

²⁰¹Tl 心筋ブルズアイ表示による冠動脈血行再建術の適応および術後の評価

Indications for coronary revascularization and the postoperative evaluations using Tl-201 exercise myocardial scintigraphy and a bull's eye display

成瀬 均
川本日出雄
大柳 光正
羽崎理恵子
安富 栄生
岩崎 忠昭
福地 稔*
宮本 巍**

Hitoshi NARUSE
Hideo KAWAMOTO
Mitsumasa OHYANAGI
Rieko HAZAKI
Nagao YASUTOMI
Tadaaki IWASAKI
Minoru FUKUCHI*
Takashi MIYAMOTO**

Summary

Tl-201 exercise myocardial scintigraphy and quantitative analysis using bull's eye display were performed in 31 cases (18 bypass cases, 13 PTCA cases) to determine the indications for coronary artery bypass surgery and PTCA, and to evaluate postoperative improvement. Regions of interest (ROI) corresponding to each revascularized area were created on a bull's eye display. Then the washout rates (WR) and % uptakes were expressed as percentages. Improvement was judged to have occurred if the revascularized coronary artery was patent and both the WR and % uptake returned to the normal range as determined from the examinations of 20 normal cases.

The results were as follows:

1. The preoperative mean WR of the improved areas (30 vessels) was $19 \pm 15\%$, while that of the unimproved areas (15 vessels) was $35 \pm 7\%$. We assumed that the area was suitable for revascularization when the preoperative WR was less than 25% which was in the lower limit of the normal range. Then, 18 vessels were judged to be suitable for surgery, and subsequent postoperative improvement was obtained in the 17 areas.

2. In 32 scintigraphically-improved areas, 30 vessels were angiographically patent, while five

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

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

Received for publication June 1, 1987; accepted September 5, 1987 (Ref. No. 34-PS23)

vessels were obliterated angiographically in 13 scintigraphically-unimproved areas (diagnostic validity was 76% of all 45 vessels).

3. The exercise tolerance increased significantly ($p < 0.01$) from 8.7 ± 2.0 min to 11.6 ± 2.5 min in the improved cases in which all the revascularized areas were improved after revascularization. There was no change of the exercise tolerance (before: 9.4 ± 3.4 min, after: 9.4 ± 2.5 min) in the unimproved cases in which all the revascularized areas were unimproved.

4. Quantitative analysis was useful for objective evaluation, because the visual evaluations did not always agree with the quantitative evaluation.

We concluded that the area with the preoperative WR less than the normal range is suitable for revascularization. As the scintigraphic evaluation was in accord with improved exercise tolerance and with patency as observed by coronary angiography, our method seems useful for postoperative follow-up.

Key words

Coronary artery bypass surgery Percutaneous transluminal coronary angioplasty TI-201 exercise myocardial scintigraphy Bull's eye display

緒 言

冠動脈大動脈バイパス術(以下 A-C バイパス)や経皮的冠動脈形成術(以下 PTCA)の適応を決定する際、冠動脈造影とともに、 ^{201}Tl 運動負荷心筋シンチグラムにおける再分布現象^{1,2)}は、心筋の生存能(viability)を評価する上に重要であると考えられる。また術後においても、心筋血流分布や viability を画像で見ることのできる ^{201}Tl 心筋シンチグラフィは、バイパスグラフトの開存性や PTCA の再狭窄を非侵襲的に評価できるという利点があり、術後の経過追跡にも用いられてきた^{3,4)}。しかしこれらの評価の多くは視覚的な判定であり、必ずしも客観的とはいえない。 ^{201}Tl 心筋シンチグラフィの定量的評価法として、circumferential profile analysis が行われてきたが⁵⁾、方法がやや繁雑で、全体像としての評価も困難である。これに対し、近年、断層心筋シンチグラムを極座標表示する方法(以下 bull's eye image)^{6~8)}が行われている。この方法は比較的簡単であり、1枚の画像で全体像を把握できるほか、washout image の表示も可能である。また定量的評価を行う場合、bull's eye image は三次元の立体情報を二次元の平面に表示しているため、空間的な広がりをもった領域に対して関心領域(以下 ROI)を設定することが可能である。今

