

《原 著》

## 冠攣縮性狭心症の冠循環と運動負荷 $^{201}\text{Tl}$ 心筋シンチグラフィの特徴

松村憲太郎\* 中瀬恵美子\* 灰山 徹\*\* 長谷川 章\*\*  
齊藤 孝行\*\*

**要旨** 冠攣縮性狭心症に運動負荷  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラフィと冠動脈 DSA を施行し、それぞれの特徴と関連性を検討した。運動負荷  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT で灌流欠損は 75%に見られ、そのうち 89%に再分布現象が見られた。運動負荷時  $^{201}\text{Tl}$  肺集積は明らかに高く、運動負荷時の左室機能障害の顕在化が示唆された。この傾向は  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT で多発性小欠損を示す群で強く見られた。多発性小欠損群では冠動脈造影上エルゴノビン負荷にて心筋虚血を伴う多枝攣縮例が多く見られた。DSA を用いた左冠動脈循環時間 (CCT) は冠攣縮性狭心症で明らかに延長しており、心外膜冠動脈の十分な拡張が得られたあとも冠末梢循環障害が残っていることが推測される。 $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT の欠損部位や冠攣縮部位と無関係に CCT は延長しており、冠攣縮性狭心症では心外膜冠動脈のスパズム以外に、冠微小循環障害が病態の一部を形成している可能性がある。

(核医学 29: 615-623, 1992)

### I. はじめに

冠攣縮性狭心症 (VSA: vasospastic angina) において運動負荷  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT で可逆性灌流欠損がしばしば見られる<sup>1-3)</sup>。また運動負荷にて顕在化する左室機能障害についても報告されており<sup>4)</sup>、 $^{201}\text{Tl}$  肺集積を定量化するとともに冠血行動態指標を digital subtraction angiography (DSA) を用いて求めることにより、両者の関連性を検討した。

### II. 対 象

器質的冠動脈狭窄度 25%以下で、エルゴノビ

ン冠動脈内投与法にて 75%以上の内径狭小化を示す冠攣縮性狭心症 (VSA) 72例を対象とした。男性42例、女性30例で平均年齢  $62 \pm 9$  歳であった。VSA の診断は冠動脈造影上の広義の診断基準<sup>5)</sup>とし、エルゴノビン負荷中の胸痛の出現の有無や心電図 ST 偏位の有無は問わなかった。VSA 72例中冠動脈造影終了後左冠循環時間 (CCT: coronary circulation time) を 37例で DSA を用いて求めた。

正常対照は胸痛の既往を持たないエルゴノビン負荷陰性の正常冠動脈 33例とし、CCT を求めた。また  $^{201}\text{Tl}$  肺集積率 (L/H) は当院における 40例の正常値を対照とした。

### III. 方 法

冠動脈造影と運動負荷  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラフィは全例 2 か月以内に施行した。運動負荷は自転車エルゴメータを用いた多段階運動負荷法にて施行し、symptom limit あるいは目標心拍数到達にて  $^{201}\text{Tl}$  111 MBq を静注し、さらに 1 分間の運動

\* 京都南病院内科

\*\* 同 放射線科

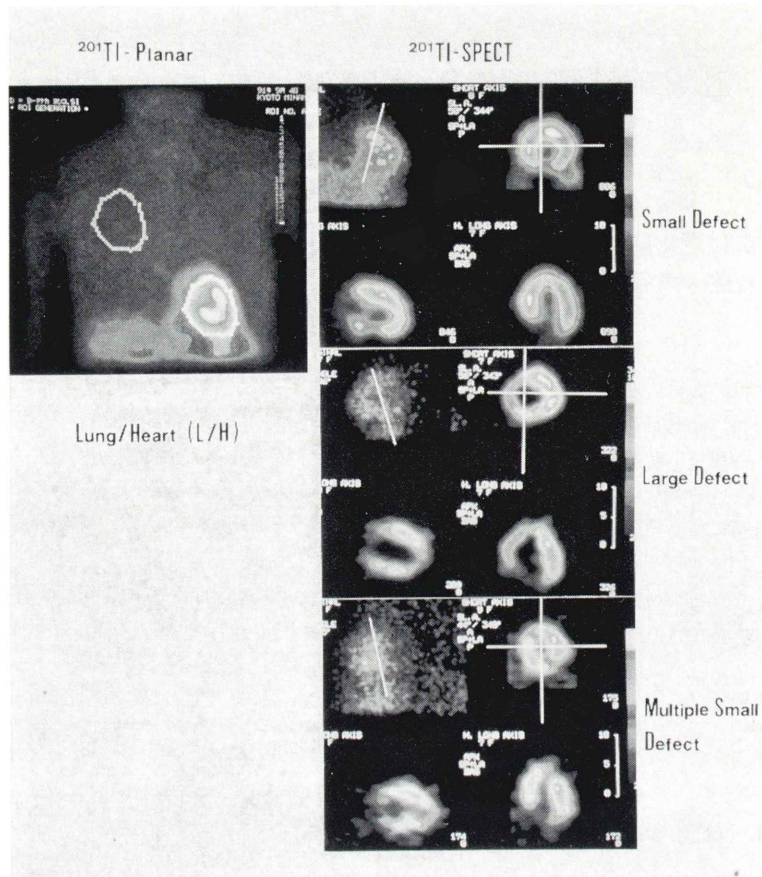
受付: 4年1月21日

最終稿受付: 4年3月13日

別刷請求先: 京都市下京区西七条南中野町 8 (☎600)

