

²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィ
で再分布のない心筋におけ
る冠動脈血行再建術の適応

Indication for coronary
revascularization in pa-
tients without redistri-
bution on ²⁰¹Tl myocar-
dial scintigraphy

成瀬 均
小亀 孝夫
山本 寿郎
川本日出雄
大柳 光正
藤谷 和大
岩崎 忠昭
福地 稔*
宮本 巍**

Hitoshi NARUSE
Takao KOGAME
Juro YAMAMOTO
Hideo KAWAMOTO
Mitsumasa OHYANAGI
Kazuhiro FUJITANI
Tadaaki IWASAKI
Minoru FUKUCHI*
Takashi MIYAMOTO**

Summary

To determine the indication for coronary revascularization (A-C bypass and PTCA), we performed thallium(Tl)-201 scintigraphy and contrast left ventriculography (LVG) in 25 cases who had A-C bypass surgery and 22 cases who had PTCA. The Tl uptake in the delayed image (Tl score=normal: 3, mild hypoperfusion: 2, severe hypoperfusion: 1, defect: 0), the presence of redistribution, and regional wall motion by LVG (LVG score=normal: 3, reduced: 2, none: 1, dyskinesis: 0), were compared with each other before and after revascularization.

Sensitivity, specificity and accuracy of myocardial viability as evaluated by each index were; the presence of redistribution; 96%, 35%, and 60%; Tl score ≥ 2 ; 83%, 33%, and 66%; Tl score ≥ 1 ; 81%, 75%, and 81%; LVG score ≥ 2 ; 80%, 29%, and 63%; and LVG score ≥ 1 ; 79%, 33%, and 74%; respectively. It was difficult to evaluate the myocardial viability only by the presence of redistribution. However, any case with redistribution was a prime candidate for coronary revascularization. The Tl score ≥ 1 was the most reliable indication using the individual index.

Although the diagnostic accuracies of the Tl and LVG scores were superior to the presence of redistribution, there was no individual index of myocardial viability common to all cases. If there were clinical necessity and angiographic indication, coronary revascularization could be tried in all cases except those whose Tl and LVG scores were both 0.

In conclusion, myocardial viability can be evaluated scintigraphically only by the delayed image

兵庫医科大学 第一内科
*同 核医学部
**同 胸部外科
西宮市武庫川町 1-1 (〒663)

The First Department of Internal Medicine, *Depart-
ments of Nuclear Medicine and **Thoracic Surgery,
Hyogo College of Medicine, Mukogawa-cho 1-1,
Nishinomiya 663

Received for publication January 6, 1989; accepted March 27, 1989 (Ref. No. 36-K5)

and by the presence of redistribution. As a conventional indication for coronary revascularization, the Tl score is relatively useful for predicting improvement after revascularization.

Key words

A-C bypass surgery Percutaneous transluminal coronary angioplasty ²⁰¹Tl exercise myocardial scintigraphy Redistribution

緒 言

Tl-201 運動負荷心筋シンチグラフィーの再分布現象は¹⁾, 虚血性心疾患における大動脈冠動脈バイパス術や経皮的冠動脈形成術 (PTCA) の適応決定に重要であるが²⁾, 臨床の場では再分布のない心筋領域に対して血行再建術を行うこともあり, それを心エコー図法や心筋シンチグラフィーにより術後に経過観察していると, 実際に術後改善する場合にも遭遇する. また一方では, 左室造影法や心エコー図法による局所壁運動も生存能 (viability) の評価に用いられているが³⁾, 心筋シンチグラフィーによる評価とは一致しないことも多い. 今回我々は核医学的立場より, 生存能の評価に用いられてきた再分布現象が真に手術適応の基準となり得るか, また適切な基準とは何かを明らかにするため, バイパス (および PTCA) 症例における各血管の灌流域でシンチ上の取り込み, 再分布の有無, 左室造影法 (一部断層心エコー図法) の局所壁運動を術前後で比較した. なお, バイパスや PTCA の目的は, 胸痛の消失や心機能改善による quality of life の向上であるが, これらは心筋血流や壁運動改善の結果と考えられる. そこで今回の検討では, 術後の改善を表わす客観的な指標として, Tl-201 心筋シンチグラフィーと左室造影を用いた.

