 (88%) において陽性であったが、PTCA 後はほとんどの例においてとり込みの改善がみられた、と報告している³⁰。Scholl らは Hirzel らの PTCA 後の成績がよい理由として、Hirzel らの運動負荷が submaximal に終わっていることを指摘している²⁹。われわれの検査では treadmill テストによる double product は、 $23,096 \pm 6,807$ から $27,308 \pm 6,777$ と明らかに増加した ($p < 0.005$)。

定量的解析としてわれわれは断層 INTENSITY を用いたが、Hirzel らは planar 像から病変部位の相対的カウントが PTCA 前後で改善を示し (74±1% 対 89±1%)、統計学的に有意差 ($p < 0.001$) があったことを報告している³⁰。

本研究において心筋シンチグラフィーが、冠動脈一枝病変の検出率において最も有効であることが示された。しかし、PTCA 成功後も高い陽性率 13/22 (59%) を示しているので、PTCA の経過観察に必ずしも向いてないかもしれない。この点に関して冠動脈撮影は単に解剖学的情報を与えるのみで、これに反し心筋シンチグラフィーは相対的組織灌流 (relative tissue perfusion) を示し両者は必ずしも一致しない、との報告もある³¹。

われわれは、定性的な planar および定量的な 7 pinhole 断層シンチグラムを施行した。この検査の始めにおいては planar による定量的解析のソフトプログラムが手に入らなかったので、この方法による解析は行わなかった。しかし現在においては、planar 像による定量的解析³²あるいは single photon emission computed tomography (SPECT) による Tl-201 検査が多くの施設において利用されている^{33,34}。

3. RI アンジオの検討

心筋シンチグラムにおける高い検出率に反して、RI アンジオの検出率は 68% であった。また、Ex EF が 56% 以下であったものは 18/56 (32%) にすぎなかった。本研究では Ex LVEF が 56% 以下であるものを検査の異常とし、安静から Ex における EF の変化については criteria として用いな

かった。この理由は、本施設における以前の研究において、本研究と同じ Ex のプロトコールによる若い健康なボランティアの検査の結果、21/53 が安静時に比べて EF の上昇を認めなかったことによる³⁵。米国、NIH における研究者もわれわれと同様、Ex EF の正常値として 56% 以上であることを報告している³⁶。

また本検査において Ex による壁運動の異常は 37/56 (66%) の患者にあった。この低い sensitivity は多枝病変を含む他の報告の検出率 (43~58%) にほぼ一致した^{12,15,18}。

Bonow らの報告では、PTCA 後 Ex LVEF は 52±8% から 63±5% ($p < 0.001$) と改善した²⁷。しかしそれわれの検査では Ex LVEF は 60.1±13.5% から PTCA 後 62.0±10.1% と上昇したものとの有意差を認めなかった。

局所壁運動の異常に関しては Kent らは彼らの心筋梗塞を含む多枝病変の PTCA 検査において、PTCA 前は 29/31 (94%) において陽性を示したのに、PTCA 後は 92% 正常になったと報告している³⁶。これはわれわれの結果 (PTCA 前 68% 対 PTCA 後 23%) と異なるが、対象が異なるので比較は困難であると思われる。

4. 心筋シンチグラムと RI アンジオの sensitivity の違いについて

理論的には、もし心筋の灌流異常がおこれば左室の機能異常を伴うべきである、と考える。そうだとすれば心筋シンチグラムの sensitivity と RI アンジオによる左室造影との違いは何故起こるのか。一般的に冠動脈一枝病変においては global EF の criteria はあまり sensitive でないことが予想される。その理由は、正常に灌流された心筋は global EF を維持するため、hyperkinetic になり得るからである¹⁹。したがって、もし局所 EF の変化を測定できる方法があれば、RI アンジオの sensitivity はさらに増加することが予想される。この点に関して心ピールシンチグラムにおける phase analysis の有用性が報告されている³⁷。

また心筋シンチグラムにおいて異常を示す患者の局所壁運動異常を検出できないことを説明する

ことも難しい。本研究では、他の施設での報告と同様に Ex RI アンジオは一方向のみで行われた。本検査では RAO で行われたので、この結果、後側壁 (posterolateral), 下後壁 (inferoposterior) 等の異常に関してはあまり鋭敏ではない。われわれの検査において LCx の sensitivity が LAD や RCA に比べて低い結果はこの理論に一致する (Table 4)。またマルチクリスタルガンマカメラでは空間分解能に限界をもつて軽度の hypokinesis の場合には、検出率がより悪くなることも考えられる。

