

低用量 Dobutamine 負荷心エコー図法による心筋梗塞後の冬眠心筋の検出：負荷 ^{201}Tl 心筋シンチグラフィー再静注法との比較検討

Detection of Hibernating Myocardium in Patients With Myocardial Infarction by Low-Dose Dobutamine Echocardiography : Comparison With Thallium-201 Scintigraphy With Reinjection

高木 力
吉川 純一
吉田 清
赤阪 隆史
本多 康浩
米澤 嘉啓
赤土 正洋

Tsutomu TAKAGI
Junichi YOSHIKAWA
Kiyoshi YOSHIDA
Takashi AKASAKA
Yasuhiro HONDA
Yoshihiro YONEZAWA
Masahiro SHAKUDO

Abstract

The identification of hibernating myocardium is important for selecting patients who will benefit from coronary revascularization. The relationship between echocardiographic and radioisotopic markers of hibernating myocardium and postrevascularization recovery of myocardial function was investigated in 21 patients who underwent successful revascularization. Each patient underwent low-dose dobutamine stress echocardiography and thallium-201 (^{201}Tl) scintigraphy with reinjection before revascularization. The presence of contractile reserve in dobutamine stress echocardiography and Tl uptake in ^{201}Tl scintigraphy with reinjection were defined as markers of hibernating myocardium. Follow-up echocardiograms were evaluated for improved regional wall motion in all patients at a mean of 8.6 months after revascularization. Sensitivity, specificity, and positive and negative predictive values of low-dose dobutamine stress echocardiography for indicating recovery of function after revascularization were 75.0%, 77.8%, 81.8%, and 70.0%, respectively. Sensitivity, specificity, and positive and negative predictive values of ^{201}Tl scintigraphy with reinjection for indicating recovery of function after revascularization were 91.7%, 55.6%, 73.3%, and 83.3%, respectively. There were no statistical differences between low-dose dobutamine echocardiography and ^{201}Tl scintigraphy in predicting postrevascularization recovery of function patients with hibernating myocardium.

Key Words

stress echocardiography (dobutamine), myocardium (hibernating)

はじめに

梗塞心筋の viability の有無を判定する方法としては、従来、安静時 ^{201}Tl 心筋シンチグラフィーや再静注法ならびに positron emission tomography (PET) などの核医学的手法が用いられてきた¹⁻³⁾。近年、低用量 dobutamine 負荷心エコー図法が心筋梗塞後の冬眠心筋

の検出に有用であることが報告されている^{4,5)}。しかし心筋梗塞発症後の比較的慢性期に、同一症例に対して低用量 dobutamine 負荷心エコー図法と ^{201}Tl 心筋シンチグラフィー再静注法を実施し、血行再建術後の壁運動改善の有無の予測における両者の有用性について比較検討した報告はまだ少なく、両者の差異についてはいまだ結論が出ていない。今回われわれは、低用量

神戸市立中央市民病院 循環器センター 内科：〒650 神戸市中央区港島中町 4-6

Department of Cardiology, Kobe General Hospital, Kobe

Address for reprints : TAKAGI T, MD, Department of Cardiology, Kobe General Hospital, Minatojima-nakamachi 4-6, Chuo-ku, Kobe 650

Received for publication August 4, 1994; accepted November 25, 1994

dobutamine 負荷心エコー図法による収縮予備能の評価と負荷 ^{201}Tl 心筋シンチグラフィ-再静注法による心筋 viability の評価を血行再建術後慢性期壁運動改善の有無と比較検討したので報告する。

