

Dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィによる虚血性疾患の診断および予後評価

Detection and classification of coronary artery disease by dipyridamole perfusion scintigraphy: Its prognostic significance

浜重 直久*
土居 義典
米沢 嘉啓
楠目 修*
小田原弘明
近森大志郎
小澤 利男

Naohisa HAMASHIGE*
Yoshinori DOI
Yoshihiro YONEZAWA
Osamu KUZUME*
Hiroaki ODAWARA
Taishiro CHIKAMORI
Toshio OZAWA

Summary

To detect coronary artery disease (CAD) noninvasively and to predict the occurrence of future cardiac events, 671 patients were evaluated using dipyridamole perfusion scintigraphy.

1. Although chest pain and ST depression were induced by the administration of dipyridamole in 34% and 22% of the patients, respectively, and additional intravenous aminophylline was needed in 19% of the patients, dipyridamole perfusion scintigraphy could be completed in nearly all patients. In contrast, treadmill exercise test was not accomplished in 24% of the patients.

2. The patients were classified in three groups by scintigraphic perfusion defects; i.e., group I (322 patients) with fixed defects, group II (107 patients) with reversible defects, and group III (242 patients) without perfusion defects. The patients in Group I were subclassified in three groups according to three high risk parameters (extensive fixed defect, partial redistribution and diffuse slow washout)—group Ia (69 patients) with two or more high risk parameters, group Ib (144 patients) with one high risk parameter and group Ic (109 patients) without high risk parameters.

3. Coronary angiography performed in 377 patients revealed significant CAD (luminal narrowing $\geq 50\%$) in 96%, 89%, 56%, 90% and 8% of the patients in groups Ia, Ib, Ic, II and III, respectively. Multi-vessel CAD was present in 87%, 32%, 11%, 51% and 2% of the patients in each group, respectively.

高知医科大学 老年病科
南国市岡豊町小蓮 (〒781-51)

*(現)近森病院 循環器科
高知市大川筋1丁目1-16 (〒780)

Department of Medicine and Geriatrics, Kochi Medical School, Kohasu, Okocho, Nankoku 781-51

*(present address) Chikamori Hospital, Ohkawasuji 1-1-16, Kochi 780

Received for publication December 21, 1988; accepted February 28, 1989 (Ref. No. 36-K6)

4. During the mean follow-up period of 29 months, 48 cardiac deaths (8%) and 19 nonfatal cardiac events (3%) were observed in 619 medically treated patients. These cardiac events were present in 48%, 15%, 6%, 13% and 3% of the patients in groups Ia, Ib, Ic, II and III, respectively.

Thus, dipyridamole perfusion scintigraphy is a safe and useful method, not only for the noninvasive detection of CAD, but for predicting future cardiac events, as well.

Key words

Coronary artery disease Dipyridamole perfusion scintigraphy Coronary angiography Prognosis

はじめに

虚血性心疾患の非侵襲的診断法として、運動負荷心電図や運動負荷心筋シンチグラフィが広く利用されているが、高齢者や合併疾患を伴う例などでは十分な負荷が制約されることも少なくない。Dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィは、運動負荷心筋シンチグラフィと同等以上の診断精度を示すことが報告されており¹⁻⁴⁾、特に運動負荷の制約される症例に対する有用性が注目されている⁵⁻⁷⁾。我々は、虚血性心疾患を疑った全入院患者(急性期死亡例を除く)に dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィを施行してきたが、今回、運動負荷心電図や冠動脈造影所見・予後などと対比し、虚血性心疾患の診断のみならず、重症度や予後評価にも本法が有用と思われたので報告する。

対 象

対象は 1983 年 4 月から 1987 年 12 月までに、

胸痛や心電図異常のため、dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィを施行した延べ 802 例中、再検査・術後検査の 125 例および負荷直後の検査のみの 6 例を除く 671 例である。年齢は 12 歳から 92 歳、平均 60 歳で、性別は男 442 例・女 229 例である。心筋症(特発性および二次性) 59 例・重症弁膜症 27 例についても、非侵襲的検査所見のみからは冠動脈病変の有無は判定困難であり、対象に含めた。

方 法

1. Dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィ (Fig. 1)

心筋シンチグラフィは、Gould らの方法^{1,2)}に準じ、dipyridamole 0.568 mg/kg 静注と 3 分間の足踏み負荷を加え、²⁰¹Thallium chloride 3 mCi 静注の 5 分後および 3 時間後から三方向の撮像を行い、planar 像および circumferential profile curve を併用し、欠損像や washout rate などについて検討した³⁾。

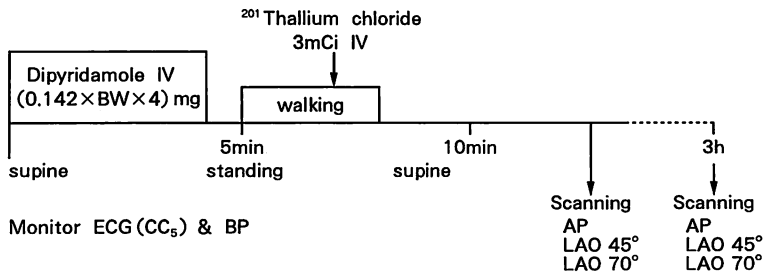


Fig. 1. Method of dipyridamole perfusion scintigraphy.

