

《原 著》

トレッドミル運動負荷断層タリウム心筋シンチグラフィ (^{201}Ti -SPECT)による6年間の心疾患長期予後の検討

林 克己* 大鈴 文孝* 小須田 茂** 中村 治雄*

要旨 1986年にトレッドミル運動負荷断層心筋シンチグラフィ(SPECT)を実施した117名に対し、1993年まで追跡調査を実施し、年齢、性別、冠危険因子、運動耐容能、運動負荷直後SPECT像での取り込みの低下スコア(E), 4時間後SPECT像での取り込みの低下スコア(L), 再分布のスコア(R)を検討した。追跡項目は心事故の有無を検討し、追跡可能な95名中心事故は27名(心臓死3名、心筋梗塞1名、経皮的冠血管拡張術16名、冠動脈バイパス術5名、心不全3名)であった。心事故群と非心事故群では心筋梗塞の既往(67% vs. 18%; $p < 0.01$)、運動耐容能(Mets)(6.8 ± 2.8 vs. 8.1 ± 2.6 ; $p < 0.05$)、E(12.1 ± 7.3 vs. 6.8 ± 6.7 ; $p < 0.01$)、L(10.3 ± 6.4 vs. 5.8 ± 6.4 ; $p < 0.01$)に有意差があり、R(1.1 ± 3.0 vs. 1.8 ± 3.4)には有意差はなかった。心事故に関し梗塞の既往および運動直後像および4時間後SPECT像での取り込みの低下スコアが予後を規定する因子であった。

(核医学 34: 443-451, 1997)

I. はじめに

冠動脈疾患の予後を推定することは患者にとっても医師にとっても臨床上重要な情報である。今までに運動負荷心電図による推定^{1~4)}、心プールによる推定^{5~11)}、タリウムやテクネシウム標識血流製剤による心筋シンチグラムによる推定^{12~26)}、などがある。しかし、予後の推定に関してはSPECTによる心筋シンチグラムがすぐれているとの報告が多い^{12,19~21)}。一方、日本人は欧米諸国と比較して冠動脈疾患による死亡率が低く、また虚血性心疾患を持った患者での死亡率も欧米と比較して少ないとされている。予後に対する報告は

欧米にてなされたものが多く日本人を対象にした報告は少なく^{26~33)}、心筋シンチグラムを用い長期予後をみた報告はない。今回われわれは防衛医科大学校病院にて虚血性心疾患を疑われてトレッドミル運動負荷断層タリウム心筋シンチグラフィ(^{201}Ti -SPECT)を実施した患者で約6年の長期予後を検討したので報告する。

II. 対象および方法

1) 対 象

対象は、昭和61年(1986年)4月から12月の間に防衛医科大学校病院で虚血性心疾患を疑われ、外来でトレッドミル運動負荷 ^{201}Ti -SPECTを実施した連続117名中6年以上(1993年まで)追跡可能であった95名を対象とした。平均年齢は 56.0 ± 9.5 歳、男性71名女性24名、心筋梗塞の既往があり、運動時の虚血の有無や残存心筋の評価のため実施した者30名、運動負荷試験等で心筋虚血が疑われ実施したものが65名であった。

* 防衛医科大学校第一内科

** 同 放射線科

受付: 9年3月24日

最終稿受付: 9年6月16日

別刷請求先: 土浦市下高津2-7-14 (〒300)

国立霞ヶ浦病院循環器科

林 克己

2) 方 法

外来にてその後通院している対象者についてはカルテにて、通院していない対象者については電話にてアンケートを実施した。検査項目として、検査時の年齢、性別、冠危険因子(高血圧、糖尿病、高脂血症、喫煙)、運動負荷時の運動耐容能(Mets数)、²⁰¹Tl-SPECT所見および、追跡検討項目として、心事故の有無を検討した。収縮期血圧140 mmHg以上または拡張期90 mmHg以上を高血圧、随時血糖値200 mg/dl以上または75 g糖負荷試験での2時間後血糖値200 mg/dl以上を糖尿病、血清総コレステロール220 mg/dl以上または血清中性脂肪150 mg/dl以上を高脂血症とした。心臓性死亡(致死的な心筋梗塞および突然死)、非致死的心筋梗塞、不安定狭心症、経皮的冠血管拡張術、冠動脈バイパス術、心不全を心事故とした。

