

《原 著》

タリウム再静注法による心筋バイアビリティ評価： 診断基準の違いによる壁運動改善予測能の比較

藤野 晋* 松成 一朗** 村守 朗*** 嶋峨 孝*
一柳 健次***

要旨 左室全体あるいは局所壁運動異常を伴い、冠動脈血行再建術を施行した25例を対象として、^{99m}Tl再静注法における診断基準の違いによる左室壁運動異常改善予測能について検討した。術前に局所壁運動異常を認め、血行再建が確認された88領域中51領域で術後壁運動の改善を認め、全体の平均左室駆出率は冠動脈血行再建術前の41±8%から術後45±10%へと増加した。^{99m}Tl再静注像で50%以上の% uptakeを認めるものをバイアブルとする% uptake法の感度、特異度、正診率はそれぞれ96, 35, 70%で、正常集積あるいは可逆性欠損をバイアブルとする可逆性欠損法ではそれぞれ67, 59, 64%であった。^{99m}Tl再静注法は高感度であったが、特異性に乏しく、一方可逆性欠損法は感度では% uptake法に至らないものの、特異性では優っていた。以上より症例により二つの診断基準を使い分ける、あるいは組み合わせることが望ましいと考えられた。

(核医学 33: 1309-1317, 1996)

I. はじめに

タリウム(^{99m}Tl)再静注法は心筋バイアビリティ評価法として確立されている¹⁻⁷⁾。一般に正常集積、あるいは運動負荷によって生じた欠損が、再分布像あるいは再静注像で改善すれば、その心筋はバイアブルであるとする診断基準がよく用いられている⁷⁾。しかし近年、たとえ非可逆性欠損であっても、欠損の程度が軽度あるいは中等度であれば、その心筋はバイアブルであるとする診断基準も提唱されている^{2,5,7)}。しかし、いずれの診断

基準が心筋バイアビリティ評価の本来の目的である左室壁運動異常改善をより良く予測するかについて確立した見解はない。そこでわれわれは、^{99m}Tl再静注法における診断基準の違いによる左室壁運動異常改善予測能について検討した。

II. 対象および方法

1. 対 象

冠動脈血行再建を前提として当院に入院し、運動負荷、再分布、再静注^{99m}Tlスキャンが施行され、術前的心プールシンチグラフィで左室全体あるいは局所壁運動異常を伴い、冠動脈血行再建術後の冠動脈撮影で血行再建が確認された25例(男性16例、女性9例、平均年齢67歳)を対象とした。冠動脈再建法は10例では経皮的冠動脈再建術、15例では冠動脈バイパス術であった。このうち16例では心筋梗塞の既往があり、梗塞部位は前壁中隔8例、後下壁6例および側壁2例であった。術前心臓カテーテル検査では、視覚的評価で

* 福井県立病院循環器内科

** ミュンヘン工科大学核医学科

*** 福井県立病院放射線科

受付: 8年3月13日

最終稿受付: 8年10月7日

別刷請求先: 福井県三方郡美浜町丹生 37-25-1

(☎ 919-12)

美浜町丹生診療所

藤野 晋

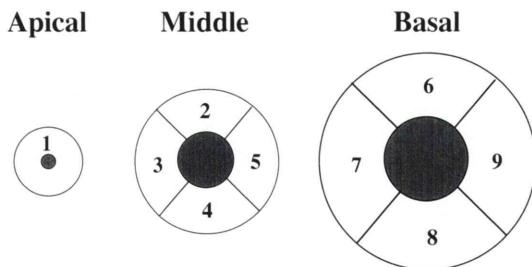


Fig. 1 Schematic representation of left ventricular myocardium. On the basis of three short-axis slices, the left ventricular myocardium was divided into 9 segments.

75% 以上を有意狭窄とした場合の罹患冠動脈数は一枝病変 7 例, 二枝病変 11 例, 三枝病変 7 例(平均罹患冠動脈数 2.0 枝)であった。なお, 発症後 1 か月以内の急性期心筋梗塞例および不安定狭心症例は検討の対象に含まなかった。

2. TI 心筋シンチグラフィ

TI 心筋シンチグラフィは自転車エルゴメータによる多段階運動負荷を施行し, 最大負荷時に²⁰¹Tl を 74 MBq 静注し, その後 1 分間運動を続けた。静注 5-10 分後に負荷像, 約 3 時間後に遅延像を撮像した。遅延像撮像後に²⁰¹Tl を 55 MBq 再静注し, 5-10 分後より再静注像を撮像した^{8,9)}。