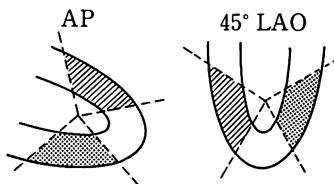
IV=intravenous infusion; BW=body weight; ECG=electrocardiography; BP=blood pressure; AP=anteroposterior view; LAO=left anterior oblique view.

| | |
|---|--|
| Group I: with fixed defect (FD): 322 | Group II: with reversible defect only: 107 |
| {Ia: FD with 2 or more high risk parameters: 69 | Group III: without perfusion defect: 242 |
| {Ib: FD with 1 high risk parameter: 144 | |
| {Ic: FD without any high risk parameter: 109 | |

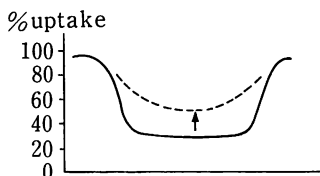
High risk parameters

① Extensive FD

(Ant-sept & Inf-post)



② Partial redistribution



③ Diffuse slow washout (<25%)

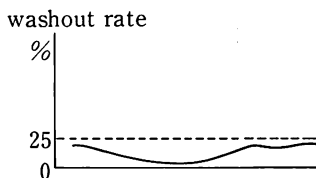


Fig. 2. Classification by scintigraphic findings.

Patients were classified in three groups according to the presence or absence of perfusion defects. Patients in group I were subclassified according to the number of associated high risk parameters (extensive fixed defect, partial redistribution and diffuse slow washout).

Dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィの所見により、固定性欠損像を伴う I 群 322 例 (48%), 可逆性欠損像のみの II 群 107 例 (16%), 欠損像を示さない III 群 24 例 (36%) に大別した. I 群は更に、前壁中隔と下後壁にまたがる広範梗塞・部分再分布・瀰漫性 washout 低下の 3 つの high risk parameter のうち、2 つ以上を伴う Ia 群 69 例 (10%), 1 つを伴う Ib 群 144 例 (21%), 全く伴わない Ic 群 109 例 (16%) に細分し (Fig. 2), これら各群における運動負荷心電図や、冠動脈造影所見、予後などを比較検討した.

2. Treadmill 運動負荷心電図

Treadmill 運動負荷心電図は Bruce 変法(外畑

らの)による亜最大負荷で行い、J 点から 0.08 秒後で 1 mm 以上の新たな ST 低下を陽性と判定した.

3. 冠動脈造影

Sones 法または Judkins 法により、nitroglycerin 0.3 mg 舌下または 200 μ 冠注後、左右冠動脈とも少なくとも二方向ずつの撮影を行い、AHA 基準 75% 以上、すなわち実測値の 50% を越える内径狭窄を有意冠動脈病変と判定した.

4. 予後調査

外来カルテおよびアンケート調査により、心臓死、心筋梗塞、血行再建術などの主要心合併症や、非心臓死の頻度について検討した.

結 果

1. Dipyridamole 負荷の結果 (Fig. 3)

Dipyridamole 負荷による ST 低下や胸痛は、それぞれ 148 例 (22%), 228 例 (34%) に誘発され、127 例 (19%) では aminophylline の点滴投与を必要とした。また 148 例 (22%) では、合併疾患や胸痛のため足踏み負荷を中止または中断する必要があった。ST 低下は、Ia 群の 52%, Ib 群の 24%, II 群の 50% にみられたが、可逆性欠損像のない Ic 群や III 群ではそれぞれ 6%, 8% と低率であった。胸痛も同様の傾向を示したが、非定型的な例も少なくなく、Ic 群や III 群でも比較的多く認められた。

重篤な副作用としては、点滴が漏れ aminophylline の投与が遅れた高齢の 2 症例で、高度

の一過性低血圧を来し (aminophylline, nitroglycerin, noradrenalin の投与で軽快)、負荷後嘔気のため服薬のできなかった他の 1 例で、2 時間後に急性心筋梗塞の発症がみられた。ただしこのうち 2 例は、初回検査のみで中止したため、今回の対象からは除外した。

2. 運動負荷心電図との対比 (Fig. 4)

Treadmill 負荷心電図は、可能な限り全例に施行したが、161 例 (24%) では重症不整脈、心不全、骨関節疾患、神経筋疾患、肺疾患、閉塞性動脈硬化症、大動脈弁狭窄症などの合併疾患のため、負荷不能であった。負荷による ST 低下は、やはり Ia 群、II 群で比較的高率にみられたが、不十分負荷による偽陰性や非特異的心電図異常による偽陽性所見も少なからず認められ、必ずしも dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィの所見