対象と方法

対象は 1992 年 10 月-1993 年 3 月の期間に冠動脈バイパス術 (coronary artery bypass graft: CABG) あるいは経皮的経管冠動脈形成術 (percutaneous transluminal coronary angioplasty: PTCA) による血行再建術を実施し、術後慢性期に血行再建成功を確認した初回心筋梗塞例 21 例であった。内訳は CABG 症例が 11 例、PTCA 症例が 10 例であった。心筋梗塞発症から血行再建までの期間は 5.4 ± 1.3 週であった。血行再建術前に行った冠動脈造影では、全例において梗塞責任冠動脈に AHA 分類 90% 以上の有意狭窄の残存を認めた。今回の検討では、術前安静時の断層心エコー図で左室壁分画の少なくとも 1 分画に akinesis の領域を認めたものを対象とした。心筋梗塞の診断基準としては、心筋梗塞発症急性期にクレアチンフォスフォキナーゼ (creatine phosphokinase: CPK) が正常値の 3 倍以上に上昇し、MB 分画が 5% 以上に上昇することとした。心電図所見、断層心エコー図所見ならびに急性期冠動脈造影所見から総合的に診断した梗塞責任冠動脈は左前下行枝が 12 例、左回旋枝が 2 例、右冠動脈が 7 例であった。術後慢性期の血行再建成功の判断基準としては、1) 術後慢性期の冠動脈検査でバイパスグラフトあるいは PTCA 部位に有意な狭窄を認めず、2) 術後慢性期に行った dobutamine 負荷心エコー図法で虚血所見を認めないこととした。対象の年齢は 57.1 ± 9.1 歳で、性別は男 18 例、女 3 例であった。

全例に対して心筋梗塞発症 4 週間後に dobutamine 負荷心エコー図法を実施した。Dobutamine 負荷の方法はすでに報告した方法を用いた⁶⁾。すなわち dobutamine を $8 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ より投与開始し、5 分ごとに $8 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ずつ増量し、最大 $40 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ まで負荷した。Dobutamine 負荷の終了基準についてはすでに報告した基準を用いた⁶⁾。Beta 遮断剤を含むすべての薬剤について、dobutamine 負荷心エコー図法実施当日も内服を継続した。今回の研究では $8 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ を低用量 dobutamine 負荷とした。

断層心エコー図の記録には、Hewlett Packard 製

SONOS 1000 を用いた。Freeland 製デジタル画像解析装置をオンライン方式で用い、傍胸骨長軸断面、傍胸骨短軸断面 (乳頭筋レベル)、心尖部 4 腔断面、心尖部 2 腔断面の 4 断面のデジタル画像を記録した。安静時、低用量 dobutamine 負荷時、最大負荷時、負荷終了後のデジタル画像を 4 分割画面に同時表示した。

4 分割表示したデジタル画像を用いて、壁運動の評価を行った。左室壁を Segar ら⁷⁾と同様に 16 の分画に分割し、各冠動脈の灌流領域を規定した (Fig. 1)。各分画について、壁運動を hyperkinesis 0 点、normokinesis 1 点、hypokinesis 2 点、akinesis 3 点、dyskinesis 4 点と点数表示し、壁運動を総合評価した。そのさい、心内膜面の動きだけでなく、収縮期の壁厚増大の程度も評価した。安静時に壁運動異常を認める梗塞領域の左室分画について、壁運動スコア合計を分画数で除したものを局所壁運動スコアインデックス (regional wall motion score index: RWMSI) とした。低用量 dobutamine 投与により梗塞領域の壁運動の改善を認め、RWMSI が dobutamine 投与前に比較して 20% 以上減少したときに収縮予備能ありと判定した。今回の研究では、2 人の判定医により壁運動の評価を行った。この 2 人の判定医について、無作為に抽出した 10 例における RWMSI の intraobserver variation ならびに interobserver variation を検討したところ、intraobserver, interobserver ともに誤差 10% 以下であった。

全例に対して、心筋梗塞発症 4 週間後に負荷 ^{201}Tl 心筋シンチグラフィ- (SPECT) を実施した。負荷の方法としては、6 例に対しトレッドミル負荷を行い、15 例に対し adenosine triphosphate disodium (ATP) 負荷を行った。トレッドミル負荷は通常の方法で行い、最大負荷時に 74 MBq の Tl を静注した後、さらに 30 秒間負荷を継続した。負荷直後画像ならびに 3 時間後に 37 MBq の Tl を追加静注した再静注画像を撮像した。ATP 負荷は、ATP を $0.15 \text{ mg}/\text{kg}/\text{min}$ で 3 分間負荷後 74 MBq の Tl を静注し、さらに 3 分間 ATP 負荷を継続した⁸⁾。トレッドミル負荷と同様に負荷直後画像ならびに再静注画像を撮像した。撮像は General Electric 製 400AC ならびに STARCAM3000 を用い、当施設における通常の方法で行った⁸⁾。左室を 9 分画に分割し (Fig. 2)、梗塞領域に再静注画像で Tl の fill-in を認めるときに viable と判定した。再静注画像で梗塞部位に正常部位の 50% 以上の Tl 取り込みを認める場合に