3) ²⁰¹Tl-SPECT像の評価法

トレッドミル運動負荷²⁰¹Tl-SPECTは運動負荷法として、Bruce法にて3分ごとに負荷を漸増させる多段階負荷を用い、負荷中止30秒から1分前にタリウム111 MBqを静注した。負荷中止基準として胸痛、息切れ、下肢疲労感などの症状のほか、心電図上1 mm以上の虚血型ST低下や2 mm以上のupslopingなST低下も採用した。静注5分後および4時間後にSPECT像を撮像した。

装置はGE社製Maxi Camera 400ATを使用し、データの収集は左後斜位45度から右前斜位45度まで180度、一方向30秒、32方向より行った。画像構成にはRamp-Hanning フィルターを用い、cut-off値0.5にてフィルター補正逆投影法により画像を構成し、background処理、吸収補正是行わなかった。画像全体の視覚的評価および以下のようにスコアを設定し客観的評価を実施した。左室短軸断層像のうち心尖部、心室中央、心基部の3スライスをそれぞれ8分割し、24領域を設定し、それぞれのスライスで最大カウントよりその領域の平均カウントが、75%以上を0点、50から74%を1点、25%から49%を2点、24%から1%を3点、0%を4点とTl defect scoreを設定

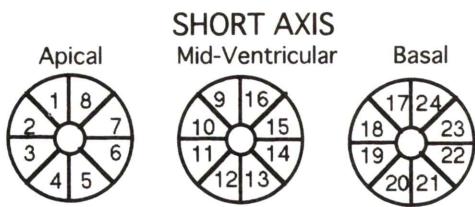


Fig. 1 Diagrammatic thallium-201 single-photon computed tomographic imagings demonstrating the 24 segments analyzed for the presence of perfusion defects, using the apical, midventricular and basal short-axis slice.

し、24領域での合計をΣTl defect scoreとした(Fig. 1)。なお、判定はコンピュータディスプレイ上でディスプレイ閾値(下限)を25%ずつ変化させて表示し、各領域内で最も相当する部分が領域として広くなるディスプレイ時の閾値からスコアを求めた。タリウム静注5分後像でのΣTl defect scoreをEarly ΣTl defect scoreとし、タリウム静注4時間後像のΣTl defect scoreをLate ΣTl defect scoreとした。また、Early ΣTl defect scoreよりLate ΣTl defect scoreを引いたものをReversible ΣTl defect scoreとして計算した。なお追跡可能であった95名中冠動脈造影を実施した患者が54名、その中で心筋梗塞の既往がなく、冠動脈造影で有意狭窄を有さなかった患者が19名であった。そのEarly ΣTl defect scoreは平均4.47、標準偏差2.48であり、Late ΣTl defect scoreは平均3.37、標準偏差2.39であったので平均+標準偏差の7と6をそれぞれ生存曲線を描く時の群分けに利用した。

4) 統計学的検討

数値は平均±標準偏差で表した。患者背景に関しては χ^2 検定を用い、その他の項目についてはStudent's t-testを用いて検定した。心事故の有無については、Kaplan-Meier法生存曲線を利用し、Cox-Mantel検定を用いて検定した。p<0.05で有意差ありと判定した。

III. 結 果

運動負荷²⁰¹Tl-SPECTを実施した117名中、追

跡可能であった95名のうち²⁰¹Tl-SPECTの評価で再分布、固定欠損を認めず正常と判定された者は60名であった。再分布、固定欠損とも認めた者は1名であった。再分布のみを認めた者は8名、固定欠損を認めた者は26名であった(Table 3)。追跡可能者中で、心事故のなかった者は68名であった。心事故のあった者は27名で、その内訳は心臓性死亡3名、非致死的心筋梗塞1名、不安

Table 1 Comparison of clinical characteristics in patients with and without a late cardiac event

	No-Cardiac event n=68	Cardiac event n=27	p Value
Men/Women	47/21	24/3	NS
Year	55.6±10.2	57.0±7.4	NS
Hypertension	27 (40%)	14 (52%)	NS
Diabetes mellitus	12 (18%)	10 (37%)	NS
Hyperlipidemia	30 (44%)	15 (56%)	NS
Smoking	13 (19%)	10 (37%)	NS
Previous MI	12 (18%)	18 (67%)	p<0.01

Table 2 Comparison of treadmill exercise test results in patients with and without a late cardiac event

