

《短 報》

運動負荷 ^{201}Tl 心筋シンチグラムにおける再静注法： 3 時間後再分布像による心筋 viability の評価

伊藤 一貴* 杉原 洋樹** 寺田 幸治* 谷口 洋子*
大槻 克一* 馬本 郁男* 中川 達哉* 宮崎 浩志*
東 秋弘* 河野 義雄* 前田 知穂** 中川 雅夫*

要旨 虚血性心疾患 32 例に、運動負荷／再静注 ^{201}Tl 心筋シンチグラムに加え、再静注 3 時間後像を撮像し、再静注 3 時間後像が心筋 viability の評価に寄与するか否かを検討した。方法は、運動負荷 ^{201}Tl 心筋 SPECT を施行し、運動負荷初期像 (EX) を得、その 3 時間後に ^{201}Tl を再静注し、再静注直後像 (Re1) を得た。さらに、再静注 3 時間後に再静注遅延像 (Re2) を撮像した。再構成したそれぞれの SPECT 画像を 13 領域に分割し、領域ごとに灌流低下の程度を視覚的に 4 段階にスコア化し、Re1 と Re2 で比較検討した。結果は、① Ex で灌流低下が認められた 202 領域中 27 領域 (13.4%) で、Re1 に比し Re2 でスコアが改善した。② Re1 で心筋 viability なしと判定した 50 領域中 18 領域 (36%) で、Re2 でスコアの改善を認め、心筋 viability ありと診断し得た。以上より、再静注法 3 時間後像は、再静注像の心筋 viability の過小評価を補う有用な方法であることが示唆された。

(核医学 31: 265-269, 1994)

I. はじめに

虚血性心疾患の心筋 viability の評価は、冠血行再建術の適応や予後の判定にきわめて重要であり、 ^{201}Tl 心筋シンチグラムはその評価の一翼を担っている。しかし、運動負荷 ^{201}Tl 心筋シンチグラムの遅延像は心筋 viability を過小評価することが指摘され、それを補う方法として 24 時間後撮像¹⁾、他日安静時撮像²⁾ や再静注法^{3,4)} などが提唱されている。なかでも、運動負荷／再静注法は心筋 viability の評価法としてほぼ確立された方法と考えられるが^{3,4)}、なおも心筋 viability を過小

評価することがあると報告されている⁵⁻⁷⁾。運動負荷／再静注法における再静注直後像は、再分布像に安静時像を加えた像と考えられ、心筋 viability の面からは安静時像に及ばないとの報告がある。また安静時 ^{201}Tl 投与の遅延像で再分布する症例が存在する。これらを背景とし、運動負荷／再静注法の再静注直後像に加え、再静注 3 時間後像を撮像し、再静注 3 時間後像が心筋 viability の評価に寄与するか否かを検討した。

II. 対 象

冠動脈造影を施行した虚血性心疾患の 32 例 (男性 19 例、女性 13 例、平均年齢 57 ± 12 歳) を対象とした。内訳は、狭心症 6 例および陈旧性心筋梗塞症 26 例である。

III. 方 法

運動負荷 ^{201}Tl 心筋 SPECT は、自転車エルゴメータを用い、25 W より開始し 3 分ごとに 25 W

* 京都府立医科大学第二内科

** 同 放射線科

受付：5 年 9 月 10 日

最終稿受付：5 年 12 月 7 日

別刷請求先：京都市上京区河原町通り広小路上る
梶井町 465 (☎ 602)

京都府立医科大学第二内科

伊藤 一 貴

ずつ増加させる多段階漸増負荷にて施行した。胸痛、心電図上の虚血性 ST 低下、目標心拍数、下肢疲労などを終了点とし、²⁰¹Tl を約 111 MBq 静注し、さらに 1 分間運動を継続させた。²⁰¹Tl の静注 5 分後に運動負荷初期像 (EX) を撮像した。その 3 時間後に、通常の遅延像は撮像せずに、²⁰¹Tl を 37 MBq 再静注し、15 分後に再静注直後像 (Re1) を撮像した。そして、再静注 3 時間後に再静注 3 時間後像 (Re2) を撮像した (Fig. 1-a)。なお、Re1 の撮像までは絶食としたが、その後 Re2 の撮像までに食事を摂取させた。SPECT 撮像は東芝社製デジタルガンマカメラ 901A を用い、左後斜位 45 度から右前斜位 45 度まで 1 方向 40 秒、6 度ごと、30 方向のデータ採取で施行し、on-line

