

《原 著》

心筋梗塞後の Silent ischemia の検出について： 運動負荷心電図と心筋シンチグラフィでの対比検討

山岸 隆* 松田 泰雄* 佐藤 晃* 市岡 隆志*
古谷 雄司* 原口 正彦* 尾崎 正治* 楠川 禮造*
前田 準也** 中司 昌美** 河野 隆任** 吉永 憲正**

要旨 116名の陈旧性心筋梗塞患者を対象に、心筋梗塞後の Silent ischemia の検出について運動負荷心電図と心筋シンチグラフィを用い対比検討した。タリウム SPECT 画像を 20 分画した後一過性心筋虚血の指標として再分布スコアを求めた。20名の正常者より得られた再分布スコアの 2 標準偏差以上を呈する場合を一過性虚血ありと判定した。心筋梗塞患者 116名のうち 47名に一過性虚血がみられ、そのうち 25名 (53%) が心電図陽性所見を示した。また一過性虚血のなかった 69名のうち 14名 (20%) にも心電図陽性所見がみられた。したがって、116名での負荷心電図による一過性虚血検出の感度 53%、特異度 80%、偽陽性率 20%、偽陰性率 47%、診断精度 69%となった。さらに 116名を胸痛と心電図変化の有無により 4 グループに分類した。14名が心電図変化と同時に胸痛を有し、全例に一過性虚血がみられた。心電図変化を有するが胸痛のない、いわゆる心電図診断での Silent ischemia 群 25名のうちの 44% が一過性虚血を呈した。胸痛はあるが心電図変化のない、従来より心電図診断の難しい群 7名のうちの 43% が一過性虚血を有した。また胸痛も心電図変化も示さない 70名においても 27%の患者に一過性虚血が証明された。したがって、心筋梗塞後の運動負荷試験において心電図変化と同時に胸痛を伴えば、ほとんど全例に一過性虚血がみられた。しかし、心電図変化のみの時にはタリウムイメージでの一過性虚血の出現頻度は 44%であり、かなりの率で疑陽性や疑陰性例が含まれていた。すなわち、心筋梗塞後の心電図診断での Silent ischemia の判定には限界があり注意が必要と思われた。

I. はじめに

心筋梗塞後の無症候性虚血 (Silent ischemia) は有症候性虚血 (Painful ischemia) と同様に再梗塞、突然死および心不全等の原因となり、予後を左右する重要な規定因子の一つである^{1,2)}。心筋梗塞後の虚血の検出に運動負荷心電図やホルター心電

図等を用いてなされることが多い。しかし、心筋梗塞後の心電図での虚血判定には限界があり^{3~5)}、その心筋虚血、特に Silent ischemia の検出能力についての検討は十分になされていない。通常、心筋虚血は心筋血流の低下で始まり、心筋代謝異常、拡張障害、収縮障害、心電図異常、自覚症状の順に出現する⁶⁾。従って、心筋梗塞後で心電図異常や自覚症状まで至らない程度の心筋虚血の検出には心電図のみでは不十分であり、心筋血流の低下や代謝異常の段階で虚血の検出が可能なタリウム心筋イメージの重要性が論じられてきた。事実、タリウム心筋イメージは心電図に比べ心筋虚血検出に対しより感度や特異度が高い^{3,7~11)}。また、

* 山口大学医学部第二内科

** 徳山中央病院内科

受付：2年10月11日

最終稿受付：3年1月14日

別刷請求先：山口県宇部市小串 1144 番地 (☎ 755)

山口大学医学部第二内科

山 岸 隆

虚血部位の同定がより可能で安静時にすでに心電図異常がみられる症例の判定にも適応できる等の長所を有す。今回、心筋梗塞後の負荷心電図での Silent ischemia の検出能力についてタリウム心筋シンチグラフィを用い比較検討した。