3. 使用機種

TI 心筋シンチグラフィの撮像には低エネルギー用高分解能平行コリメータを装着した 3 検出器型 SPECT 装置(東芝 GCA9300A/HG)を使用した。撮像方法は 128×128 マトリクス, 6 度ステップ 360 度収集, 一方向あたりの収集時間は負荷像では 30 秒, 遅延像, 再静注像では 40 秒とした。エネルギーウインドウは 70 KeV±10% とした。SPECT 像再構成には Butterworth Filter (order 8, cut off 0.15) および Ramp Filter を用いた。

4. SPECT データ解析

SPECT データ解析は既報に準じて行った¹⁰⁾。すなわち, Fig. 1 に示すごとく 4 スライスずつ加算した短軸断層像から左室心筋を 9 領域に分割し, circumferential analysis 法により各領域の集積度を求め, さらに左室心筋における最大集積を 100%

とした相対的集積率(% uptake)を各領域について求めた。今回の検討では以下に示す二つの独立した診断基準, すなわち可逆性欠損法および% uptake 法を心筋バイアビリティの指標として用いた。

(A) 可逆性欠損法: 正常集積(% uptake で 80% 以上), あるいは可逆性欠損(負荷像での欠損が遅延像または再静注像で 10% 以上の集積増加を認めるもの)の場合, TI シンチグラフィ上バイアブルと判定する。

(B) % uptake 法: TI 再静注像で 50% 以上の% uptake を認めるものを TI シンチグラフィ上バイアブルと判定する。

遅延像での集積が 50% 以上である心筋をバイアブルであるとする診断基準も用いられているが⁵⁾, 最近, TI 遅延像よりも再静注像のほうがバイアブルな心筋量をよく反映するとの報告があり¹¹⁾, 今回の検討では再静注像を用いた。

5. 心プールシンチグラフィ

全例において, 冠動脈血行再建術前平均 16 日および術後平均 67 日後に心電図同期心プールシンチグラフィを安静時に施行した。心電図同期心プールシンチグラフィの撮像には単検出器型ガンマカメラ(GCA901A)を用い, 前面像, 左前斜位 45 度像および左側面像を撮像した。

シネモード表示による視覚的評価により左室局所壁運動を以下のように 4 段階(3: 正常, 2: 軽度低下, 1: 高度低下, 0: 無収縮または奇異性収縮)にスコア化した。この判定は 2 人の合議制とした。

術前に壁運動異常を認めた部位について, 術後一段階以上の壁運動改善を認めた場合, 改善ありと判定した。なお, 冠動脈バイパス術が施行された症例においては中隔壁は判定の対象から除外した^{3,12,13)}。

6. 統計解析

結果は平均±標準偏差で表示した。各平均値は paired または non-paired t-test により比較した。壁運動異常改善予測の感度, 特異度の比較には McNemar test を用いた。各正診率の比較には Chi-

Table 1 Regional tracer activities and wall motion scores in segments with and without functional recovery after revascularization

	Tl-Ex	Tl-RD	Tl-RI	Pre-WM	Post-WM
Recovery (+) n=51	64±14*	71±13**	72±12**	1.1±0.7***	2.5±0.6**
Recovery (-) n=37	57±19	61±18	63±19	1.0±0.9	1.0±0.9

Data are expressed as mean±SD. Tl-Ex indicates regional tracer activity (% of peak activity) on exercise ^{201}Tl images; Tl-RD, regional tracer activity on redistribution ^{201}Tl images; Tl-RI, regional tracer activity on reinjection ^{201}Tl images; Pre-WM, wall motion score before revascularization; Post-WM, wall motion score after revascularization.

*p<0.05 v.s Recovery (-); **p<0.01 vs. Recovery (-); ***NS vs. Recovery (-).