で接続した核医学データ処理装置東芝製 GMS 550U に入力した。再構成に際しては、オリジナル画像を 5 点スムージングし、フィルターは Shepp & Logan を用い、垂直長軸・水平長軸・短軸の 3 断層像を作成した。なお、吸収補正は行わなかった。再構成した EX, Re1, Re2 の SPECT 短軸像の基部と中部をそれぞれ 6 等分し、さらに垂直長軸像の心尖部を加えた計 13 領域に左室を分割した。そして、各領域ごとに心筋灌流低下の程度を視覚的に、3:正常, 2:軽度低下, 1:中等度低下, 0:高度低下の 4 段階にスコア化し、(Fig. 1-b), Re1 と Re2 とで対比した。なお ²⁰¹Tl 心筋シンチグラムにおけるスコアが “3” or “2” を心筋 viability あり, スコアが “1” or “0” を心筋 viability なしと便宜上定義した。

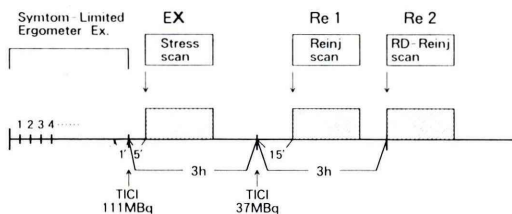


Fig. 1-a Study protocol of ²⁰¹Tl myocardial SPECT.

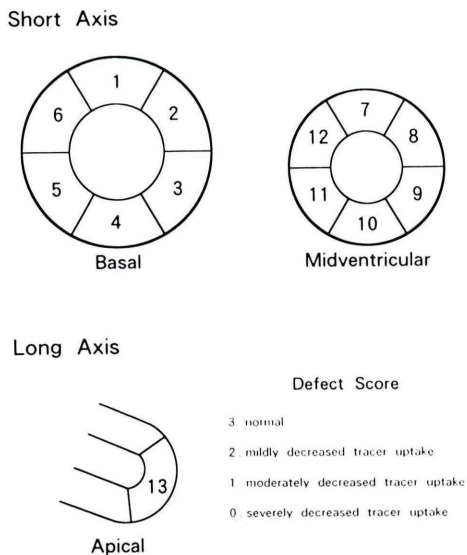
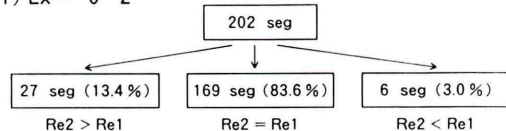


Fig. 1-b Diagram of 13 left ventricular segments for assessing the myocardial uptake of thallium.

IV. 結果

1) EX でスコアが “0~2” であった 202 領域中 27 領域 (13.4%) で Re1 に比し Re2 でスコアが改善し、6 領域 (3.0%) で悪化し、169 領域 (83.9%) は同じであった。2) Re1 でスコアが “0” or “1” で

1) Ex = “0~2”



2)

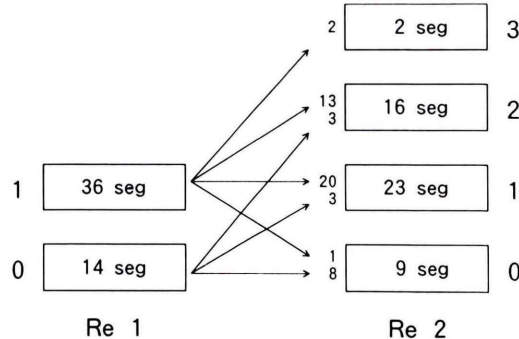


Fig. 2 Comparison of thallium uptake score in re-injection imaging (Re1) and in redistribution of re-injection imaging (Re2).