II. 対象ならびに方法

1986 年より 1989 年までに、徳山中央病院または山口大学病院に入院し、診断の確定した心筋梗塞患者の中で、心臓カテーテル検査および運動負荷タリウム心筋シンチグラフィ (SPECT) を施行し得た 116 名 (男性 92 例, 女性 24 例, 平均年齢 58.6 ± 8.7 歳), および正常対照として非定型胸痛のため心臓カテーテル検査と運動負荷 SPECT を行い、心疾患を有さないと診断された正常者 20 名 (男性 7 例, 女性 13 例, 平均年齢 56.1 ± 8.3 歳) を対象にした。弁膜症, 特発性心筋症, 肺疾患, 不整脈および脚ブロック等の合併例, または心筋梗塞後に PTCA や冠動脈バイパス術を行った症例は除外した。運動負荷 SPECT は心筋梗塞発症よりすくなくとも一か月後の臨床的に安定した時期に行い, 検査の二日前より発作時の亜硝酸製剤の舌下錠を除く可能なかぎりの投薬を中止した。

III. 方 法

自転車エルゴメーターを用い, 25 または 50 watt より開始し 3 分ごとに 25 watt ずつ漸増する多段階運動負荷試験を行った。また同時に 12 誘導心電図と血圧測定を 1 分おきに記録した。心電図の判定は負荷前に比べ, J 点より 0.08 sec 後の時点において 0.1 mV 以上の水平または下降型 ST 低下, 0.2 mV 以上の J 型 ST 低下, 0.1 mV 以上の ST 上昇, もしくは心室細動, 心室頻拍または Short run 型の不整脈等を認めたときに陽性と判断した。胸痛, 心電図変化, 目標心拍数 (年齢別予想最大心拍数の 85%), もしくは息切れや足の疲れを感じた時に塩化タリウム-201 3 mCi (111 MBq) を静注し, さらに 1 分間の同負荷レベルでの運動負荷を行った。SPECT は低エネルギー汎用型コリメーターを装着した東芝製ガンマカメラ

GCA-601E を用い, 右前斜位 45 度方向より 5 度ずつ 180 度回転させ, 1 方向 30 sec で 36 方向より運動負荷直後と 4 時間後にデータを収集した。画像再構成は Shepp and Logan filter を用いた逆投影法により行い, スライス厚 5.3 mm の左室短軸面垂直断層像, 長軸面垂直断層像および長軸面水平断層像を作製した。

1. 一過性心筋虚血の判定

一過性心筋虚血の程度を現す指標として再分布スコア (Redistribution Score) を求めた。心筋短軸面垂直断層像を心尖部と心基部および, その両者の中間部においておのおの 6 分画し, 心筋長軸面垂直断層像での心尖部を 2 分画した。各患者の計 20 領域においてタリウム取り込み程度を臨床情報を全く知らない 2 名の検者により 5 段階のスコアによる視覚的評価をした。スコアは全く正常を 0, ごく僅かに低下を 1, 僅かに低下を 2, 中等度に低下を 3, かなり低下を 4 とした (Fig. 1)。計 20 領域での合計スコアを運動負荷直後と 4 時間後像において求め, 運動負荷直後の値より 4 時間後の値を差し引いたスコアを再分布スコアとした。再分布スコアが大きいほど心筋虚血の程度が大きい事を意味する。正常者 20 名より得られた再分布スコアは 0.20 ± 2.06 であり, 平均値 + 2 標準偏差 ($=4.32$) より大きい値を有する場合を一過性虚血ありと判断した。2 名の検者間での再分布スコア判定の Interobserver variability は 7% であった。