Table 2 Sensitivity, specificity and predictive accuracies in predicting functional recovery after revascularization by two independent criteria on ^{201}Tl reinjection imaging

Criterion	Resid activity	Defect rev	p
Sens (seg)	96% (49/51)	67% (34/51)	0.001
Spec (seg)	35% (13/37)	59% (22/37)	0.039
PPV (seg)	67% (49/73)	69% (34/49)	NS
NPV (seg)	87% (13/15)	56% (22/39)	NS
PAC (seg)	70% (62/88)	64% (56/88)	NS

Resid activity indicates $\geq 50\%$ of peak activity on ^{201}Tl reinjection images; Defect rev, normal ^{201}Tl uptake or reversible defect; Sens, sensitivity; Spec, specificity; PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value; PAC, predictive accuracy; seg, number of segments.

square test または Fisher's test を用いた。危険率 (p) 5% 未満をもって有意と判定した。

III. 結 果

1. 血行再建術後の壁運動の改善

術前に局所壁運動異常を認め、血行再建が確認された 88 領域中 51 領域で術後壁運動の改善を認めた。壁運動異常改善の有無による Tl 負荷像、再分布像、再静注像における % uptake および冠動脈血行再建術前後の壁運動スコアを Table 1 に示す。Tl 負荷像、Tl 再分布像および再静注像の % uptake は壁運動異常が改善した領域で有意に高値を示した。また術前の壁運動スコアは、術後に壁運動異常が改善した群と、改善しなかった群間に有意差を認めなかった。

Normal or Reversible Defect

		Viable	Non-Viable
Residual Activity	Viable	42 (48%)	31 (35%)
	Non-Viable	7 (8%)	8 (9%)

Fig. 2 Diagram showing concordance and discordance of scintigraphic findings between two criteria for myocardial viability. A segment was considered to be normal or reversible defect if the assigned activity was $\geq 80\%$ of peak on the stress image or if the assigned activity was $< 80\%$ of peak activity on the stress image and with $\geq 10\%$ increase on the subsequent images. A segment was considered to have residual activity if the assigned activity on the reinjection image was $\geq 50\%$ of peak.

2. Tl 心筋シンチグラフィによる局所壁運動改善の予測

診断基準の違いによる Tl 心筋シンチグラフィの壁運動改善に関する感度、特異度、正診率を Table 2 に示す。感度では % uptake 法がより優れていたが、特異度では可逆性欠損法の方が優れていた。正診率には両者に有意差を認めなかった。

% uptake 法でバイアブルと判定されたが壁運動改善を示さなかった領域での術前の壁運動スコアは、% uptake 法で非バイアブルと判定され、かつ

壁運動改善を示さなかった領域の壁運動スコアよりも有意に高値であった (1.5 ± 0.7 vs. 0.2 ± 0.6 , $p < 0.001$).

次に両診断基準の TI 心筋シンチグラフィ所見の一一致率を Fig. 2 に示す。両診断基準での心筋バイアビリティに関する一致率は 88 領域中 50 領域 (57%) で、31 領域 (35%) は可逆性欠損法で非バイアブル, % uptake 法ではバイアブルと判定された。逆に可逆性欠損法でバイアブル, % uptake 法では非バイアブルと判定されたのは 7 領域であった。これらの診断基準の組み合わせによる壁

Table 3 Percentage of segments with functional recovery after revascularization by combined criteria on ^{201}TI reinjection imaging

Resid activity	Defect rev	% Recovery (seg)
Viable	Viable	76% (32/42)
Viable	Non-Viable	55% (17/31)
Non-Viable	Viable	29% (2/7)
Non-Viable	Non-Viable	0% (0/8)

% Recovery indicates the percentage of segments with functional recovery; other abbreviations as in Table 2.

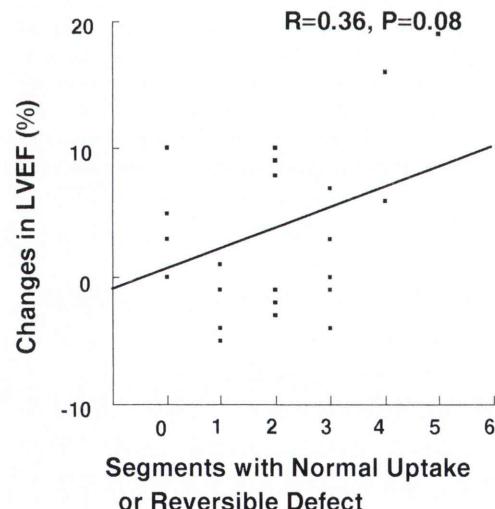


Fig. 4 Scatter plots showing relationship between the number of scintigraphically viable segments by the normal or reversible defect criterion and changes in global left ventricular ejection fraction (left), and between the number of scintigraphically viable segments by the residual activity criterion and changes in global left ventricular ejection fraction (right).

