

川崎病冠動脈狭窄性病変における Technetium-99m Tetrofosmin 心筋血 流イメージングの至適撮像方法に関 する検討

Optimum Protocol of Technetium-99m Tetrofosmin Myocardial Perfusion Im- aging for the Detection of Coronary Stenosis Lesions in Kawasaki Disease

唐澤 賢祐
鮎 沢 衛
能登 信孝
住友 直方
岡田 知雄
原田 研介

Kensuke KARASAWA, MD
Mamoru AYUSAWA, MD
Nobutaka NOTO, MD
Naokata SUMITOMO, MD
Tomoo OKADA, MD
Kensuke HARADA, MD, FJCC

Abstract

The clinical usefulness of a new myocardial perfusion imaging agent, technetium-99m tetrofosmin, was assessed in 58 patients for a total of 76 times (mean age 9.7 years, 1-15 years) including 20 with and 26 without significant coronary stenotic lesions in Kawasaki disease.

Pharmacological (dobutamine or adenosine triphosphate disodium) or exercise stress technetium-99m tetrofosmin single photon emission computed tomography was performed under stress and at rest on the same day. The sensitivity for detection of stress-induced perfusion defects by this method was 90% (18/20) and the specificity was 85% (22/26). The dose was 9.3 ± 2.5 MBq/kg under stress and 18.7 ± 5.6 MBq/kg at rest. No significant correlation was recognized between the dose and the image quality. Adequate image quality was provided by projection time 20-40 sec per frame. Increased liver accumulation was seen in 24% (18/76), especially in younger and pharmacological stress cases. The acquisition starting time after tetrofosmin injection was 58.4 ± 18.7 min in the negative increased liver accumulation group and 43.7 ± 18.3 min in the positive group ($p < 0.01$).

We recommend that the following protocol is used for pediatric imaging. 1) The standard tetrofosmin dose is roughly 10 MBq/kg (upper limit 370 MBq) at stress and the double dose for the rest imaging. 2) SPECT projection time of 20-40 sec per frame. 3) In practice, the patient should be fasting prior to stress injection, and the imaging should be done 1 hour after eating. The rest injection should be done immediately thereafter, and the rest image should be obtained 1 hour later.

J Cardiol 1997; 30 (6): 331-339

Key Words

Kawasaki disease, Coronary artery disease, Radionuclide imaging, Radioisotopes (technetium-99m tetrofosmin)

はじめに

川崎病による冠動脈瘤の特徴として、急性期に認められる巨大冠動脈瘤は、血栓性閉塞および再疎通、側副循環の発達という経過をたどることが多い¹⁾。また、長期的には冠動脈瘤の消退後、内膜肥厚による狭窄性

病変に進行する場合もある²⁾。これらの経過で心筋虚血は無症候性であることが多く、負荷心筋 single photon emission computed tomography (SPECT) は経過観察の上で重要な診断法であり、従来、thallium (TI) による dipyridamole³⁾ または運動負荷心筋 SPECT が行われてきた。小児の心筋 SPECT の問題点として、負荷方法、

日本大学医学部 小児科：〒173 東京都板橋区大谷口上町 30-1

Department of Pediatrics, Nihon University School of Medicine, Tokyo

Address for reprints: KARASAWA K, MD, Department of Pediatrics, Nihon University School of Medicine, Ohayaguchi Kamimachi 30-1, Itabashi-ku, Tokyo 173

Manuscript received June 9, 1997; revised September 19, 1997; accepted October 14, 1997

Selected abbreviations and acronyms

^{99m}Tc-tetrofosmin = technetium-99m tetrofosmin
²⁰¹Tl = thallium-201
 ATP = adenosine triphosphate

食事や時間的制約、撮像時の体動、被曝および体格の小さい対象における画質の劣化などがあり、technetium (Tc) 標識の心筋血流製剤は、これらの問題点の一部を改善させると期待される。Tetrofosmin は、ガンマカメラに適した Tc 標識の心筋血流製剤の一つである⁴⁾。^{99m}Tc-tetrofosmin は常温で調整が可能であり、Tl に比較して被曝が少なく、良好な画質が得られ、初回循環時法による心機能解析も併用出来るため、その有用性が指摘されている⁵⁻⁷⁾。

今回、当科で施行した ^{99m}Tc-tetrofosmin 負荷心筋 SPECT 例について後向き (retrospective) に検討し、川崎病冠動脈障害による心筋虚血の診断において、小児に適した心筋 SPECT の撮像方法を考案した。