回、我々は冠動脈血行再建術症例の各再建血管に対して bull's eye image による定量的解析を行い、シンチグラム上の血行再建術の適応について検討するとともに、術後の評価を行い、冠動脈(またはバイパス)造影の結果と比較した。また運動耐容能としての運動持続時間の術前後の変化を、改善例と非改善例に分けて検討した。

対 象

対象は血行再建術症例 31 例と正常例 20 例である。血行再建術症例 31 例の内訳は、A-C バイパス 18 例、PTCA 13 例で、再建血管本数別では 1 本が 21 例、2 本が 6 例、3 本が 4 例であった。対照として、病歴、心電図、心エコー図法および心臓カテーテル検査において異常を認めなかった正常例(男性 15 例、女性 5 例、平均年齢 56 歳) 20 例を用いた。

方 法

^{201}Tl 運動負荷心筋シンチグラフィは、臥位自転車エルゴメーターにより、25 W 3分ごとの多段階漸増負荷法にて行い、症状出現または心電図において 2 mm 以上の ST 部分の変化を認められた時点(コントロール 20 例は亜最大心拍数に達した時点)で塩化タリウム約 3 mCi を静注し、さらに 1 分間運動を継続した。なお 50 W 3分以内に

運動を中止した症例や、心拍数が、110回/分に達しなかった症例は、運動負荷が不十分であり、西村ら⁹⁾の報告するように washout rate 算出に影響をおよぼすと考えられるため除外した。データ収集は GE 製 Maxi Camera 400AT を用い、負荷直後と 3 時間後に 180°, 32 方向より行った。データ処理はまず核医学データ処理システム Maxi Star を用いて体軸横断像より短軸像を再構成し、得られた短軸像を、心尖部が中心に、心基部が辺縁となるように極座標表示し、bull's eye image とした。各ピクセルのカウント数につき、負荷直後 (stress) のカウント数から 3 時間後 (delay) のそれを差引き、それを負荷直後 (stress) のカウント数で除した値より washout image を作成した。次に各再建血管の灌流域に相当する関心領域 (以下 ROI) を bull's eye image 上で設定した (Fig. 1)。図に示す ROI は、冠動脈の走行、および一枝病変のみの冠動脈疾患における bull's eye image 上の欠損部位をもとに設定した。なお、心臓自体の rotation や冠動脈の走行、血流

分布に個体差があることより、症例ごとに各冠動脈灌流域は少しずつ異なると思われるため、各灌流域の中心部分に ROI を設定するようにした。Fig. 1 での ROI の番号は AHA 分類¹⁰⁾に準ずる冠動脈の各セグメントを表している。定量的評価はこの ROI 中において、washout rate (以下 WR) と、stress 直後のイメージで各ピクセルのカウント数を最大カウントに対する % に変換した値 (以下 % uptake) を算出して百分率で表し、これを術前術後で比較して、シンチグラム上の改善の指標とした。改善したか否かの判定は、各再建血管について、術後の冠動脈 (またはバイパス) 造影で開存を見、かつシンチグラム上で WR, % uptake がともに対照例 20 例より求めた正常域 (mean±2SD) に復した場合は改善、それ以外を非改善とした。この基準に従って各再建血管を改善群、非改善群に分類して術前の WR を比較した。術後の評価はシンチグラム上の判定と冠動脈 (バイパス) 造影による patency との比較で行った。運動負荷持続時間の検討は、術前後で同じ中

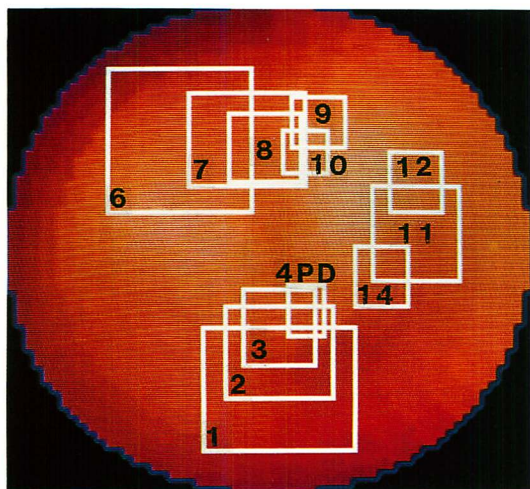


Fig. 1. Regions of interest (ROI) on bull's eye display.