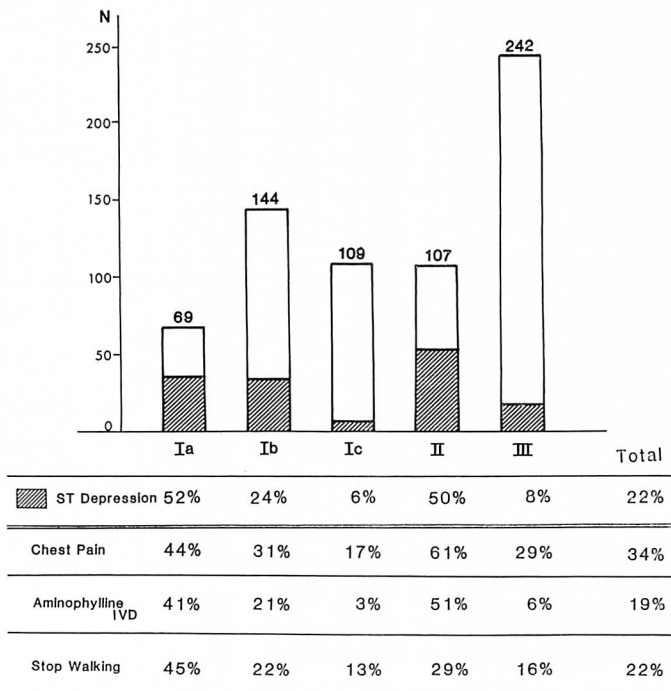


Fig. 3. Prevalence of ST depression during dipyridamole loading in each group.

ST depression was more frequently observed in groups Ia, Ib and II than in groups Ic and III, which may be suggestive of myocardial ischemia. In contrast, chest pain was regarded nonspecific.

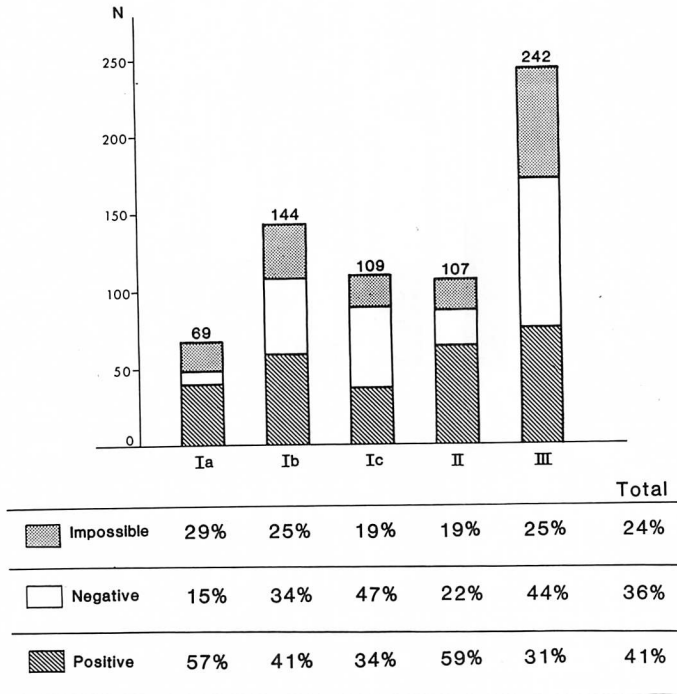


Fig. 4. Results of treadmill exercise ECG in each group.

Although positive exercise results were more frequently observed in groups Ia, Ib and II than in groups Ic and III, there were also many false positive and false negative exercise ECGs. Furthermore, it was not possible to perform exercise tests in 24% of the patients.

とは一致しなかった。

3. 冠動脈造影との対比 (Fig. 5)

冠動脈造影は非侵襲的検査所見や合併疾患などを考慮して適応を決定し、377例(56%)に施行した。有意冠動脈病変は、Ia群の96%、Ib群の89%、Ic群の56%、II群の90%、III群の8%に認められ、このうち多枝病変は、Ia群の87%、Ib群の32%、Ic群の11%、II群の51%、III群の2%(3枝病変はIa群64%、Ib群14%、Ic群3%、II群18%、III群1%)を占め、dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィによる分類は、冠動脈病変の重症度を比較的反映すると考えられた。なお、dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィによる有意冠動脈病変の診断精度は、欠損像全体では感受性97%、特異性63%、可逆性欠損

像のみでは感受性72%、特異性93%であった。

4. 予後との対比 (Fig. 6)

初期血行再建術は、冠動脈バイパス術(CABG)39例、冠動脈形成術(PTCA)13例の計52例に施行した。初期薬物治療の619例中、平均29ヶ月のfollow-upで、48例(8%)の心臓死(心不全21例、突然死20例、心筋梗塞7例)と19例(3%)の非致死的心合併症(心筋梗塞10例、晩期血行再建術13例)がみられた。これら心合併症は、Ia群の48%、Ib群の15%、Ic群の6%、II群の13%・III群の3%にみられ、このうち心臓死は、Ia群の34%、Ib群の12%、Ic群の4%、II群の9%、III群の2%を占めた。ちなみに、可逆性欠損像の有無のみによる検討では、可逆性欠損像を伴う214例中40例(19%)、伴わない405例中27例