対象と方法

1. 対象

15 歳以下の川崎病冠動脈障害例を主体とした平均 9.8±4.1 歳 (1-15 歳) の男子 44 例、女子 14 例の合計 58 例である。対象の内訳は、川崎病後に冠動脈造影上、50% 以上の冠動脈狭窄または閉塞 20 例 (左冠動脈病変 6 例、右冠動脈病変 9 例、多枝病変 5 例)、冠動脈瘤または消退などの狭窄性病変を認めない 26 例、冠動脈バイパス術後 4 例 (川崎病後 3 例、先天性左冠動脈狭窄 1 例)、および胸痛、心電図異常の精査のために心筋 SPECT を行い正常所見であった 8 例である。狭窄性病変の重症度 (American Heart Association 機能分類) は、左冠動脈病変では前下行枝に 50% 狭窄 1 例、90% 狭窄 2 例、完全閉塞 2 例、回旋枝に 50% 狭窄 1 例、右冠動脈病変は 90% 狭窄 1 例、冠動脈瘤閉塞後再疎通 8 例であった。また、多枝病変では右冠動脈は全例で冠動脈瘤閉塞後再疎通であり、左冠動脈は前下行枝に 50% 狭窄 2 例、75% 狭窄 2 例、90% 狭窄 1 例であった。

2. 方法

1994 年 10 月-1997 年 3 月に、連続して合計 76 回の負荷心筋 SPECT を行った 15 歳以下の対象 58 例のデー

タより、後向きに至適撮像方法に関する検討を行った。検討項目は、心筋 SPECT の診断能および画質を評価した上で、tetrofosmin 投与量、高度肝集積の近接、1 方向収集時間について検討した。高度肝集積の要因について、年齢と負荷法および投与からの撮像開始時間について検討した。観察期間中に 1 年以上の間隔で 2 回以上の心筋 SPECT を施行した 15 例では、診断能の検討には原則として初回の心筋 SPECT 所見を用いたが、高度の肝集積例はその影響が少ないほうを選択した。

心筋 SPECT は心筋虚血の診断のため、負荷を先行させる同日 2 回投与法により行った^{8,9)}。エルゴメーター負荷または dobutamine, adenosine triphosphate (ATP) による薬物負荷後に tetrofosmin を静注し、食事をさせた後、負荷像を撮像した。初期投与量は、成人投与量 370 MBq を指標に個々の体格に合わせて減量した¹⁰⁾。負荷の撮像後、初期投与量の約 2 倍量の tetrofosmin を静注し、安静時像を撮像した。負荷方法として、年少例では薬物負荷を行い、運動負荷が可能な年齢ではエルゴメーター負荷を行った。運動負荷の対象は全 55 例、平均年齢 11.4±2.8 歳で、薬物負荷の対象は全 21 例、平均年齢 2.9±0.4 歳 (dobutamine 負荷 3 例、ATP 負荷 18 例) であった。運動負荷はエルゴメーターで 20 W から開始し、3 分ごとに 20 W ずつ増加し、最高負荷時に tetrofosmin を静注した。薬物負荷では、dobutamine 量は 5 μg/kg/min より開始し、段階的に増量して最高 40 μg/kg/min まで投与し、負荷終了時に tetrofosmin を静注した^{11,12)}。ATP 負荷は木下らの方法¹³⁾を参考に、80 μg/kg/min を 2 分、160 μg/kg/min を 6 分、合計 8 分間の持続静注で行い、ATP の負荷開始 6 分の時点で tetrofosmin を静注した。

心筋 SPECT は単検出器回転型ガンマカメラ (日立ガンマビュー RC-135DT, 日立製, 東京) により、右前斜位 45° から左後斜位 45° までを 180° 回転し、1 方向 20-40 秒、32 方向で撮像した。また、得られたデータはオンラインミニコンピューター (日立 HARP-II) に転送し、画像処理は 1 ピクセル厚で 9 点スムージングおよび低域フィルターにより前処理した後に Chesler フィルターを用いて再構成し、短軸、長軸面垂直および長軸面水平断層像を得た。

心筋 SPECT の画像診断は視覚的評価および円周断面図分析 (circumferential profile analysis) による相対的 %

摂取率 80% 以下, または充満 (fill in) の存在により, 灌流低下ありと判断した. 画質評価は, 橋本らの評価法⁸⁾ を参考にして, 肝集積の近接による影響を含め, 視覚的に “good”, “fair”, “poor” に分けた. Good は肝・胆嚢集積の影響がなく, 心筋集積に対し近接した多臓器のバックグラウンド集積が低く, 臨床診断を行う上で全く支障のないもの, fair は心筋集積が不均一, または肝・胆嚢集積などによりバックグラウンド集積が高いため, 臨床診断を行う上でやや支障をきたすもの, poor は心筋集積が低く, 不均一で, バックグラウンド集積が高いため, 臨床診断が困難なものとした.