Each number of the ROI represents the vascularized areas corresponding to the location of the coronary artery according to the classification of the American Heart Association.

Table 1. Normal range of the washout rate and % uptake in each vascularized area obtained from the normal controls

ROI No.	Washout			%uptake		
	Mean	S.D.	Mean -2SD	Mean	S.D.	Mean -2SD
1	41	8	25	85	5	75
2	41	8	25	85	4	77
3	41	8	25	83	5	73
6	40	8	24	90	4	82
7	41	8	25	94	3	88
8	40	8	24	87	5	77
9	41	8	25	93	6	81
10	40	8	24	95	3	89
11	41	8	25	93	4	85
12	41	8	25	95	4	87
14	41	8	25	90	4	82

ROI No.: Each ROI number corresponds to the location of the coronary artery according to the classification of the American Heart Association.

Table 2. Washout rate, % uptake and duration of exercise before and after coronary bypass surgery or PTCA

Patient	Revascularized coronary artery	Washout rate		%uptake		Judgement			Exercise	
		pre	post	pre	post	CAG	Tl	both	pre	post
1	LAD 7	21	43	59	90	+	+	+	9.0	12.0
2	LAD 7	26	56	55	91	+	+	+	10.0	10.0
3	Cx 12	1	34	54	87	+	+	+		
	Cx 14	9	30	58	84	+	+	+	*	*
	LAD 7	24	19	95	73	+	-	-		
4	LAD 7	21	35	88	88	+	+	+	9.0	12.0
5	Cx 12	25	43	74	70	-	-	-		
	LAD 7	34	47	94	87	-	-	-	*	*
	LAD 9	38	48	98	98	+	+	+		
6	LAD 9	36	34	96	99	+	+	+	*	*
7	LAD 6	24	46	75	87	+	+	+	13.0	17.0
8	LAD 8	-15	33	46	83	+	+	+	8.5	9.0
	Cx 14	-5	43	65	82	+	+	+		
9	LAD 8	29	29	77	94	+	+	+		
	LAD 9	33	23	97	99	+	-	-	*	*
	Cx 11	35	26	97	97	+	+	+		
10	LAD 6	43	39	53	61	+	-	-	*	*
11	RCA 3	3	52	63	83	+	+	+	5.0	7.0
12	LAD 7	3	26	70	92	+	+	+		
	Cx 12	26	43	92	58	-	-	-	*	*
13	LAD 8	13	35	61	87	+	+	+		
	LAD 9	32	35	87	92	+	+	+	*	*
14	LAD 8	2	43	69	93	+	+	+	*	*
15	LAD 9	33	47	40	46	+	-	-	13.0	12.5
16	RCA 3	45	46	82	82	-	+	-	*	*
17	LAD 8	24	52	67	81	+	+	+	8.0	8.5
18	LAD 7	27	46	61	85	+	+	+	9.0	12.8
	LAD 9	34	50	92	88	+	+	+		
19	RCA 1	30	31	81	70	+	-	-	6.5	3.5
20	LAD 10	34	32	89	85	-	-	-		
	LAD 8	39	37	80	95	+	+	+	*	*
21	RCA 3	41	44	79	82	+	+	+		
	LAD 8	43	40	73	76	+	-	-	*	*
22	LAD 7	14	47	45	88	+	+	+	8.5	13.0
23	LAD 6	30	38	92	93	+	+	+	6.5	10.3
24	LAD 8	25	34	60	85	+	+	+	10.0	13.0
25	RCA 2	34	54	58	84	-	+	-	10.0	9.0
26	RCA 2	39	43	84	85	+	+	+	*	*
27	LAD 8	2	51	87	92	+	+	+	10.0	13.0
28	LAD 7	42	-6	93	49	-	-	-	11.0	13.0
29	LAD 7	48	16	71	97	+	-	-	6.0	6.8
30	LAD 6	31	22	74	73	+	-	-	10.0	11.5
31	Cx 12	8	48	49	87	+	+	+		
	LAD 8	9	52	62	91	+	+	+	6.0	13.0
	RCA 3	16	49	53	80	+	+	+		

Judgement: +=improved; -=unimproved.