京都南病院内科

松 村 憲太郎



**Fig. 1**  $^{201}\text{Tl}$ -myocardial scintigraphy. Left panel: Pulmonary  $^{201}\text{Tl}$  uptake ratio (L/H). Right panel: Three patterns of perfusion defect on  $^{201}\text{Tl}$ -SPECT. Small defect, large defect and multiple small defect.

負荷ののち 3-5 分間 12 誘導心電図を記録。陽性の有無を判定した。静注 8 分後よりガンマ・カメラ (日立 RC-150E) にて胸部正面 planar 像を撮影。つづいて SPECT ( $180^\circ$ ,  $6^\circ$  step) を施行した。3 時間後に再度 SPECT を施行し、再分布の有無や washout rate を求めた。胸部正面 planar 画像より心臓部全体を囲む関心領域 (ROI: region of interest) を設定し、同一の ROI を右上肺野にも設定し、ROI 内カウントの比を肺/心カウント比 (L/H) として  $^{201}\text{Tl}$  肺集積率とした。 $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT の灌流欠損パターンを視覚的に分類し、AHA 1 区域までの小欠損 (SD: small defect), 2 区域にわたる大欠損 (LD: large defect), 多区域のび

まん性小欠損 (MSD: multiple small defect) とした。データ処理には日立 HARP-II を用いた。L/H と  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT の灌流欠損パターンを (Fig. 1) に示す。

左冠動脈 DSA は冠動脈造影終了直後に施行した。カテーテルを左冠動脈口に留置し、ioxaglate 320 を 2 ml, 1 秒間で注入。右前斜位  $30^\circ$  方向で  $512 \times 256$  matrix, 8 bit, 30 フレーム/秒, 13-17 秒間 DSA に画像を収集した。DSA 画像上 ROI を左冠動脈起始部と冠静脈洞に設定し、ROI 内の time-density curve より peak to peak 法を用いて左冠動脈 CCT を求めた (Fig. 2)。計測に用いた time-density curve は original curve を 50 回

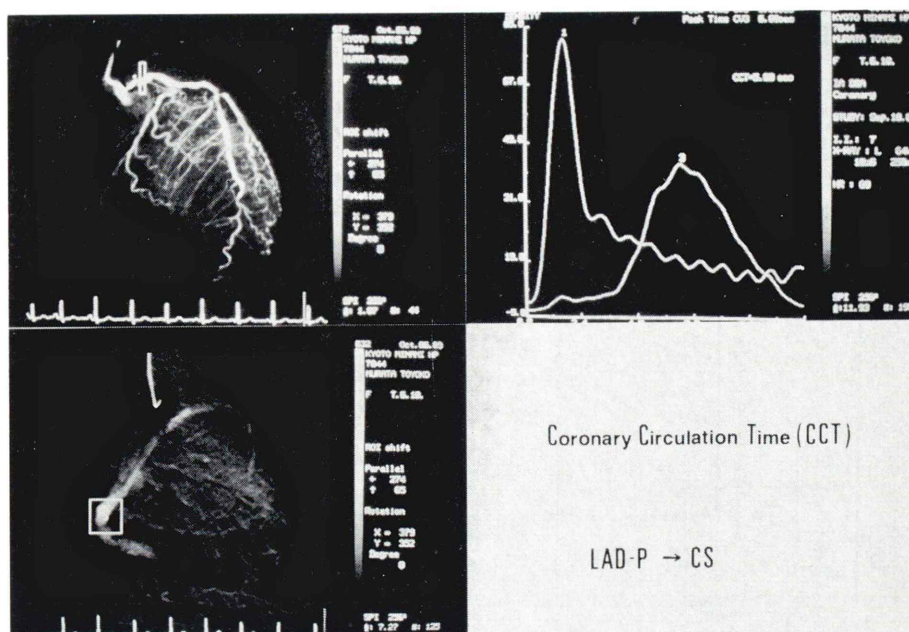


Fig. 2 Left coronary digital subtraction angiography (DSA). The coronary circulation time (CCT) was calculated by peak to peak method of time-density curves. Location of ROI: Proximal part of left coronary artery and coronary sinus.

smoothing することにより得られた。cardiac subtraction が不良な症例は今回の検討から除外した。データ収集は東芝 DFP-50A を用いた。

