

## 《原 著》

PTCA 成功後のトレッドミル運動負荷試験における  
ST 低下持続例の臨床的意義—<sup>201</sup>Tl 運動負荷心筋 SPECT による評価—

青木 俊和\* 小西 得司\* 二神 康夫\* 岡本 紳也\*  
 小山 孝夫\* 西村 泰豪\*\* 位田 正明\* 山門 徹\*  
 浜田 正行\* 中野 赳\*

**要旨** 待期的 PTCA 成功後のトレッドミル運動負荷試験において ST 低下が持続する症例を対象にその ST 低下の意義を明らかにするために <sup>201</sup>Tl 運動負荷心筋 SPECT により比較検討した。待期的 PTCA 成功 1 週後のトレッドミル試験で ST 低下をきたしたものは 35 例中 14 例 (40%) に認められ、その後の検査で ST 低下が消失したのは 3 例 (9%)、それに対して ST 低下が 3~6 か月後も遷延したのは 11 例 (31%) であった。再狭窄は後者のうちの 6 例に認められた。ST 低下遷延例のうち、SPECT において再狭窄例 6 例中 5 例に再分布が認められたが、非再狭窄例および ST 低下消失例ではいずれも再分布は認められなかった。PTCA 後再狭窄がないのに ST 低下が遷延する症例はトレッドミル試験の偽陽性例と考えられ SPECT の有用性が示された。一方、ST 低下が徐々に消失する例は、今回の検討では明らかな原因を示唆する所見を得られず、今後の検討を待たねばならない。

## I. はじめに

経皮的冠動脈形成術 (PTCA) は、1977 年に初めて Grüntzig<sup>1,2)</sup> により臨床応用されて以来その有用性が認められ<sup>3)</sup>、現在では虚血性心疾患の治療に広く用いられている。しかしながら、術後 3 か月までに 30% 程度の再狭窄<sup>4~9)</sup>が存在し PTCA 療法の大きな問題となっている。現在、再狭窄を判定する非侵襲的な手段の一つとしてトレッドミル運動負荷試験が用いられているが、PTCA 成功後の確認造影にて再狭窄が存在しないにもかかわらず、トレッドミル運動負荷において ST 低下が持続する症例が存在し、再狭窄の判定に困難をき

たすことが多い。そこで、今回われわれはこのような症例の意義を明らかにするために、<sup>201</sup>Tl 運動負荷心筋 SPECT と対比検討した。

## II. 対象および方法

対象は、初回の待期的 PTCA に成功した症例で、PTCA を施行した部位以外に 51% 以上の有意冠動脈狭窄をもたない 35 例で、いずれも一枝病変例である。男性は 32 例、女性は 3 例であり、平均年齢は  $54.2 \pm 7.9$  (35~67 歳) であった。

## 1) トレッドミル運動負荷試験

トレッドミル運動負荷は、PTCA 前・1 週後・1 か月後・3 か月後・6 か月後に施行した。

運動負荷は、仰臥位にて左上腕部にマンシェット血圧計、12 誘導心電図を装着後、立位とし血圧・心拍数が安定していることを確認後、ベルト傾斜度 10% を一定として、ベルト速度 1.7 mile per hour (mph), 3.1 mph, 4.0 mph, 4.5 mph の計 4 段階各 3 分間の多段階トレッドミル運動負荷法

\* 三重大学医学部第一内科

\*\* 松阪中央病院内科

受付：元年 1 月 25 日

最終稿受付：元年 3 月 24 日

別刷請求先：三重県津市江戸橋 2-174 (☎ 514)

三重大学医学部第一内科

青 木 俊 和

を行った。運動負荷前・中・後5~10分まで心電図を連続的にモニターし、運動中は1分ごと、運動直後、運動終了後1, 2, 3, 5, 10分に血圧を測定した。運動はなんらかの自覚症状が出現するまで、または収縮期血圧250 mmHg以上、重篤な不整脈の出現、20 mmHg以上の血圧低下で運動を中止した。

運動負荷心電図のST低下の判定基準として、J pointより0.08 secの時点で運動により1 mm以上のhorizontalないしdown slopeを示すもの、あるいは同時点で1.5 mm以上のjunctional depressionを示すものを有意とした。