Abbreviations: CAG=coronary angiography (or bypass graphy); Tl=index by scintigraphy (washout rate and %uptake); Exercise=duration of exercise; LAD=left anterior descending branch; Cx=left circumflex coronary artery; RCA=right coronary artery.

*not evaluated.

止理由で運動を中止した場合についてのみ検討を行い、多枝病変例において改善血管と非改善血管が混在する場合は検討の対象外とした。このため運動負荷持続時間については、改善例13例、非改善例6例の計19例のみについて検討を行った。

結 果

各血管灌流域の WR, % uptake の正常値および正常下限値 (mean-2SD) を **Table 1** に、各症例における術前術後の WR, % uptake の変化および改善・非改善の判定を **Table 2** に示す。

今回の検討において、仮に WR が正常下限と考えられる 25% (mean-2SD) 以下の部分をシンチグラム上の適応基準とすると、再建血管45本中18本に手術適応があることとなり、うち17本で術後に改善が認められた。改善しなかった1本の術前 WR は 24% という適応基準の境界領域付近にあった。シンチグラム上、適応がないと判定される27本中14本は改善を示さなかったが、13本は適応基準にあてはまらないにもかかわらず、改善を示していた。このうち2本は術前 WR が 25%、26% と境界領域付近の例であり、

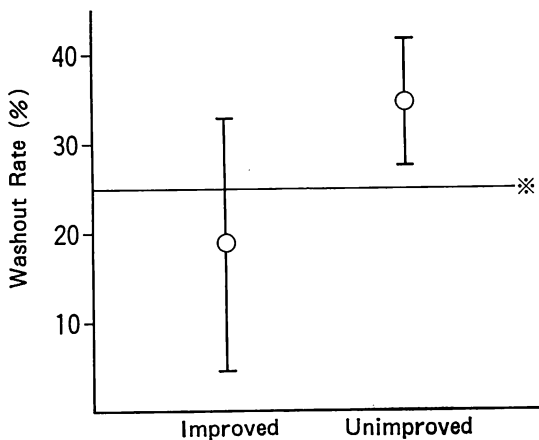


Fig. 2. Comparison of the preoperative mean washout rate in the improved and unimproved areas.

*: Lower limit of normal range obtained from normal controls (mean-2SD=25%).

これらの症例はいずれも術後に明らかな WR の増加を示した。他の4本は比較的灌流域のせまい No. 9 の領域で、5本は多枝バイパスの症例であった。

WR による手術適応

再建血管 45 本を改善群、非改善群に分類し、各再建血管の灌流域においてそれぞれ術前の WR を算出したところ、改善群 (30 本) の術前 WR は 19±15%、非改善群 (15 本) では 35±7% であり、改善群の WR は有意に (p<0.01) 低値を示した (Fig. 2)。

術後の改善評価

% uptake は改善群において術前 71±16% から術後 89±5% へと増加したが (p<0.01)、非改善群では 78±16% から 74±15% と不変であった (Fig. 3)。術後のシンチグラム上の改善と冠動

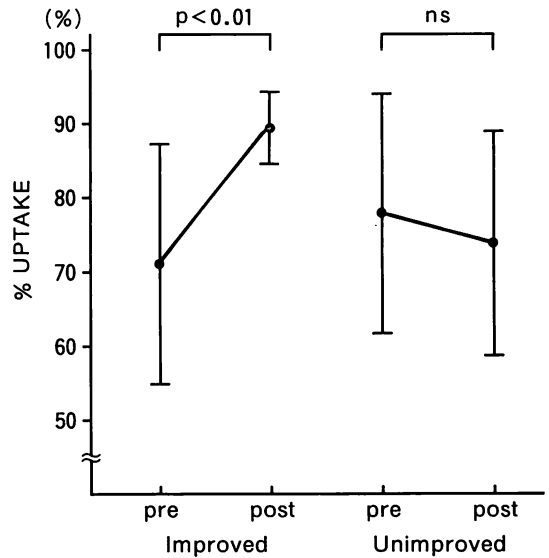


Fig. 3. Comparison of pre- and postoperative mean % uptakes between the improved and unimproved areas.

Postoperative mean % uptake in the improved areas is significantly increased over the preoperative value (p<0.01), while there is no change in the unimproved areas.

