

## 肥大型心筋症の局所心筋冠 血流予備能の評価： DSA 法による検討

## Regional myocardial coronary blood flow re- serve in hypertrophic cardiomyopathy assessed by digital subtraction coronary angiography

寺嶋 知史  
中村 隆志  
古川 啓三  
松原 欣也  
大西 和彦  
川田 公一  
立川 弘孝  
東 秋弘  
杉原 洋樹  
勝目 紘  
中川 雅夫

Satoshi TERASHIMA  
Takashi NAKAMURA  
Keizo FURUKAWA  
Kinya MATSUBARA  
Kazuhiko OHNISHI  
Koichi KAWATA  
Hirota TATSUKAWA  
Akihiro AZUMA  
Hiroki SUGIHARA  
Hiroshi KATSUME  
Masao NAKAGAWA

### Summary

Using digital subtraction coronary angiography (DSA), we evaluated the regional myocardial coronary blood flow reserve (rMFR) in 18 patients with hypertrophic cardiomyopathy (HCM). There were 13 patients with asymmetrical septal hypertrophy (ASH), and 5 with asymmetrical apical hypertrophy (AAH). Eight subjects without apparent cardiac abnormality served as controls. Relations between the rMFR and regional wall thickness as determined by echocardiography were also investigated.

Peak contrast density (Cm) and time to Cm (Tm) were measured from digital angiograms at the middle and distal ventricular septum (VS) and at the apical and left ventricular posterior wall (PW). The rMFR of each region of interest was expressed as the ratio of Cm/Tm at the baseline and at peak hyperemic response induced by intracoronary administration of papaverine.

The rMFR was significantly lower at the VS and apex in HCM than in controls: middle VS,  $1.9 \pm 0.5$  vs  $3.9 \pm 0.5$ ,  $p < 0.001$ ; distal VS,  $2.0 \pm 0.5$  vs  $4.4 \pm 0.9$ ,  $p < 0.001$ ; and the apex,  $2.0 \pm 0.7$  vs  $4.5 \pm 1.6$ ,  $p < 0.01$ . However, it did not differ at the PW;  $2.6 \pm 0.9$  vs  $3.0 \pm 0.9$  between the 3 groups. The

京都府立医科大学 第二内科  
京都市上京区河原町通広小路上ル梶井町 465 (〒602)

The Second Department of Internal Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kajji-machi 465, Kawaramachi-hirokoji, Kamigyo-ku, Kyoto 602

Received for publication October 29, 1990; accepted March 13, 1991 (Ref. No. 37-14)

middle VS and apex, where the wall was the thickest, had the lowest rMFR in ASH and AAH. Furthermore, at the VS and apex, a curvilinear relationship was observed between the rMFR and wall thickness ( $rMFR = -0.88 \ln WT + 2.39$ ,  $r = -0.57$ ,  $p < 0.02$ ).

These results indicated that disproportionate hypertrophy contributes to impairment of the rMFR, and that the decreased rMFR may be one of the significant causes of reversible myocardial ischemia in patients with HCM.

### Key words

Hypertrophic cardiomyopathy  
coronary angiography

Regional myocardial coronary blood flow reserve

Digital subtraction

### はじめに

肥大型心筋症 (hypertrophic cardiomyopathy: HCM) では, 冠動脈の器質的狭窄を認めないにもかかわらず, しばしば胸痛の訴えや, 心電図上運動負荷時の虚血性変化を認め, さらには運動負荷タリウム心筋シンチグラムにおける一過性灌流欠損像の出現, ペーシング負荷時の乳酸の産生増加がみられることから, 心筋虚血が起こると考えられている<sup>1-3)</sup>.

近年, 種々の方法で本症における冠循環の病態評価が試みられているが, 非対称性肥大を特徴とする本症患者では, 局所の冠循環状態が部位により大きく異なる可能性があり global な評価のみでは不十分と考えられた.

今回我々は, digital subtraction coronary angiography (DSA) を用い, 冠最小動脈を最大拡張するとされる塩酸パパベリン<sup>4)</sup>の冠動脈内投与にて得られる冠血流の反応性から局所の心筋冠血流予備能を計測し, その部位差を明らかにするとともに, 左室壁厚, 運動負荷タリウム心筋シンチグラフィー所見との関連を検討したので報告する.