#### IV. 結 果

運動負荷心電図にて ST 0.1 mV 以上の水平型あるいは下降型低下、また ST<sub>T</sub> より 0.08 sec で ST 0.1 mV 以上低下する上昇型低下、ST の有意な上昇、T 波陰性化、心室性不整脈の増加などの陽性所見は 35 例 (49%) に見られた。運動負荷心電図陽性群のうち <sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT で灌流欠損を示したのは 75%、また陰性群で <sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT で灌流欠損を示さなかったのは 36% であった。

<sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT で灌流欠損は 72 例中 54 例 (75%) に出現した。欠損パターンによる分類では、小欠損 (SD 群) 23 例、大欠損 (LD 群) 15 例、多発性小欠損 (MSD 群) 16 例であり、小欠損 23 例中 9 例は 1 区域に満たない欠損であった。SD 群の

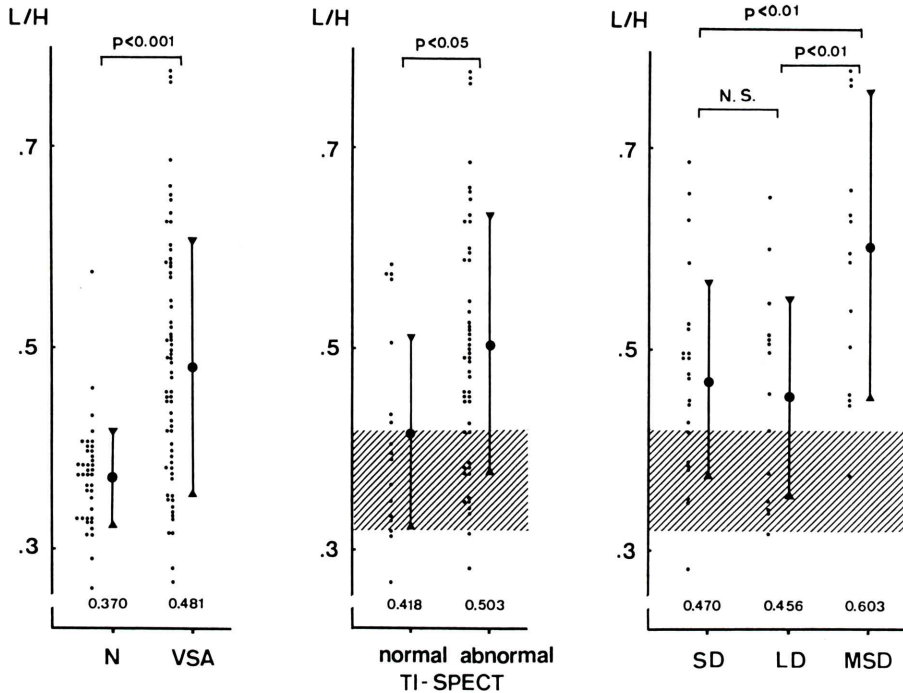
Table 1 Defect pattern of <sup>201</sup>Tl-SPECT and number of spasm vessel

Defect pattern of <sup>201</sup> Tl-SPECT	Patients (n)	Number of spasm vessel		
		1 vessel	2 vessels	3 vessels
No defect (N)	18	10 (3)	0	8
Small defect (SD)	23	6 (2)	4	13
Large defect (LD)	15	10 (10)	4 (4)	1
Multiple small defects (MSD)	16	4 (4)	3 (3)	9 (6)

( ) : Severe vasospasm (99–100% stenosis) with ECG changes and chest pain on ergonovine provocation test.

欠損部位は前側壁 3 例、前壁中隔 10 例、心尖部 4 例、下壁 4 例、後側壁 2 例であった。LD 群は 2 区域以上を占めており、半数で心尖部を含む欠損を示した。初期像で灌流欠損を示した 54 例中、3 時間後像で完全再分布を示したのは 42 例 (78%)、不完全再分布は 6 例 (11%)、再分布が見られなかったのは 6 例 (11%) であった。