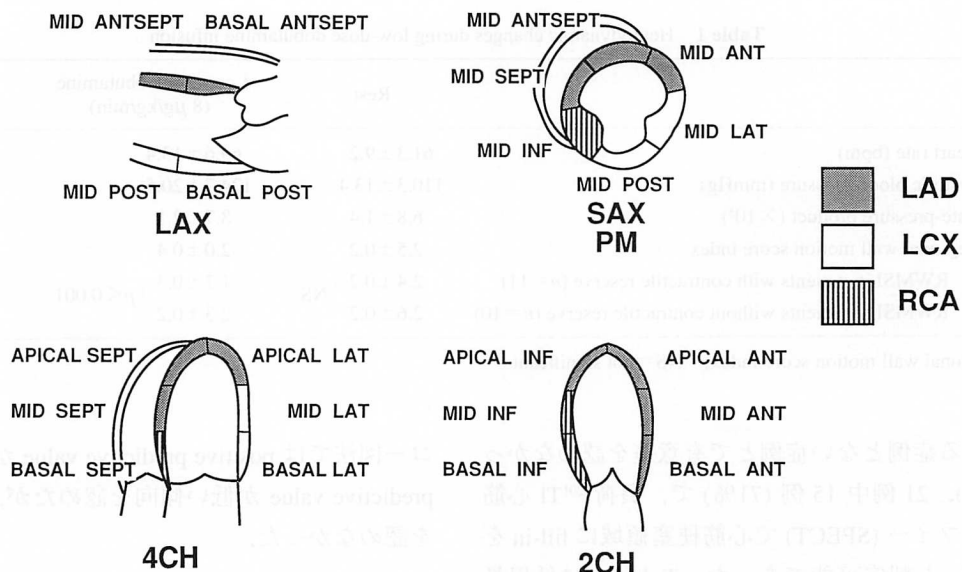


Fig. 1 Diagram of the modified 16-segment model of the echocardiogram with areas of coronary artery distribution⁷⁾
 LAX=long-axis view; SAX PM=short-axis view at the papillary muscle level; 4CH=four-chamber view; 2CH=two-chamber view; LAD=left anterior descending coronary artery; RCA:right coronary artery; LCX=left circumflex coronary artery

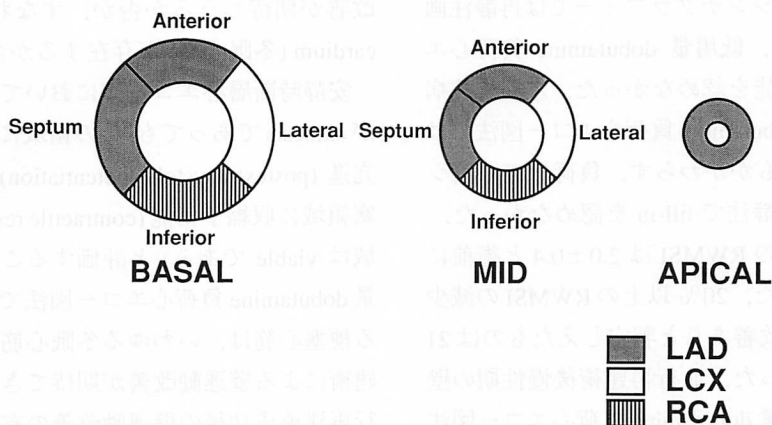


Fig. 2 Diagram of the 9-segment model of the ²⁰¹Tl scintigram (SPECT) with areas of coronary artery distribution
 Abbreviations as in Fig. 1.

fill-inがあると判定した³⁾. Fill-inの有無の判定はdobutamine 負荷心エコー図法の結果を知らない2人の判定医が行った.