	No-Cardiac event n=68	Cardiac event n=27	p Value
Ex work load (Mets)	8.1±2.6	6.8±2.8	p<0.05
ECG (positive/negative)	36/32	17/10	NS

定狭心症9名、経皮的冠血管拡張術16名、冠動脈バイパス術5名、心不全3名であった(重複を含む)。心事故の有無により群を分け、それぞれの群での性別、年齢、冠危険因子、心筋梗塞の既往の有無を比較した(Table 1)。性別、年齢、高血圧、糖尿病、高脂血症、喫煙者の頻度は両群間に有意差を認めなかつたが、心筋梗塞の既往は心事故群18例(67%)、非心事故群12例(18%)と心事故群において有意に多かつた(p<0.01)。それぞれの群での運動負荷時の運動耐容能および心電図変化の有無(Table 2)、²⁰¹Tl-SPECT像所見を比較した(Table 3)。運動耐容能は心事故群で6.8±2.8、非心事故群は8.1±2.6と心事故群で有意に低かつたが(p<0.05)、運動負荷時の心電図陽性所見では有意差はみられなかつた。また、運動負荷中に

Table 3 Comparison of thallium images results in patients with and without a late cardiac event

	No-Cardiac event n=68	Cardiac event n=27	p Value
Normal scan	55	5	
Abnormal scan	13	22	p<0.01
redistribution	3	6	
defect	10	17	
Early Σ Tl score	6.8±6.7	12.1±7.3	p<0.01
Late Σ Tl score	5.8±6.4	10.3±6.5	p<0.01
Reversible Σ Tl score	1.1±3.0	1.8±3.4	NS

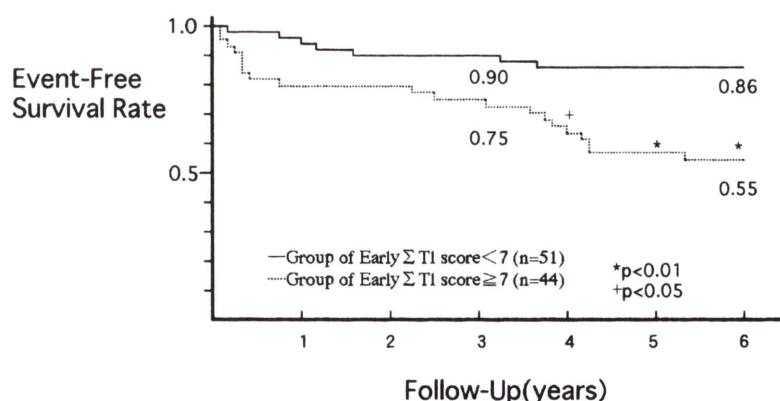


Fig. 2 Cumulative event-free survival curves as a early Σ Tl defect score equal or more than 7 vs. less than 7.

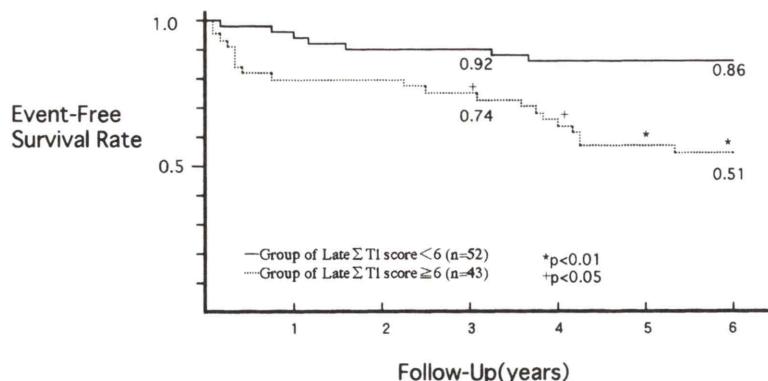


Fig. 3 Cumulative event-free survival curves as a late Σ Tl defect score equal or more than 6 vs. less than 6.