数値の結果は平均±標準偏差で表示した. 検定には連続した数値の平均値の差に Student の *t* 検定を用い, 2 群間の差には χ^2 検定を用いた. $p < 0.05$ をもって有意差の判定とした.

結 果

1. ^{99m}Tc-tetrofosmin 心筋 SPECT の診断能および画質評価

冠動脈バイパス例を除く川崎病冠動脈障害例中, 冠動脈造影で有意狭窄を認めた 20 例と認めない 26 例により, 心筋 SPECT の診断能を検討した. 川崎病による冠動脈造影上の有意狭窄に関する診断能は, 感度 90% (18/20 例), 特異度 85% (22/26 例) であった. 病変別の感度も良好な診断能が得られた (Fig. 1). 負荷方法の比較では, 運動負荷は感度 89% (16/18 例), 特異度 71% (10/14 例) であった. また, 薬物負荷では, 症例数は少ないが, 有意狭窄を認めた 2 例で心筋 SPECT 陽性, 狭窄を認めない 12 例で陰性であった.

心筋 SPECT の画質評価は, 76 回の検査で good 群 59 例, fair 群 17 例で, 判定不能例はなく, poor 群は認められなかった. Fair 群 17 例中 11 例は高度肝集積の近接による画質の劣化であった. Fig. 2 に冠動脈バイパス術後 5 歳時と 7 歳時に施行した同一例の心筋 SPECT 像を示した. Dobutamine 負荷より運動負荷への変更と, tetrofosmin 投与後撮像開始時間の延長により, 画質の改善が得られた.

2. Tetrofosmin の投与量

Tetrofosmin の負荷時 (初回) の投与量について, 心筋 SPECT の画質の面から比較検討した. 投与量の画質評価による比較では, 負荷時 good 群 9.3 ± 2.0 MBq/kg,

fair 群 9.5 ± 3.7 MBq/kg, また, 安静時 good 群 18.5 ± 4.7 MBq/kg, fair 群 19.3 ± 8.1 MBq/kg で, 両群間に有意差はなかった. 年齢, 体格の相違による簡便な投与量の決定法を検討するため, 画質 good 群の年齢別体重当たりの投与量を Fig. 3 に示した. 年長例では上限を 370 MBq としたため, 体重当たりの投与量は減少したが, 上限以下の投与量では体重当たり 9.4 ± 2.2 MBq/kg (30 例) であった.

3. 高度肝集積の近接

高度の肝集積は撮像範囲内で 24% (18/76 回) に認められた. Fig. 4 に ATP 負荷により高度の肝集積が認められた例を示した. 症例は 5 歳の川崎病既往児で, 冠動脈狭窄性病変は認めなかった. 心筋 SPECT では心基部で中隔後壁の灌流低下を認めたが, 高度の肝集積が近接したことによるアーチファクトが考えられた. 高度肝集積の要因について, 年齢, 負荷法および tetrofosmin 投与からの撮像開始時間について比較した. 年齢の比較では, 肝集積の多い例で 7.5 ± 4.2 歳, 肝集積の影響がない例で 10.3 ± 3.7 歳であり, 高度の肝集積を認めた例に年少例が多く認められた ($p < 0.01$). 負荷方法の比較では, 高度の肝集積は運動負荷で 16% (9/55 例), 薬物負荷で 43% (9/21 例) に認められた ($p < 0.05$). 薬物負荷では dobutamine 負荷で 33% (1/3 例), ATP 負荷で 44% (8/18 例) に高度の肝集積が認められた. 撮像開始時間は, 肝集積の多い例で 43.7 ± 18.3 分, 肝集積の影響がない例で 58.4 ± 18.7 分であり, 早期に撮像を開始した例に高度の肝集積が多く認められた ($p < 0.01$).

4. SPECT 収集時間

SPECT 収集時間について, 1 方向 40, 30, 20 秒で行った各群の画質について比較した. Fig. 5 に示すように, 今回の検討範囲における収集時間の短縮では, 画質への影響は認められなかった.