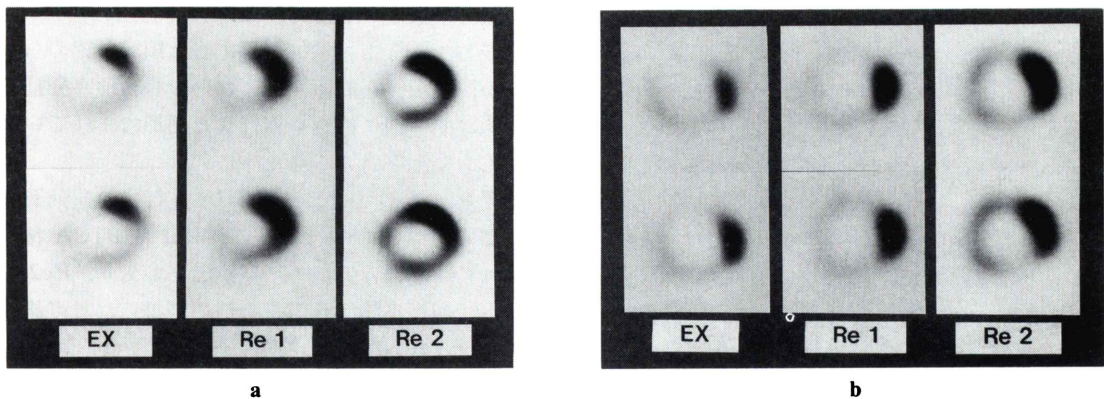


Fig. 3-a (Case 1), b (Case 2)

Stress, reinjection (Re1) and redistribution of reinjection (Re2) SPECTs of mid slice (the upper side) and basic slice (the down side) of short axis images, perfusion defects are still noted in Re1 but remarkably narrowed in Re2.

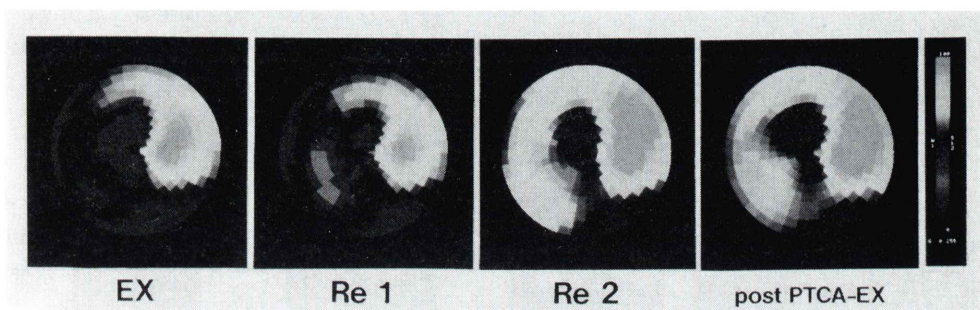


Fig. 3-c Stress (EX), reinjection (Re1), redistribution (Re2) and stress after PTCA (post PTCA-EX) bull's eye display in case 2. The thallium perfusion defect of Re2 seems to be as large as that of post PTCA-EX.

心筋 viability なしと判断した 50 領域中 21 領域 (42%) で Re2 でスコアが改善した。すなわち、Re1 のスコアが“1”であった 36 領域中 15 領域 (41.7%) で、Re2 のスコアは“2” or “3”に改善した。さらに、Re1 でスコアが“0”であった 14 領域中 3 領域 (21.4%) で、Re2 ではスコアは“2”と著明に改善した (Fig. 2)。

V. 症例呈示

症例 1 72 歳，女性．陳旧性心筋梗塞症例．冠動脈造影 (AHA 分類) では，左冠動脈の #7 に 99%，#8 に 90%，右冠動脈の #1 に 99% の狭窄を認めた．左室造影では，#2～#4，#6 に hypokinesis を

認めた． ^{201}Tl 心筋シンチグラフィの EX では，中隔から下壁に高度心筋灌流低下を認めた．Re1 では下壁に軽度の再分布は認めたが，中隔では再分布は認められなかった．しかし Re2 では，下壁，中隔の再分布が明瞭になった (Fig. 3-a)。