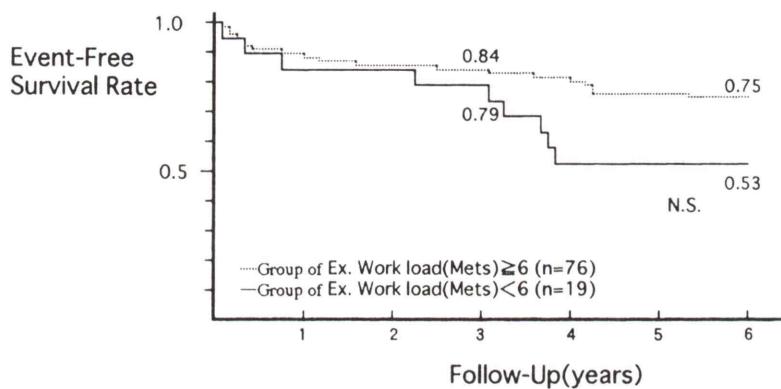


Fig. 4 Cumulative event-free survival curves as an exercise work load equal or more than 6 vs. less than 6.

胸痛のみられた患者はいなかった。Early Σ Tl defect score は心事故群で 12.1 ± 7.3 , 非心事故群は 6.8 ± 6.7 と心事故群で有意に大きくなっていた ($p < 0.01$)。Late Σ Tl defect score は心事故群で 10.3 ± 6.4 , 非心事故群は 5.8 ± 6.4 と心事故群で有意に大きかった ($p < 0.01$)。Reversible Σ Tl defect score は心事故群で 1.8 ± 3.4 , 非心事故群は 1.1 ± 3.0 と有意差はみられなかった。

Early Σ Tl defect score 7 以上群と 7 未満群での観察期間と心事故の発生率との関係では、Early Σ Tl defect score 7 以上群では観察期間 3 年以降に心事故の発生が多くなり、4 年後は Early Σ Tl defect score 7 以上群の Event free survival は 0.86,

Early Σ Tl defect score 7 未満群は 0.65 と有意差 ($p < 0.05$) がみられ、5 年後は Early Σ Tl defect score 7 以上群の Event free survival は 0.86, Early Σ Tl defect score 7 未満群は 0.57 と有意差 ($p < 0.01$) が大きくなかった (Fig. 2)。Late Σ Tl defect score 6 以上群と 6 未満群でも観察期間 3 年後では Late Σ Tl defect score 6 未満群の Event free survival は 0.92, Delay Σ Tl defect score 6 以上群は 0.74 と有意差 ($p < 0.05$) がみられ、5 年後では Late Σ Tl defect score 6 未満群の Event free survival は 0.86, Late Σ Tl defect score 6 以上群は 0.57 と有意差 ($p < 0.01$) が大きくなかった (Fig. 3)。一般的な生活活動可能なレベルである運動耐容能 6 Mets 以上群

と6Mets未満群での観察期間と心事故の発生率との関係では、6Mets未満群では観察期間とともに心事故の発生率が多くなるが、有意差はみられなかった(Fig. 4)。

心筋シンチグラム上正常と思われる症例(Early Σ Tl defect score 7未満およびLate Σ Tl defect score 6未満)の心事故は5例あり、心臓死1名(冠攣縮性狭心症による突然死)、非致死的心筋梗塞1名(観察14か月後、冠危険因子高血圧以外すべて有す者)、不安定狭心症2名(観察12か月後、冠危険因子すべて有す者および観察39か月、糖尿病、高脂血症を有す者)、心不全1名で、心筋梗塞や不安定狭心症は冠危険因子を複数持つ症例において、12か月以降に出現した。

IV. 考 察

1986年にトレッドミル負荷運動断層心筋シンチグラフィを実施した患者に対し6年間の予後を調査し、Early Σ Tl defect scoreおよびLate Σ Tl defect scoreが予後に関係していた。心筋SPECT異常群(Early Σ Tl defect score 7以上群ならびにLate Σ Tl defect score 6以上群)は経過とともに心事故が増加した。

1. $^{201}\text{Tl-SPECT}$ による予後判定について

^{201}Tl 心筋シンチグラフィは予後について多くの情報を有している。planarでは、肺へのTlの取り込みの増加が、肺動脈楔入圧の上昇や低左心機能と関連し、予後に対して重要であると報告されている^{17~19)}。しかし、planarと比較して、SPECTはより正確に血流異常を評価することが可能である^{34~37)}。そのためSPECTは虚血性心疾患の予後をより正確に反映すると思われる。最近の報告では^{20~22)}、運動負荷直後像での $^{201}\text{Tl-SPECT}$ の異常の領域が最大の予後規定因子とされている。われわれは $^{201}\text{Tl-SPECT}$ の評価として、スコア化して評価した。Bull's-eye像の欠損領域を計算する方法もあるが、心基部の面積が過剰に算出される問題点もあり、今回はスコアを用いた。スコア化が虚血領域の広がり(extent)だけでなく、その程度(severity)も評価でき有用であると報告されてい