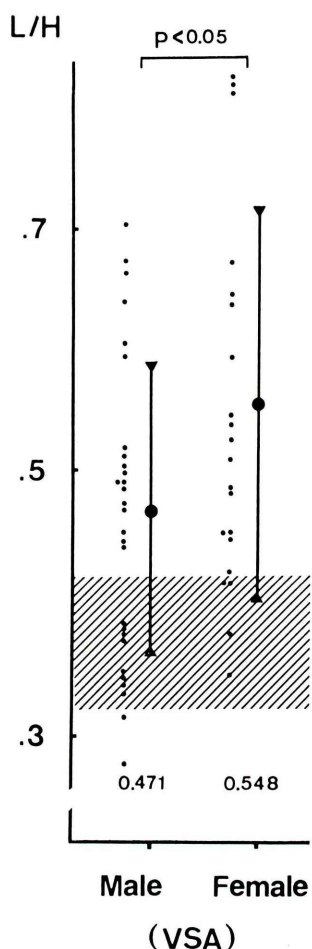




**Fig. 3** Pulmonary  $^{201}\text{Tl}$  uptake ratio (L/H). Left: Comparison of L/H between normal control (N) and vasospastic angina (VSA). Middle: Comparison of L/H between normal- and abnormal (perfusion defect)  $^{201}\text{Tl}$ -SPECT in patients with vasospastic angina. Right: Comparison of L/H between small defect (SD), large defect (LD) and multiple small defect (MSD) of abnormal  $^{201}\text{Tl}$ -SPECT in vasospastic anginas. Shadow: normal mean  $\pm$  1 SD.

冠動脈造影所見と  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT との対比 (Table 1) では、灌流欠損を示さなかった 18 例中 10 例は一枝に spasm を、8 例は三枝のびまん性 spasm を示した。一枝 spasm 中 3 例は心電図変化と胸痛を伴う 99% 以上の spasm であったが、それ以外はエルゴノビン負荷にて心電図変化や胸痛の出現しない 75-90% の spasm であった。灌流欠損を示した 54 例中 SD 群 23 例では、一枝に spasm を認めたもの 6 例、二枝に spasm を認めたもの 4 例、三枝のびまん性 spasm 13 例であり、一枝 spasm 6 例中 2 例は心電図変化、胸痛を伴う 99% 以上の spasm を呈した。それ以外は心電図変化や胸痛を伴わない 75-90% の spasm であった。LD 群 15 例中 10 例が一枝 (右冠動脈 3 例、左前下行枝 6 例、左回旋枝 1 例) に、4 例が二枝に、

1 例が三枝に spasm が見られ、三枝の 1 例を除いてすべて心電図変化を伴う 99% 以上の spasm を示した。MSD 群 16 例中 4 例が一枝 (左前下行枝) に、3 例が二枝に、9 例が三枝に spasm が見られ、三枝 spasm 9 例中 3 例を除いて、他はすべて心電図変化を伴う 99% 以上の spasm を示した。三枝 spasm 中 3 例では spasm が遷延化し、ノルアド投与が必要であった。冠動脈造影と  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT の対比で、エルゴノビン負荷にて明らかな心筋虚血が誘発されたのは SD 群 23 例中 2 例 (9%)、LD 群 15 例中 14 例 (93%)、MSD 群 16 例中 13 例 (81%) であった。冠動脈造影上、エルゴノビン負荷にて冠血管内径の 75% 以上の収縮を示した冠攣縮性狭心症 72 例のうち、心電図変化や胸痛を伴う 99% 以上の spasm を示したのは 32 例で



**Fig. 4** Comparison of pulmonary  $^{201}\text{Tl}$  uptake ratio (L/H) between male and female patients with vasospastic angina. Shadow: normal mean  $\pm$  1 SD.

あった。

$^{201}\text{Tl}$  肺集積率 (L/H) は正常群  $0.370 \pm 0.052$ , VSA 群  $0.481 \pm 0.132$  で, VSA 群の  $^{201}\text{Tl}$  肺集積は有意 ( $p < 0.001$ ) に高値を示した。また  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT を施行した VSA 72 例で SPECT 正常例の L/H は  $0.418 \pm 0.132$ , 異常例の L/H は  $0.503 \pm 0.134$  と, SPECT で灌流欠損を認める群で  $^{201}\text{Tl}$  肺集積は有意 ( $p < 0.001$ ) に高値を示した。 $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT の欠損パターンによる L/H の比較では, SD 群  $0.470 \pm 0.102$ , LD 群  $0.456 \pm 0.102$ ,