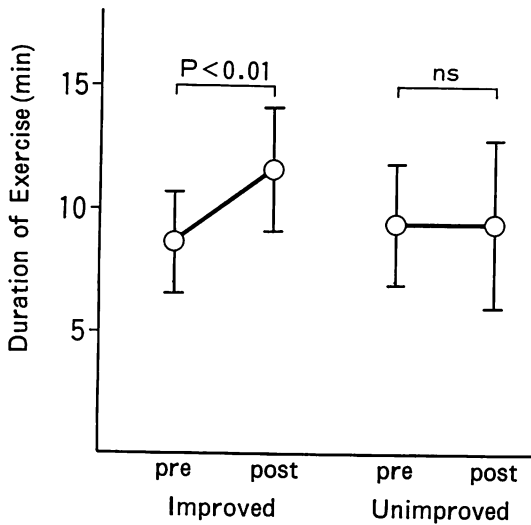


Fig. 4. Comparison of pre- and postoperative mean durations of exercise between the improved and unimproved cases.

Postoperative mean duration of exercise in the improved cases is significantly longer than the preoperative value ($p < 0.01$), while there is no change in the unimproved cases.

脈(バイパス)造影法による開存性との比較では, シンチグラム上改善した32本中30本は術後造影で開存しており, シンチグラム上の非改善群13本中5本では閉塞していた. その結果, 全再建血管における一致率は76% (45本中34本)であった.

運動負荷持続時間

運動負荷心筋シンチグラフィーを施行した際の運動持続時間を, 改善例と非改善例とで, それぞれ術前術後で比較した. 改善例13例では術前の 8.7 ± 2.0 分から術後の 11.6 ± 2.5 分へと有意 ($p < 0.01$) の増加を示したが, 非改善例6例では 9.4 ± 2.5 分から 9.5 ± 3.4 分と不変であった (Fig. 4).

症例呈示

症例1: 典型的な改善例を示す. Fig. 5 上段は54歳男性で, 左前下行枝No. 8に対してA-Cバイパス術を施行した症例である. ROI中のWRは術前13%より術後35%へと改善し,

% uptakeも術前61%から術後87%へと改善しており, 術後の冠動脈造影では開存していた.

症例2: 視覚的判定と定量的評価が一致しない症例を示す. Fig. 5 中段の症例は65歳男性の前壁心筋梗塞で, No. 8の部分に明らかな再分布は見られないが, ROI中の術前WRは2%と低下していた. この症例はNo. 8に対してA-Cバイパスを行ったが, 術後の造影では開存しており, シンチグラム上も改善が見られた.

症例3: Fig. 5 下段の症例は75歳女性の狭心症であるが, 中隔部分の不完全再分布があるように見える. しかしながらNo. 6におけるROI中の術前WRは43%であった. 本例はNo. 6にPTCAを行い, 開通したものの, シンチグラム上は改善が見られなかった症例である.

考 接

冠動脈血行再建術の適応は, 以前より主として冠動脈造影法により決定されてきた. 近年, ^{201}Tl 運動負荷心筋シンチグラフィの発達により, その再分布現象¹⁾が心筋の生存能評価に有用であるとされてきた. しかしながら, 心筋シンチグラムの判定は通常視覚的判定で行われており, 検者間で評価に差があることと, 定量的でないことより, 明確な適応が存在しなかった. さらに症例呈示で示したように, 視覚的判定と定量的判定とに不一致例があり, 視覚的な再分布の評価には限界がある. そのため, 客観的評価には定量的方法が望ましいと思われた. 我々のはかかる点に注目し, 最近急速に普及してきたbull's eye image⁶⁻⁸⁾を用いて定量的な解析を試みた. 本法はcircumferential profile analysis⁵⁾と比較して処理が簡単で, ROIをとりやすいという利点があり, 定量的解析に有用であると思われた.