症例 2 68 歳，男性．陳旧性心筋梗塞症例．冠動脈造影では，左冠動脈の #7 に 99%，#10 に 99%，右冠動脈の #2 に 99% の狭窄を認めた．左室造影では，#2，#3，#6 が hypokinesis，#4 が akinesis であった． ^{201}Tl 心筋シンチグラフィの EX では前壁，中隔，下壁に高度心筋灌流低下を認め，Re1 で同部位の再分布は認められなかった (Fig. 3-b)．しかし，Re2 では前壁，中隔，下壁に再分布が明

瞭に認められた。本例の Re2 は、PTCA 施行後の負荷時像と近似の所見を呈した (Fig. 3-c)。

VI. 考 案

従来の運動負荷 ^{201}Tl 心筋シンチグラムにおける心筋 viability の過小評価⁸⁾を補う方法として、24 時間後像の撮像¹⁾や他日安静時撮像²⁾、および運動負荷/再静注法^{3,4)}などが検討され、それぞれの方法の有用性や問題点が報告されている。24 時間後像では画質の劣化が問題となり⁹⁾、安静時 ^{201}Tl 心筋シンチグラムでは、再度検査が必要なために、経済的負担や被曝量などが問題となる。これに対し、再静注法は心筋 viability の評価に関し安静時像にほぼ匹敵するとされ、汎用されている^{3,4,10)}。しかし、再静注法で再分布が認められなかった領域でも 25% に FDG が集積し⁷⁾、30% で血行再建術後に壁運動が改善したと報告され⁵⁾、再静注法を用いてもなお心筋 viability を過小評価する例のあることが示されている。すなわち、完全閉塞や亜完全閉塞などの高度狭窄を有する症例や重篤な心筋虚血障害に暴露された症例では、安静時や運動負荷 3 時間後においても高度な心筋虚血が持続していると思われ、このような領域では、再静注法を用いてもタリウムが虚血領域に十分に取り込まれず、回復可能な心筋の viability を捉えられない可能性が考えられている⁵⁾。今回われわれの検討では、EX で灌流低下を認めた領域の 13.4% で Re1 に比し Re2 でスコアが改善し、Re1 で心筋 viability なしと判断された領域の 38% で、スコアが改善し心筋 viability ありと診断し得た。すなわち、Re1 に比し Re2 で再分布が明瞭になる領域が存在し、特に Re1 で心筋 viability なしと診断された領域でも Re2 で再分布が明瞭となり、心筋 viability ありと診断し得た領域が認められた。Re2 でスコアの改善を認めた領域は高度の壁運動異常を呈し、当該冠動脈の狭窄度も高度である傾向を示した。このような結果が得られた機序として、本法では再静注による血中濃度を上昇させる安静時像の要素に加え、再静注から 3 時間後に再分布像を撮像することによる再分布の要素を加え

たことが大きいと思われた。

一方、Re2 でスコアが悪化した領域が認められたが、陳旧性心筋梗塞例において心筋梗塞発症後の比較的早期に検査を施行した例が含まれていたことも要因と考えられた¹¹⁾。

また、数例で Re2 と PTCA 施行後の運動負荷初期像とを比較検討したが、Re2 は PTCA 後の運動負荷時像と近似の所見を呈しており、Re2 により詳細な心筋 viability の情報が得られる可能性が示唆された。

今回は、 ^{201}Tl 心筋シンチグラムの再分布所見のみに注目して検討したが、心筋 viability の有無の判定には、虚血領域の壁運動異常の程度と血行再建術後の改善度とを対比検討する必要がある、今後の課題と思われた。また、本法は検査が 1 日で終了するが約 6 時間を要することより、さらに臨床的有用性を向上させるために再静注する適切な時期などの検討も必要と考えられた。

VII. 結 語

運動負荷/再静注 ^{201}Tl 心筋シンチグラムの再静注 3 時間後像は、再静注像の心筋 viability の過小評価を補う有用な方法であることが示唆された。