## 2) $^{201}\text{Tl}$ 運動負荷心筋 SPECT

$^{201}\text{Tl}$  運動負荷心筋 SPECT は、PTCA 前・1週間後・3か月後または6か月後に施行した。

運動負荷は既報<sup>29)</sup>のごとく、自転車エルゴメータによる symptom limited 多段階運動負荷法により行った。負荷量は50 Wattより開始し、3分ごとに25 Wattずつ増加させ、1分ごとにトレッドミルと同様に血圧・12誘導心電図を記録し、下肢疲労・胸痛・呼吸困難等の自覚症状が出現した時点で $^{201}\text{Tl}$  3 mCiを静注、さらに1分間の運動を持続させた後、静注10分後および3時間後にSPECTの撮像を行った。

撮像およびデータ処理に使用した機械は、東芝製のデジタルガンマカメラ GCA-602A である。SPECTの撮像は、患者の体軸の回りを左後方斜位45°より右前方斜位45°まで4°ずつ180°回転し行った。コリメータは低エネルギー汎用型を使用し、 $^{201}\text{Tl}$ のエネルギーピークは80 KeVとし30%のウインドウ幅で収集を行った。画像の再構成はShepp & Logan フィルターを用い、まず体軸横断断層像を作成したのち、心臓の軸に沿った長軸断層像、短軸断層像を作成した。

SPECT像の読影は、視覚的評価法により行い二人の医師の合議により判定した。読影にあたり、まず心臓を前壁・中隔・心尖・前側壁・後側壁・後壁・下壁の7部位に分け、それぞれの部位において負荷像における $^{201}\text{Tl}$ 集積度を正常・軽度集積低下・中等度集積低下・高度集積低下・完全欠

損の5段階に分類、また再分布像において再分布の程度を完全～高度・中等度～軽度・なしの3段階に分類し、負荷像において中等度以上の $^{201}\text{Tl}$ の集積低下がみられる部位に軽度以上の再分布が認められた場合に再分布陽性とした。

## 3) 冠動脈造影およびPTCA

PTCAの初期成功の定義は20%以上の狭窄度の改善が得られたものとした。また、確認造影は3か月後または6か月後に行い、再狭窄の定義は拡張部位の利得の50%以上を失いかつ70%以上の狭窄が認められたものとした。

## 4) 左室肥大の心電図診断

左室肥大は、PTCA施行直前の仰臥位安静時心電図において、 $\text{RV}_5 + \text{SV}_1 \geq 35 \text{ mm}$ 以上を診断基準とした。

5) 本文中の数値はすべて平均±標準偏差で示し、sensitivity, specificityの計算には次式を用いた。sensitivity =  $\text{TP} / (\text{TP} + \text{FN})$ , specificity =  $\text{TN} / (\text{TN} + \text{FP})$  (TP: true positive, TN: true negative, FP: false positive, FN: false negative)。

# III. 結 果

## 1. PTCA 初期成功後のトレッドミル運動負荷心電図におけるST低下の変化

PTCA前のトレッドミル運動負荷試験では、35例中27例にST低下が認められた。

PTCA初期成功1週後のトレッドミル運動負荷試験においてST低下を認めた例は35例中14例(40%)(男性11例、女性3例)であり、この14例中その後のトレッドミル検査でST低下が消失したものは3例(9%)(男性3例)(以下I群と略す)、ST低下が確認造影時まで遷延したものは11例(31%)(男性8例、女性3例)(以下II群と略す)であった。PTCA前のトレッドミル運動負荷試験ではI群で2例、II群では9例にST低下が認められた。また、PTCA後全経過を通してST低下が認められなかったものをIII群、遠隔期においてはじめてST低下が認められたものをIV群としてTable 1に示した。

Table 2のごとくI群においてST低下が消失

**Table 1** Changes of ST segment depression during Treadmill exercise after successful PTCA

	ST segment depression after 1 week of PTCA	Delay of ST segment depression	Total No. of subject	No. of restenosis	No. of ST segment depression before PTCA
Group I	(+)	(-)	3	—	2
Group II	(+)	(+)	11	6	9
Group III	(-)	(-)	15	1	10
Group IV	(-)	(+)	6	4	6
Total			35	11	27

**Table 2** Changes of exercise induced ST segment depression level in group I

	Before PTCA	1 week after PTCA	1 month	3 months	6 months
Case 1	-3	-3	-1	-2	0
Case 2	-2	-1	-1	0	—
Case 3	0	-1	-1	0	—

**Table 3** Changes of exercise <sup>201</sup>Tl SPECT images after successful PTCA

Redistribution after 1 week of PTCA	Redistribution after 3-6 months	Total No. of subjects	No. of restenosis	No. of redistribu- tion before PTCA
(+)	(-)	—	—	—
(+)	(+)	3	3	3
(-)	(-)	24	1	18
(-)	(+)	8	7	8