CABG症例については術後12.3±1.4ヵ月, PTCA症例については術後5.3±1.1ヵ月, 全体では術後8.6±3.6ヵ月の慢性期に断層心エコー図法を実施し, 安静時画像において, 梗塞領域のRWMSIの20%以上の減少を認めたとときに壁運動改善ありと判定した.

数字はすべて平均±標準偏差で表し, 統計処理としては, pairedならびにunpaired t-test, Fisherの直接確率計算法を用い, p<0.05のとき有意と判定した.

結 果

安静時ならびに8 μg/kg/minのdobutamine投与時の血行動態と心筋梗塞領域のRWMSIの変化をTable 1に示す. 低用量dobutamine負荷により, 心拍数, 収縮期血圧, double productは安静時に比較して有意に増加した. RWMSIも安静時に比較して低用量dobutamine負荷時に有意に減少し, 壁運動の改善傾向を認めた. 21例中11例(52%)において, 低用量dobutamine負荷時に20%以上のRWMSIの減少を認め, 収縮予備能ありと判定しえた. Dobutamine負荷前のRWMSIは収縮

Table 1 Hemodynamic changes during low-dose dobutamine infusion

	Rest	Low-dose dobutamine (8 µg/kg/min)	p value
Heart rate (bpm)	61.3±9.2	69.6±13.4	<0.05
Systolic blood pressure (mmHg)	110.3±13.4	124.7±20.5	<0.05
Rate-pressure product (×10 ³)	6.8±1.4	8.7±2.1	<0.05
Regional wall motion score index	2.5±0.2	2.0±0.4	<0.05
RWMSI in patients with contractile reserve (n=11)	2.4±0.2	1.7±0.3] NS] p<0.001
RWMSI in patients without contractile reserve (n=10)	2.6±0.2	2.3±0.2	

RWMSI=regional wall motion score index; NS=not significant

予備能のある症例とない症例とで有意差を認めなかった (Table 1). 21 例中 15 例 (71%) で、負荷 ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィー (SPECT) で心筋梗塞領域に fill-in を認め、viable と判定可能であった。Table 2 に低用量 dobutamine 負荷心エコー図法と ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィーの結果の比較を示す。21 例中 15 例において収縮予備能の有無と心筋 viability の有無が一致した。5 例において負荷 ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィーでは再静注画像で fill-in を認めたが、低用量 dobutamine 負荷心エコー図法では収縮予備能を認めなかった。左回旋枝病変の 1 例では低用量 dobutamine 負荷心エコー図法では収縮予備能を認めたにもかかわらず、負荷 ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィーでは再静注で fill-in を認めなかった。

血行再建術後慢性期の RWMSI は 2.0±0.4 と術前に比較して有意に改善した。20% 以上の RWMSI の減少を認め、慢性期壁運動改善ありと判定しえたものは 21 例中 12 例 (57%) であった。血行再建術後慢性期の壁運動改善の有無と低用量 dobutamine 負荷心エコー図法による収縮予備能の有無ならびに負荷 ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィー再静注法による viability の有無の比較を Table 3 に示す。低用量 dobutamine 負荷心エコー図法で収縮予備能を認めず、²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィー再静注法で fill-in を認めた 5 例中 3 例では壁運動改善を認めなかった。慢性期の壁運動改善の有無を基準としたときの、低用量 dobutamine 負荷心エコー図法ならびに ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィーによる壁運動改善の予測の感度、特異度を Table 4 に示す。低用量 dobutamine 負荷心エコー図法は負荷 ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィー再静注法に比較し感度が低く特異度が高い傾向を認めたが、統計学的有意差を認めなかった。再灌流療法後の壁運動改善の予測において、²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィー再静注法に対し、低用量 dobutamine 負荷心エ

コー図法では positive predictive value が高く、negative predictive value が低い傾向を認めたが、統計的有意差を認めなかった。

考 察

壁運動異常を有する心筋梗塞後症例に対して血行再建術の適応の有無を決定するさい、梗塞領域の壁運動改善が期待しうるか否か、すなわち hibernating myocardium (冬眠心筋) が存在するか否かが問題となる。