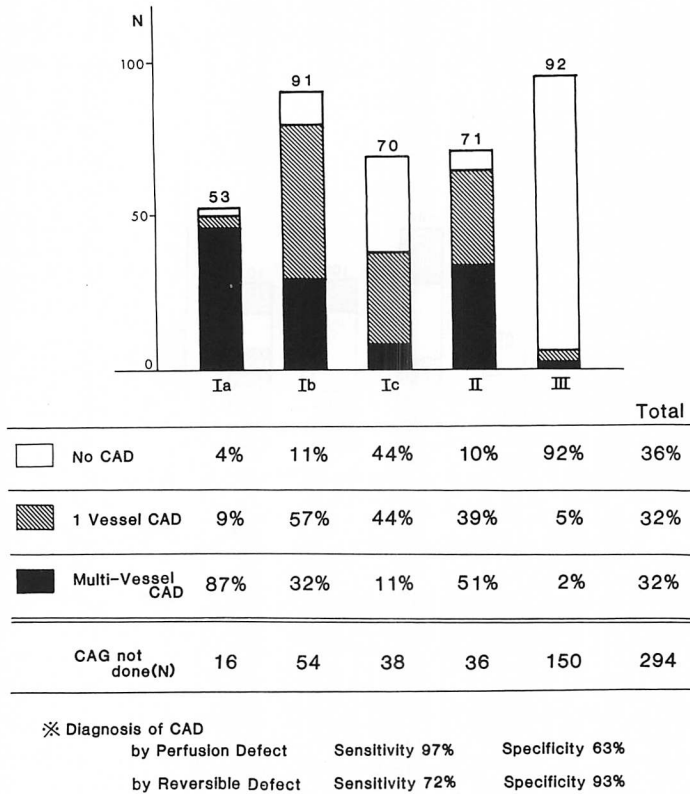


Fig. 5. Coronary angiographic findings in each group.

Significant CAD (multi-vessel CAD) was present in 96% (87%), 89% (32%), 55% (11%), 90% (51%) and 7% (2%) of patients in groups Ia, Ib, Ic, II and III, respectively. The scintigraphic classification reflects the severity of CAG findings.

CAD=coronary artery disease; CAG=coronary angiography.

(7%) に心合併症はみられた。初期血行再建術を含めた全心合併症の頻度は、Ia 群の 62%、Ib 群の 18%、Ic 群の 6%、II 群の 34%、III 群の 3% であり、前述の dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィによる分類、は予後評価や血行再建術の適応判定にも有用と思われた。なお、心臓死の中には、重症弁膜症 5 例と心筋症 11 例 (Ia 群 3 例、Ib 群 6 例、Ic 群 4 例、III 群 3 例) が含まれたが、うち 11 例については冠動脈病変の合併の有無は不明であった。また、42 例 (7%) では、転居などのため予後不明であったが、その内訳は、Ia 群 6 例、Ib 群 13 例、Ic 群 5 例、II 群 3 例、III

群 15 例であった。

冠動脈罹患病変数別にみた薬物治療による心合併症 (初期血行再建術: 三枝病変 30 例、二枝病変 13 例、一枝病変 9 例を除く) の頻度は、三枝病変例で 47%、二枝病変例で 16%、一枝病変例で 7%、非有意病変例で 4% と、多枝病変ほど予後不良であった。しかし、今回の我々の症例中、心合併症例の 46% は、年齢や合併疾患、本人の拒否などのため、冠動脈造影未施行の症例であった。

症例呈示 (Fig. 7)