した時期は 2 例が 3 か月後、1 例が 6 か月後であった。

また、I 群では確認造影にて再狭窄が認められたものはなく、II 群では 6 例 (17%) (男性 3 例、女性 3 例) に再狭窄がみられたが残りの 5 例 (14%) (男性 5 例) には再狭窄は認められなかった。IV 群では 6 例中 4 例に再狭窄がみられた。

遠隔期におけるトレッドミル運動負荷試験の再狭窄の検出率は、sensitivity; 91%, specificity; 71% であった。

## 2. ST 低下持続例の <sup>201</sup>Tl 運動負荷心筋 SPECT 所見

I 群の ST 低下時 (PTCA 1 週間後) の <sup>201</sup>Tl 運動負荷心筋 SPECT では、3 例とも再分布所見はみられなかった。II 群のうち非再狭窄例 5 例の <sup>201</sup>Tl 運動負荷心筋 SPECT では PTCA 1 週間後および確認造影時のいずれにおいても再分布はみられなかった。また、II 群のなかで再狭窄をきたしていた

6 例の PTCA 1 週間後の <sup>201</sup>Tl 運動負荷心筋 SPECT では 3 例に再分布が認められたが、他の 3 例には再分布はみられなかった。これら 6 例の確認造影時に行った <sup>201</sup>Tl 運動負荷心筋 SPECT において再分布がみられたものは 5 例であった。IV 群では PTCA 1 週間後ではいずれも再分布はみられず、確認造影時においては再狭窄例はいずれも再分布がみられ、非再狭窄例には再分布はみられなかった。

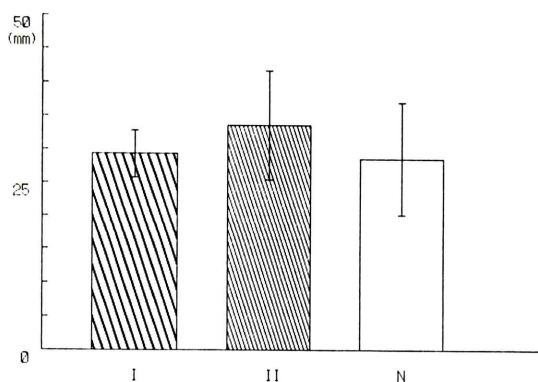
Table 3 に PTCA 1 週間後および遠隔期における <sup>201</sup>Tl 運動負荷心筋 SPECT の再分布の有無を示す。PTCA 直後より再分布がみられる 3 例はいずれも再狭窄例であり、また遠隔期においてはじめて再分布が出現した 8 例中 7 例が再狭窄例であった。遠隔期における <sup>201</sup>Tl 運動負荷心筋 SPECT の再狭窄の検出率は、sensitivity; 91%, specificity; 96% であった。