運動改善予測に関する正診率を Table 3 に示す。バイアブル, 非バイアブルにかかわらず, 両診断基準が一致した場合には, 高い正診率が得られ

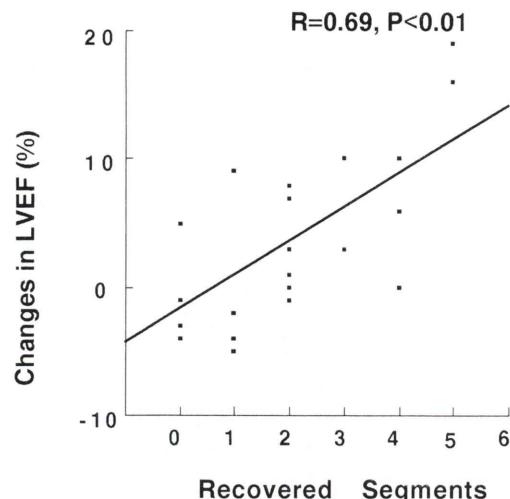
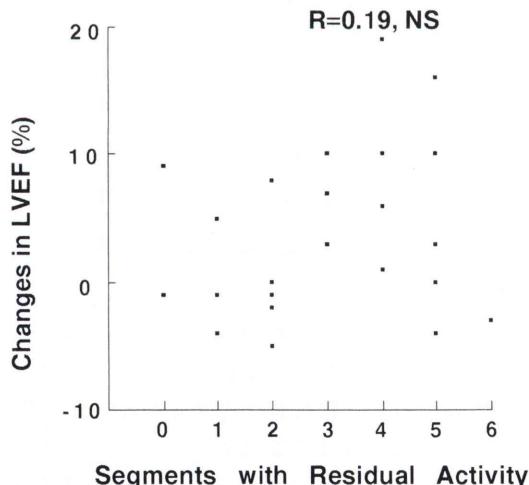


Fig. 3 Scatter plots showing relationship between the number of segments with functional recovery after revascularization and changes in global left ventricular ejection fraction.



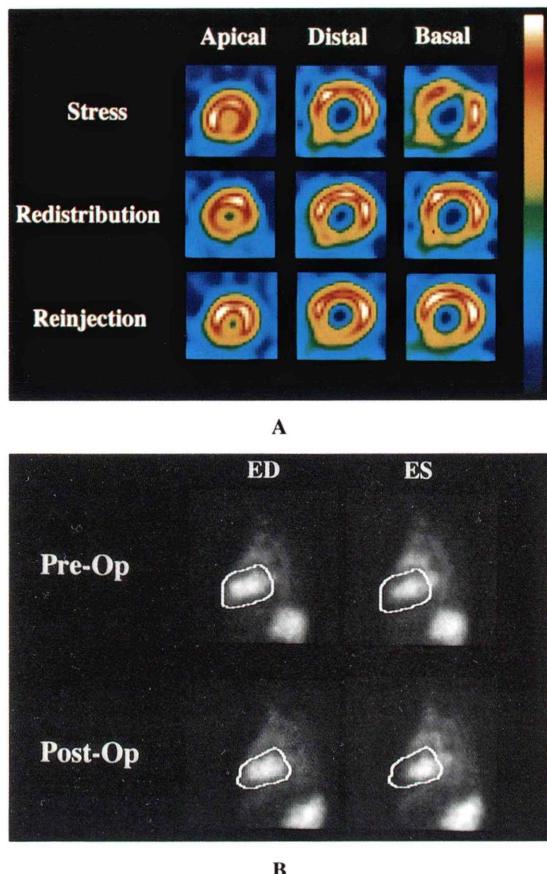


Fig. 5 Thallium-201 scintigraphy (A) and gated blood pool studies (B) from a patient with three-vessel coronary artery disease and left ventricular dysfunction. (A), The preoperative stress-redistribution-reinjection images show reversible anterior defect and irreversible or minimally reversible, if any, but mild-to-moderate posterior defect. (B), The preoperative gated blood pool scintigraphy (left lateral view) show severely impaired left ventricular contractile function (Top). The postoperative scintigraphy reveal an improvement in the anterior wall motion, whereas functional recovery did not occur in the posterior region (Bottom). ED indicates end-diastolic frame; ES, end-systolic frame.