る²³⁾。また、当院では正常ファイルは米国のものを使用しているため、そのまま使用するには体格等の問題があるため今回は使用しなかった。われわれの結果では心事故群においてEarly Σ Tl defect score、Late Σ Tl defect scoreと心筋梗塞の既往が有意に多かった。しかしReversible Σ Tl defect scoreは有意差がなかったことより、運動時の虚血より梗塞が心事故に関係していると考えられ、今までの運動負荷心筋シンチグラフィを用いた予後の報告^{12,14~16,19~23,25)}とは矛盾した。その理由として、今回われわれの調査の対象者が外来患者を対象にし、再分布も固定欠損を認めなかつた者が60例(63%)と比較的軽症者であるため運動時の虚血よりもむしろ左室機能障害程度を規定するLate Σ Tl defect scoreが予後因子となったと思われる。西山らの日本人の心筋梗塞後の1枝病変の予後は左室機能が予後因子であるとの報告³³⁾に一致する所見と考えられる。また再分布ありと判定された症例が10例と少なかったことも関係していると考えられる。

2. 日本人の虚血性心疾患の予後について

日本人は欧米諸国と比較して冠動脈疾患による死亡率が低い。また、予後に対する報告は欧米にてなされたものが多く、日本人を対象にした報告が少ない^{26~33)}。われわれの検討では、72か月の観察で心事故は27名(28%)であるが、major eventである心臓死は3名(3%)、非致死性心筋梗塞は1名(1%)であり、Marieらの報告での虚血性心疾患患者もしくは疑いの患者にたいして $^{201}\text{Tl-SPECT}$ を実施し、約70か月の観察でmajor eventが13%であった²²⁾ことと比較すると、日本人の予後は良好であった。われわれの検討で比較的軽い人も多く含んでいることもあるが、今回の検討でも日本人の虚血性心疾患の予後は良好であることを示している。

3. 冠危険因子と予後の関係

心事故にたいして冠危険因子の存在は重要である。今までに喫煙^{38~40,45)}、高血圧^{38,41,45)}、糖尿病^{38,45)}、血清コレステロールの上昇^{38,39,42~45)}、HDLコレステロールの低下^{38,42,44)}が、心事故に関

係すると報告されている。われわれの研究結果では、²⁰¹Tl-SPECT 像正常と考えられた症例よりの心事故の発生では冠攣縮による突然死、心不全を除くと、心筋シンチ検査後 12か月以降に複数の冠危険因子を有する患者に発生し、発生は 3名と少ないが、²⁰¹Tl-SPECT 像正常者の長期予後には冠危険因子が重要と考えられた。

4. 心事故についての検討

今回われわれは心事故として、心臓死、心筋梗塞、不安定狭心症、心不全、冠動脈バイパス術、経皮的冠血管拡張術とした。同様に定義した論文^{23,26,31,33)}もあるが、冠動脈バイパス術や経皮的冠血管拡張術を除外して定義されている論文²⁰⁾もある。当院では症状等がなければ冠動脈造影を実施しない。またインテーベンションに関しては、臨床症状や虚血の有無を参考にしているため、われわれの検討では心事故として冠動脈バイパス術と経皮的冠血管拡張術をいたれた。

V. 結 語

心事故に関し梗塞の既往およびその程度を示す Early および Late Σ Tl defect score が予後規定因子であった。また、²⁰¹Tl-SPECT 上正常と考えられた症例よりの心事故には冠攣縮の存在や 12か月以降の発症がみられたが、これらの症例は複数の冠危険因子を有しており、冠危険因子の関与が考えられる。

謝辞：稿を終えるにあたり、本研究のとりまとめに際しご協力をいただいた防衛医科大学校第一内科教室および放射線科教室の皆様に深甚なる謝意を表します。ならびにご協力いただきました新井眞二技師に心から感謝いたします。