## 3. トレッドミル運動負荷時の症状の変化

I 群では PTCA 前のトレッドミル運動負荷時の



ST 低下に胸痛、胸部圧迫感の狭心症様症状の伴うものは 2 例あり、PTCA 成功後の ST 低下時には狭心症様症状はみられなかった。II 群では、再

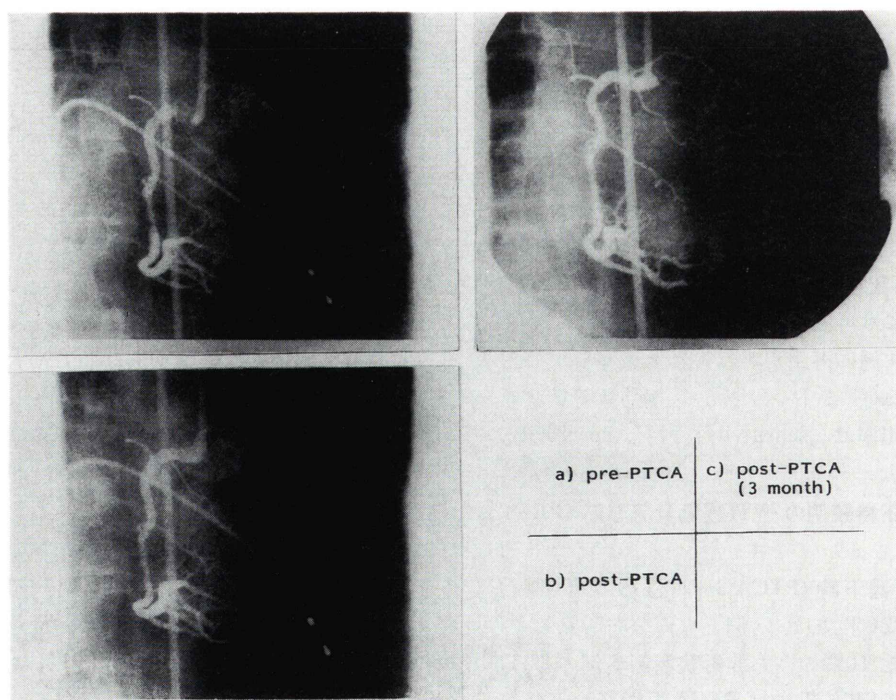


**Fig. 1** Comparison of  $RV_5+SV_1$  in electrocardiogram at rest. I: Cases with delayed improvement of ST segment depression. II: No-restenosis cases of persistent of ST segment depression. N: Cases without restenosis and ST segment depression.

狭窄が認められた 6 例のうち PTCA 前では全例に、PTCA 1 週間後には 3 例、確認造影時には 4 例に狭心症様症状がみられた。非再狭窄 5 例においては、PTCA 前には 3 例に狭心症様症状が伴っていたが、PTCA 成功後ではいずれの時期においても狭心症様症状はみられなかった。

#### 4. 左室肥大の有無について

I 群には左室肥大を呈するものではなく、その  $RV_5+SV_1$  の平均は  $29.3 \pm 3.5$  mm であり、II 群のなかの非再狭窄例 5 例のうち左室肥大がみられたものは 2 例 (40%) あり、その 5 例の平均は  $33.6 \pm 8.1$  mm、再狭窄も ST 変化もみられなかった 14 例中左室肥大がみられたものは 2 例 (14.3%)、14 例の平均は  $28.6 \pm 8.4$  mm であった (Fig. 1)。症例数が少ないため有意差検定を行っていないが、II 群の非再狭窄例に左室肥大が多く、 $RV_5+SV_1$  も高い傾向にあった。



**Fig. 2** Right coronary angiography in RAO projection view. a) Pre-PTCA: 80%-Stenosis at segment 2. b) Successful dilatation with 35% stenosis immediately after PTCA. c) No-restenosis 3 month after PTCA.

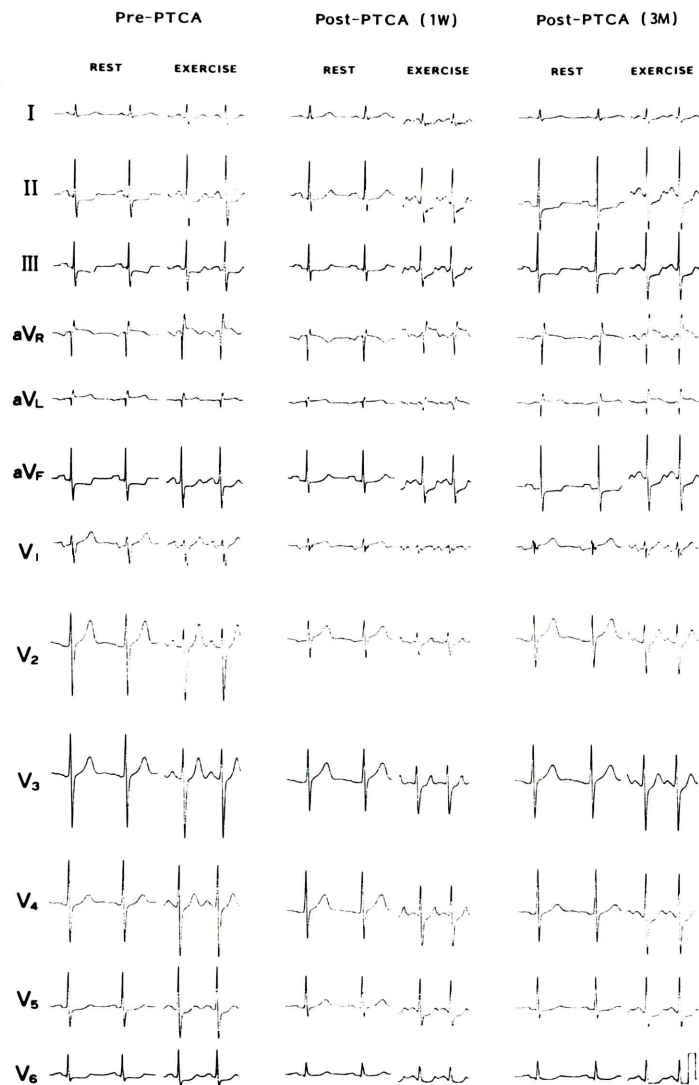


Fig. 3 ECGs during Treadmill exercise test. No significant change of ST depression before PTCA. Exercise induced ST segment depression in II・III・aVF・V<sub>5</sub>・V<sub>6</sub> is apparent after 1 week and 3 month of PTCA.