文 献

- 1) Bailey IK, Griffith LSC, Rouleau J, et al: 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, et al: Myocardial imaging with thallium-201 at rest and during exercise: Comparison with coronary arteriography and stress electrocardiography. *Circulation* **56**: 66-71, 1977
- 3) Botvinick EH, Taradash MR, Shames DM, et al: Thallium-201 myocardial perfusion scintigraphy for the clinical clarification of normal, abnormal and equivocal electrocardiographic stress tests. *Am J Cardiol* **41**: 43-51, 1978
- 4) Ritchie JL, Zaret BL, Strauss HW, et al: Myocardial imaging with thallium-201: A multicenter study in patients with angina pectoris or acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* **42**: 345-350, 1978
- 5) Dash H, Massie BM, Botvinick EH, et al: The noninvasive identification of left main and three vessel coronary artery disease by myocardial stress perfusion scintigraphy and treadmill exercise electrocardiography. *Circulation* **60**: 276-284, 1979
- 6) Bodenheimer MM, Banka VS, Foshee CM, et al: 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
- 7) Verani MS, Marcus ML, Razzak MA, et al: Sensitivity and specificity of thallium-201 perfusion scintigrams under exercise in the diagnosis of coronary artery disease. *J Nucl Med* **19**: 773-782, 1978
- 8) Melin JA, Piret LJ, Vanbutsele RJM, et al: Diagnostic value of exercise electrocardiography and thallium myocardial scintigraphy in patients without a previous myocardial infarction: A Bayesian approach. *Circulation* **63**: 1019-1024, 1981
- 9) Berger BC, Watson DD, Taylor GJ, et al: Quantitative thallium-201 exercise scintigraphy for detection of coronary artery disease. *J Nucl Med* **22**: 585-593, 1981
- 10) Borer JS, Kent KM, Bacharach SL, et al: Sensitivity, specificity and predictive accuracy of radioisotope cineangiography during exercise in patients with coronary artery disease: Comparison with exercise electrocardiography. *Circulation* **60**: 572-580, 1979
- 11) Newman GE, Reych SK, Upton MT, et al: Comparison of electrocardiographic and left ventricular functional changes during exercise. *Circulation* **62**: 1204-1211, 1980
- 12) Jones RH, McEwan P, Newman GE, et al: Accuracy of diagnosis of coronary artery disease by radionuclide measurement of left ventricular function during rest and exercise. *Circulation* **64**: 586-601, 1981
- 13) Rigo P, Bailey IK, Griffith LSC, et al: Value and limitations of segmental analysis of stress thallium myocardial imaging for localization of coronary artery disease. *Circulation* **61**: 973-981, 1980
- 14) Elkayam U, Weinstein M, Berman D, et al: Stress thallium-201 myocardial scintigraphy and exercise technetium ventriculography in the detection and location of coronary artery disease: Comparison of sensitivity and specificity of these noninvasive tests alone and in combination. *Am Heart J* **101**: 657-666, 1981
- 15) Osbakken MD, Okada RD, Boucher CA, et al: Comparison of exercise perfusion and ventricular function imaging: An analysis of factors affecting the diagnostic accuracy of each technique. *J Am Coll Cardiol* **3**: 272-283, 1984
- 16) Massie BM, Botvinick EH, Brundage BH: Correlation of thallium-201 scintigrams with coronary anatomy: Factors affecting region sensitivity. *Am J Cardiol* **44**: 616-622, 1974
- 17) Caldwell JH, Hamilton GW, Sorensen SG, et al: The detection of coronary artery disease with radionuclide techniques: A comparison of rest-exercise thallium imaging and ejection fraction response. *Circulation* **61**: 610-619, 1980
- 18) Johnstone DE, Sands MJ, Berger HJ, et al: Comparison of exercise radionuclide angiography and thallium-201 myocardial perfusion imaging in coronary artery disease. *Am J Cardiol* **45**: 1113-1119, 1980