対 象

待期的にバイパス手術および PTCA を行った合計 47 例 (平均年齢 60±10 歳), 再建血管 80 本を対象とした. 内訳は男性 41 例, 女性 6 例, バイパス 25 例 (一枝 6 例, 二枝 8 例, 三枝 11 例), PTCA 22 例 (一枝 19 例, 二枝 3 例), 原疾患とし

ては狭心症 17 例, 陳旧性心筋梗塞 30 例である. 再建血管 80 本のうち, バイパス術後のグラフト造影で閉塞していた血管, および PTCA により 25% 以上の改善を示さなかった血管は計 12 本であった. また技術的な問題などで判定の困難な場合が 6 本あり, したがってこれらを除いた 62 本を冠動脈造影上の成功例と考えた. この 62 本の再建血管灌流域について以下の検討を行った.

方 法

Tl-201 運動負荷心筋シンチグラフィーは自転車エルゴメータによる漸増負荷で行った. シンチグラムの読影は断層像 (SPECT) にて行い, 負荷直後 (stress image) と 3 時間後像 (delayed image) の両者を, 3 名の熟練した検者により視覚的に判定した. シンチグラム上, 灌流低下の程度を, normal: 3, mild hypoperfusion: 2, severe hypoperfusion: 1, complete defect: 0, の合計 4 段階に分類し, Tl スコアとした (Fig. 1). Stress image と delayed image を比べて, Tl スコアが 1 段階以上改善した場合に再分布ありとし, 術前の再分布の有無で術後の改善を評価できるか否かを検討した. また再分布の有無と関係なく, 3 時間後の delayed image における Tl スコアと術後の改善も検討した. 左室造影 (一部の症例は断層心エコー図法) による左室局所壁運動の評価は AHA 分類に従い⁴⁾, normal: 3, reduced: 2, none: 1, dyskinesis: 0, の 4 段階に分類し, LVG スコアとした (Fig. 1).

血行再建術後の改善評価は, 術後グラフト造影にて当該血管が開存している (PTCA では AHA 分類で狭窄度 25% 以上の改善) とともに, 1) 左室造影 (または断層心エコー図法) における LVG

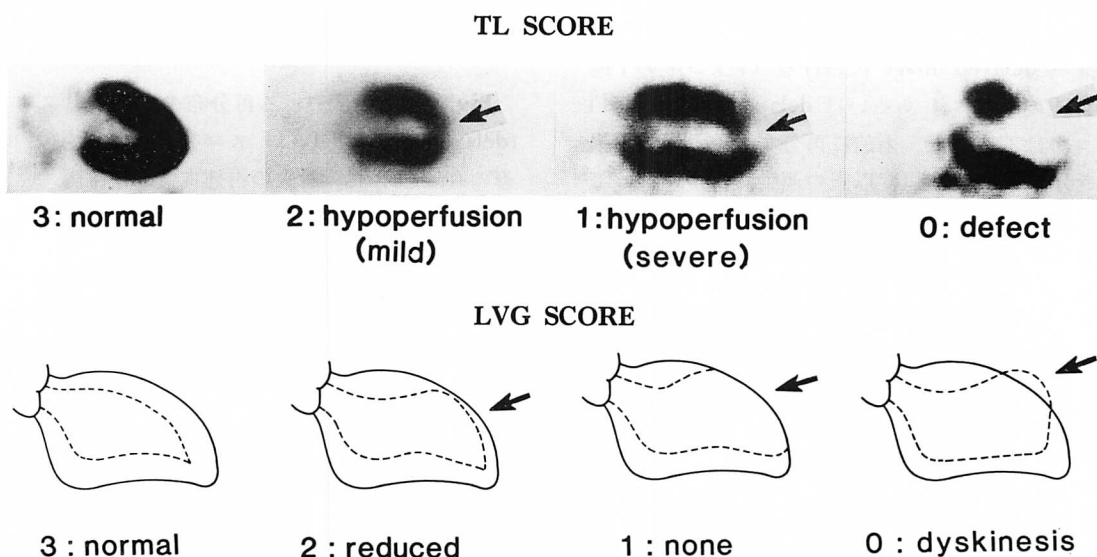


Fig. 1. Standardization of TI (thallium) score and LVG score.