安静時断層心エコー図において、梗塞領域の壁運動が akinesis であっても、その領域に期外収縮後の壁運動亢進 (postextrasystolic potentiation) を認める場合は、梗塞領域に収縮予備能 (contractile reserve) がある (その領域は viable である) と評価することができる^{9,10}。低用量 dobutamine 負荷心エコー図法でも収縮予備能を認める梗塞心筋は、いわゆる冬眠心筋と診断でき、血行再建術による壁運動改善が期待できると考えられる。血行再建術成功後の壁運動改善の有無を基準としたときの本法による冬眠心筋検出の感度、特異度、positive predictive value, negative predictive value はいずれも 80-90% と報告されている^{4,5}。

心筋梗塞急性期の再灌流療法後の stunned myocardium (気絶心筋) の検出については低用量 dobutamine 負荷心エコー図法と核医学検査との間により一致を認めることは報告されている¹¹。しかし低用量 dobutamine 負荷心エコー図法による冬眠心筋の検出と負荷 ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィーや PET などの核医学検査による viability の検出についての比較検討は、まだほとんど行われていない。今回の研究では、初回心筋梗塞後の梗塞責任冠動脈に有意狭窄の残存を有する症例において、冬眠心筋の検出について低用量 dobutamine 負荷心エコー図法と ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィー再静注法を比

Table 2 Comparison of results of dobutamine echocardiography and ²⁰¹Tl scintigraphy

		Tl scintigraphy (reinjection) Fill-in	
		Present	Absent
Low-dose dobutamine echocardiography			
Contractile reserve	Present	10	1
	Absent	5	5

Table 3 Comparison of dobutamine echocardiography and ²⁰¹Tl scintigraphy for prediction of improvement of wall motion after revascularization

		Improvement of regional left ventricular wall motion	
		present (n=12)	absent (n=9)
Low-dose dobutamine echocardiography			
Contractile reserve	Present	9	2
	Absent	3	7
Tl scintigraphy (reinjection) Fill-in			
Fill-in	Present	11	4
	Absent	1	5

Table 4 Comparison of dobutamine echocardiography and ²⁰¹Tl scintigraphy for prediction of recovery of left ventricular function after revascularization

	Low-dose dobutamine echocardiography	Tl scintigraphy (reinjection)
Sensitivity	75.0%	91.7%
Specificity	77.8%	55.6%
Diagnostic accuracy	76.2%	76.2%
Positive predictive value	81.8%	73.3%
Negative predictive value	70.0%	83.3%

較検討した。低用量 dobutamine 負荷心エコー図法が収縮予備能の有無を評価するのに対し、核医学検査は心筋灌流や心筋の代謝活性を評価しており、両者は異なった現象を評価している。したがって収縮予備能を認める場合には、その領域は viable といえるが、収縮予備能を認めないから nonviable とはいえない可能性がある。いい換えると、viable な心筋がすべて収縮予備能を有するとはいえない可能性がある。とくに冬眠心筋の場合は、まだ残存虚血に曝されていることから、viable ではあっても本法では収縮予備能を検出できない場合もありうる。Simek らは心筋 viability の検出に

おいては、dipyridamole 負荷 ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィのほうが dobutamine 負荷心エコー図法よりも陽性率が高く有用であると報告している¹²⁾。しかし彼らの報告では血行再建術後の壁運動改善の有無については検討していない。血行再建術の適応決定のための検査法として両者を比較検討する場合には、術後壁運動改善の有無を基準として検討する必要があると思われる。Marzullo らは、血行再建術後の壁運動改善の予測において、低用量 dobutamine 負荷心エコー図法と安静時 ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィが同等の感度、特異度を有することを報告した¹³⁾。今回のわれわれの検討でも、低用量 dobutamine 負荷心エコー図法は ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィ再静注法に比較して、冬眠心筋の検出において統計学的な有意差を認めなかった。しかし低用量 dobutamine 負荷心エコー図法のほうが冬眠心筋検出の感度が低く、特異度が高く、positive predictive value が高く、negative predictive value が低い傾向があり、今後症例数を増すことにより有意差が出現する可能性もある。

今回の研究において、²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィ再静注法を行うさいに、再分布画像を省略した。負荷直後画像と再静注画像のみを比較する場合、負荷直後画像ならびに再分布画像と再静注画像を比較する場合に比べ、²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィによる viability 検出の感度が低下することが報告されている¹⁴⁾。したがって再分布画像も含めて検討すると、²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィが低用量 dobutamine 負荷心エコー図法に比較し冬眠心筋検出の感度が高くなる可能性がある。