Gibsonら²⁾はシンチグラム上再分布を示さない部分でも術後改善する場合もありうると報告しており, これは本報告にみられるような適応基準と手術成績の齟齬にもみられている. したがって冠動脈造影法や他の方法では適応があるが, シン

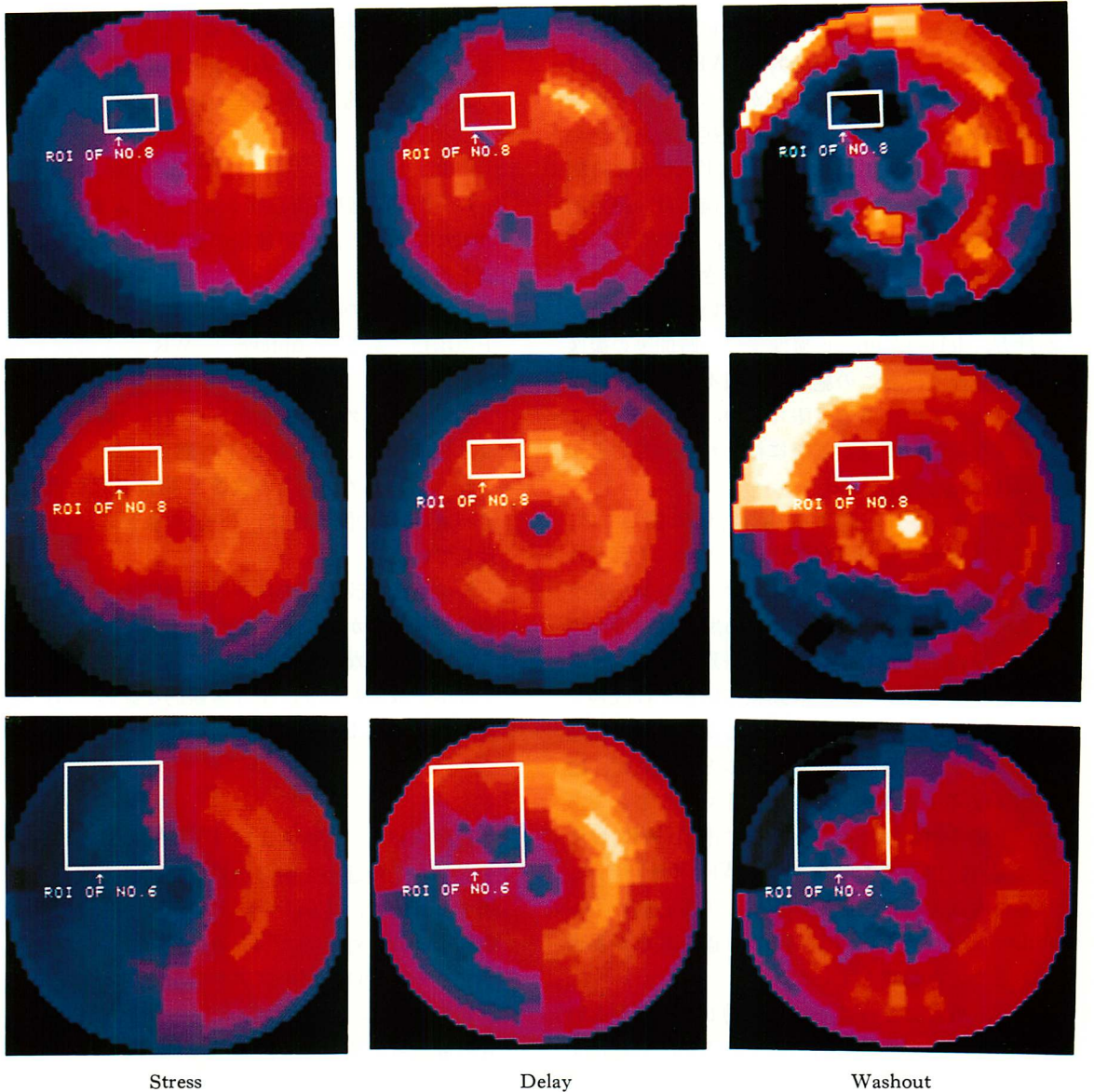


Fig. 5. Three examples of the bull's eye display.

Upper: A typical redistribution is shown on the bull's eye display. The washout rate in the ROI of No. 8 is 13%. This area shows scintigraphic improvement after coronary bypass surgery.

Middle: Although there is no redistribution on the bull's eye display, the washout rate in the ROI of No. 8 decreased to 2%. This area shows scintigraphic improvement after coronary bypass surgery.

Lower: An incomplete redistribution on the bull's eye display is shown. However, the washout rate in the ROI of No. 6 is 43% (normal range). This area does not show scintigraphic improvement after PTCA.