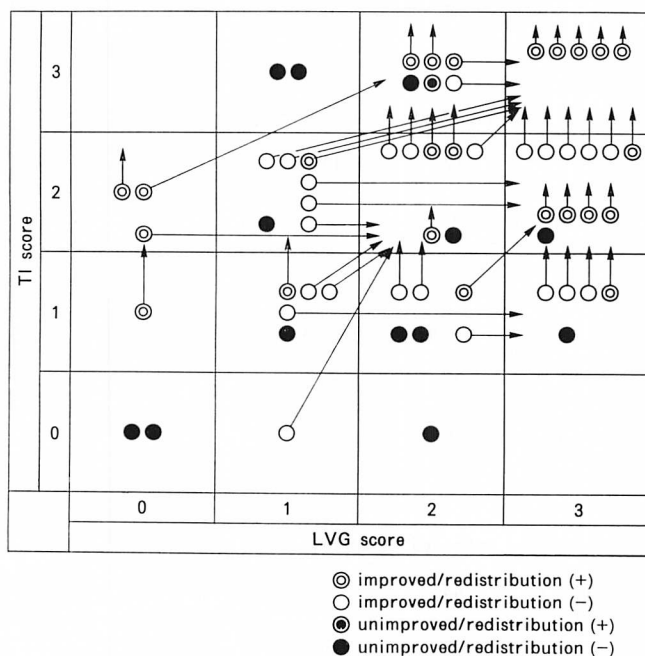


Fig. 2. Relationship between the preoperative clinical states (TI score, LVG score, frequency of thallium redistribution) and postoperative improvement (arrows) evaluated by thallium scintigraphy and left ventriculography.

スコアの1段階以上の改善, 2) 心筋シンチグラフィ delayed image における Tl スコアの1段階以上の改善, 3) あるいは delayed image の Tl スコアは不変でも, 術前に再分布を伴う灌流欠損像を示し, 術後同程度以上の運動負荷がかかっているにもかかわらず, stress image における一過性灌流低下を誘発し得なかった場合, のいずれかを満たせば, 総合判定として, 血行再建による改善ありと考え, その他の場合を改善なしとした.

結 果

Fig. 2 に術前における再分布の有無, Tl スコア (delayed image), LVG スコア, および術後の改善の有無を示す. 対象の再建血管 62 本中, 48 本の灌流域において術後我々の基準による改善を示し, 14 本で非改善であった. 次に血行再建術の適応を明らかにするため, 術後改善を予測し, 正確に診断するための術前の指標について, 1) 再分