た。一方、診断の乖離を見た場合には可逆性欠損法で非バイアブル、% uptake 法ではバイアブルと判定された場合、55% に術後壁運動の改善を見

た。逆に % uptake 法では非バイアブル、可逆性欠損法でバイアブルと判定された場合、壁運動改善を認めたのは 29% のみであった。

3. 局所壁運動改善が左室駆出率に及ぼす影響

全体の平均左室駆出率は冠動脈血行再建術前の $41 \pm 8\%$ から術後 $45 \pm 10\%$ へと有意に增加了 ($p < 0.01$)。一症例あたりの局所壁運動改善を認めた領域数と術前後の左室駆出率変化との間には有意の正の相関を認めた ($R = 0.69$, $p < 0.01$) (Fig. 3)。しかし TI 心筋シンチグラフィでのバイアブルな領域数と左室駆出率変化との間には、可逆性欠損法で $R = 0.36$, $p = 0.08$ と傾向を認めたもの有意な相関とはならなかった (Fig. 4)。

5% 以上の左室駆出率增加を有意とした場合、全 25 中 11 例で左室駆出率の增加を認め ($40 \pm 7\%$ vs. $49 \pm 7\%$, $p < 0.001$)、残りの 14 例では増加を認めなかった ($42 \pm 8\%$ vs. $41 \pm 10\%$, NS)。これらの左室駆出率増加群と非増加群との間には % uptake 法 (2.9 ± 1.7 vs. 2.9 ± 1.8 , NS) あるいは可逆性欠損法 (2.2 ± 1.7 vs. 1.8 ± 1.1 , NS) による一症例あたりのバイアブルな領域数に有意差を認めなかった。

IV. 症例呈示

症例は 77 歳男性、3 枝病変例である (Fig. 5)。TI 像で前壁に可逆性欠損を認めた。また、下壁から後壁にかけて軽から中等度の集積低下を認めるも、再分布は明らかではなかった。術前的心プールシンチグラフィ左側面像では左室全体の収縮低下を認めた。冠動脈 3 枝バイパス術後の心プールシンチグラフィでは、前壁において壁運動改善を認めるも、後壁の壁運動は低下したままであった。

V. 考 察

壁運動異常を伴う心筋がバイアブルであるということは、心筋細胞の代謝が維持されているにもかかわらず、左室収縮機能が低下している状態である。今回の研究では左室壁運動が低下している部位が、血行再建術後に壁運動が改善する場合を

心筋バイアビリティありと定義した。

左室壁運動異常を伴う冠動脈疾患患者においては、冠動脈血行再建術の適応を考慮するにあたり、心筋バイアビリティの有無は重要な基準となる^{2,14)}。バイアブルな心筋であれば、再建術後に壁運動の改善する可能性が高く、逆に非バイアブルな心筋であれば壁運動改善は望めないからである。今回の結果では、冠動脈血行再建術前の壁運動スコアは、術後に壁運動異常が改善した群と、改善しなかった群間に有意差を認めなかった。これは術前の壁運動異常の程度のみから壁運動改善を予測することは困難であり、何らかの心筋バイアビリティ診断法が必要なことを示している。心筋シンチグラフィによる心筋バイアビリティの評価法として、Tl 再静注法¹⁻⁷⁾および Tl 安静再分布法^{20,21)}は非侵襲的な心筋バイアビリティの診断手法として広く用いられている。両者は心筋バイアビリティに関して同等の診断能を有していると報告されている⁷⁾。Dilsizian ら¹⁾、Ohtani ら³⁾は、Tl 再静注法で欠損改善を示す心筋の大部分が冠動脈血行再建術後に局所壁運動の改善を認め、逆に非可逆性欠損部位の大部分では壁運動改善を認めなかつたと報告している。しかし、近年、Tl 再静注をもってしても心筋バイアビリティを過小評価するとの報告があり⁶⁾、また、非可逆性欠損であっても軽度あるいは中等度の欠損であれば、その心筋はバイアブルであるとする報告が PET との比較によりなされている^{5,7)}。

今回の検討では壁運動改善を認めた領域では Tl 再分布像、再静注像の % uptake は有意に高値であったが、これに比べ、Tl 負荷像の % uptake は壁運動改善の有無による有意差を認めたものの、再分布像、再静注像に比べ弱い相関であった。これは Tl 負荷像の欠損程度に比べ、Tl 再分布像あるいは再静注像の % uptake は壁運動改善の指標として、より有用であることを示している。これは Tl 運動負荷再分布法において、Tl 再分布像の % uptake が壁運動改善の予測に有用であったとする Yamamoto らの報告と一致するものである¹⁵⁾。しかし、本研究では % uptake 法による診断基準