考 案

Tetrofosmin は, Kelly ら⁹⁾ によって Tl に代わって開発された Tc 標識心筋血流イメージング製剤である. Tetrofosmin の利点は, Tl に比較して被曝が少なく, 良好な画質が得られることである⁹⁾. これらの利点は, 川崎病冠動脈狭窄性病変による心筋虚血の診断において

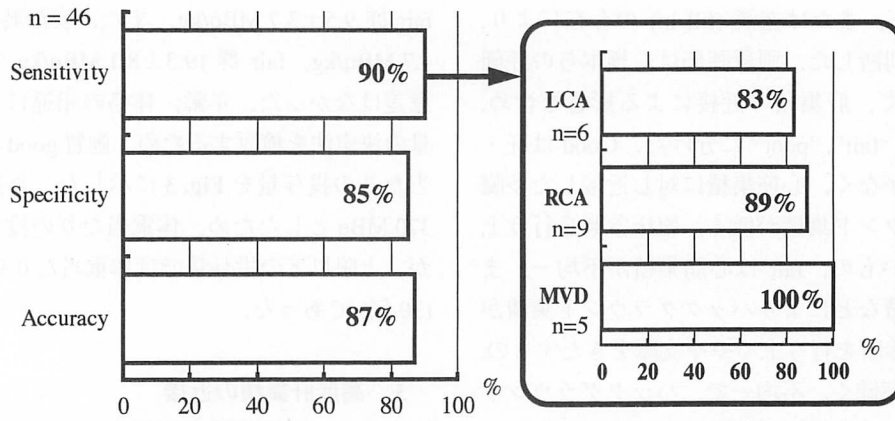


Fig. 1 Sensitivity, specificity and accuracy of ^{99m}Tc-99m tetrofosmin SPECT in patients with Kawasaki disease and coronary stenosis, and the sensitivity to detect stenosis in the coronary territory
 LCA=left coronary artery; RCA=right coronary artery; MVD=multivessel disease.