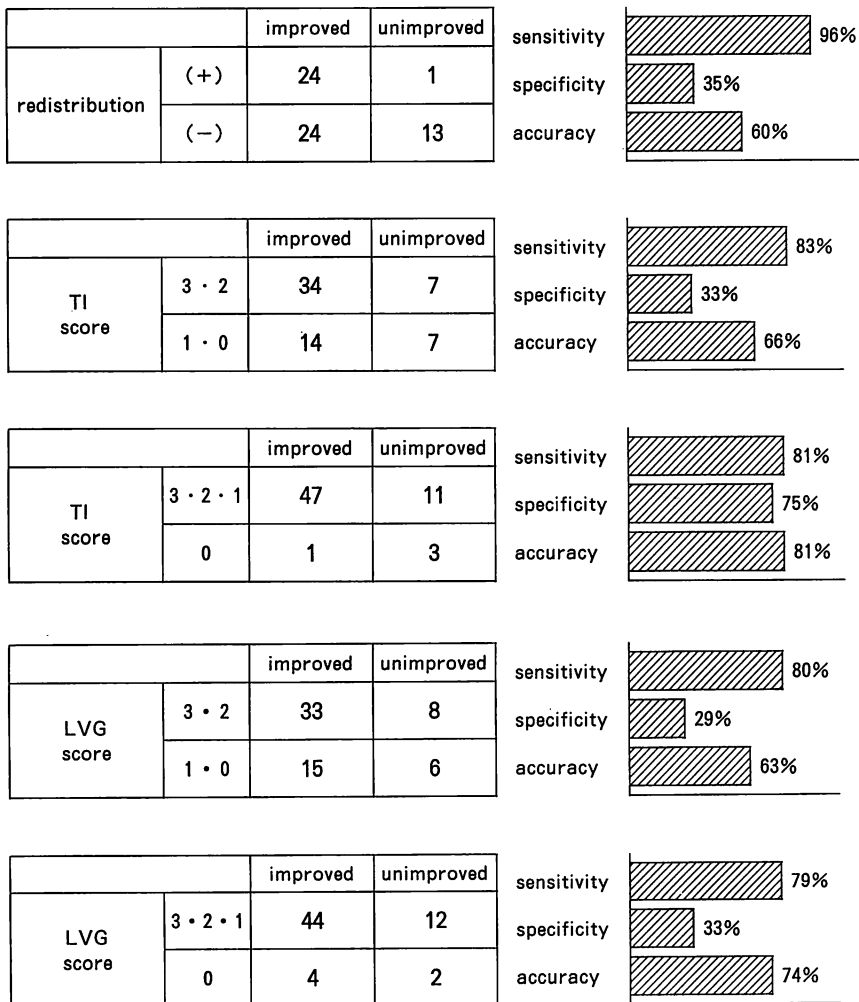


Fig. 3. Diagnostic validity of myocardial viability in each standard. Sensitivity, specificity and accuracy for each index are shown.

布の有無, 2) T1 スコア (delayed image), 3) LVG スコア, の3点より検討した (Fig. 2, 3).

1. 再分布の有無

術前の心筋シンチグラフィにおいて, 再分布のあった25本中, ほぼ全例の24本で術後の総合判定上, 改善を示した. しかしながら再分布のなかった37本中でも, 24本で術後の改善が見られた. 術後に改善することが心筋生存能の golden standard と考え, 再分布の有無でこれを診断する場合, 感度 96%, 特異度 35%, 正診率 60% であった.

2. Delayed image における T1 スコア

術前の心筋シンチグラフィ delayed image で, T1 スコア 3 および 2 であった 41 本中 34 本で術後に総合判定上改善を示し, T1 スコア 1 および 0 であった 21 本中, 7 本では改善を示さなかった. T1 スコア 2 以上を血行再建適応の基準とした場合, 心筋生存能の診断精度は感度 83%, 特異度 33%, 正診率 66% であった.

基準を変え, T1 スコア 3, 2, 1 すべてを適応とすると, 58 本中, 47 本で改善, スコア 0 の 4 本中 3 本で非改善であり, 感度 81%, 特異度 75%, 正診率 81% であった.

3. LVG スコア

術前の LVG スコア 3 あるいは 2 であった 14 本中, 33 本で術後に総合判定上改善を示し, LVG スコア 1 ないし 0 であった 21 本中 6 本で改善を示さなかった. この結果, LVG スコア 2 以上を適応基準とした場合, 感度 80%, 特異度 29%, 正診率 63% であった.

基準を変え, LVG スコア 3, 2, 1 すべてを適応とすると, 56 本中 44 本で改善, スコア 0 の 6 本中, 2 本で非改善であった (感度 79%, 特異度 33%, 正診率 74%).

4. 症例の呈示

症例 1: 59 歳, 男性, 心筋梗塞症例 (Fig. 4)

術前の左室造影では, 心尖部の dyskinesis (score 0) を示しており, 心筋シンチでは同部位の不完全な再分布を認める. 本例は左前下行枝

segment 6 に PTCA を施行し, 術後の壁運動は reduced で, タリウム心筋のイメージも軽度改善を示した.

症例 2: 52 歳, 男性, 心筋梗塞症例 (Fig. 5)

術前の左室造影では, 心尖部の akinesis (score 1) を示しており, 心筋シンチでは再分布のない完全欠損 (score 0) であったが, 左前下行枝 segment 8 および 9 へのバイパス術後では, 壁運動が reduced で, タリウム心筋のイメージも著明な改善を示した.

考 察

従来報告されているように, Tl-201 運動負荷心筋シンチグラフィにおける再分布現象¹⁾は, 一過性あるいは可逆性の虚血検出に有用な方法であるとともに, 心筋局所の生存能を表わす指標として, バイパスや PTCA の適応決定に有用であるとされてきた⁵⁻⁷⁾. しかしながら, 実際には再分布のない心筋領域に対して血行再建術を行うこともあり, 心エコー図法や心筋シンチグラフィなどで術後の経過を観察していると, Gibson²⁾, Liu³⁾の報告するように, 再分布がなくても術後に改善する場合がある. 一方, 再分布を評価する際に運動負荷量の問題がある. すなわち負荷量が十分で, 再分布がみられる場合には問題ないが, 心筋梗塞後の患者では運動を制限されるため, 脚力が弱っていたり, 心機能低下そのものによって負荷が不十分となる可能性があるにもかかわらず, 臨床の場ではこのような症例にも血行再建の適応を決定しなくてはならない.