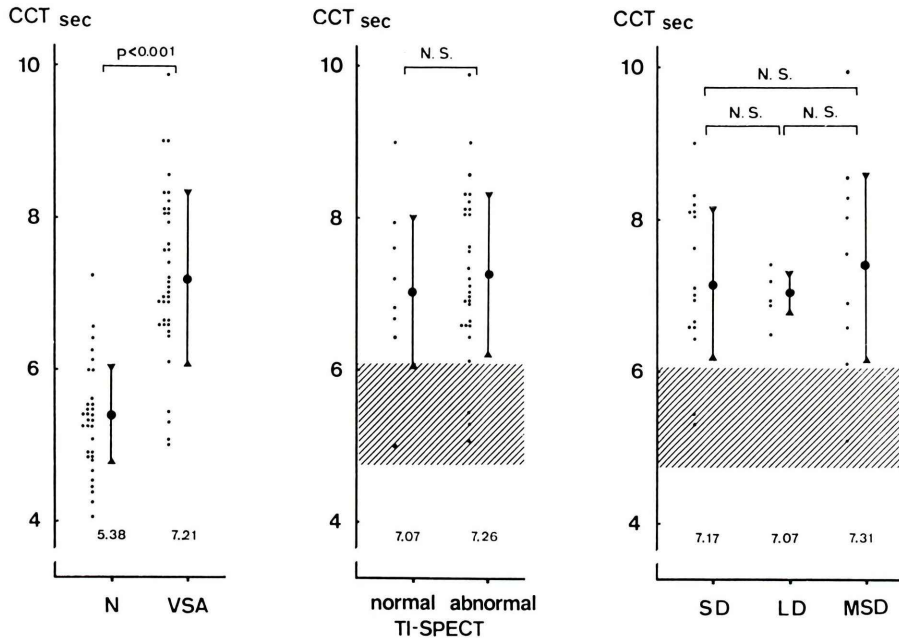
MSD 群  $0.603 \pm 0.157$  と, びまん性欠損を認める VSA で L/H は有意に高値を示した (Fig. 3)。L/H の比較では性差を無視できない。VSA の男性症例の L/H は  $0.471 \pm 0.109$ , 女性症例の L/H は  $0.548 \pm 0.151$  で, 女性例は有意に高く, 乳房による心臓部の吸収が考えられる (Fig. 4)。L/H の検者間の再現性は良好であり, 30 例で  $y = 0.972x + 0.00648$ ,  $r = 0.989$  であった。また同一検者内の再現性も良好であり, 30 例で  $y = 1.004x - 0.00503$ ,  $r = 0.995$  であった。

左冠動脈 CCT は正常群  $5.38 \pm 0.71$  秒, VSA 群  $7.21 \pm 1.09$  秒と, VSA 群で有意 ( $p < 0.001$ ) に延長していた。しかし, VSA 群で  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT 正常例と異常例で CCT に有意差なく, また灌流欠損パターンによる比較でも CCT に有意差は見られなかった (Fig. 5)。

運動負荷心電図陽性例の VSA 群での CCT は  $7.99 \pm 1.03$  秒で, 陰性例の CCT  $6.80 \pm 0.88$  秒に比し有意 ( $p < 0.02$ ) に延長していたが, L/H は運動負荷心電図陽性群と陰性群で有意差は見られなかった (Fig. 6)。

## V. 考 察

冠攣縮性狭心症 (VSA) における冠動脈造影時の冠循環と運動負荷  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラフィの関連性を検討した報告はこれまでにほとんど見られない。われわれは以前より, isosorbide dinitrate および造影剤冠動脈内投与後の左冠循環時間 (CCT) が VSA において明らかに延長することを報告しており, VSA における冠末梢循環の異常を指摘してきた<sup>6,7)</sup>。左冠動脈 CCT の延長が冠微小循環障害を反映していると考えられるなら, 心筋虚血を反映する  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラフィに何らかの異常が出現する可能性がある。以前より VSA では, 運動負荷にてしばしば狭心症状が出現し<sup>8,9)</sup>, また冠動脈造影でも運動誘発性冠スパスムが報告されている<sup>10,11)</sup>。運動負荷  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラフィの VSA における陽性率は, Waters ら<sup>1)</sup> は 39 例中 15 例 (38%), Kugiyama ら<sup>2)</sup> は 19 例全例, Aoki ら<sup>3)</sup> は 25 例中 11 例 (44%) と報告しているが,



**Fig. 5** Left coronary circulation time (CCT). Left: Comparison of CCT between normal control (N) and vasospastic angina (VSA). Middle: Comparison of CCT between normal- and abnormal (perfusion defect)  $^{201}\text{Tl}$ -SPECT in patients with vasospastic angina. Right: Comparison of CCT between small defect (SD), large defect (LD) and multiple small defect (MSD) of abnormal  $^{201}\text{Tl}$ -SPECT in vasospastic anginas. Shadow: normal mean  $\pm$  1 SD.

われわれの検討では 72 例中 54 例 (75%) と、比較的高い陽性率を示した。この原因として、小欠損群中 1 区域に満たない小さい灌流欠損も含まれており、また正常例でもしばしば見られる下後壁や心室中隔基部、心尖部などの  $^{201}\text{Tl}$  集積低下と区別が困難で、心筋虚血を反映していない可能性がある。小欠損群 23 例のうち、1 区域に満たない小欠損が 9 例含まれており、もしこれらを疑陽性として除外するならば、陽性率は 63% となる。VSA では従来報告されているよりも運動負荷  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラフィ陽性率は高いことが推測される。また安静時  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラフィでも VSA の約 8% に灌流欠損が出現することをこれまでに経験している。VSA における  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT 3 時間後再分布に関する報告はほとんど見られない。初期像で灌流欠損を示した 54 例中、完全再分布は 78% に見られ、不完全再分布を含めると 89%