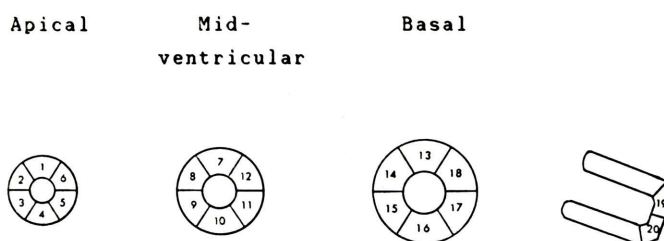
2. 統 計

値は平均 ± 標準偏差で示した。有意差判定は分散分析, unpaired t 検定および χ^2 検定を用い $p < 0.05$ を有意差ありと判定した。

IV. 結 果

(A) 心筋梗塞患者 116 名を運動負荷 SPECT 時の胸痛 (P) と心電図変化 (E) の有無により P(+), E(+) 群 14 名, P(+), E(-) 群 7 名, P(-), E(+) 群 25 名, および P(-), E(-) 群 70 名の 4 群に分類した。(B) 心筋梗塞患者 116 名のうち 47 名 (41%) にタリウムイメージでの一過性虚血がみられ, 胸痛の有無により Painful ischemia 群 17 名

Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT)



Qualitative analysis of each segment.

- 0=normal
- 1=equivocally reduced thallium uptake
- 2=mildly reduced thallium uptake
- 3=moderately reduced thallium uptake
- 4=severely reduced thallium uptake

Fig. 1 The apical, mid and basal LV levels of the short-axis view and the apical portions of the long-axis view were divided into 20 segments and segmental images were scored blindly on a 0 (normal) to 4 (severely reduced uptake) scale.

Table 1 Baseline clinical characteristics, exercise test findings and angiographic data in 20 normal subjects and in 116 patients with prior myocardial infarction

	Normal	Pain (+) ECG (+)	Pain (+) ECG (-)	Pain (-) ECG (+)	Pain (-) ECG (-)
No. of patients	20	14	7	25	70
Mean age (years)	56±8	62±6	56±6	62±7	57±9
Male	7	11	3	20	57
Female	13	3	4	5	13
Diabetes	0 (0%)	3 (21%)	1 (14%)	5 (20%)	10 (14%)
Exercise duration (min)	7.8±2.8	5.1±1.6**	5.9±2.0	6.8±1.9	7.2±2.1
Peak heart rate (beats/min)	138±20	107±22***	109±21**	131±19	128±20
Achieved>85% predicted maximal heart rate	13 (65%)	3 (21%)*	1 (14%)*	12 (48%)	31 (44%)
Peak systolic BP (mmHg)	178±24	170±30	157±27	172±33	166±28
Peak rate-pressure product (mmHg beats/min)	25,449±5,069	18,195±4,909***	17,744±4,836**	22,504±4,630*	21,202±5,070**
No. of coronary arteries narrowed (≥75% in diameter)					
0 vessel disease		1 (7%)	0 (0%)	2 (8%)	17 (24%)
1 vessel disease		10 (71%)	5 (71%)	19 (76%)	42 (60%)
2 vessel disease		2 (14%)	2 (29%)	2 (8%)	6 (9%)
3 vessel disease		1 (7%)	0 (0%)	2 (8%)	5 (7%)
Tl Redistribution score	0.2±2.1	13.2±7.4***	3.4±4.5	4.9±5.3***	1.7±5.6*

Values are mean±standard deviation.

BP=blood pressure, Tl=thallium-201.

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 vs normal subjects.

Table 2 Baseline clinical characteristics, exercise test findings, angiographic data and redistribution score between patients with painful, silent and no ischemia

	Painful	Silent	No ischemia
No of patients	17	30	69
Mean age (years)	61±7	59±8	58±9
Male	12	24	54
Female	5	6	15
Diabetes	4 (24%)	6 (20%)	9 (13%)
Exercise duration (min)	5.5±1.8**	7.0±2.4	7.0±2.0
Peak heart rate (beats/min)	111±23**	126±19	129±21
Achieved >85% predicted maximal heart rate	3 (18%)	12 (40%)	27 (39%)
Peak systolic BP (mmHg)	171±27	173±28	163±31
Peak rate-pressure product (mmHg beats/min)	18,979±4,858	22,273±5,330	20,738±4,927
Positive ECG	15 (88%)***	10 (33%)	14 (20%)
No. of coronary arteries narrowed (≥75% in diameter)			
0 vessel disease	1 (6%)	4 (13%)	15 (22%)
1 vessel disease	12 (71%)	18 (60%)	46 (67%)
2 vessel disease	3 (18%)	5 (17%)	4 (6%)
3 vessel disease	1 (6%)	3 (10%)	4 (6%)
TI Redistribution score	12.2±7.2***	9.4±3.3***	-0.5±3.2

Values are mean±standard deviation.