また安静時再分布⁹⁾や遅延性の再分布¹⁰⁾を示す心筋の存在が知られており, 負荷量の不足が必ずしも再分布評価の困難を意味するものとは限らない. しかしながら, 安静時の再分布を運動負荷時の再分布と同じ基準で評価することには問題がある.

またルーチン検査として運動負荷シンチを行っている施設では, 負荷後一定の時間に delayed image 撮像を行うため, 遅延性の再分布を検出す

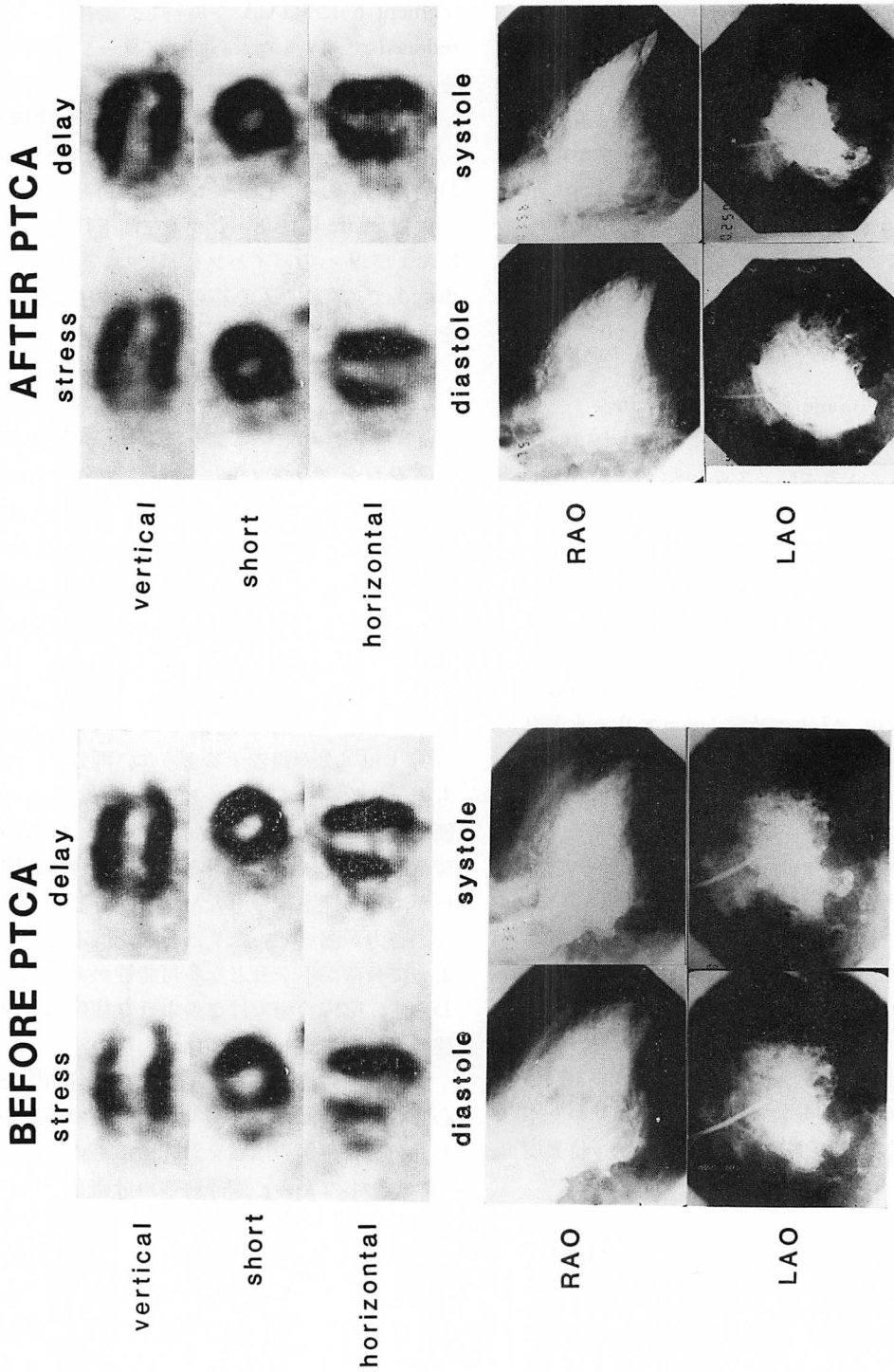


Fig. 4. A representative case treated by PTCA.