となり、ほとんどの VSA で運動負荷時の心筋虚血が可逆性であることを示している。

VSA における運動負荷時の  $^{201}\text{Tl}$  肺集積の報告はこれまでに見られない。 $^{201}\text{Tl}$  の肺集積の増加は、左室拡張末期圧の上昇に伴う肺うっ血や間質性肺水腫などで起こるとされている<sup>12-14</sup>。VSA の運動負荷時  $^{201}\text{Tl}$  肺集積増加は、運動負荷で顕在化する左室機能障害を反映している可能性が高い。VSA では発作時のみならず安静非発作時においても左室機能が障害されており<sup>15</sup>、運動負荷にてさらに進行することが考えられる。運動負荷  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT の非欠損群と欠損群では、有意に欠損群で  $^{201}\text{Tl}$  肺集積が増加しており、多発性小欠損群で最も増加している。このことより多発性小欠損を示す VSA では運動負荷による左室機能障害の顕在化がより著明であることが推測され、冠動脈造影でもエルゴノビン負荷にて心筋虚血を



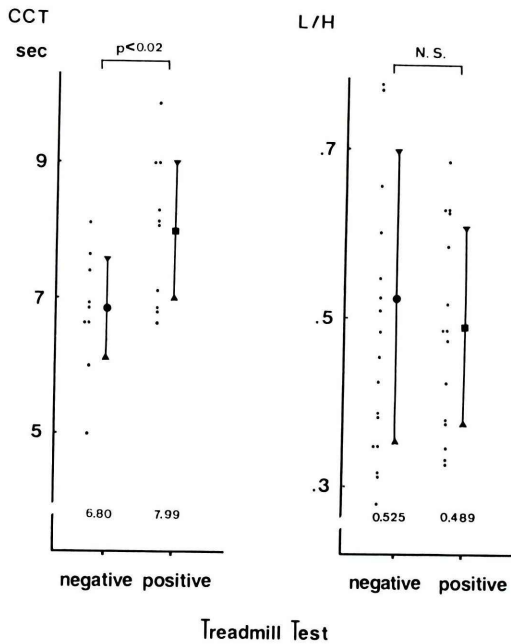


Fig. 6 Comparison of left coronary circulation time (CCT) and  $^{201}\text{Tl}$  pulmonary uptake ratio (L/H) between negative- and positive-treadmill test in patients with vasospastic angina.

伴う多枝攣縮が多く見られた。また大欠損群でL/Hが増加しない理由の一つに、エルゴノビン負荷にて心筋虚血を伴うspasmが発生すると同時に、側副血行が見られる症例が多く、左室機能障害があまり顕在化しないのかもしれない。大欠損と側副血行との関連性は今後の課題と思われる。われわれの用いた $^{201}\text{Tl}$ 肺集積率(L/H)は方法論に多くの問題を残している。比較的単純な指標であるため、検者間および検者内再現性は良好であるが、右上肺野に血流低下を示す疾患を合併している例ではこの指標は使えない。また性別や肥満にも左右される。左室心筋全体を関心領域にした場合、女性の乳房による $^{201}\text{Tl}$ の吸収、減衰を考慮に入れなければならない。L/Hを性別で分けVSAで検討すると、明らかに女性群で高値を示している。この指標を用いる場合、性差を考慮に入れる必要があるが、きわめて簡単な指標であり臨床上有用と思われる。

VSAにおける運動負荷 $^{201}\text{Tl}$ 心筋SPECTのwashout rateに関するまとまった報告は見られない。完全再分布は72例中42例(78%)に、不完全再分布は6例(11%)に、そして再分布が見られなかったのは6例(11%)であり、大部分は再分布を示している。われわれの報告<sup>15)</sup>では、非発作時においてもVSAでは左室血行動態が障害されており、再分布が大部分のVSAで見られるとしても、左室機能が正常化していることを意味しないと思われる。

冠動脈造影直後に計測した左冠動脈CCTはVSAで明らかに延長している。これまでの報告より<sup>6,7)</sup>、isosorbide dinitrateによる冠拡張や造影剤による反応性充血が起こったあともVSAでは冠末梢血管抵抗が上昇していることが推測される。運動負荷心電図陽性例のCCTは陰性例に比し有意に延長していたが、 $^{201}\text{Tl}$ 心筋SPECT欠損群と非欠損群の間でCCTはともに延長していたが、両群に有意差は見られなかった。運動負荷心電図のsensitivityやspecificityに問題は残るが<sup>16-18)</sup>、運動負荷心電図陽性例にCCTの延長がより強く出現しており(CCT平均7.99秒)、より強い冠スパズムを反映している可能性が高い。一方、 $^{201}\text{Tl}$ 心筋SPECT欠損例では運動で誘発されない冠スパズムや比較的軽症の冠スパズム例が含まれている可能性があり、CCTの平均値も7.26秒と運動負荷心電図陽性例に比べるとやや短かくなっている。今後、冠循環をグローバルに表現するCCTと負荷心電図、 $^{201}\text{Tl}$ 心筋シンチグラフィの関連性をさらに検討していく必要があり、特に運動負荷におけるCCTの変化やVSAの冠予備能をDSAを用いて定量化することで、その関連性は明らかにされてくるとと思われる。