BP=blood pressure, TI=thallium-201.

p<0.01, *p<0.001 vs no ischemia group.

と Silent ischemia 群 30 名および虚血のない No ischemia 群 69 名の計 3 群に分類した。これら (A), (B) での各群において臨床的特徴、運動時諸指標、冠動脈造影所見およびタリウム検査所見等について比較検討した。運動時の息切れや動悸は無症候とした。

1. 運動負荷および罹患冠動脈所見の比較 (Table 1, 2)

(A) 正常群と心筋梗塞患者 4 群の年齢、最高血圧、および 4 群間での罹患冠動脈数に有意な差はなかった。正常群に比べ P(-), E(+) 群, P(+), E(-) 群の Double product は有意に低下した。また, P(+), E(+) 群で運動時間、最高心拍数、Double product および目標心拍数達成率は有意に小となった。P(+), E(-) 群でも同様に最高心拍数、Double product および目標心拍数達成率は有意に小となった。心筋梗塞患者 4 群での糖尿病の頻度や罹患冠動脈数には差はなかった。

(B) Painful ischemia 群では No ischemia 群に

比べ、運動時間、最高心拍数は有意に小となり、心電図陽性率は有意に大となった。Silent ischemia 群においてはいずれの指標も有意な差はなかった。糖尿病の頻度や罹患冠動脈数には 3 群間で差はなかった。

2. 再分布スコアの比較 (Fig. 2)

(A) 心筋梗塞 4 群のうち P(+), E(+) 群 14 名の再分布スコアは 13.28±7.39 で、正常者に比べ有意 (p<0.001) に大きい値を呈した。症状と心電図のみからでは一過性虚血はないと考えられる P(-), E(-) 群 70 名における再分布スコアは 1.73±5.56 で、この群においても正常者に比べ有意 (p<0.05) に大きい値を呈した。また従来より報告されてきた心電図での silent ischemia の概念があてはまる P(-), E(+) 群 25 名の値は 4.92±5.26 で、やはり正常者に比べ有意 (p<0.001) に大きい再分布スコアがみられた。P(+), E(-) 群 7 名の値は 3.43±4.50 で有意差はないが正常者に比べ再分布スコアは大きくなる傾向がみられた。

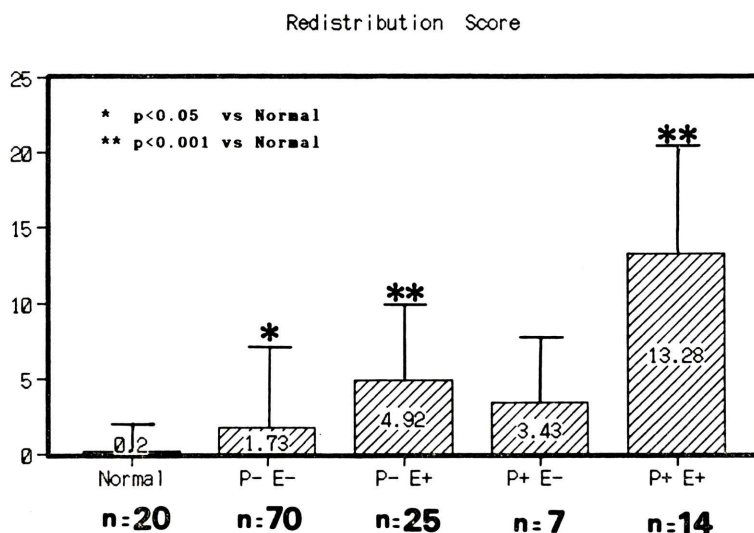


Fig. 2 Redistribution Scores in 20 normal subjects and in 116 patients with prior myocardial infarction. P=pain, E: ECG change, -: absent, +: present.