- 19) Jengo JA, Freeman R, Brizendine M, et al: Detection of coronary artery disease: Comparison of exercise stress radionuclide angiography and thallium stress perfusion scanning. *Am J Cardiol* **45**: 535-541, 1980
- 20) Gruntzig AR: Transluminal dilatation of coronary artery stenosis. *Lancet* **1**: 263, 1978
- 21) Bruce RA, Homstein TR: Exercise stress testing in evaluation of patients with ischemic heart disease. *Prog Cardiovasc Dis* **11**: 371-390, 1969
- 22) Patterson JA, Naughton J, Pietras RJ, et al: RM. Treadmill exercise in the assessment of the functional capacity of patients with cardiac disease. *Am J Cardiol* **30**: 757-762, 1972
- 23) Vogel RA, Kirch DL, LeFree MT et al: Thallium-201 myocardial perfusion scintigraphy: Results of standard and multi-pinhole tomographic techniques. *Am J Cardiol* **43**: 787-793, 1979
- 24) Francisco DA, Collins SM, Go RT, et al: Tomographic thallium-201 myocardial perfusion scintigrams after maximal coronary artery vasodilation with intravenous dipyridamole: Comparison of qualitative and quantitative approaches. *Circulation* **66**: 370-379, 1982
- 25) Dymond DS, Halama J, Schmidt DH: Right anterior oblique first-pass radionuclide ejection fractions: Effects of temporal smoothing and various background corrections. *J Nucl Med* **23**: 1-7, 1982
- 26) Corne RA, Gotsman MS, Weiss A, et al: Thallium-201 scintigraphy in diagnosis of coronary stenosis: Comparison with electrocardiography and coronary arteriography. *Brit Heart J* **41**: 575-583, 1979
- 27) Bonow RO, Kent KM, Rosing DR, et al: Improved left ventricular diastolic filling in patients with coronary artery disease after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation* **66**: 1159-1167, 1982
- 28) DeRoven TA, Murray JA, Owen W: Variability in the analysis of coronary arteriograms. *Circulation* **55**: 324-328, 1977
- 29) Scholl JM, Chaitman BR, David PR, et al: Exercise electrocardiography and myocardial scintigraphy in the serial evaluation of the results of percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation* **66**: 380-399, 1982
- 30) Hirzel HO, Nuesch K, Gruentzig AR, et al: Short- and Long-term changes in myocardial perfusion after percutaneous transluminal coronary angioplasty assessed by thallium-201 exercise scintigraphy. *Circulation* **63**: 1001-1007, 1981
- 31) Fung AY, Krell M, O'Neill WW, et al: Should coronary angiography be the gold standard? A study correlating thallium myocardial scintigraphy, transregional pressure gradient and percent stenosis. *J Nucl Med* **26**: p41, 1985
- 32) Bateman T, Garcia E, Maddahi J, et al: Clinical evaluation of seven-pinhole tomography for the detection and location of coronary disease: Comparison with planar imaging using quantitative analysis of myocardial thallium-201 distribution and washout after exercise. *Am Heart J* **106**: 263-271, 1983
- 33) Tamaki N, Murai T, Ishii Y, et al: Clinical evaluation of thallium-201 emission myocardial tomography using a rotating gamma camera: Comparison with seven-pinhole tomography. *J Nucl Med* **22**: 849-855, 1981
- 34) Maublant J, Cassagnes JJ, LeJeune D, et al: A comparison between conventional scintigraphy and emission tomography with thallium-201 in the detection of myocardial infarction: Concise communication. *J Nucl Med* **23**: 204-208, 1982
- 35) Foster C, Dymond DS, Anholm JD, et al: Effect of exercise protocol on the left ventricular response to exercise. *Am J Cardiol* **51**: 859-864, 1983
- 36) Kent KM, Bonow RO, Rosing DR, et al: Improved myocardial function during exercise after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty. *N Engl J Med* **306**: 441-446, 1982
- 37) Ratib O, Henze E, Schon H, et al: Phase analysis of radionuclide ventriculograms for the detection of coronary artery disease. *Am Heart J* **104**: 1-12, 1982

Summary

Assessment of Single Vessel Coronary Artery Disease: Results of Non-Invasive Tests and Evaluation after Successful Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty

Motoo OSHIMA*, Steven C. PORT**, Gautam RAY**,
Patrick MCNAMEE** and Donald H. SCHMIDT**

**Gifu Kenritsu Tajimi Hospital, Tajimi*
***University of Wisconsin Medical School, Mount Sinai Medical Center, Wisconsin*

The purpose of this study was to determine the sensitivities of noninvasive tests for the diagnosis of single vessel coronary artery disease in a group of 56 patients with no infarction. Among these patients, 22 patients who underwent successful percutaneous transluminal angioplasty (PTCA) were also evaluated with non-invasive tests. The non-invasive tests were: twelve-lead electrocardiography, thallium-201 perfusion imaging (both planar and seven-pinhole tomographic) and radionuclide angiography. Electrocardiography and thallium imaging were performed during the same graded treadmill exercise while the radionuclide angiography was performed during upright bicycle exercise.

Exercise electrocardiograms were abnormal in 34/56 patients (61%). Qualitative planar thallium images were abnormal in 50/56 patients (89%). Quantitative analysis of the tomographic thallium images was abnormal in 49/56 patients (86%). An exercise ejection fraction <0.56 or a new wall

motion abnormality was seen in 38/56 patients (68%).

Pre- and post-PTCA paired data were as follows:

	pre-PTCA	post-PTCA
Exercise ECG	59% (13/22)	23% (5/22)
Planar TI-201	95% (21/22)	59% (13/22)
Tomo TI-201	91% (20/22)	68% (15/22)
RI angiography	68% (15/22)	23% (5/22)

The results suggest that exercise thallium-201 myocardial scintigram is the most sensitive non-invasive stress test for the diagnosis of single vessel coronary artery disease. Exercise ECG and RI angiography showed less sensitive for detecting ischemia pre-PTCA than thallium-201, however, showed great trend toward normalization post-PTCA.

Key words: Single vessel disease, Percutaneous transluminal coronary angioplasty, Exercise scintigraphy.