心エコー図法による冬眠心筋検出の有する問題点の第 1 は、壁運動の評価を目視による半定量的方法によっていることである。しかし定量的壁運動評価法として一般的に用いられるセンターライン法では収縮期壁厚増大の程度という心エコー図法で得られる大きな情報が欠落してしまう点が問題となる。とくに akinesis の領域については低用量 dobutamine 負荷により収縮期壁厚増大が出現するか否かを評価することが重要であると考えられる。

以上のことから、今回の検討では目視法による評価を行った。今後、目視法による評価と定量的方法による評価の比較検討を行う必要がある。また、収縮期壁厚の変化も評価可能な定量的評価法の開発が望まれる。

第2の問題点は、冬眠心筋はまだ残存虚血に曝されており、低用量であっても dobutamine 負荷により心筋虚血に陥る可能性があることである。今回の研究では、 $8 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ の dobutamine を低用量負荷として用いたが、その用量で虚血に陥り、心エコー図上壁運動の改善を認めなかった症例が存在した可能性がある。そのことが、今回の検討で低用量 dobutamine 負荷心エコー図法の冬眠心筋検出の感度に影響を及ぼし、75%と従来の報告に比較して低値となった可能性がある。より細かく dobutamine 負荷量を段階的に増やしていき、それぞれの用量における壁運動を並べて比較することにより、冬眠心筋の検出の感度を高めることが可能であるか否か、今後の検討が必要である。

今回の検討では、冬眠心筋の指標として収縮予備能を認めることとした。収縮予備能の判定基準としては RWMSI の 20% 以上の改善を用いた。しかし梗塞領域に占める akinesis の領域の割合が多いほど RWMSI の改善が悪く、逆に hypokinesis の領域の割合が多いほど RWMSI の改善がよくなる可能性がある。各壁分画ごとに壁運動の変化を検討すればそのような影響を除外

できるが、今回は ^{201}Tl が心筋シンチグラフィーとの比較を容易にすることと梗塞領域全体について検討するために RWMSI を用いた。また今回の研究では、低用量 dobutamine 負荷で RWMSI 改善を認めた症例と認めなかった症例で負荷前の RWMSI に有意差を認めなかった (Table 1)。

収縮予備能を認めなくても dobutamine 負荷により壁運動の増悪を認める場合も、その領域に虚血が存在する、すなわち、viable と評価する報告もある。しかし冬眠心筋の検出という観点からは、そのような領域の壁運動が血行再建術後に改善するか否かを検討する必要がある。

結 論

心筋梗塞発症後の血行再建術に成功した 21 例において、冬眠心筋の検出における低用量 dobutamine 負荷心エコー図法と ^{201}Tl 心筋シンチグラフィーは感度、特異度ともに同等であった。両者は心筋梗塞症例の血行再建術適応決定に有用な検査法であると考えられた。

要 約

心筋梗塞後の冬眠心筋を検出をすることは、血行再建術の適応の有無を決定するさいに重要である。心エコー図法による冬眠心筋の検出と核医学検査による冬眠心筋の検出については、いまだ十分な比較検討がなされていない。今回の研究では、心筋梗塞発症後に血行再建に成功した 21 症例において、両者を比較検討した。

冬眠心筋の判定基準としては、低用量 dobutamine 負荷心エコー図法においては収縮予備能を認めること、 ^{201}Tl 心筋シンチグラフィーにおいては再静注後の Tl の取り込みを認めることとした。血行再建術後平均 8.6 ヶ月後に心エコー図検査を実施し、壁運動改善の有無を判定した。

術後慢性期の壁運動異常の改善を基準としたとき、低用量 dobutamine 負荷心エコー図法による冬眠心筋検出の感度、特異度、positive と negative predictive value はそれぞれ 75.0, 77.8, 81.8, 70.0% であった。 ^{201}Tl 心筋シンチグラフィーの感度、特異度、positive と negative predictive value はそれぞれ 91.7, 55.6, 73.3, 83.3% であった。血行再建術後の壁運動改善の予測において、2 つの検査法の間に統計学的有意差を認めなかった。