われわれの用いたCCTは左冠動脈領域の冠循環を直接的に反映しており、右冠動脈領域のスパズムを反映するわけではない。これまでの経験では、右冠動脈にスパズムが出現する例でも左冠動脈CCTは延長していることが明らかとなっている<sup>6,7)</sup>。一般的にVSAの診断は心外膜冠動脈のスパズムの証明によりなされるが、心外膜冠動脈が

十分拡張したあとにも冠循環障害が残っていることが左冠動脈 CCT より推測される。VSA では心外膜冠動脈の異常な反応性以外に、より遠位の微小血管領域に広汎な障害があり、そのため冠スバスの誘発されない冠動脈支配領域にも心筋虚血が存在する可能性がある。Cannon ら<sup>19)</sup>の提唱する“microvascular angina”の病態に近い現象が VSA に起こっている可能性を否定できない。<sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT で多発性小欠損を示す例では多枝攣縮以外にこのような病態を含んでいる可能性がある。杉原ら<sup>20)</sup>も運動負荷時に、労作性狭心症では冠血流が虚血領域も含めて全体で増加するが、VSA では全例で虚血部心筋血流が低下し、そのうち半数は心筋全体の血流も低下していた、と報告している。VSA とは心外膜冠動脈のスパズム以外に冠末梢血管の広汎な障害(microvascular spasm)も含めた病態と考えられ、<sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラム上多発性小欠損を示す原因の一つと考えられる。

## VI. 結 語

冠攣縮性狭心症 72 例に <sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラフィを施行し、うち 37 例で DSA を用い左冠動脈循環時間 (CCT) を求めた。1 区域に達しない小さな灌流欠損まで含めると、<sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT で欠損像は 54 例 (75%) に出現した。欠損を示した 54 例中 16 例は多発性小欠損であった。また欠損群 54 例中 48 例 (89%) に再分布現象が見られた。冠攣縮性狭心症では運動負荷時 <sup>201</sup>Tl 肺集積が増加し、運動負荷時の左室機能障害の顕在化が示唆された。この傾向は多発性小欠損を示す症例に強く現れた。左冠動脈 CCT は冠攣縮性狭心症で明らかに延長しており、冠拡張が得られたあとでも冠末梢循環障害が残っていることが推測される。<sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT で多発性小欠損を示す症例では多枝攣縮以外にびまん性冠末梢循環障害を反映している可能性がある。

本論文の要旨は 31 回日本核医学会総会 (松山市) において発表した。

## 文 献

- 1) Waters DD, Szlachcic J, Bourassa MG, Scholl JM, Theroux P: Exercise testing in patients with variant angina: results, correlation with clinical and angiographic features and prognostic significance. *Circulation* **65**: 265-274, 1982
- 2) Kugiyama K, Yasue H, Okumura K, Minoda K, Takaoka K, Matsuyama K, et al: Simultaneous multivessel coronary artery spasm demonstrated by quantitative analysis of thallium-201 single photon emission computed tomography. *Am J Cardiol* **60**: 1009-1014, 1987
- 3) Aoki M, Koyanagi S, Sakai K, Irie T, Takeshita A, Nakamura M, et al: Exercise-induced silent myocardial ischemia in patients with vasospastic angina. *Am Heart J* **119**: 551-556, 1990
- 4) Perez Balino NA, Liptadi AS, Masoli O, Molteni S, Rizzo T, Garrido M, et al: Usefulness of radionuclide ventriculography in assessment of coronary artery spasm. *Am J Cardiol* **59**: 552-558, 1987
- 5) 相澤忠範, 西村健司, 小笠原憲, 江波戸文賢, 小橋一成, 加藤和三: エルゴノビン負荷試験の臨床的意義. *最新医学* **42**: 1076-1077, 1987
- 6) 松村憲太郎, 中瀬恵美子, 芹沢 敬, 久保田忍, 川合一良, 斉藤孝行: 冠攣縮性狭心症におけるエルゴノビン冠注時の冠循環・心筋灌流動態. *Coronary* **7**: 69-76, 1990
- 7) 松村憲太郎, 中瀬恵美子, 芹沢 敬, 久保田忍, 川合一良, 斉藤孝行: 冠攣縮性狭心症における冠循環遅延と心筋灌流障害の検討. *循環器科* **27**: 492-499, 1990
- 8) Kemp GL: Value of treadmill stress testing in variant angina pectoris. *Am J Cardiol* **30**: 781-783, 1972
- 9) Detry JMR, Menges P, Rousseau FR, Cosyns J, Ponlot R, Bresseur LA: Maximal exercise testing in patients with spontaneous angina pectoris associated with transient ST segment elevation: risk and electrocardiographic findings. *Br Heart J* **37**: 897-903, 1975
- 10) Yasue H, Omote S, Takizawa A, Nagao M, Miwa K, Tanaka S: Circadian variation of exercise capacity in patients with Prinzmetal's variant angina: role of exercise-induced coronary arterial spasm. *Circulation* **59**: 938-948, 1979
- 11) Specchia G, De Servi S, Falcone C, Bramucci E, Angoli L, Mussni A, et al: Coronary arterial spasm as a cause of exercise-induced ST-segment elevation in patients with variant angina. *Circulation* **59**: 948-954, 1979
- 12) Boucher CA, Zir LM, Beller GA, Okada RO, McKusick KA, Strauss HW, et al: Increased lung