左前下行枝 (90%)、右冠動脈 (100%) の二枝病変を伴う 61 歳、男性。図は dipyridamole 負荷

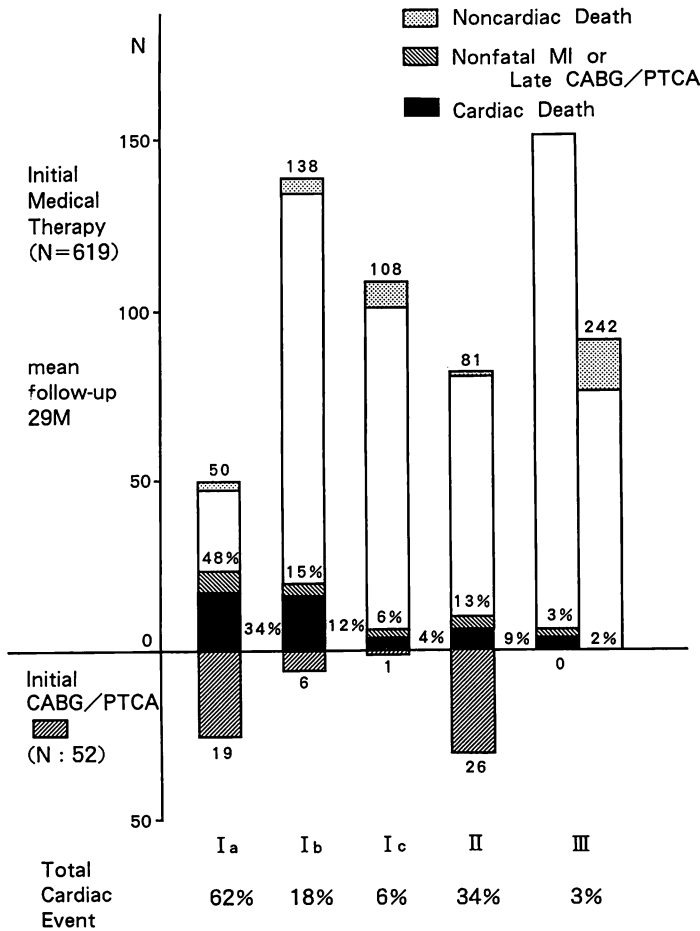


Fig. 6. Prevalence of cardiac events in each group.

CABG or PTCA was initially applied to 52 patients, most of whom were in groups Ia, Ib and II. In 619 patients with initial medical therapy, 48 cardiac deaths and 19 nonfatal complications occurred during the mean follow-up period of 29 months. These complications were observed in 48%, 15%, 6%, 13% and 3% of patients in groups Ia, Ib, Ic, II and III, respectively.

CABG=coronary artery bypass graft surgery; PTCA=percutaneous transluminal coronary angioplasty; MI=myocardial infarction; M=months

心筋シンチグラフィによる正面, 左前斜位 45°・同 70° の負荷直後および 3 時間後の planar 像を示し, グラフは赤が initial uptake, 緑が delayed uptake, 青が washout rate の circumferential profile curve を示している. 本例は前壁中隔および下壁の一部を含む欠損像を示し, 部分再分布と瀰漫性の washout 低下を伴い, Ia 群と分類

した. 無症状で運動耐容能も比較的良好なため薬物治療としたが, 6 ヶ月後に誘因なく突然死を来した. 積極的に血行再建術を適用すべきであったと悔やまれる 1 例である.

考 按

虚血性心疾患の非侵襲的診断法として, 運動負

Dipyridamole scintigraphy

M. T. 61 M
 2 vessel disease
 → sudden death

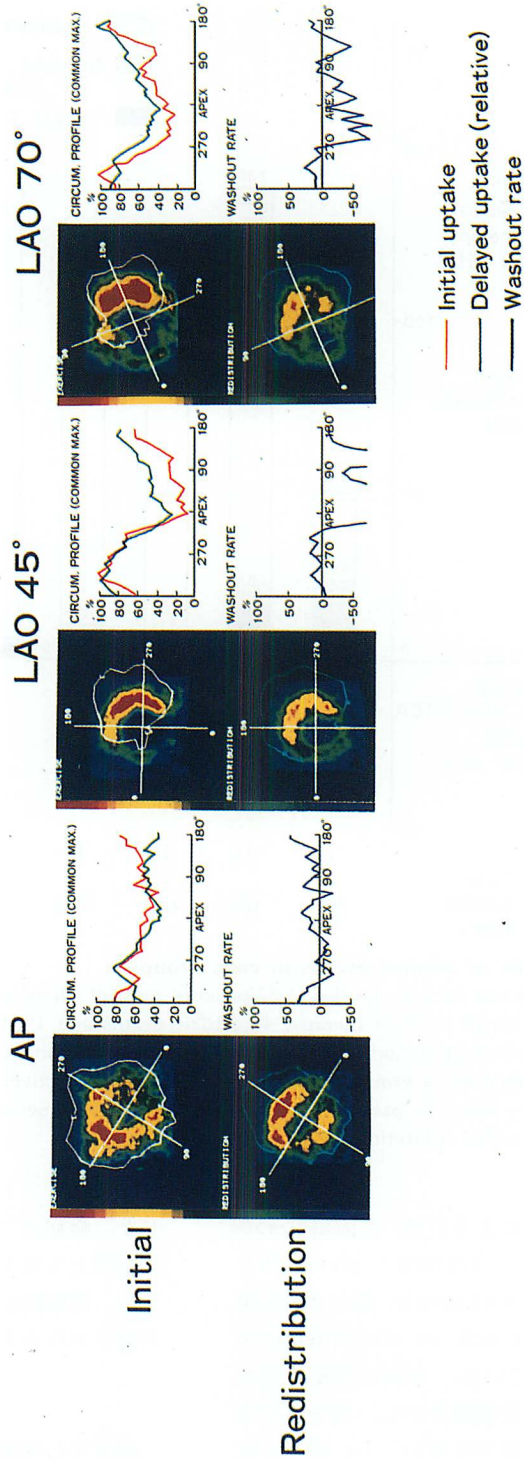


Fig. 7. A case with double-vessel CAD.