文 献

- 1) Peduzzi P, Hultgren H, Thomsen J, Angell W: Veterans Administration Cooperative Study of medical versus surgical treatment for stable angina—progress report. Prognostic value of baseline exercise tests. *Prog Cardiovasc Dis* **28**: 285–289, 1986
- 2) Multiple Risk Factor Intervention Trial Research Group: Exercise electrocardiogram and coronary heart disease mortality in Multiple Risk Factor Interventional Trial. *Am J Cardiol* **55**: 16–24, 1985
- 3) McNeer JF, Margolis JR, Lee KL, Kisslo JA, Peter RH, Kong Y, et al: The role of the exercise test in the evaluation of patients for ischemic heart disease. *Circulation* **57**: 64–69, 1978
- 4) Ellestad MH: Stress Testing: Principle and Practice, ed. 3. FA Davis Co., Philadelphia, 1986, pp. 316–334
- 5) Port SC: The role of radionuclide ventriculography in the assessment of prognosis in patients with CAD. *J Nucl Med* **35**: 721–725, 1994
- 6) The multicenter Postinfarction Research Group: Risk stratification and survival after myocardial infarction. *N Eng J Med* **310**: 331–336, 1983
- 7) Pryor DB, Harrell FE, Lee KL, Rosati RA, Coleman RE, Cobb FR, et al: Prognostic indicators from radionuclide angiography in medically treated patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* **53**: 18–22, 1984
- 8) Bonow RQ, Kent KM, Rosing DR, Lan KKG, Lakatos E, Borer JS, et al: Exercise-induced ischemia in mildly symptomatic patients with coronary artery disease and preserved left ventricular function: identification of subgroups at risk of death during medical therapy. *N Eng J Med* **311**: 1339–1345, 1984
- 9) Lee KL, Pryor DB, Pieper KS, Harrell FE, Califff RM, Mark DB, et al: Prognostic value of radionuclide angiography in medically treated patients with coronary artery disease: a comparison with clinical and catheterization variables. *Circulation* **82**: 1705–1717, 1990
- 10) Amjad L, Raymond JG, Alan RZ, Michael BM, David JB: Prognostic Value of Exercise Radionuclide Angiography in a Population-Based Cohort of Patients with Known or Suspected Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol* **74**: 119–124, 1994
- 11) Hung J, Goris ML, Nash E, Kraemer HC, Debusk RF, Berger III WE, et al: Comparative value of maximal exercise testing, exercise myocardial perfusion scintigraphy and exercise radionuclide ventriculography for distinguishing high- and low-risk patients soon after myocardial infarction. *Am J Cardiol* **53**: 1221–1227, 1984
- 12) Brown KA, Boucher CA, Okada RD, Guiney TE, Newell JB, Strauss HW, et al: Prognostic value of exercise Tl-201 imaging inpatients presenting for evaluation of chest pain. *J Am Coll Cardiol* **1**: 994–1001, 1984
- 13) Staniloff HM, Forrester JS, Berman DS, Swan HJC: Prediction of death, myocardial infarction and worsening chest pain using thallium scintigraphy and exercise electrocardiography. *J Nucl Med* **27**: 1842–1848, 1986