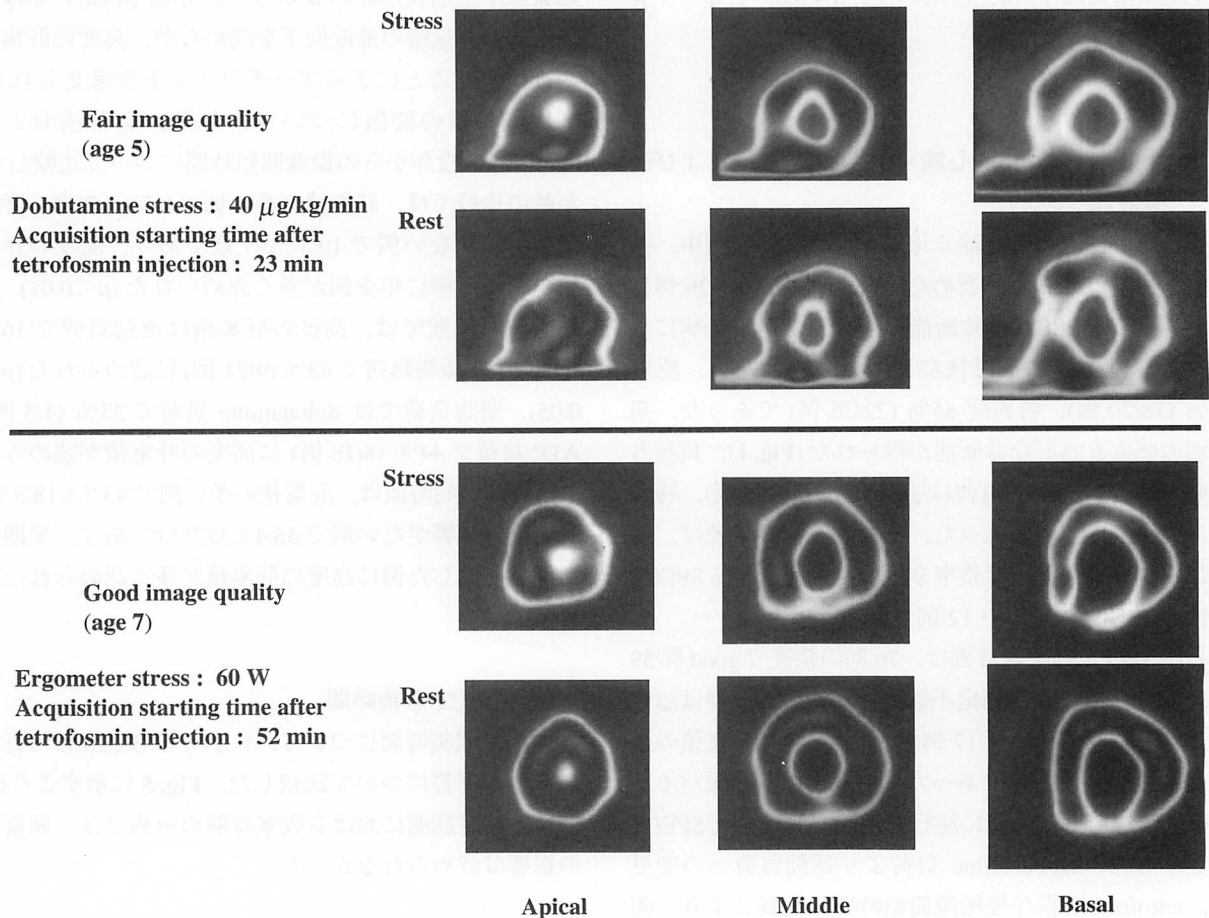


Fig. 2 Comparison of the image quality in ^{99m}Tc-tetrofosmin SPECT obtained at ages 5 and 7 years in a boy with Kawasaki disease who underwent coronary artery bypass surgery

Short axis

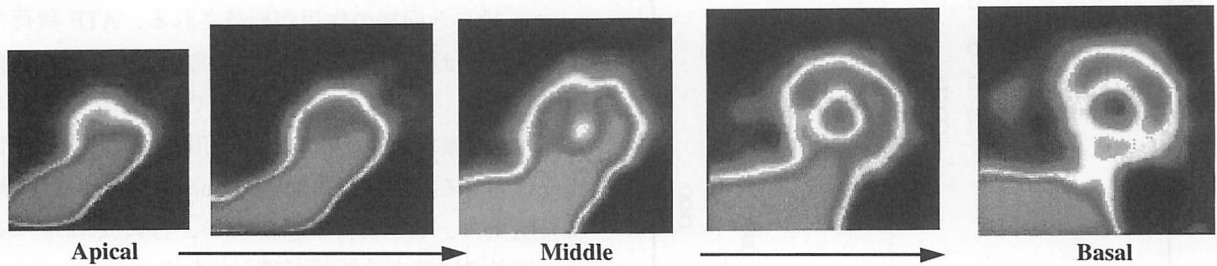


Fig. 4 Series of short-axis ^{99m}Tc-tetrofosmin SPECT images under ATP stress in a 5-year-old girl with Kawasaki disease without coronary artery stenosis. Increased liver accumulation is seen.

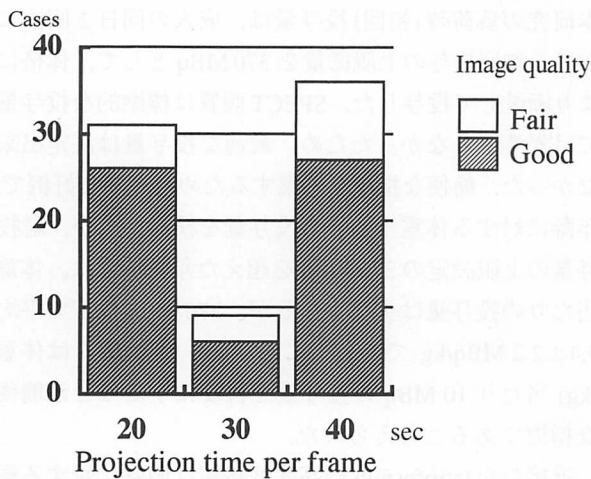


Fig. 5 Comparison of image quality and projection time per frame. Adequate image quality was provided by projection times of 20–40 sec per frame.

チファクトは少ないと報告している。Sridharaら¹⁸⁾は、心筋集積曲線から安静時の静注後30分が適当であると判断し、4時間後までに診断出来るようにすることが望ましいと述べている。Cuocoloら¹⁹⁾は運動負荷とadenosine負荷の^{99m}Tc-tetrofosmin心筋SPECTを比較するため、41例に、安静時、運動負荷、adenosine負荷の3回の検査を行い、両負荷の診断能の一致性は良く、同等の評価が出来ると述べている。したがって、ATP負荷心筋SPECTにおいてtetrofosminを用いることは有用と考えられるが、tetrofosminはTIに比べ肝集積が多く抽出率も低いことから、撮像開始時間の延長、tetrofosmin投与後に1–2分間負荷の継続を行い、心筋集積を高める考慮が必要であると考えられた。最近、tetrofosminの逆再分布現象による影響を考慮し、比較的早期に撮像を開始することが望ましいという意見もある²⁰⁾。しかし、心筋障害が少なく、心筋生存可