- uptake of thallium-201 during exercise myocardial imaging: Clinical, hemodynamic and angiographic implications in patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* **46**: 189–196, 1980
- 13) Bingham LB, McKusick KA, Strauss HW, Boucher CA, Pohost GA, Godley FA: Influence of coronary artery disease on pulmonary uptake of thallium-201. *Am J Cardiol* **46**: 821–826, 1980
- 14) Tamaki N, Itoh H, Ishii Y, Yonekura Y, Yamamoto K, Torizuka K, et al: Hemodynamic significance of increased lung uptake of thallium-201. *Am J Radiol* **138**: 223–228, 1982
- 15) 松村憲太郎, 久保田忍, 中瀬恵美子, 川合一良, 齊藤孝行, 灰山 徹, 他: 冠攣縮性狭心症における非発作時左室循環動態——経静脈 DSA を用いた解析——. *循環器科* **29**: 407–413, 1991
- 16) Guiney TE, Pohost GM, McKusick KA, Beller GA: Differentiation of false- from true-positive ECG responses to exercise stress by thallium-201 perfusion imaging. *Chest* **80**: 4–10, 1981
- 17) Caldwell JH, Williams DL, Harp GD, Stratton JR, Ritchie JL: Quantitation of size of relative myocardial perfusion defect by single-photon emission computed tomography. *Circulation* **70**: 1048–1056, 1984
- 18) Garcia EV, Train KV, Maddahi J, Prigent F, Friedman J, Areeda J, et al: Quantification of rotational thallium-201 myocardial tomography. *J Nucl Med* **26**: 17–26, 1985
- 19) Cannon RO, Epstein SE: “Microvascular angina” as a cause of chest pain with angiographically normal coronary arteries. *Am J Cardiol* **61**: 1338–1342, 1988
- 20) 杉原洋樹, 稲垣末次, 窪田靖志, 中川達哉, 大森斎, 東 秋弘, 他: タリウム心筋シンチグラムによる運動負荷誘発冠攣縮性狭心症の発作時冠循環動態の評価. *心臓* **20**: 1274–1280, 1988

## Summary

### Evaluation of Coronary Hemodynamics and Exercise <sup>201</sup>Tl-Myocardial Scintigraphy in Patients with Vasospastic Angina

Kentaro MATSUMURA\*, Emiko NAKASE\*, Tohru HAIYAMA\*\*, Akira HASEGAWA\*\* and Takayuki SAITO\*\*

\*Department of Internal Medicine, \*\*Department of Radiology, Kyoto Minami Hospital, Kyoto

To clarify the coronary hemodynamics and myocardial perfusion in patients with vasospastic angina, we performed exercise-<sup>201</sup>Tl-myocardial scintigraphy (planar and SPECT) in 72 patients and left coronary digital subtraction angiography (DSA) in 37 patients without significant organic coronary artery stenosis. Coronary artery spasm was documented by coronary angiography in all patients. Fifty-four patients (75%) developed exercise-induced <sup>201</sup>Tl-myocardial perfusion defect on SPECT.

<sup>201</sup>Tl pulmonary uptake (L/H) was significantly increased in patients with vasospastic angina. Especially, L/H was higher in patients with multiple small perfusion defect on <sup>201</sup>Tl-SPECT, so that exercise-induced left ventricular dysfunction existed in patients with vasospastic angina and especially in cases with multiple small perfusion

defect on <sup>201</sup>Tl-SPECT.

The left coronary circulation time (CCT) was prolonged in patients with vasospastic angina. The mechanism of prolonged CCT is still unknown, but we suspected that prolonged CCT was induced by increased peripheral coronary vascular resistance in patients with vasospastic angina. It was concluded that the peripheral coronary circulation was disturbed in patients with vasospastic angina, but its abnormal coronary circulation had no relation to location of spasm-induced vessels.

We concluded that impaired coronary microcirculation was taken a part of pathophysiology in vasospastic angina.

**Key words:** Vasospastic angina, Coronary hemodynamics, Digital subtraction angiography (DSA), <sup>201</sup>Tl-myocardial scintigraphy, Pulmonary <sup>201</sup>Tl uptake,