チグラム上 WR が正常範囲の場合は, 状況によっては手術をしてもよいという, いわば相対的な適応と考えられる. これに対し WR が正常域以下で, 他の所見でも手術適応があると考えられる場合は最も手術が勧められるべき症例であり, いわば絶対的適応と考えられる. いずれにせよ今回の我々の検討によって決定された適応は, 絶対的なものではなく, やはり臨床症状, 冠動脈造影法等, 他の所見と総合的に考えるべきものであると思われる. 一方, 機器の特性の違いや運動負荷のかけ方, delayed image 撮像までの時間等の撮像条件が異なり, どの施設でも我々の適応基準がそのままあてはまるとは限らない. したがってこのような検討は各施設ごとに行われるべきことかもしれない.

シンチグラフィによる術後評価に関しては, バイパス術^{4,11,12}, PTCA^{13~15}, とともにそれぞれ多くの報告がある. 本検討において, シンチグラム上の改善と冠動脈造影法による開存性は多くの血管において一致していた. 不一致例はシンチグラム上非改善であるが, 冠動脈造影法では改善であった領域が7例と多かった. しかし血管が開通すれば必ずしも血流が改善されるとは限らず, 臨床的には不一致例の存在は予想されることである. 上記7例における不一致例の術前 WR はすべて 25% 以上であった(平均 WR $36 \pm 7\%$). これらの症例では術後血流が再開しても心筋の viability はないと思われ, 我々の適応基準が妥当であることを示唆していた.

一方, 患者にとって手術が成功したか否かという問題は, 開存性はもちろんであるが, それによる胸痛, 心不全等の軽減, 運動耐容能の増加が重要であり, 術後の改善を評価する場合は, それらを無視しえない. 本研究では, 改善群において術後, 有意に運動持続時間が延長し, 運動耐容能が増加したことを意味している. したがって冠動脈造影法に心筋シンチグラフィを併用した術後の評価は運動耐容能をよく反映していたと考えられた. 以上より, 術前の適応, 術後の評価には, 冠

動脈造影法に ²⁰¹Tl 運動負荷心筋シンチグラフィを加え, 総合的に判定することが必要であり, さらに客観的評価のためには, bull's eye image のような定量的方法が好ましいと考えられた.

結 語

1. ²⁰¹Tl 運動負荷心筋シンチグラム bull's eye image により, 血行再建術の適応および術後の評価を行った.

2. 冠動脈の各灌流域において, シンチグラム上の指標である % uptake と WR の正常値を算出した.

3. シンチグラム上の血行再建術の絶対的適応は, 術前 WR が正常域以下の部分と考えられた.

4. シンチグラム上の改善と術後の冠動脈(バイパス)造影の開存性は, 78% の血管において一致していた.

5. 術後の改善群では非改善群に比べ, 有意に運動継続時間が増加していた.

6. 視覚的なシンチグラムの判定と定量的評価では不一致例があり, より客観的な評価には, 定量的方法が好ましいと考えられた.

要 約

冠動脈バイパス術および PTCA においてシンチグラム上の適応を明らかにし, 術後の改善を評価する目的で, 31例(バイパス症例18例, PTCA症例13例)に対して ²⁰¹Tl 運動負荷心筋シンチグラフィを行い, プルズアイ表示を用いて定量的評価を行った. プルズアイイメージ上で各再建血管の灌流域に相当する関心領域(以下 ROI)を設定し, washout rate (以下 WR) および % uptake を算出した. 術後の評価では, 再建血管が開存しており, かつ WR, % uptake がともに20例の対照より得られた正常域に復した場合を改善と判定した.