は非常に高感度ではあるが、特異性に乏しいとする結果が得られた。これは最近の低容量ドブタミン負荷心エコーと Tl 再静注法との比較結果と一致するものである。Arnese ら¹⁶⁾、Haque ら¹⁷⁾は Tl 再静注法の感度はそれぞれ 89, 100% であったが、特異度はそれぞれ 48, 40% であったと報告している。特に Arnese らは Tl 再静注法でバイアブルと判定された心筋のうち、わずか 33% に壁運動改善を認めたのみであり、ドブタミン負荷心エコーに比し、壁運動改善予測に関する診断能は劣っていたと報告している¹⁶⁾。しかし、われわれの結果では % uptake 法によりバイアブルと診断されたが壁運動の改善しなかった部位では、非バイアブルと診断され、かつ壁運動の改善しなかった部位に比し、術前の壁運動異常の程度が比較的軽度であり、おそらくその心筋はバイアブルではあるが hibernation あるいは stunning ではない心筋であることが推察される。最近、慢性虚血性心疾患患者において、血行再建術後に左室壁運動異常が改善される部位の術前の安静時心筋血流量は多くは正常範囲内であり、hibernation より、むしろ intermittent myocardial stunning によるものと報告されている²²⁾。また逆に、% uptake 法で非バイアブルと判定され、しかも壁運動の改善しなかった心筋では壁運動異常はきわめて高度であり、前者とは明らかに様相が異なっていた。冠動脈疾患の進行が壁運動異常をさらに悪化させる可能性を考慮すれば、たとえその心筋の局所壁運動が改善しなかつたとしても、Tl 再静注法 (% uptake 法) でバイアブルな部位の冠動脈血行再建は意味のあるものと考えられる。

一方、Tl 再静注法で正常集積、あるいは可逆性欠損をバイアブルとする診断基準では、感度は % uptake 法には至らないものの、特異度では % uptake 法よりも優れていた。全体の正診率は % uptake 法とほぼ同等であった。この原因としては、正常集積を示す部位は、Tl がバイアブルな心筋のみに取り込まれること、また可逆性欠損は虚血を示していることを考えれば、壁運動異常をともなうこれらの心筋が hibernation あるいは intermittent

myocardial stunning²²⁾ である可能性が高いことは推察できる。しかし、可逆性欠損法で非バイアブルと判定され、% uptake 法でバイアブルと判定された領域の半数で術後壁運動の改善を認めたことも事実であり、したがって、本診断基準では心筋バイアビリティを過小評価することは否めない。

以上の結果を総合的に考慮すると、症例によって以上の二つの診断基準を使い分ける、あるいは組み合わせることが提唱される。すなわち、ある程度壁運動の保たれている症例では % uptake 法を主に用いて血行再建術を施行し、これに対し、心機能が極度に低下しており、冠動脈血行再建に当たって壁運動改善が前提となるような症例では、% uptake 法に加えて可逆性欠損法での所見を考慮し、血行再建術の適応を決定することが望まれる。また、本研究における症例群では、局所壁運動改善と左室駆出率増加との間に有意の相関を認めたにもかかわらず、TI 心筋シンチグラフィによるバイアビリティの有無から左室駆出率の改善を予測することは困難であった。この原因としては、症例数が少なかったこと、左室駆出率は心負荷状態など局所壁運動以外の因子の影響を受ける可能性があること、心筋シンチグラフィの正診率が左室駆出率の改善を予測するには不十分であったことなどが考えられる。Arnese らも低容量ドバタミン負荷心エコーは局所壁運動改善の予測はしつても、全体の心機能改善予測は困難であったと報告している¹⁶⁾。

VI. 本研究の限界

本研究では症例数が比較的少ないため、有病および無病正診率(本研究では壁運動改善の予測に関する正診率)では診断基準による有意差は出でていない。しかし正診率は症例群の違いによって大きく左右される指標であり¹⁸⁾、本研究では感度および特異度をより信頼できる指標と考え、考察を行った。

また、本研究においては % uptake で 80% 以上の集積を示す領域をすべて正常とみなした。一般に SPECT における心筋集積は均一ではないた

め、正常例のプロファイルから、平均-2 標準偏差以下を異常とする方法も考えられるが、吸収による影響のため、正常例の心筋分布自体に相当の個体差があり、この方法にも問題がある。本研究で用いた方法は過去の報告でも用いられている方法でもある¹⁹⁾。