能性の評価よりも虚血性変化の検出を目的とする場合には、撮像開始は1時間後を目安にすることが良いと考えられた。また、この時間調整の間にtetrofosminの肝・胆道系よりの排泄を促進するため、食事を取らせて鎮静が得られた時に負荷像を撮像出来ることになり、年少例においては好都合である。撮像範囲に高度集積の周囲臓器が入ることに関して、今井ら²¹⁾はTc製剤によるアーチファクトに対し、肝・胆嚢の高度集積部位を投影画像より削除し、SPECTを再構成することにより画像処理が容易になると報告している。我々も同様の処理を行い、画像処理が容易になった。

小児のSPECT画像収集で重要な問題点として年少例の体動があり、これを少しでも防ぐため、検査時間の短縮と鎮静が得られたタイミングに撮像することが重要になる。撮像時間の短縮のため、1方向のSPECT収集時間を40、30、20秒で行った。本研究からは年齢に応じた最適収集時間は結論出来ないが、1方向20–40秒の収集時間で画質への影響は認められなかったことより、1方向のSPECT収集時間は20秒で可能と考えられた。しかし、年長例で体格の良い場合には、画像情報を増やすため、1方向収集時間を30–40秒に延長する配慮も必要である。

本研究の問題点および限界

本研究は現在内科領域で行われている撮像条件を参考に行った心筋SPECT対象例について、後向きに小児に適した至適撮像方法を検討した。したがって、個々の至適撮像条件決定上、以下の点で対象の選択および方法に問題があると考えられた。1) 投与量は一定の換算法を用いず、成人量より個々の体格に合わせ減量している。2) 負荷法は年少例では薬物負荷、年長例

では運動負荷が主体になっている。3) 収集開始時間は一定の基準で設定されておらず、また、収集時間は年少例では短く、年長例では1方向40秒が主体になっている。4) 至適撮像条件の検討として小児に適した画像処理に関する検討も必要であるが、本研究では全例同様の処理法を行っているため検討できなかった。

小児における撮像方法として、tetrofosminの投与量、制約時間および高度の肝集積が問題であり、今回の検討より心筋虚血の診断においてはFig. 6に示すようなプロトコルが有用であると考えた。

1) 負荷先行同日2回法で行う場合、tetrofosminの投与量は、初回上限370 MBqで体重当たり10 MBq/kgを目安とし、2回目は初回の2倍量を投与する。2) SPECT 1方向収集時間は年少例では20秒、年長児では20-40秒で行う。3) 実際には、当日禁食で負荷を先行させ負荷時のtetrofosminを静注後、摂食させ1時間後に負荷時の撮像を行う。その後すぐに2回目のtetrofosminの静注を行い、1時間空けて安静時の撮像を行う。

以上のプロトコルにより有用な心筋血流イメージングになると考える。このプロトコルによれば、最短2時間30分程度で検査を終了することになり、従来のTIの検査よりも制約時間を短くすることが出来る。

結 語

Tetrofosminは被曝量が少なく良好な画像が得られる

要 約

川崎病における technetium-99m tetrofosmin 心筋血流イメージングについて、小児に適した撮像方法を検討した。

対象は川崎病既往のため冠動脈造影を行い、狭窄性病変を認めた20例と認めない26例、および冠動脈バイパス術後の4例を含め、心筋虚血が疑われて心筋SPECTを施行した12例、計58例である。検査時年齢は1-15歳で、平均 9.8 ± 4.1 歳である。これらの対象58例に対し、合計76回の負荷先行同日2回投与法による ^{99m}Tc -tetrofosmin 負荷心筋SPECTを行った。負荷はエルゴメーターまたは薬物(dobutamine, adenosine triphosphate disodium)を用いて行った。

川崎病冠動脈狭窄性病変に対する負荷心筋SPECTの診断能は、感度90% (18/20例)、特異度85% (22/26例)であった。Tetrofosminの投与量は負荷時 9.3 ± 2.5 MBq/kg、安静時 18.7 ± 5.6 MBq/kgであった。SPECT像の画質の優劣と投与量の関連は認められなかった。撮像時間の短縮のため、SPECT 1方向収集時間を40秒から20秒に短縮したが、良好な画像が得られた。肝集積の近接は24% (18/76回)に認められ、特に年少例と薬物負荷例で多く認められた。また、tetrofosmin投与から撮像までの時間は、高度肝集積例で 43.7 ± 18.3 分、それ以外の例で 58.4 ± 18.7 分であった($p < 0.01$)。

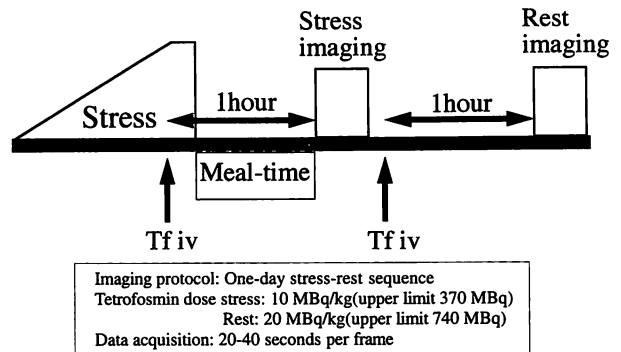


Fig. 6 Optimum protocol for ^{99m}Tc -tetrofosmin myocardial perfusion imaging in young patients with Kawasaki disease

Tf iv = intravenous injection of ^{99m}Tc -tetrofosmin.