Anteroseptal and inferior defects with partial redistribution and diffuse slow washout was observed in dipyridamole perfusion scintigraphy (Group Ia). He died suddenly after six months during which he was asymptomatic.

荷心電図と運動負荷心筋シンチグラフィが最も繁用されている。その診断精度は、対象や負荷のプロトコール、有意病変の定義などによって異なるが、運動負荷心電図で感受性 54~80%、特異性 88~97%⁸⁾、運動負荷心筋シンチグラフィで感受性平均 82%、特異性平均 91%⁹⁾ と報告されている。しかし、運動負荷検査は、高齢者や合併疾患を伴う例などでは、十分な負荷がかけられないことも少なくない。今回の我々の症例中、24%では treadmill 負荷が不能であり、可能であっても倦怠感や早期の心拍数増加のため、十分な負荷とならない例も少なからず認められた。

これに対して、dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィは、ほぼ全例に比較的一定の負荷が可能であり、特に運動負荷の制約されることの多い高齢者^{5,6)}や、閉塞性動脈硬化症例⁷⁾などでの有用性が注目されている。可逆性欠損像による有意冠動脈病変の診断精度は、感受性 67~95%、特異性 67~100% と報告され⁴⁾、運動負荷と同等またはそれ以上と考えられている。我々の冠動脈造影を施行した 377 例の検討では、陳旧性心筋梗塞、心筋症、弁膜症なども対象に含んでいるが、有意冠動脈病変の診断精度は、欠損像全体で感受性 97%、特異性 63%、可逆性欠損像のみでは感受性 72%、特異性 93% であった。欠損像全体で特異性が劣るのは、心筋症や重症弁膜症例でしばしば主として固定性の欠損像を示す^{10,11)}ことが主因と考えられ、可逆性欠損像のみで感受性が劣るのは、残存虚血のない心筋梗塞例では固定性欠損像のみ示されることが主因と考えられた。一方、陰性であっても中等度病変 (50~75% 狭窄) や冠攣縮性狭心症の可能性は完全には否定し得ないため、病歴や心電図経過を含めた総合的診断、治療が必要と思われる。本法の注意点としては、薬物負荷による胸痛や ST 低下は遷延する傾向があり、確実な静脈 line の確保、遅滞なき aminophylline の投与、負荷後の服薬の徹底などが重要と思われる。

虚血性心疾患の予後を規定する因子として、心

機能と残存虚血の有無が最も重要であり、生存率は駆出率や冠動脈罹患病変数に依存することが知られている。例えば、CASS の 20088 例の検討では、4 年生存率は、非有意病変、一枝病変、二枝病変、三枝病変例でそれぞれ 97%、92%、84%、68%、駆出率 50~100%、35~49%、0~34% の例でそれぞれ 92%、83%、58% と報告されており、特に心機能低下を伴う多枝病変例で予後不良なことが指摘されている¹²⁾。運動負荷心筋シンチグラフィによる冠動脈病変の重症度評価は、欠損部位のみでは過小評価する傾向があり^{3,13)}、瀰漫性 washout 低下^{14,15)}や肺野 uptake の増加¹⁶⁾などの指標が補助的に用いられているが、多枝病変を的確に診断する単一の指標は見当たらないのが現状であろう。

虚血性心疾患の予後評価に関しても、運動負荷心筋シンチグラフィの有用性について幾つかの報告がみられる。Brown らは平均 3.7 年の経過追跡で、梗塞例 39 例中 6 例の心臓死と 1 例の非致死的心筋梗塞 (計 18%)、非梗塞例 100 例中 6 例 (6%) の非致死的心筋梗塞を見、梗塞例では駆出率が、非梗塞例では心筋シンチグラムによる虚血巣の範囲が、予後の推定に最も重要であると述べている (ただし、経過追跡中にバイパス術を施行した 88 例は、検討から除外されている)¹⁷⁾。Gibson らは、140 例の 65 歳以下の合併症のない心筋梗塞例の平均 15 ヶ月の経過追跡で、7 例 (5%) の心臓死と 9 例 (6%) の再発梗塞、34 例 (24%) の重症狭心症 (25 例にバイパス術を施行) を認め、心筋シンチグラムによる広範な欠損、再分布、肺野 uptake の増加が予後不良の徴と述べている¹⁸⁾。これに対して、Pamelia らは、345 例の正常心筋シンチグラム例で平均 34 ヶ月の経過追跡を行い、15 例 (4.3%) の心合併症しかみず、予後良好なことを報告している¹⁹⁾。しかし、前述のように、運動負荷心筋シンチグラフィによる予後評価は、高齢者や合併疾患を伴う例では十分な負荷が制約されることが少なくない。一方、dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィによる

可逆性欠損像の検出に関して, Boucher らは閉塞性動脈硬化症の術後心合併症の予測(陽性例で 50%, 陰性例で 0%)⁷⁾に, Leppo らは心筋梗塞患者の退院後心合併症の予測(陽性例で 33%, 陰性例で 6%)²⁰⁾に有用なことを報告している. 今回の我々の症例でも, 可逆性欠損像を伴う 214 例中 40 例 (19%), 伴わない 405 例中 27 例 (7%) に心合併症がみられたが, 単一の指標では心合併症の 67 例中 27 例 (40%) が予測不能であった.