以上より、低用量 dobutamine 負荷心エコー図法は ^{201}Tl 心筋シンチグラフィー再静注法と比較し、冬眠心筋検出において同等の精度を有する。

J Cardiol 1995; 25: 155-161

文 献

- 1) Tamaki N, Yonekura Y, Yamashita K, Ohtani H, Hirata K, Ban T, Konishi J: Prediction of reversible ischemia after coronary artery bypass grafting by positron emission tomography. *J Cardiol* 1991;

21: 193-201

- 2) Tamaki N, Ohtani H, Yonekura Y, Shindo M, Nohara R, Kambara H, Kawai C, Hirata K, Ban T, Konishi J: Viable myocardium identified by reinjection thallium-201 imaging: Comparison with regional wall motion and metabolic activity on FDG-PET. *J*

- Cardiol 1992; **22** : 283–293
- 3) 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* 1991; **83** : 26–37
 - 4) Cigarroa CG, deFilippi CR, Brickner ME, Alvarez LG, Wait MA, Grayburn PA : Dobutamine stress echocardiography identifies hibernating myocardium and predicts recovery of left ventricular function after coronary revascularization. *Circulation* 1993; **88** : 430–436
 - 5) La Canna G, Alfieri O, Giubbini R, Gargano M, Ferrari R, Visioli O : Echocardiography during infusion of dobutamine for identification of reversible dysfunction in patients with chronic coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1994; **23** : 617–626
 - 6) Takagi T, Yoshikawa J, Yoshida K, Akasaka T, Honda Y, Maenishi A : Usefulness and limitations of dobutamine stress echocardiography for detection of coronary artery disease. *J Cardiol* 1994; **24** : 347–355 (in Japanese)
 - 7) Segar DS, Brown SE, Sawada SG, Ryan T, Feigenbaum H : Dobutamine stress echocardiography : Correlation with coronary lesion severity as determined by quantitative angiography. *J Am Coll Cardiol* 1992; **19** : 1197–1202
 - 8) Yonezawa Y, Yoshikawa J, Shakudo M, Okumachi F, Shiratori K, Koizumi K, Akasaka T, Yoshida K, Ikekubo K : Adenosine triphosphate loading thallium-201 myocardial scintigraphy : Optimal dose and diagnostic accuracy. *J Cardiol* 1995; **25** : 9–13 (in Japanese)
 - 9) Dyke SH, Urschel CW, Sonnenblick EH, Gorlin R, Cohn PF : Detection of latent function in acutely ischemic myocardium in the dog : Comparison of pharmacologic inotropic stimulation and postextrasystolic potentiation. *Circ Res* 1975; **36** : 490–497
 - 10) Becker LC, Levine JH, Di Paula AF, Guarnieri T, Aversano T : Reversal of dysfunction in postextrasystolic postischemic stunned myocardium by epinephrine and postextrasystolic potentiation. *J Am Coll Cardiol* 1986; **7** : 580–589
 - 11) Pierard LA, De Landsheere CM, Berthe C, Rigo P, Kulbertus HM : Identification of viable myocardium by echocardiography during dobutamine infusion in patients with myocardial infarction after thrombolytic therapy : Comparison with positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990; **15** : 1021–1031
 - 12) Simek CL, Watson DD, Smith WH, Vinson E, Kaul S : Dipyridamole thallium-201 imaging versus dobutamine echocardiography for the evaluation of coronary artery disease in patients unable to exercise. *Am J Cardiol* 1993; **72** : 1257–1262
 - 13) Marzullo P, Paradi O, Reisenhofer B, Sambuceti G, Picano E, Distanto A, Gimelli A, L'Abbate A : Value of rest thallium-201/technetium-99m sestamibi scans and dobutamine echocardiography for detecting myocardial viability. *Am J Cardiol* 1993; **71** : 166–172
 - 14) Dilsizian V, Bonow RO : Differential uptake and apparent thallium-201 “washout” after thallium reinjection : Options regarding early redistribution imaging before reinjection or late redistribution imaging after reinjection. *Circulation* 1992; **85** : 1032–1038