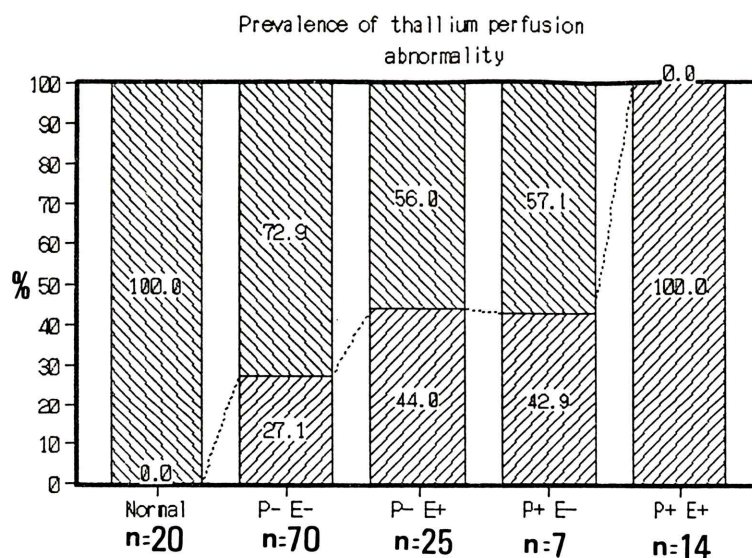


Fig. 3 The lower hatched bars indicate the prevalence of abnormal redistribution score in 20 normal subjects and in 116 patients with prior myocardial infarction. The upper limit of normal redistribution score was defined as mean+2 standard deviations derived from 20 normal subjects. P: pain, E: ECG change, -: absent, +: present.

(B) タリウムイメージでの Painful ischemia 群, Silent ischemia 群, No ischemia 群の再分布スコアはおおの 12.2±7.2, 9.4±3.3, -0.5±3.2 となった. Painful ischemia 群と Silent ischemia 群の比較では Painful ischemia 群でより大きい値を呈する傾向がみられたが両者間に有意な差はなかった.

3. 再分布スコア異常頻度の比較 (Fig. 3)

正常群での運動負荷 SPECT 時の再分布スコア異常出現頻度は 0% であった. 心筋梗塞 4 群での検討では P(+), E(+) 群で 100%, 胸痛と心電図変化のどちらか一方を有する P(-), E(+) 群または P(+), E(-) 群で 43-44% であった. 症状と心電図所見からでは虚血はないと思われる P(-), E(-) 群においても 27% の患者で運動時に一過性虚血を呈した.

4. 心電図とタリウム SPECT 所見との比較

正常群のタリウム再分布スコアを基に一過性虚血あり, なしと判定した時の負荷心電図の虚血検出率について検討した. 心筋梗塞患者 116 名のうち 47 名 (41%) に一過性虚血がみられ, そのうち 25 名 (53%) が心電図陽性所見を示した. 一方, 一過性虚血のなかった 69 名のうち 14 名 (20%) が心電図陽性所見を示した. したがって, 心筋梗塞患者 116 名での負荷心電図の一過性虚血検出の感度 53%, 特異度 80%, 疑陽性率 20%, 疑陰性率 47%, 診断精度 69% となった. タリウムイメージでの Painful ischemia 群 17 名のうち 15 名 (88%), Silent ischemia 群 30 名のうち 10 名 (33%), No ischemia 群 69 名のうち 14 名 (20%) が心電図陽性所見を示した. よって, 心電図での Painful ischemia 群と Silent ischemia 群の検出感度はおおの 88% と 33% となり, 特異度はおおの 80% となった.