- 14) Landenheim ML, Pollock BH, Rozanski A, Berman DS, Staniloff HM, Forrester JS, et al: Extent and severity of myocardial hypoperfusion as predictors of prognosis in patients with suspected coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* **7**: 464–471, 1986
- 15) Kaul S, Lilly DR, Gascho GA, Watson DD, Gibson RS, Oliner CA, et al: Prognostic utility of the exercise thallium-201 test in ambulatory patients with chest pain: Comparison with cardiac catheterization. *Circulation* **77**: 745–758, 1988
- 16) Iskandrian AS, Hakki AH, Kane-Marsch S: Prognostic implication of exercise thallium-201 scintigraphy in patients with suspected or known coronary artery disease. *Am Heart J* **110**: 135–143, 1985
- 17) Gill JB, Roddy TD, Newell JB, Finkelstein DM, Strauss HW, Boucher CA: Prognostic importance of thallium-201 uptake by the lungs during exercise in coronary artery disease. *N Engl J Med* **317**: 1485–1489, 1987
- 18) Kaul S, Finkelstein DM, Homma S, Leavitt M, Okada RD, Boucher CA: Superiority of quantitative exercise thallium-201 in determining long-term prognosis in ambulatory patients with chest pain: a comparison with cardiac catheterization. *J Am Coll Cardiol* **12**: 5–34, 1988
- 19) Pollock SG, Abbott RD, Boucher CA, Beller GA, Kaul S: Independent and incremental prognostic value of tests performed in hierarchical order to evaluate patients with suspected coronary artery disease. *Circulation* **85**: 237–248, 1992
- 20) Iskandrian ADS, Chse SC, Heo J, Stanberry CD, Wasserleben V, Cave V: Independent and incremental prognostic value of exercise single-photon emission computed tomographic (SPECT) thallium imaging in coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* **22**: 665–670, 1993
- 21) Machecourt J, Longere P, Fagret D, Vanzetto G, Wolf JE, Polidori C, et al: Prognostic value of thallium-201 single-photon emission computed tomographic myocardial perfusion imaging according to extent of myocardial defect: study in 1,926 patients with follow-up at 33 months. *J Am Coll Cardiol* **23**: 1096–1106, 1994
- 22) Marie PY, Danchin N, Durand JF, Feldmann L, Grentzinger A, Olivier P, et al: Long-Term Prediction of Major Ischemic Event by Exercise Thallium-201 Single-Photon Emission Computed Tomography: Incremental Prognostic Value Computed with Clinical, Exercise Testing, Catheterization and Radionuclide Angiographic Data. *J Am Coll Cardiol* **26**: 879–886, 1995
- 23) Palmas W, Bingham S, Diamond GA, Denton FTA, Kiat FH, Friedman FFJD, et al: Incremental Prognostic Value of Exercise Thallium-201 Myocardial Single-Photon Emission Computed Tomography Late After Coronary Artery Bypass Surgery. *J Am Coll Cardiol* **25**: 403–409, 1995
- 24) Henry G, Beaver R, Liwa T, Mark D, Miller DD: Prognostic Value of Dipyridamole Technetium-99m Sestamibi Myocardial Tomography in Patients with Stable Chest Pain Who Are Unstable to Exercise. *J Am Cardiol* **73**: 647–652, 1994
- 25) Berman DS, Hachamovitch FR, Kiat H, Cohen FI, Cabico JA, Wang FP, et al: Incremental Value of Prognostic Testing in Patients with Known or Suspected Ischemic Heart Disease: A Basis for Optimal Utilization of Exercise Technetium-99m Sestamibi Myocardial Perfusion Single-Photon Emission Computed Tomography. *J Am Coll Cardiol* **26**: 639–647, 1995
- 26) Chikamori T, Doi Y, Yamada M, Takata J, Yonezawa Y, Ozawa T: Prognostic value of dipyridamole thallium scintigraphy in patients with coronary artery disease treated medically. *Jpn Circ J* **57**: 851–861, 1993
- 27) Saito M, Fukami K, Hiramori K, Hare K, Sumiyoshi T, Kasagi H, et al: Long-term prognosis of patients with acute myocardial infarction; is mortality and morbidity as low as the incidence of ischemic heart disease in Japan? *Am Heart J* **113**: 891–897, 1987
- 28) 内田 博: 冠状動脈硬化症 602 例の内科治療と外科治療の長期予後. *順天堂医学会誌* **32**: 140–149, 1986
- 29) 茅野真男, 吉野秀朗, 谷 正人, 薄葉文彦, 原芳邦, 高橋哲夫, 他: 冠動脈造影よりみた虚血性心疾患の内科治療予後. *日内会誌* **76**: 1033–1038, 1987
- 30) Hosoda S, Iino T, Yasuda H, Takishima T, Ito Y, Kimata S, et al: Long-term follow-up of medically treated patients with coronary artery disease. I; incidence of major cardiac events and its risk factors in Japanese with coronary artery disease. *Jpn Circ J* **54**: 231–240, 1990
- 31) Nishiyama S, Kato K, Nakanishi S, Seki A, Yamaguchi H: Long-term prognosis in 990 medically treated Japanese patients with coronary artery disease. *Jpn Heart J* **34**: 539–550, 1993
- 32) Tamaki N, Kawamoto M, Takahashi N, Yonekura Y, Magata Y, Nohara R, et al: Prognostic Value of an Increase in Fluorine-18 Deoxyglucose Uptake in Patients with Myocardial Infarction: Comparison with Stress Thallium Imaging. *J Am Coll Cardiol* **22**: 1621–1627, 1993
- 33) Nishiyama S, Imamura H, Iwase T, Nishi Y, Ishiwata S, Komiya N, et al: Long-term Outcome in Single-