その結果, 1) 改善を示した血管(30本)の灌流域における術前 WR は $19 \pm 5\%$ であったのに対して, 改善しなかった灌流域(15本)では $35 \pm$

7%であった。我々は術前のWRが25%（正常値の下限値 mean-2SD）以下の領域が血行再建に適していると仮定し、この適応基準を用いた場合、対象のうち18本が適応であり、そのうち17本が術後に改善を示していた。

2) シンチグラム上改善を示した灌流域に相当する32本の血管のうち、30本は冠動脈造影上開存していたのに対し、非改善の13本中5本で閉塞していた（一致率78%）。

3) 改善例（すべての再建血管において改善を示した症例）では運動負荷持続時間が 8.7 ± 2.0 分から 11.6 ± 2.5 分と、術後に有意（ $p < 0.01$ ）の増加を示したのに対して、非改善例（すべての再建血管において改善を示さなかった症例）では 9.4 ± 3.4 分から 9.4 ± 2.5 分と不変であった。

4) 視覚的評価と定量的評価では不一致を示した症例があり、客観的評価には定量的な解析が有用と考えられた。

以上より、術前のWRが正常域以下の領域が血行再建に適していると考えられた。またシンチグラフィ上での評価は運動耐容能の改善や冠動脈（バイパス）造影法とも一致しており、術後の経過観察にも有用と考えられた。

本検討について御協力をいただいたRIセンター診療部の技師の方々に深謝いたします。

文 献

- 1) Strauss HW: Thallium redistribution: Mechanisms and clinical utility. *Semin 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) Pfisterer M, Emmenegger H, Schmitt HE, Muller-Brand J, Hasse J, Gradel E, Laver MB, Burckhardt D, Burkart F: Accuracy of serial myocardial perfusion scintigraphy with thallium-201 for prediction of graft patency early and late after coronary artery bypass surgery. *Circulation* **66**: 1017-1024, 1982
- 4) Wainwright RJ, Brennaud-Roger DA, Maisey MN, Sowton E: Exercise thallium-201 myocardial scintigraphy in the follow up of aortocoronary bypass graft surgery. *Br Heart J* **43**: 56-66, 1980
- 5) Burow RD, Pond M, Schafer W, Becker L: Circumferential profile analysis: A new method for computer images of thallium-201 myocardial perfusion images. *J Nucl Med* **20**: 771-777, 1979
- 6) Garcia EV, Train KV, Maddahi J: Quantitation of rotational thallium-201 myocardial tomography. *J Nucl Med* **26**: 17-26, 1985
- 7) 中嶋憲一, 分校久志, 谷口 充, 滝 淳一, 利波紀久, 久田 欣一, 平野 隆子, 和邇 秀信: Single photon emission CT を用いた Tl-201 心筋血流, washout, 壁運動, 位相の心機能マップ. *核医学* **23**: 251-255, 1986
- 8) 成田充啓, 栗原 正, 村野謙一, 宇佐美暢久, 本田 稔, 友延正弘, 金尾啓右: 運動負荷 ²⁰¹Tl 心筋 single photon emission CT の定量的解析: Bull's eye 法の虚血性心疾患における有用性. *核医学* **24**: 55-64, 1987
- 9) 西村恒彦, 横原敏勇, 林田孝平, 小塚隆弘, 斉藤宗靖, 住吉哲哉: 運動負荷心筋スキャンにおける健常心筋部位の washout rate に関する検討. *核医学* **22**: 989-997, 1985
- 10) 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**: April, 1975
- 11) Kalibash AJ, Call TD, Bush CA, Telalman MR, Lewis RP: Myocardial perfusion as an indication of graft patency after coronary bypass surgery. *Circulation* **61**: 882-887, 1980
- 12) Shabaro JA, Karunatne H, Cantez S, Harper PV, Leon R: Thallium-201 imaging in assessment of aortocoronary artery bypass graft patency. *Br Heart J* **42**: 553-561, 1979
- 13) Scholl JM, Chaitman BR, David PR, Dupras G, Brevers G, Val PG, Crepeau J, Lesperance J, Bourassa MG: Exercise electrocardiography and myocardial scintigraphy in the serial evaluation of the results of percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation* **66**: 380-399, 1982
- 14) Hirzel HO, Nuesch K, Gruentzig AR, Luetolf UM: Short and long-term changes in myocardial perfusion after percutaneous transluminal coronary angioplasty assessed by thallium-201 exercise scintigraphy. *Circulation* **63**: 1001-1007, 1981

成瀬, 川本, 大柳, ほか

15) 大島統男, Port SC, Ray G, NaNamee P, Schmidt DH. 冠動脈一枝病変の無侵襲性検査による検出率と percutaneous transluminal coronary

angioplasty 成功例の検討. 核医学 22: 1799-1808, 1985