VII. 結 語

TI 再静注法における診断基準の違いによる壁運動改善予測を比較検討し、以下の結果を得た。

1. % uptake 法は高感度であったが、特異性に乏しかった。一方可逆性欠損法は、感度では % uptake 法に至らないものの、特異性では優っていた。

2. 血行再建術にあたり、ある程度壁運動の保たれている症例では、% uptake 法を主に用いて血行再建術を考慮し、心機能が極度に低下しており、壁運動改善が前提となるような症例では、% uptake 法に加えて可逆性欠損法での所見を考慮し、適応を決定することが望まれる。

謝辞：稿を終えるにあたり、ご指導賜りました福井県立病院循環器内科千間純二、青山隆彦、若杉隆伸、平井淳一、同心臓血管外科藤井獎、山本信一郎先生に深甚なる謝意を表します。ならびにご協力いただきました谷嶋良宣、小野幸一技師に心から感謝いたします。

文 献

- Dilsizian V, Rocco TP, Freedman NMT, Leon MB, Bonow RO: Enhanced detection of ischemic but viable myocardium by the reinjection of thallium after stress-redistribution imaging. *N Engl J Med* **323**: 141-146, 1990
- Dilsizian V, Bonow RO: Current diagnostic techniques of assessing myocardial viability in patients with hibernating and stunned myocardium. *Circulation* **87**: 1-20, 1993
- Ohtani H, Tamaki N, Yonekura Y, Mohiuddin IH, Hirata K, Ban T, et al: Value of thallium-201 reinjection after delayed SPECT imaging for predicting reversible ischemia after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* **66**: 394-399, 1990
- Rocco TP, Dilsizian V, McKusick KA, Fischman AJ,

- Boucher CA, Strauss HW: Comparison of thallium redistribution with rest "reinjection" imaging for the detection of viable myocardium. *Am J Cardiol* **66**: 158-163, 1990
- 5) Bonow RO, Dilsizian V, Cuocolo A, Bacharach SL: Identification of viable myocardium in patients with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction: Comparison of thallium scintigraphy with reinjection and PET imaging with ¹⁸F-fluorodeoxyglucose. *Circulation* **83**: 26-37, 1991
- 6) Tamaki N, Ohtani H, Yamashita K, Magata Y, Yonekura Y, Nohara R, et al: Metabolic activity in the areas of new fill-in after thallium-201 reinjection: comparison with positron emission tomography using fluorine-18-deoxyglucose. *J Nucl Med* **32**: 673-678, 1991
- 7) Dilsizian V, Perrone-Filardi P, Arrighi JA, Bacharach SL, Quyyumi AA, Freedman NMT, et al: Concordance and discordance between stress-redistribution-reinjection and rest-redistribution thallium imaging for assessing viable myocardium: comparison with metabolic activity by positron emission tomography. *Circulation* **88**: 941-952, 1993
- 8) Matsunari I, Fujino S, Taki J, Senma J, Aoyama T, Wakasugi T, et al: Myocardial viability assessment with technetium-99m-tetrofosmin and thallium-201 reinjection in coronary artery disease. *J Nucl Med* **36**: 1961-1967, 1995
- 9) Matsunari I, Fujino S, Taki J, Senma J, Aoyama T, Wakasugi T, et al: Impaired fatty acid uptake in ischemic but viable myocardium identified by thallium-201 reinjection. *Am Heart J* **131**: 458-465, 1996
- 10) Matsunari I, Tanishima Y, Taki J, Ono K, Nishide H, Fujino S, et al: Early and delayed Tc-99m-tetrofosmin myocardial SPECT compared in normal volunteers. *J Nucl Med* **37**: 1622-1626, 1996
- 11) Zimmermann R, Mall G, Rauch B, Zimmer G, Gabel M, Zehelein J, et al: Residual ²⁰¹Tl activity in irreversible defects as a marker of myocardial viability: clinicopathological study. *Circulation* **91**: 1016-1021, 1995
- 12) vom Dahl J, Eitzman DT, Al-Aouar ZR, Kanter HL, Hicks RJ, Deeb GM, et al: Relation of regional function, perfusion and metabolism in patients with advanced coronary artery disease undergoing surgical revascularization. *Circulation* **90**: 2356-2366, 1994
- 13) Tamaki N, Kawamoto M, Tadamura E, Magata Y, Yonekura Y, Nohara R, et al: Prediction of reversible ischemia after revascularization: perfusion and metabolic studies with positron emission tomography. *Circulation* **91**: 1697-1705, 1995
- 14) Rahimtoola SH: The hibernating myocardium. *Am Heart J* **117**: 211-221, 1989
- 15) Yamamoto K, Asada S, Masuyama T, Nanto S, Matsumura Y, Naito J, et al: Myocardial hibernation in the infarcted region cannot be assessed from the presence of stress-induced ischemia: usefulness of delayed image of exercise thallium-201 scintigraphy. *Am Heart J* **125**: 33-40, 1993
- 16) Arnese M, Cornel JH, Salustri A, Maat APWM, Elhendy A, Reijns AEM, et al: Prediction of improvement of regional left ventricular function after surgical revascularization: a comparison of low-dose dobutamine echocardiography with ²⁰¹Tl single-photon emission computed tomography. *Circulation* **91**: 2748-2752, 1995
- 17) Haque T, Furukawa T, Takahashi M, Kinoshita M: Identification of hibernating myocardium by dobutamine stress echocardiography: comparison with thallium-201 reinjection imaging. *Am Heart J* **130**: 553-563, 1995
- 18) Metz CE: Basic principles of ROC analysis. *Semin Nucl Med* **VIII**: 283-298, 1978
- 19) Udelson JE, Coleman PS, Metherall J, Pandian NG, Gomez AR, Griffith JL, et al: Predicting recovery of severe regional ventricular dysfunction: Comparison of resting scintigraphy with ²⁰¹Tl and ^{99m}Tc-sestamibi. *Circulation* **89**: 2552-2561, 1994
- 20) Mori T, Minamiji K, Kurogane H, Ogawa K, Yoshida Y: Rest-injected thallium-201 imaging for assessing viability of severe asynergic regions. *J Nucl Med* **32**: 1718-1724, 1991
- 21) Rogasta MR, Beller GA, Watson DD, Kaul S, Gimple LW: Quantitative planar rest-redistribution ²⁰¹Tl imaging in detection of myocardial viability and prediction of improvement in left ventricular function after coronary bypass surgery in patient with severely depressed left ventricular function. *Circulation* **87**: 1630-1641, 1993
- 22) Conversano A, Walsh JF, Geltman EM, Perez JE, Bergmann SR, Gropler RJ: Delineation of myocardial stunning and hibernation by positron emission tomography in advanced coronary artery disease. *Am Heart J* **131**: 440-450, 1996