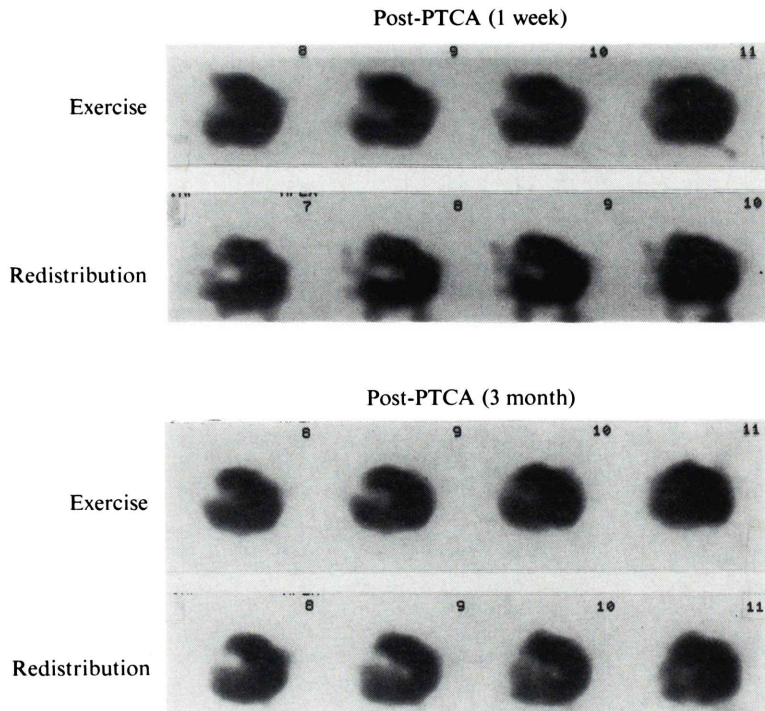
##### 5. side branch occlusion および stenosis

I 群の 3 例および II 群の非再狭窄例 5 例の計 8 例について PTCA 前後で side branch injury (occlusion, stenosis) について検討した。side branch は内腔 1 mm 以上のものを対象とし、PTCA 前後の冠動脈造影写真の少なくとも二方向以上で比較したが、対象の 8 例には明らかな side branch

injury を認めたものはなかった。また、同時に冠動脈の dissection や intimal flap の有無について検討したが、いずれの症例にも認められなかった。

##### 6. 症例呈示

症例は II 群のなかの一例で 62 歳の男性、労作性狭心症の患者である。Fig. 2 に示すごとく PTCA 前には右冠動脈 2 番に 80% の狭窄が認め



**Fig. 4** Exercise  $^{201}\text{Tl}$  myocardial SPECT. There is no-redistribution in SPECT 1 week and 3 month after PTCA. Furthermore, reverse redistribution is apparent in Tl imaging 3 month after PTCA.

られたが、PTCAにより狭窄は35%にまで拡張に成功した。3か月後の確認造影では50%の狭窄がみられるが再狭窄はきたしていない。Treadmill運動負荷試験(Fig. 3)は、PTCA前では有意なST低下はみられないが、PTCA 1週間および3か月後の試験では、II・III・aVF・V<sub>5</sub>・V<sub>6</sub>誘導において有意なST低下がみられた。Fig. 4にPTCA 1週間および3か月後の $^{201}\text{Tl}$ 負荷心筋SPECTを示す。いずれも一過性虚血を示すような再分布はみられず、逆に3か月後には下後壁に逆再分布現象が出現している。

#### IV. 考 察

現在の方法におけるPTCAにおいては再狭窄の問題は避けて通れない。PTCA後の再狭窄はほぼ3か月<sup>3-9)</sup>頃までに生じると考えられており、現在ではPTCAを行った全例に対してPTCA後

3か月前後に確認造影を施行している施設が多いが、PTCA施行例の飛躍的な増加に伴い確認造影例が増え、日常の検査に支障をきたすことが現実的な問題となってきた。また、確認造影を行うには通常数日間程度の入院は必要であり、患者の社会生活に影響を及ぼすこととなり、経済的にも負担となる。以上のことを考えると、今後再狭窄の判定のためにトレッドミル運動負荷試験や $^{201}\text{Tl}$ 運動負荷心筋シンチ等の非侵襲的な検査である程度代用していくことが望ましく、このためにはPTCAの評価において非観血的検査法の有用性と問題点を十分に検討する必要があると考えられ、そのため今回トレッドミル運動負荷試験と $^{201}\text{Tl}$ 運動負荷SPECTの比較検討を行った。