我々は, dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィによる, ① 前壁中隔・下後壁にまたがる広範な固定性欠損像は心機能低下を, ② 部分再分布または ③ 瀰漫性 washout 低下は残存虚血を反映する所見と考え, これらを総合した評価を試みた. 固定性欠損像を伴う I 群のうち, 上記 3 つの指標の 2 つ以上を伴う Ia 群では三枝病変 64%, 二枝病変 23%, 一枝病変 9% であり, 1 つだけの Ib 群 (14%, 18%, 57%), 全く伴わない Ic 群 (3%, 8%, 45%) に比し, 重症冠動脈病変が高率に認められた. 初期血行再建例 (Ia 群の 28%, Ib 群の 4%, Ic 群の 1%, II 群の 24%) を除く薬物治療群の心合併症 / 心臓死の頻度も, Ia 群で 48% / 32%, Ib 群で 15% / 12%, Ic 群で 6% / 4%, II 群で 13% / 9%, III 群で 3% / 2% であり (Ia 群 > Ib 群, II 群 > Ic 群, III 群), 我々の dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィ所見による分類は, 予後評価にも有用と思われた. 日常診療上, 虚血性心疾患を疑いながら, 年齢や合併疾患などのため運動負荷試験や冠動脈造影を施行し得ないことも少なからず存在するが, 本法はこうした症例に対して, 診断のみならず, 重症度や予後評価にも有用であり, 血行再建術の適応決定を目的とした冠動脈造影が必要か否かの判断に際し, 貴重な情報を提供すると考えられる.

結 語

Dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィは, ほぼ全例に安全に施行でき, 虚血性心疾患の診断

のみならず, 重症度や予後評価にも有用である. 運動負荷心筋シンチグラフィと比較して, 高齢者や合併疾患を伴う例など運動負荷の制約される症例に対しても, 比較的一定の負荷がかけられるという利点がある.

要 約

Dipyridamole 0.568 mg/kg 静注と足踏み負荷を加えた心筋シンチを, 虚血性心疾患を疑った 671 例に施行し, 診断と予後評価の可能性を検討した.

1. 34% に胸痛, 22% に ST 低下を認め, 19% に aminophylline の投与を必要としたが, 全例に検査が可能であった. 一方, treadmill 運動負荷は 24% の例で不可能であった.

2. 心筋シンチ所見により, 全症例を, 固定性欠損を示す I 群 (322 例), 可逆性欠損のみの II 群 (107 例), 欠損のない III 群 (242 例) の 3 群に大別しえた. 更に, I 群は広範梗塞, 部分再分布, 瀰漫性 washout 低下の 3 所見のうち, 2 つ以上を有する Ia 群 (69 例), 1 つのみを有する Ib 群 (144 例), いずれをも有しない Ic 群 (109 例) に細分し得た.

3. 冠動脈造影施行の 377 例中, Ia 群の 96%, Ib 群の 89%, Ic 群の 56%, II 群の 90%, III 群の 8% に有意病変を認め, このうち, Ia 群の 87%, Ib 群の 32%, Ic 群の 11%, II 群の 51%, III 群の 2% が多枝病変であった.

4. 初期内科治療の 619 例中, 平均 29 ヶ月の経過追跡で, 67 例 (11%) に心合併症 (心臓死 48 例, 心筋梗塞または晩期血行再建 19 例) を認めた. これら心合併症は, Ia 群の 48%, Ib 群の 15%, Ic 群の 6%, II 群の 13%, III 群の 3% にみられた.

以上, Dipyridamole 負荷心筋シンチは, ほぼ全例に安全に十分な負荷が可能であり, 虚血性心疾患の診断のみならず, 重症度や予後評価にも有用である.