Summary

Residual Activity or Defect Reversibility on Stress-Redistribution-Reinjection ^{201}Tl SPECT: Which Is the Better Marker of Myocardial Viability?

Susumu FUJINO*, Ichiro MATSUNARI**, Akira MURAMORI***,
Takashi SAGA* and Kenji ICHIYANAGI***

*Department of Cardiology, ***Department of Radiology, Fukui Prefectural Hospital

**Department of Nuclear Medicine, Technical University of Munich, Klinikum rechts der Isar, Munich, Germany

Although both residual Tl activity and defect reversibility are used as a marker of myocardial viability on stress-redistribution-reinjection Tl (Tl-RI) imaging, it is not yet fully understood which marker better predicts reversible dysfunction after revascularization. The aim of this study was to assess the comparative efficacies of these criteria for prediction of functional recovery after revascularization. Twenty-five patients (LVEF 41%) who underwent successful revascularization were studied with Tl-RI SPECT and gated blood pool scintigraphy before revascularization. The gated blood pool study was repeated at mean 2 months after revascularization. The left ventricular myocardium was divided into 9 segments and the mean regional activities were calculated for each segment. In this study, two independent criteria were used as a viability index; (A) the presence of

residual Tl activity ($>50\%$ of peak) on the final image (reinjection image), (B) reversible defect ($>10\%$ increase on the subsequent images) or normal Tl uptake ($>80\%$ of peak) on the initial image. Functional recovery occurred in 51 of 88 dysfunctional segments. The presence of residual Tl activity was a highly sensitive (96%) but poorly specific (35%) marker of reversible dysfunction, while a reversible defect or normal Tl uptake was a less sensitive (67%) but more specific (59%) predictor of functional recovery. In conclusion, defect reversibility provides unique information on myocardial viability which cannot be obtained by assessing residual Tl activity alone.

Key words: Exercise-redistribution-reinjection ^{201}Tl , SPECT, Coronary artery disease, Myocardial viability.