The postoperative improvement is shown in the apical area. Presence of redistribution means myocardial viability of the ischemic area, even if wall motion is dyskinetic.

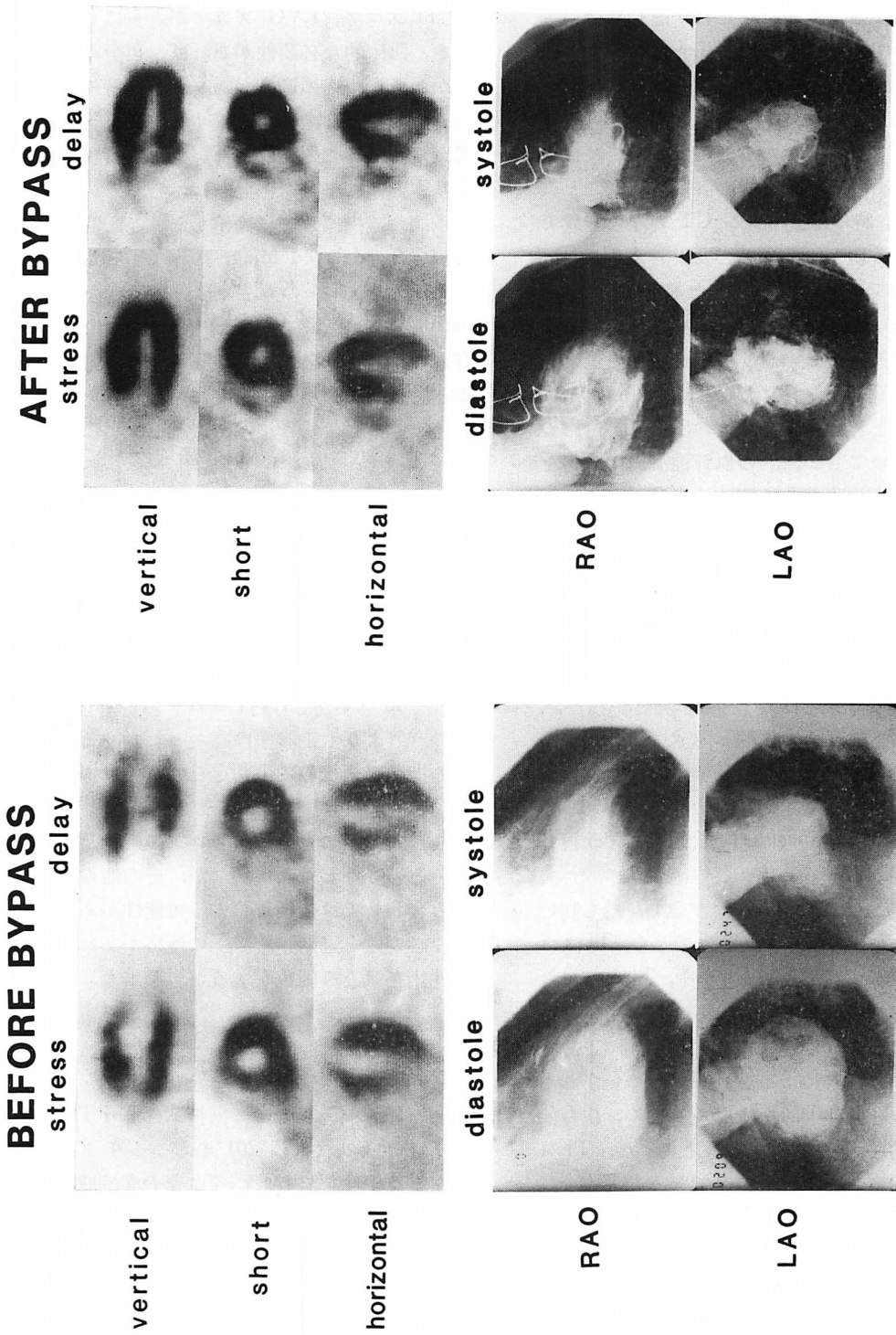


Fig. 5. A representative case of AC bypass surgery.

The postoperative improvement is shown in the apical area. Presence of wall motion better than akinetic is an indicator of viability of the ischemic myocardium, even if there is a complete defect without redistribution on thallium scintigraphy.