データの収集および処理を担当していただいた、高知医科大学放射線科 赤木直樹氏に深謝いたします。

文 献

- 1) Gould KL, Westcott RJ, Albro PC, Hamilton GW: Noninvasive assessment of coronary stenoses by myocardial imaging during pharmacologic coronary vasodilatation: II. Clinical methodology and feasibility. *Am J Cardiol* **41**: 279-287, 1978
- 2) Albro PC, Gould KL, Westcott RJ, Hamilton GW, Ritchie JL, Williams DL: Noninvasive assessment of coronary stenoses by myocardial imaging during pharmacologic coronary vasodilatation: III. Clinical trial. *Am J Cardiol* **42**: 751-760, 1978
- 3) Hamashige N, Doi Y, Yonezawa Y, Odawara H, Ozawa T, Akagi N, Yoshida S, Maeda T: Noninvasive detection of coronary artery disease by dipyridamole-loading ^{201}Tl myocardial scintigraphy. *心臓* **18**: 817-825, 1986 (in Japanese)
- 4) Iskandrian AS, Heo J, Askenase A, Segal BL, Auerbach N: Dipyridamole cardiac imaging. *Am Heart J* **115**: 432-443, 1988
- 5) Hamashige N, Doi Y, Yonezawa Y, Odawara H, Kawamoto A, Seo H, Kuzume O, Chikamori T, Ozawa T: Noninvasive detection and prognosis of coronary artery disease in the elderly patients: Usefulness of dipyridamole-loading myocardial scintigraphy. *Jpn J Med* **76**: 1230-1237, 1987 (in Japanese)
- 6) Lam JYT, Chaitman BR, Glaenger M, Byers S, Fite J, Shah Y, Goodgold H, Samuels L: Safety and diagnostic accuracy of dipyridamole-thallium imaging in the elderly. *J Am Coll Cardiol* **11**: 585-589, 1988
- 7) Boucher CA, Brewster DC, Darling RC, Okada RD, Strauss HW, Pohost GM: Determination of cardiac risk by dipyridamole-thallium imaging before peripheral vascular surgery. *N Engl J Med* **312**: 389-394, 1985
- 8) Fortuin NJ and Weiss JL: Reviews of contemporary laboratory methods: Exercise stress testing. *Circulation* **56**: 699-712, 1977
- 9) Okada RD, Boucher CA, Strauss HW, Pohost GM: Exercise radionuclide imaging approaches to coronary artery disease. *Am J Cardiol* **46**: 1188-1204, 1980
- 10) Dunn RF, Uren RF, Sadick N, Bautovich G, McLaughlin A, Hiroe M, Kelly DT: Comparison of thallium-201 scanning in idiopathic dilated cardiomyopathy and severe coronary artery disease. *Circulation* **66**: 804-810, 1982
- 11) 山崎純一, 森下 健, 青木りう子, 河村康明, 奥住一雄, 武藤敏徳, 若倉 学, 佐々木康人: 容量負荷を呈する心弁膜症の ^{201}Tl 心筋シンチグラムによる核医学的評価. 第9回ニュータウンカンファレンス(心臓核医学), 1985, pp. 125~128
- 12) Mock MB, Ringqvist I, Fisher LD, Davis KB, Chaitman BR, Kouchoukos NT, Kaiser GC, Alderman E, Ryan TJ, Russell RO, Mullin S, Fray D, Killip III T: Survival of medically treated patients in the coronary artery surgery study (CASS) registry. *Circulation* **66**: 562-568, 1982
- 13) Patterson RE, Horowitz SF, Eng C, Meller J, Goldsmith SJ, Richard AD, Halgash DA, Herman MV, Gorlin R: Can noninvasive exercise test criteria identify patients with left main or 3-vessel coronary disease after a first myocardial infarction? *Am J Cardiol* **51**: 361-371, 1983
- 14) Bateman TM, Maddahi J, Gray RJ, Murphy FL, Garcia EV, Conklin CM, Raymond MJ, Stewart ME, Swan HJC, Berman DS: Diffuse slow washout of myocardial thallium-201: A new scintigraphic indicator of extensive coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* **4**: 55-64, 1984
- 15) Maddahi J, Abdulla AA, Garcia EV, Swan HJC, Berman DS: Noninvasive identification of left main and triple vessel coronary artery disease: Improved accuracy using quantitative analysis of regional myocardial stress distribution and washout of thallium-201. *J Am Coll Cardiol* **7**: 53-60, 1986
- 16) Canhasi B, Dae M, Botvinick E, Lanzer P, Schectmann N, Faulkner D, O'Connell W, Schiller N: Interaction of "supplementary" scintigraphic indicators of ischemia and stress electrocardiography in the diagnosis of multivessel coronary disease. *J Am Coll Cardiol* **6**: 581-588, 1985
- 17) Brown KA, Boucher CA, Okada RD, Guiney TE, Newell JB, Strauss W, Pohost GM: Prognostic value of exercise thallium-201 imaging in patients presenting for evaluation of chest pain. *J Am Coll Cardiol* **1**: 994-1001, 1983
- 18) Gibson RS, Watson DD, Craddock GB, Crampton RS, Kaiser DL, Denny MJ, Beller GA: Prediction of cardiac events after uncomplicated myocardial infarction: A prospective study comparing pre-discharge exercise thallium-201 scintigraphy and coronary angiography. *Circulation* **68**: 321-335, 1983

浜重, 土居, 米沢, ほか

19) Pamela FX, Gibson RS, Watson DD, Craddock GB, Sirowatka J, Beller GA: Prognosis with chest pain and normal thallium-201 exercise scintigrams. *Am J Cardiol* 55: 920-926, 1985

20) Leppo JA, O'Brien J, Rothendler JA, Getchell

JD, Lee VW: Dipyridamole-thallium-201 scintigraphy in the prediction of future cardiac events after acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 310: 1014-1018, 1984