- vessel Coronary Artery Disease in Japanese Patients. *Jpn Heart J* **37**: 165–175, 1996
- 34) Gill JB, Moore RH, Miller DD: Cardiac single photon emission computerized tomography: the critical period. *Int J Card Imag* **1**: 127–130, 1985
- 35) Tamaki N, Yonekura Y, Mukai T, Fujita T, Nohara R, Kadota K, et al: Segmental analysis of stress thallium myocardial emission tomography for localization of coronary artery disease. *Eur J Nucl Med* **9**: 99–104, 1984
- 36) Nohara R, Kambara H, Suzuki Y, Tamaki S, Kadota K, Kawai C, et al: Stress scintigraphy using single-photon emission computed tomography in evaluation of coronary artery disease. *Am J Cardiol* **53**: 1250–1254, 1984
- 37) Go RT, Cook SA, MacIntre WJ: Comparative accuracy of stress and redistribution thallium-201 cardiac single emission transaxial tomography and imaging in the diagnosis of myocardial ischemia. *J Nucl Med* **23**: 25–30, 1982
- 38) Aronow WS, Herzig AH, Eittenne F, D'Alba P, Ronquillo J: 41-month follow-up of risk factors correlated with new coronary events in 708 elderly patients. *J Am Geriatr Soc* **37**: 501–506, 1989
- 39) Siegel D, Kuller L, Lazarus NB, Black D, Feigal D, Hughes G, et al: Predictors of cardiovascular events and mortality in the Systolic Hypertension in the Elderly Program pilot project. *Am J Epidemiol* **126**: 385–399, 1987
- 40) LaCroix AZ, Lang J, Scherr P, Wallace RB, Cornoni-Huntley J, Berkman L, et al: Smoking and mortality among older men and women in three communities. *N Engl J Med* **324**: 1619–1625, 1991
- 41) Applegate WB: Hypertension in elderly patients. *Ann Intern Med* **110**: 901–915, 1989
- 42) Castelli WP, Wilson PWF, Levy D, Anderson K: Cardiovascular disease in the elderly. *Am J Cardiol* **63**: 12H–19H, 1989
- 43) Wong ND, Wilson PWF, Kannel WB: Serum cholesterol as a prognostic factor after myocardial infarction: the Framingham study. *Ann Intern Med* **115**: 687–693, 1991
- 44) Aronow WS, Ahn C: Correlation of serum lipids with the presence or absence of coronary artery disease in 1,793 men and women aged ≥ 62 years. *Am J Cardiol* **73**: 702–703, 1994
- 45) Aronow WS, Ahn C: Risk Factors for New Coronary Events in a Large Cohort of Very Elderly Patients with and without Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol* **77**: 864–866, 1996

Summary

Prediction of 6-year Prognosis for Cardiac Event by Thallium-201 Single-Photon Emission Computed Tomography (SPECT) with Treadmill Exercise Test

Katsumi HAYASHI*, Fumitaka OHSUZU*, Shigeru KOSUDA**
and Haruo NAKAMURA*

**Department of Medicine I, National Defense Medical College*

***Department of Radiology, National Defense Medical College*

To examine thallium-201 single-photon emission computed tomography (SPECT) with a treadmill exercise test can predict the long-term prognosis of patients with coronary artery disease, 95 patients (71 men, 24 women) who underwent a treadmill exercise test with thallium-201 SPECT from April to December 1986 were followed for 6 years. Three short-axis slices at the apical, mid- and basal-level were selected, and each slice was divided into eight segments. Each segment count was assigned a score according to the count range in the slice (score 0, count range 76–100%; 1, 51–75%; 2, 26–50%; 3, 1–25%; 4, 0%) by evaluating the mean value of the slice. The total Tl defect score of each segment in 3 slices was summed (Σ Tl defect score). The ‘early Σ Tl defect score’ was the Σ Tl defect score 5 min after treadmill exercise,

and the ‘late Σ Tl defect score’ was Σ Tl defect score measured 4 h after treadmill exercise. Cardiac events occurred in 27 of the 95 patients: cardiac death 3; myocardial infarction 1; percutaneous transluminal angioplasty 16; coronary artery bypass graft 5; congestive heart failure 3. Univariate analysis showed that previous myocardial infarction ($p < 0.01$), exercise work load ($p < 0.05$), early Σ Tl defect score ($p < 0.01$) and late Σ Tl defect score ($p < 0.01$) were independent predictors of the prognosis. These results suggest that thallium-201 SPECT with the treadmill exercise test could be applicable and useful to predict long term prognosis.

Key words: Prognosis, Treadmill exercise, ^{201}Tl single photon emission computed tomography.