文 献

- 1) Gutman J, Berman DS, Freeman M, Rozanski A, Maddahi J, Waxman A, et al: Time to completed redistribution of thallium-201 in exercise myocardial scintigraphy: Relationship to the degree of coronary artery stenosis. *Am Heart J* **106**: 989-995, 1983
- 2) Berger BC, Watson DD, Burwell LR, Crosby IK, Wellons HA, Teates CD, et al: 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
- 3) Dilsizian V, Rocco TP, Freeman NMT, Leon WB, Bonow RO: Enhanced detection of ischemic but viable myocardium by the reinjection of thallium after stress-redistribution imaging. *New Engl J Med* **323**: 141-146, 1990
- 4) Tamaki N, Ohtani H, Yonekura Y, Nohara R, Kambara H, Kawai C, et al: Significance of fill-in after thallium-201 reinjection following delayed imaging: Comparison with regional wall motion an

- angiographic findings. *J Nucl Med* **31**: 1617-1623, 1990
- 5) 松尾仁司, 渡辺佐知郎, 加納素夫, 松野由起男, 森省一郎, 西田佳雄, 他: 陳旧性心筋梗塞巣 viability 評価における運動負荷再静注 ²⁰¹Tl SPECT の有用性と限界. *核医学* **29**: 475-484, 1992
 - 6) Ohtani H, Tamaki N, Yonekura Y, Mohiuddin IH, Hirata K, Ban T, et al: Value of thallium-201 reinjection after delayed SPECT imaging for predicting reversible ischemia after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* **66**: 394-399, 1990
 - 7) Tamaki N, Ohtani M, Yamashita K, Magata Y, Yonekura Y, Nohara R, et al: Metabolic activity in the areas of new fill-in after thallium-201 reinjection: Comparison with positron emission tomography using Fluorine-18-Deoxyglucose. *J Nucl Med* **32**: 673-678, 1991
 - 8) Liu P, Kiess MC, Okada RD, Block PC, Strauss HA, Pohost GM, 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
 - 9) 大谷 弘, 玉木長良, 米倉義晴, 野原隆司, 河合忠一, 小西淳二, 他: 運動負荷 ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィにおける安静時少量追加投与の試み(第一報)——24 時間像および局所壁運動との対比検討——. *核医学* **27**: 9-15, 1990
 - 10) Bonow RO, Dilsizian V, Cuocolo A, Bacharach SL: Identification of viable myocardium in patients with chronic coronary disease and left ventricular dysfunction. *Circulation* **83**: 26-37, 1991
 - 11) 馬本郁男, 杉原洋樹, 東 秋弘, 河野義雄, 勝目紘, 中川雅夫, 他: 急性心筋梗塞発症 1 か月後の安静時タリウム心筋 SPECT 像における梗塞部位逆再分布現象の臨床的意義. *核医学* **28**: 749-757, 1991

Summary

Detection of Myocardial Viability by Delayed Imaging after ²⁰¹Tl Reinjection

Kazuki ITO*, Hiroki SUGIHARA**, Kouji TERADA*, Yoko TANIGUCHI*,
Katsuichi OTSUKI*, Ikuo UMAMOTO*, Tatsuya NAKAGAWA*,
Hiroshi MIYAZAKI*, Akihiro AZUMA*, Yoshio KOHNO*,
Tomoho MAEDA** and Masao NAKAGAWA*

*Second Department of Medicine, **Department of Radiology,
Kyoto Prefectural University of Medicine

Recent studies have demonstrated that some underestimation of myocardial viability remained to be not resolved even using reinjection method. So we devised a new technique of reinjection and reimagining, and using this we studied the detectability of myocardial viability in 32 patients of CAD. Exercise imaging (EX) was acquired after initial injection of thallium (111 MBq). Three hours after EX, the second dose thallium (37 MBq) was reinjected, and then the first reinjection image (Re1) was performed. Furthermore, the second reinjection image (Re2) was obtained at 3 hours after the second dose reinjection. SPECT images

were divided in basal, mid and apical parts, and totally 13 segments were analyzed by visual scoring (0: severe, 1: moderate, 2: mild hypoperfusion and 3: normal). Twenty-seven (13.4%) of 202 segments of low score (0 to 2) shown in EX were improved in Re2, compared with Re1. Twenty-one (42.0%) of 50 segments of score 0 or 1 shown in Re1 were improved in Re2. These results showed that our devised new method of reimagining 3 hours after the second dose injection was useful to improve in detectability of myocardial viability.

Key words: Reinjection, Stress ²⁰¹Tl myocardial scintigraphy, Myocardial viability.