PTCA成功後トレッドミル運動負荷試験において直後より長期にわたりST低下が遷延する症例のうち、再狭窄を反映しているものは55%(6/11)



にすぎず、残りの 45% (5/11) は非再狭窄例であり、 $^{201}\text{Tl}$  運動負荷心筋 SPECT で虚血が証明されたものは一例もなく、いわゆる偽陽性例と考えられる。一方、PTCA 直後の  $^{201}\text{Tl}$  運動負荷心筋 SPECT で再分布が認められた 3 症例はいずれも再狭窄を反映しており、また遠隔期における再狭窄検出に関しても、トレッドミル運動負荷試験に比し sensitivity は変わらないものの、specificity は高く、PTCA 後の再狭窄検出には  $^{201}\text{Tl}$  運動負荷心筋 SPECT はより有用であると考えられた。

一般に運動負荷心電図において、偽陽性の出現は女性<sup>10-13)</sup>や左室肥大例<sup>14,15)</sup>に多く、狭心症様症状を呈することは少ない<sup>16,17)</sup>とされている。今回のわれわれの検討においても、狭心症様症状を伴わないものでは偽陽性例が多く、女性例はなかったものの左室肥大例に多い傾向があり、PTCA 後の運動負荷の偽陽性の成因としても左室肥大の関与が同様に考えられた。しかしながら、今回の PTCA 後の症例では、再狭窄がないにもかかわらず PTCA 直後より ST 低下が遷延する症例、すなわち偽陽性例の頻度は再狭窄をきたしていない 24 例中 (いずれも男性) 5 例 (21%) にみられ、これまでの Sketch ら<sup>12)</sup>や Laslett ら<sup>17)</sup>の報告 (8~10%) と比べてかなり多く、PTCA 後であるという特殊な条件を考えると、他の因子が関与していると思われる。

また、PTCA 成功直後のトレッドミル運動負荷試験で ST の低下が存在するものの、その後徐々に ST 低下が消失していく機序としては、PTCA 後の dissection や intimal flap 等による一過性狭窄が徐々に改善することが考えられるが、今回の検討では ST 低下消失例では dissection や intimal flap は冠動脈造影上認められず、また、 $^{201}\text{Tl}$  運動負荷心筋 SPECT においても明らかな虚血は描出し得なかった。

Vetrovec ら<sup>18)</sup>や坂田ら<sup>19)</sup>は PTCA により side branch の occlusion や stenosis は 16~40% に生じるとし、またこのような side branch injury は早期に再開通することが多いと報告している。このような side branch injury により、 $^{201}\text{Tl}$  運動負

荷心筋 SPECT では描出できないような小範囲の虚血が生じ、それが PTCA 直後のトレッドミル運動負荷における ST 低下の原因になることも考えられる。しかしながら、ST 低下例に対してわれわれが行った詳細な検討では、side branch の occlusion や stenosis は全例に認められず、こういった side branch injury が ST 低下の一因になるとは考えられなかった。

最近 PTCA 後の coronary flow reserve が問題となっている<sup>20-24)</sup>。これは、PTCA 成功直後には残存狭窄がないにもかかわらず、PTCA 施行部位末梢の血流量は改善せず、その後徐々に正常化するというものであり、その成因については現在のところ定説はないものの、細動脈血管系の反応異常によるものと考えられている<sup>24)</sup>。冠動脈狭窄により長期にわたり低灌流圧にあった末梢の細動脈は拡張状態にあり、そこに PTCA により急激な灌流圧の上昇と血流量の増加がもたらされると、細動脈血管系は異常反応を示し、一過性の過剰収縮をきたし、その結果として冠血流量の増加が妨げられる。また、その後徐々に細動脈血管系の反応は正常となり、冠血流量も回復していくものと考えられる。こうした PTCA 後の冠血流異常は Wilson ら<sup>24)</sup>によると PTCA 施行血管の約半数にみられるといわれており、PTCA 成功後のトレッドミル運動負荷試験において ST 低下が存在し、その後徐々に改善する症例は、PTCA 後のこうした細動脈血管系の異常に基づく冠血流量の回復過程を反映している可能性がある。また、冠血流量の異常はかなり長期間持続する症例もあると考えられ、PTCA 成功後 ST 低下が遷延する例のなかには単なる偽陽性例以外に冠血流量の回復異常を反映している症例も存在するものと推測される。