ことより、小児において有用な心筋血流製剤である。今回の検討で、川崎病冠動脈狭窄性病変における ^{99m}Tc -tetrofosmin 心筋SPECTは、高い診断能を有することが判明した。小児に適したプロトコルによる同日2回投与法で検査を行うことにより、患者への負担も ^{201}Tl SPECTと同程度であり、この方法は心筋虚血の有用な診断法であると考えられた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、ご校閲いただいた埼玉県立小原循環器病センター今井嘉門先生、ご協力いただいた日本大学板橋病院第二内科堀内孝一先生ならびにアイソトープ検査室放射線技師の方々に深謝します。

小児における ^{99m}Tc -tetrofosmin 負荷心筋 SPECT の撮像条件として、tetrofosmin 投与量、制約時間および肝集積が問題である。今回の検討結果を指標にして、小児の心筋虚血の診断においては、以下のプロトコルが簡便かつ有用であると考えた。1) Tetrofosmin 投与量は初回 10 MBq/kg (上限 370 MBq) を目安とし、2 回目は初回の 2 倍量を投与する。2) SPECT 1 方向収集時間は 20–40 秒で行う。3) 実際には、当日禁食で負荷時の tetrofosmin 静注後、摂食させ 1 時間後に負荷像を収集する。その直後に 2 回目の静注を行い、1 時間後に安静時像を収集する。