ることが困難なことも多く、これが運動負荷による再分布の検出率低下の一因と思われる。さらに最近タリウム心筋シンチグラフィーは、ポジトロン CT よりも、心筋生存能を過小評価する可能性が報告¹¹⁾されている。かかる状況において、従来のように再分布のみで生存能の評価を行うことには限界があり、特にポジトロン CT のない施設ではこれに代わる新しい基準が必要と考えられた。

我々の検討では再分布を来した症例において、壁運動の良否にかかわらず、シンチグラフィー上ほぼ全例で改善を示しており、臨床所見や冠動脈造影所見上の適応があれば、壁運動にかかわらず、ほぼ絶対適応と考えられた。その反面、再分布のない場合についても 65% の血管灌流域で改善を示しており、術後改善を予測する指標としての価値は必ずしも高いとはいえない。そこで再分布の有無と関係なく、delayed image の灌流低下の程度のみで検討を行うと、Tl スコア ≥ 2 の正診率は 66%、Tl スコア ≥ 1 の正診率は 81% であり、心筋シンチで完全欠損の場合以外は、改善し得る可能性のある症例も多いと考えられた。

また壁運動も生存能の指標と考えられているが³⁾、LVG スコア ≥ 2 を適応基準とした場合の正診率は 63%、LVG スコア ≥ 1 とすると 74% であり、壁運動が dyskinesia の場合以外は、改善し得ると考えられた。

単一の基準としては Tl スコア ≥ 1 が最も高い正診率であったが、Fig. 3 に示すごとく、Tl スコア = 0 で LVG スコア ≥ 1 の場合や、Tl スコア ≥ 1 で LVG スコア = 0 の場合でも改善を示す症例が存在しており、Tl スコアによる評価 (正診率 81%)、LVG スコアによる評価 (74%) のいずれも再分布のみの評価 (60%) を上回るものの、生存能評価は総合的な判定が必要と考えられた。Tl スコア、LVG スコアがともに 0 であった 2 本では改善を示しておらず (Fig. 2)、この組み合わせの場合は明らかな適応外と考えられた。

以上より冠動脈血行再建術の適応は、1) 冠動脈造影上の適応があること、2) 生存能評価とし

て Tl スコア、LVG スコアがともに 0 の場合を除き、臨床的な必要性があれば、再分布の有無にかかわらず一応の適応があり、3) 特に再分布のある症例はほぼ全例で改善するため、絶対適応と考えられた。この観点より冠動脈血行再建術の適応基準とされてきた再分布は、むしろ術後の改善を予測する指標として価値があり、心筋シンチ上の適応は、delayed image のみでも判定可能であった。また、単一の方法では評価できない hibernating¹²⁾ な心筋の存在が示唆されることより、生存能の判定は、必ず Tl 心筋シンチグラフィーと壁運動の両者を用いて判定すべきと思われた。

結 語

1. Tl-201 心筋シンチグラフィーおよび左室造影法により、冠動脈血行再建術の適応を検討した。

2. 再分布の有無だけでは心筋の生存能判定は困難であるが、再分布が存在した場合は、ほぼ再建術の絶対適応と考えられた。

3. Tl スコア、LVG スコアのいずれも、再分布の有無よりも正診率は高かったが、そのいずれかの指標で術後の効果判定をするのは困難であった。

4. Tl スコア、LVG スコアの両者とも 0 の場合のみ適応外と考えられたが、その他のすべての組み合わせでは術後改善する可能性があり、臨床的な必要性と冠動脈造影上の適応があれば、血行再建術を試みる価値があると思われた。

要 約

冠動脈血行再建術適応の適切な基準を明らかにするため、AC バイパス術後 25 例、PTCA 施行例 22 例に対して Tl-201 心筋シンチグラフィーと左室造影法を施行し、各血管の灌流域でシンチ上の取り込み (normal: Tl スコア 3, mild hypoperfusion: 2, severe hypoperfusion: 1, complete defect: 0)、再分布の有無、左室造影法の局所壁運動 (normal; LVG スコア 3, reduced: 2,

none : 1, dyskinesis : 0) を術前後で比較した。

その結果、再分布の有無のみで心筋生存能を診断すると、感度 96%、特異度 35%、正診率 60%であった。また delayed image における Tl スコア 2 以上を血行再建適応の基準とした場合、心筋生存能の診断精度は感度 83%、特異度 33%、正診率 66% であった。Tl スコア 1 以上を適応すると、感度 81%、特異度 75%、正診率 81% であった。LVG スコア 2 以上を適応基準とした場合、感度 80%、特異度 29%、正診率 63% で、LVG スコア 1 以上を適応とすると、感度 79%、特異度 33%、正診率 74% であった。