また、このような PTCA 後の coronary flow reserve の問題のほかに、長期にわたる心筋虚血や、急性冠動脈閉塞における再開通に伴ういわゆる hibernating myocardium, stunned myocardium といった心筋代謝異常の存在も注目されている<sup>25-27)</sup>。この概念は Braunwald ら<sup>28)</sup>によりはじめて唱え

られたのであるが、このような可逆性の心筋異常をトレッドミル運動負荷試験における ST 低下が示していることも考えられる。しかしながら、これらの coronary flow reserve や stunned myocardium, hibernating myocardium の問題を  $^{201}\text{Tl}$  を用い結果を示すことは困難であり、今回の検討では明らかな原因を示唆する所見は得られなかった。今後、代謝に関する情報も得られ、より詳細な検討が可能なポジトロンや核磁気共鳴を使用した研究が必要と考えられる。

## V. 結 語

PTCA 成功後のトレッドミル運動負荷試験における ST 低下が、再狭窄を表しているものは 14 例中 6 例 (43%) にすぎなかった。PTCA 後再狭窄がないにもかかわらず、トレッドミル運動負荷試験における ST 低下がその後も遷延する症例は、トレッドミル運動負荷試験の偽陽性例と考えられ、 $^{201}\text{Tl}$  運動負荷心筋 SPECT の有用性が示された。また、PTCA 成功直後のトレッドミル運動負荷試験で ST の低下が存在するものの、その後の検査で徐々に ST 低下が消失するものは、今回の  $^{201}\text{Tl}$  運動負荷 SPECT を用いた検討では明らかな原因を示唆する所見は得られず、今後の検討が必要と考えられた。

## 文 献

- 1) Grüntzig AR: Transluminal dilatation of coronary artery stenosis. *Lancet* **i**: 263, 1978
- 2) Grüntzig AR, Senning A, Siegenthaler WE, et al: Nonoperative dilatation of coronary artery stenosis: percutaneous transluminal angioplasty. *N Engl J Med* **301**: 61-68, 1979
- 3) Bourassa MG, Alderman EL, Bertrand M, et al: Report of the Joint ISFC/WHO Task Force on Coronary Angioplasty. *Circulation* **78**: 780-789, 1988
- 4) Holmes DR, Vlietstr RE, Smith HC, et al: Restenosis After Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty (PTCA): A Report from the PTCA Registry of the National Heart, Lung, and Blood Institute. *Am J Cardiol* **53**: 77C-81C, 1984
- 5) Leimgruber PP, Roubin GS, Hollman J, et al: Restenosis after Successful coronary angioplasty in patients with single-vessel disease. *Circulation* **73**: 710-717, 1986
- 6) Serruys PW, Luijten HE, Beatt KJ, et al: Incidence of restenosis after Successful coronary angioplasty: a time-related phenomenon. *Circulation* **77**: 361-371, 1988
- 7) Val PG, Bourassa MG, David PR, et al: Restenosis After Successful Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty: The Montreal Heart Institute Experience. *Am J Cardiol* **60**: 50B-55B, 1987
- 8) Roubin GS, King SB, Douglas JS, et al: Restenosis After Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty: The Emory University Hospital Experience. *Am J Cardiol* **60**: 39B-43B, 1987
- 9) Grüntzig AR, King SB, Schlumpf M, et al: Long-term Follow-up After Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty: The Early Zurich Experience. *N Engl J Med* **316**: 1127-1132, 1987
- 10) Cumming GR, Dufresne C, Kich L, et al: Exercise electrocardiogram patterns in normal women. *Br Heart J* **35**: 1055-1061, 1973
- 11) Bruce RA: Values and limitation of exercise electrocardiography. *Circulation* **50**: 1-3, 1974
- 12) Sketch MH, Mohiuddin SM, Lynch JD, et al: Significant sex differences in the correlation of electrocardiographic exercise testing and coronary arteriograms. *Am J Cardiol* **36**: 169-173, 1975
- 13) 福田市蔵: 運動負荷試験における心電図の性差について. 呼と循 **29**: 1185-1193, 1981
- 14) 松尾剛志, 西村恒彦, 植原敏男, 他: タリウム負荷心筋シンチグラフィにて著明な ST 低下または陰性 U 波と正常灌流分布を有する症例に関する検討——臨床所見, 予後との関連——. 核医学 **25**: 595-603, 1988
- 15) Hollenberg M, Go M, Massie BM, et al: Influence of R-wave amplitude on exercise-induced ST depression: Need for a "gain factor" correlation when interpreting stress electrocardiograms. *Am J Cardiol* **56**: 13-17, 1985
- 16) Diamond GA, Forrester JS: Analysis of probability as an aid in the clinical diagnosis of coronary artery disease. *N Engl J Med* **300**: 1350-1358, 1979
- 17) Laslett LJ, Amsterdam EA, Mason DT: Evaluating the positive exercise stress test in the asymptomatic individual. *Chest* **81**: 364-367, 1982
- 18) Vetrovec GW, Cowley MJ, Wolfgang TC, et al: Effects of percutaneous transluminal coronary angioplasty on lesion-associated branches. *Am Heart J* **109**: 921-925, 1985
- 19) 坂田和之, 星野恒雄, 横山正一, 他: PTCA における side branch occlusion および stenosis について. 呼と循 **34**: 1335-1341, 1986
- 20) Hartzler GO, Smith HC, Vlietstra RE, et al:



- Coronary blood-flow Responses during successful percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Mayo Clin Proc* **55**: 45–49, 1980
- 21) Legrand V, Aueron FM, Bates ER, et al: Reversibility of coronary collateral and alteration in regional coronary flow reserve after successful angioplasty. *Am J Cardiol* **54**: 453–454, 1984
  - 22) Bates ER, Mcgillum MJ, Beals TF, et al: Effects of angioplasty-induced endothelial denudation compared with medial injury on regional coronary blood flow. *Circulation* **76**: 710–716, 1987
  - 23) Hodgson JM, Riley RS, Most AS, et al: Assessment of coronary flow reserve using digital angiography before and after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* **60**: 61–65, 1987
  - 24) Wilson RF, Johnson MR, Marcus ML, et al: The effect of coronary angioplasty on coronary flow reserve. *Circulation* **77**: 873–885, 1988
  - 25) Matsuzaki M, Gallagher KP, Kemper WS, et al: Sustained regional dysfunction produced by prolonged coronary stenosis: gradual recovery after reperfusion. *Circulation* **68**: 170–182, 1983
  - 26) Braunwald E, Rutherford JD: Reversible ischemic left ventricular dysfunction: evidence for the “hibernating myocardium”. *J Am Coll Cardiol* **8**: 1467–1470, 1986
  - 27) Bolli R: Oxygen-derived free Radicals and post-ischemic myocardial dysfunction (“stunned myocardium”). *J Am Coll Cardiol* **12**: 139–249, 1988
  - 28) Braunwald E, Kloner RA: The stunned myocardium: prolonged, postischemic ventricular dysfunction. *Circulation* **66**: 1146–1149, 1982
  - 29) 二神 康夫, 浜田 正行, 牧野 克俊, 他: 心筋梗塞患者における運動負荷心電図 ST 変化の臨床的意義——<sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT による検討——. *核医学* **21**: 240–251, 1984

## Summary

### Clinical Significance of Exercise Induced ST Segment Depression after Successful Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty—Assessment by Thallium-201 SPECT—

Toshikazu AOKI\*, Tokuji KONISHI\*, Yasuo FUTAGAMI\*, Shinya OKAMOTO\*, Takao KOYAMA\*, Yasuhide NISHIMURA\*\*, Masaaki INDEN\*, Tetsu YAMAKADO\*, Masayuki HAMADA\* and Takeshi NAKANO\*

\*First Department of Internal Medicine, Mie University School of Medicine

\*\*Internal Medicine, Matsuzaka Tyuou Hospital

To evaluate the clinical significance of ST segment depression during repeated Treadmill exercise after successful PTCA, Thallium-201 SPECT was performed. The Thallium-201 SPECT was performed before, one week after and 3–6 months after PTCA. All thirty-five patients had one vessel disease and positive Thallium-201 exercise test. During follow-up period for 3–6 months, 11 of 35 patients had persistent ST segment depression. Restenosis of dilated coronary lesion was demonstrated in 6 of 11 patients. In another 3 of 35 patients, exercise induced ST segment depression was disappeared during follow-up Treadmill exercise. In 14 patients with persistent or transient ST

segment depression after PTCA, Thallium-201 SPECT demonstrated transient ischemia in 5 of 6 patients with restenosis. In other 8 patients without restenosis, SPECT images did not demonstrate myocardial ischemia and coronary arteriographic findings could not verify side branch stenosis or intimal dissection which might cause myocardial ischemia. The etiology of ST segment depression after successful PTCA in one vessel disease is not produced by exercise induced myocardial ischemia but still unknown mechanisms may be present.

**Key words:** Thallium-201 myocardial SPECT, Treadmill exercise, PTCA, CAD.