J Cardiol 1997; 30 (6): 331–339

文 献

- 1) Onouchi Z, Hamaoka K, Kamiya Y, Hayashi S, Ohmochi Y, Sakata K, Shiraishi I, Hayano T, Fukumochi H: Transformation of coronary artery aneurysm to obstructive lesion and the role of collateral vessels in myocardial perfusion in patients with Kawasaki disease. *J Am Coll Cardiol* 1993; **21**: 158–162
- 2) Kato H, Sugimura T, Akagi T, Sato N, Hashino K, Maeno Y, Kazue T, Eto G, Yamakawa R: Long-term consequences of Kawasaki disease: A 10- to 21-year follow-up study of 594 patients. *Circulation* 1996; **94**: 1379–1385
- 3) Kondo C, Hiroe M, Nakanishi T, Takao A: Detection of coronary artery stenosis in children with Kawasaki disease: Usefulness of pharmacologic stress ^{201}Tl myocardial tomography. *Circulation* 1989; **80**: 615–624
- 4) Kelly JD, Forster AM, Higley B, Archer CM, Booker FS, Canning LR, Chiu KW, Edwards B, Gill HK, MacPartlin M, Nagle KR, Latham IA, Pickett RD, Storey AE, Webbon PM: Technetium-99m tetrofosmin as a new radiopharmaceutical for myocardial perfusion imaging. *J Nucl Med* 1993; **34**: 222–227
- 5) Higley B, Smith FW, Gemmell HG, Gupta PD, Gvozdanovic DV, Graham D, Hinge D, Davidson J, Lahiri A: Technetium-99m-1, 2-bis [bis (2-ethoxyethyl) phosphino] ethane: Human biodistribution, dosimetry and safety of a new myocardial perfusion imaging agent. *J Nucl Med* 1993; **34**: 30–38
- 6) Takahashi N, Tamaki N, Tadamura E, Kawamoto M, Torizuka T, Yonekura Y: Combined assessment of regional perfusion and wall motion in patients with coronary artery disease with technetium-99m tetrofosmin. *J Nucl Cardiol* 1994; **1**: 29–38
- 7) Imai K, Asakawa K, Hoshino H, Shibata T, Ogawa H, Horie T: Efficacy of simultaneous function and perfusion imaging on ^{99m}Tc -tetrofosmin myocardial scintigraphy. *Kakuigaku* 1995; **32**: 997–1005 (in Jpn with Eng abstr)
- 8) Hashimoto J, Kubo A, Nakamura K, Sanmiya T, Iwanaga S, Uno K, Nishimura H, Takahashi E, Mitamura H, Handa S, Ogawa S: Rest and stress myocardial perfusion imaging on the same day with two injections of ^{99m}Tc -tetrofosmin. *Kakuigaku* 1993; **30**: 1191–1201 (in Jpn with Eng abstr)
- 9) Jain D, Wackers FJTh, Mattered J, McMahon M, Sinusas AJ, Zaret BL: Biokinetics of technetium-99m-tetrofosmin: Myocardial perfusion imaging agent: Implications for a one-day imaging protocol. *J Nucl Med* 1993; **34**: 1254–1259
- 10) Nishimura T, Nobuyoshi M: Clinical application of ^{99m}Tc -tetrofosmin myocardial SPECT: A multicenter trial. *Kakuigaku* 1995; **32**: 1007–1021 (in Jpn with Eng abstr)
- 11) Mason JR, Palac RT, Freeman ML, Virupannavar S, Loeb HS, Kaplan E, Gunnar RM: Thallium scintigraphy during dobutamine infusion: Nonexercise-dependent screening test for coronary disease. *Am Heart J* 1984; **107**: 481–484
- 12) Karasawa K, Ayusawa M, Noto N, Yamaguchi H, Okada T, Harada K: The dobutamine stress ^{201}Tl myocardial single photon emission computed tomography for coronary artery stenosis caused by Kawasaki disease. *Acta Cardiol Paed Jpn* 1994; **9**: 723–733 (in Jpn with Eng abstr)
- 13) Kinoshita S, Suzuki S, Shindou A, Watanabe K, Muramatsu T, Ide M, Dohi Y, Yamashita S, Suzuki T, Nishimura K, Miyamae T: The accuracy and side effects of pharmacologic stress thallium myocardial scintigraphy with adenosine triphosphate disodium (ATP) infusion in the diagnosis of coronary artery disease. *Kakuigaku* 1994; **31**: 935–941 (in Jpn with Eng abstr)
- 14) Karasawa K, Ayusawa M, Yamasita T, Noto N, Sumitomo N, Okada T, Harada K: Pharmacologic stress myocardial perfusion imaging for the detection of coronary stenotic lesions in Kawasaki disease: Comparison between dobutamine and adenosine triphosphate disodium stress. *Circulation* 1994; **90** (Suppl I): I-531 (abstr)
- 15) Tamaki N, Takahashi N, Kawamoto M, Torizuka T, Tadamura E, Yonekura Y, Okuda K, Nohara R, Sasayama S, Konishi J: Myocardial tomography using technetium-99m-tetrofosmin to evaluate coronary artery disease. *J Nucl Med* 1994; **35**: 594–600
- 16) Braat SH, Leclercq B, Itti R, Lahiri A, Sridhara B, Rigo P: Myocardial imaging with technetium-99m tetrofosmin: Comparison of one-day and two-day protocols. *J Nucl Med* 1994; **35**: 1581–1585
- 17) Matsunari I, Tanishima Y, Taki J, Ono K, Nishide H, Fujino S, Matoba M, Ichianagi K, Tonami N: Early and delayed technetium-99m-tetrofosmin myocardial SPECT compared in normal volunteers. *J Nucl Med* 1996; **37**: 1622–1626
- 18) Sridhara BS, Braat S, Rigo P, Itti R, Cload P, Lahiri A: Comparison of myocardial perfusion imaging with technetium-99m tetrofosmin versus thallium-201 in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1993; **72**: 1015–1019
- 19) Cuocolo A, Nicolai E, Soricelli A, Pace L, Nappi A, Sullo P, Cardei S, Argenziano L, Ell PJ, Salvatore M: Technetium 99m-labeled tetrofosmin myocardial tomography in patients with coronary artery disease: Comparison between adenosine and dynamic

- exercise stress testing. *J Nucl Cardiol* 1996; **3** : 194-203
- 20) Kobayashi H, Kawaguchi M, Oka T, Inoue S, Handa J, Asano R, Matsumoto N, Sumiyoshi T, Hosoda S, Kusakabe K : Identification of viable myocardium using ^{99m}Tc -tetrofosmin scintigraphy : Comparison with ^{201}Tl redistribution-reinjection images. *Kakuigaku* 1995; **32** : 367-375 (in Jpn with Eng abstr)
- 21) Imai K, Asakawa K, Hosono H, Horie T, Horiuchi K, Saito S, Ozawa Y : Artificial defect on myocardial SPECT image due to extra-cardiac MIBI accumulation. *Kakuigaku* 1995; **32** : 307-310 (in Jpn with Eng abstr)