V. 考 案

近年, Silent ischemia が原因で心筋梗塞や突然死にみまわれることがあり, 社会的な問題となっている. このような患者を心事故がおこる前に発見することが重要であり, 各種の検査方法を用い

て Silent ischemia を検出する努力がなされてきた¹⁷⁻²⁰⁾. しかし, 用いる検査方法の違いにより心筋虚血の検出能力は大きく異なる. 今回, 心筋梗塞後の運動時の Silent ischemia の出現頻度や程度についてタリウム SPECT 心筋シンチグラフィーと負荷心電図を用い対比検討した. タリウムイメージでの心筋虚血の有無の判定は Hecht 等¹²⁾ の変法を用いた. すなわち, 心筋断層像を 20 分画した後に, 二人の検者による視覚的判断により一過性虚血をスコア化した. 従来よりの SPECT イメージのスコアによる定量解析では, 多くの場合任意に定めた正常値を基準に虚血の判定を行ってきた. 今回, Hecht 等の方法と異なるところは正常者より求めたスコアの正常上限を設けることで, SPECT イメージ読影での虚血がより正確かつ客観的に判定可能であり, また判読誤差が軽減されられると思われた.

1. 心筋梗塞後の一過性虚血検出に対する負荷心電図の限界と問題点

タリウムイメージでの一過性虚血の検討において, 心筋梗塞患者 116 名のうち 47 名 (41%) に虚血を認め, そのうちの 17 名が Painful ischemia を, 30 名が Silent ischemia を呈した. 心電図診断では Painful ischemia 群 17 名のうち 15 名 (88%) を正確に虚血ありと診断した. しかし, Silent ischemia 群に対しては 30 名のうち 10 名 (33%) のみが診断可能であり, 必ずしも満足できるものではなかった. 一方, 心電図を中心に考えると, 心電図変化と胸痛の両方を有する群においては 100% の患者にタリウムイメージでの虚血がみられた. しかし, 心電図変化のみを有し胸痛を伴わない, いわゆる心電図診断での Silent ischemia 群においては 44% の患者が虚血を呈したのみであった. また胸痛を有するが心電図変化を呈さない, 従来より心電図診断の難しい群においては 43% の患者が虚血を呈した. 心電図変化と胸痛の両方がなく, 虚血を見落とされがちな群においても 27% の患者において虚血が存在した. すなわち, 運動時に心電図変化と同時に胸痛を伴えば, ほとんど全例に虚血が疑われるが, 心電図変化または胸痛

のみの時はその割合は大体 43~44% 前後と極端に低下した。また、心電図変化と胸痛の両方を伴わない場合においても 27% の患者に虚血がみられた。このように、心筋梗塞後の負荷心電図は心電図変化と胸痛の両方を伴う場合以外は、虚血診断に関して疑陽性や疑陰性になる例がかなりみられるという問題点を有した。なぜこのような問題点を有するのか。心筋虚血は心筋血流の低下で始まり、心筋代謝異常、拡張障害、収縮障害、心電図異常、自覚症状の順に出現する⁶⁾、したがって、心筋梗塞後で心電図異常や自覚症状にまで至る心筋虚血はかなり程度の大きいものと思われる。事実、今回の検討でも心電図変化と胸痛の両方を伴う群において再分布スコアは最も大きく、心電図変化と胸痛のどちらか一方のみを有する群においては中等度に、両者共に有さない群においては再分布スコアは小さくなった。すなわち、心電図での虚血診断の精度は心筋虚血の程度により異なることが予想できる。また心筋梗塞後の運動負荷心電図における虚血判定、特に ST 低下の解釈には注意が必要である。一つは、通常の症候限界性運動負荷試験と異なり、目標心拍数を終点とすることが多いため負荷量が不十分であり、そのために ST 低下を見落とす可能性がある。また、梗塞例においては ST 低下が検出し難くなることが指摘されている⁴⁾。特に広範囲前壁梗塞で心室瘤を形成した場合には、十分な高さをもった R 波がみられず、このために ST 低下を検出できない場合がある。さらに虚血を意味しない梗塞部 ST 上昇に伴う reciprocal な ST 低下もしばしばみられ注意が必要である⁵⁾。一方、今回 Gold standard としたタリウム SPECT 心筋シンチグラフィーに関しても問題がないわけではない。最近になって運動負荷 4 時間後のタリウムイメージで一過性虚血を診断できるか否かという問題が論じられてきた。運動負荷 4 時間後のタリウムイメージで固定性欠損を呈し瘢痕形成と思われる例でも、24 時間後や血管形成術後のイメージでしばしば再分布が見られることがあり、運動負荷 4 時間後タリウムイメージのみで心筋の Viability や一過性虚血を論ず