したがって再分布の有無だけでは心筋の生存能判定は困難であるが、再分布が存在した場合はほぼ血行再建術の絶対的適応と考えられ、再分布の有無はむしろ術後の改善を予測する指標として有用であった。単一の指標としては Tl スコア 1 以上が最も正確に生存能を判定し得た。

Tl スコア、LVG スコアのいずれも、再分布よりは正診率が高かったが、すべての症例を通じて生存能を判定し得る単一の指標は存在しなかった。

Tl スコア、LVG スコアの両者ともに 0 の場合のみ再建術の適応外と考えられたが、その他のすべての場合では術後改善する可能性があり、臨床的な必要性和冠動脈造影上の適応があれば、冠動脈血行再建を試みる価値があると思われた。

以上より Tl 心筋シンチ上の生存能判定は delayed image での Tl スコアのみでも評価可能であり、実際には Tl スコアと LVG スコアの両者を用いて判定すべきであると思われた。

文 献

- 1) Strauss HW: Thallium redistribution: Mechanisms and clinical utility. *Seminar Nucl Med* **10**: 70-93, 1980
- 2) Gibson RS, Watson DD, Taylor GJ, Crosby IK, Wellons HL, Holt ND, Beller GA: Prospective assessment of regional myocardial perfusion before and after coronary revascularization surgery by quantitative thallium-201 scintigraphy. *J Am Coll Cardiol* **1**: 804-815, 1983
- 3) Bodenheimer MM, Banka VS, Hermann GA, Trout RG, Pasdar H, Helfant RH: Reversible asynergy: Histopathologic and electrographic correlations in patients with coronary artery disease. *Circulation* **53**: 792-796, 1976
- 4) Austen WG, Edwards JE, Frye RL, Gensini GG, Gott VL, Griffith LSC, McGoon DC, Murphy ML, Roe BB: A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. *Circulation* **51**: 5, 1975, April
- 5) Rozanski A, Berman DS, Gray R, Levy R, Raymond M, Maddahi J, Pantaleo N, Waxman AD, Swan HJC, Matloff J: Use of thallium-201 redistribution scintigraphy in the preoperative differentiation of reversible and non-reversible myocardial asynergy. *Circulation* **64**: 936-944, 1981
- 6) Pohost GM, Zir LM, Moore RH, McKusick KA, Guiney TE, Beller GA: Differentiation of transiently ischemic from infarcted myocardium by serial imaging after a single dose of thallium-201. *Circulation* **55**: 294-302, 1977
- 7) Naruse H, Kawamoto H, Ohyanagi M, Hazaki R, Yasutomi N, Iwasaki T, Fukuchi M, Miyamoto T: Indications for coronary revascularization and the postoperative evaluations using Tl-201 exercise myocardial scintigraphy and a bull's eye display. *J Cardiol* **18**: 79-88, 1988 (in Japanese)
- 8) Liu P, Kiess MC, Okada RD, Block PC, Strauss HW, Pohost GM, Boucher CA: The persistent defect on exercise thallium imaging and its fate after revascularization: Does it represent scar or ischemia? *Am Heart J* **110**: 996-1001, 1985
- 9) Berger BC, Watson DD, Burwell LR, Crosby IK, Wellons HA, Teates CD, Beller GA: Redistribution of thallium at rest in patients with stable and unstable angina and the effect of coronary artery bypass surgery. *Circulation* **60**: 1114-1125, 1979
- 10) Gutman J, Berman DS, Freeman M, Rozanski A, Maddahi J, Waxman A, Swan HJC: Time to complete redistribution of thallium-201 in exercise myocardial scintigraphy: Relationship to the degree of coronary artery stenosis. *Am Heart J* **106**: 989-995, 1983
- 11) Tamaki N, Yonekura Y, Senda M, Yamashita K, Koide H, Saji H, Hashimoto T, Fudo T, Kambara H, Kawai C, Konishi J: Value and limitation of stress thallium-201 single photon emission

成瀬, 小亀, 山本, ほか

computed tomography: Comparison with nitrogen-13 ammonia positron tomography. *J Nucl Med* **29**: 1181-1188, 1988

12) Rahimtoola SH: A perspective on the three large

multicenter randomized clinical trials of coronary bypass surgery for chronic stable angina. *Circulation* **72** (Suppl V): V-123-V-135, 1985