る場合の限界が報告されてきた¹³⁻¹⁶⁾。今後、これら問題点の解決策が必要と思われる。

VI. 結 語

心筋梗塞後の運動負荷心電図での Silent ischemia の検出能力についてタリウム SPECT 心筋シンチグラフィーを Gold standard にして比較検討した。心電図変化と同時に胸痛を有する群においてはタリウムイメージで全例に一過性虚血を証明し得た。しかし心電図変化を有するが胸痛のない、いわゆる心電図診断での Silent ischemia 群においてはタリウムイメージで一過性虚血を示す割合は 44% であった。胸痛はあるが心電図変化のない、従来より心電図診断の難しい群においては 43% の患者に一過性虚血がみられた。またその両方を有さない群においても 27% の患者に一過性虚血が証明された。したがって心筋梗塞後の運動負荷心電図での Silent ischemia の診断にはかなりの率で疑陽性や疑陰性例が含まれている可能性があり注意が必要と思われた。

文 献

- 1) Nademanee K, Intarachot V, Josephson MA, et al: Prognostic significance of silent myocardial ischemia in patients with unstable angina. *J Am Coll Cardiol* 10: 1-9, 1987
- 2) Brown KA, Weiss RM, Clements JP, et al: Usefulness of residual ischemic myocardium within prior infarct zone for identifying patients at high risk late after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 60: 15-19, 1987
- 3) Bailey IK, Griffith LSC, Rouleau J, et al: Thallium-201 myocardial perfusion imaging at rest and during exercise: Comparative sensitivity to electrocardiography in coronary artery disease. *Circulation* 55: 79-87, 1977
- 4) Castellanet MJ, Greenberg PS, Ellestad MH: Comparison of ST segment changes on exercise testing with angiographic findings in patients with prior myocardial infarction. *Am J Cardiol* 42: 29-35, 1978
- 5) 斎藤宗靖, 丸谷公一, 小川久雄, 他: 急性心筋梗塞患者のリハビリテーション諸動作でみられる ST 変化の意義. *心臓* 15: 194-200, 1983
- 6) Sigwart U, Grbic M, Payot M, et al: Ischemic events during coronary artery balloon occlusion.

- In Silent Myocardial Ischemia ed. by Rutishauser W, Roskamm H, 1984, pp 29-36, Springer-Verlag
- 7) Okada RD, Boucher CA, Strauss HW, et al: Exercise radionuclide imaging approaches to coronary artery disease. *Am J Cardiol* **46**: 1188-1204, 1980
 - 8) Chouraqui P, Maddahi J, Ostrzega E, et al: Quantitative exercise thallium-201 rotational tomography for evaluation of patients with prior myocardial infarction. *Am J Cardiol* **66**: 151-157, 1990
 - 9) Turner DA, Battle WE, Deshmukh H, et al: The predictive value of myocardial perfusion scintigraphy after stress in patients without previous myocardial infarction. *J Nucl Med* **19**: 249-255, 1978
 - 10) Botvinick EH, Taradash MR, Shames DM, et al: Thallium-201 myocardial perfusion scintigraphy for the clinical clarification of normal, abnormal and equivocal electrocardiographic stress tests. *Am J Cardiol* **41**: 43-51, 1978
 - 11) Bodenheimer MM, Banka VS, Fooshee CM, et al: Comparative sensitivity of the exercise electrocardiogram, thallium imaging and stress radionuclide angiography to detect the presence and severity of coronary heart disease. *Circulation* **60**: 1270-1278, 1979
 - 12) Hecht HS, Shaw RE, Bruce T, et al: Silent ischemia: Evaluation by exercise and redistribution tomographic thallium-201 myocardial imaging. *J Am Coll Cardiol* **14**: 895-900, 1989
 - 13) Liu P, Kiess MC, Okada RD, et al: The persistent defect on exercise thallium imaging and its fate after myocardial revascularization. Does it represent scar or ischemia? *Am Heart J* **110**: 996-1001, 1985
 - 14) Gibson RS, Watson DD, Taylor GJ, et al: 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
 - 15) Kiat H, Berman DS, Maddahi J, et al: Late reversibility of tomographic myocardial thallium-201 defects: An accurate marker of myocardial viability. *J Am Coll Cardiol* **12**: 1456-1463, 1988
 - 16) Yang LD, Berman DS, Kiat H, et al: The frequency of late reversibility in SPECT thallium-201 stress-redistribution studies. *J Am Coll Cardiol* **15**: 334-340, 1990
 - 17) Narita M, Kurihara T, Murano K, et al: Myocardial perfusion in silent myocardial ischemia: Investigation by exercise stress myocardial tomography with thallium-201. *Jpn Circ J* **53**: 1427-1436, 1989
 - 18) 滝 淳一, 村守 朗, 中嶋憲一, 他: Tl-201 負荷心筋シンチグラフィによる有痛性および無痛性虚血の評価. *核医学* **26**: 611-616, 1989
 - 19) Kohya T, Tomiya F, Itoh K, et al: Silent myocardial ischemia during holter monitoring in ischemic heart disease. *Jpn Circ J* **53**: 1399-1406, 1989
 - 20) Tamaki N, Strauss HW: Assessment of silent and symptomatic ischemia in daily activity by an ambulatory ventricular function monitor. *Jpn Circ J* **53**: 1458-1465, 1989

Summary

Reliability of the Exercise ECG in Detecting Silent Ischemia in Patients with Prior Myocardial Infarction

Takashi YAMAGISHI*, Yasuo MATSUDA*, Akira SATOH*, Takashi ICHIOKA*,
Yuhji FURUTANI*, Masahiko HARAGUCHI*, Masaharu OZAKI*,
Reizo KUSUKAWA*, Junya MAEDA**, Masami NAKATSUKA**,
Takatou KOHNO** and Kensei YOSHINAGA**

**The Second Department of Internal Medicine, Yamaguchi University School of Medicine, Ube, Yamaguchi*

***The Department of Internal Medicine, Tokuyama Central Hospital, Tokuyama, Yamaguchi*

To assess the reliability of the exercise ECG in detecting silent ischemia, ECG results were compared with those of stress-redistribution thallium-201 single-photon emission computed tomography (SPECT) in 116 patients with prior myocardial infarction and in 20 normal subjects used as a control. The LV was divided into 20 segmental images, which were scored blindly on a 5-point scale. The redistribution score was defined as thallium defect score of exercise subtracted by that of redistribution image and was used as a measure of amount of ischemic but viable myocardium. The upper limit of normal redistribution score ($=4.32$) was defined as mean+2 standard deviations derived from 20 normal subjects. Of 116 patients, 47 had the redistribution score above the normal range. Twenty-five (53%) of the 47 patients showed positive ECG response. Fourteen (20%) of the 69 patients, who had the normal redistribution score, showed positive ECG response. Thus, the ECG response had a sensitivity of 53% and a specificity of 80% in detecting transient ischemia.

Furthermore, the 116 patients were subdivided into 4 groups according to the presence or absence of chest pain and ECG change during exercise. Fourteen patients showed both chest pain and ECG change and all these patients had the redistribution score above the normal range. Twenty-five patients showed ECG change without chest pain and 11 (44%) of the 25 patients had the abnormal redistribution. Three (43%) of 7 patients who showed chest pain without ECG change had the abnormal redistribution score. Of 70 patients who had neither chest pain nor ECG change, 19 (27%) had the redistribution score above the normal range. Thus, limitations exist in detecting silent ischemia by ECG in patients with a prior myocardial infarction, because the ECG response to the exercise test may have a low degree of sensitivity and a high degree of false positive and false negative results in detecting silent ischemia.

Key words: Silent myocardial ischemia, prior myocardial infarction and thallium scintigraphy.