### 対 象

対象は心臓カテーテル検査を行なった肥大型心筋症連続 18 例 (HCM 群) で, 男 13 例, 女 5 例, 平均年齢  $51 \pm 9$  歳である. なお, 塩酸パパベリンの冠動脈内投与における安全性を考慮し, 心室性

不整脈発例は対象から除外した. 今回対象とした HCM 群症例は, NYHA 心機能分類上 I 度 8 例, II 度 9 例, III 度 1 例で, 心筋梗塞様病変を有する症例, 拡張相肥大型心筋症例はなく, 心機能障害は比較的軽度であった. HCM の診断は WHO/ISFC Task Force<sup>5)</sup> に従い, 全例冠動脈造影上は器質的冠狭窄を認めなかった. 対照は胸痛の精査を行なうも明らかな心疾患を認めなかった健常群 8 例, 男 5 例, 女 3 例, 平均年齢  $53 \pm 13$  歳である.

### 方 法

#### 1. 心臓超音波検査法

東芝製 SSH-160A を用い, 全例の中隔基部, 中部, 後壁基部の壁厚を M モード心エコー図法により計測した. 可能な症例において中隔下部, 心尖部の壁厚を二次元断層法により計測した. また, 心臓超音波検査による肥大部分の検討と, 心臓カテーテル検査時の左室流出路圧較差 ( $> 30$  mmHg) の有無により HCM 群を非対称性肥大型 (asymmetrical septal hypertrophy: ASH) と心尖部肥大型 (asymmetrical apical hypertrophy: AAH) に分類したが, 症例数はそれぞれ 13 例 (閉塞性 2 例, 非閉塞性 11 例) と, 5 例であった.

#### 2. 運動負荷タリウム心筋シンチグラフィー

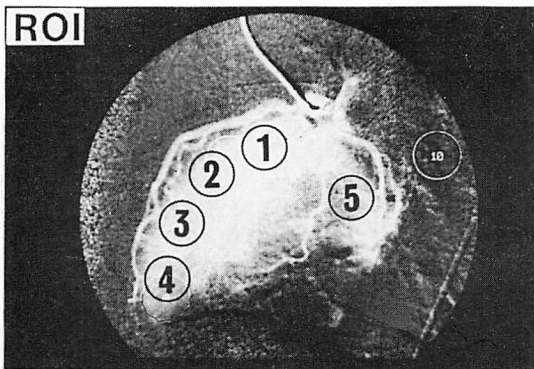
心臓カテーテル検査施行後 1 週間以内に, HCM 17 例に施行した. 運動負荷は坐位エルゴメーターを用いた多段階運動負荷とし, 撮像直前に  $^{201}\text{Tl}$  111 MBq (3 mCi) を静注し, 運動負荷

時と3時間後の再分布時の SPECT 像により心筋灌流異常部位を視覚的に評価した。

### 3. DSA 法

1. 使用装置: DSA 装置は東芝製 Digiformer DFP-50A である。撮影は super pulse image mode (30 frames/sec) で、matrix size は 256×256, gray level は 8 bits で施行した。

2. プロトコール: 3日間以上の休薬後に施行した心臓カテーテル検査時に、左冠動脈口に 5F



### Time Density Curve

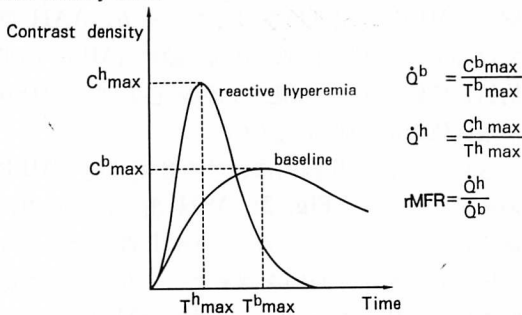


Fig. 1. Measurement of regional myocardial coronary blood flow reserve (rMFR).

Top: Digital subtraction image and illustration of the myocardial region of interest (ROI).

Bottom: Contrast pass curve measured in a myocardial region of interest for normal resting flow and for flow during reactive hyperemia produced by papaverine. An index of rMFR is expressed as the ratios of  $C_m/T_m$  during resting flow and reactive hyperemia.

$C_m$ =peak contrast density;  $T_m$ =time to peak contrast.

Judkins catheter を留置し、4-5 ml のイオパミドールを 3 ml/sec で power injector にて注入し、左前 60-70 度の方向よりまず control 像を撮像した。さらに 8-10 分後、塩酸パパベリン 12 mg を冠動脈内投与してその最大効果<sup>4)</sup>の得られる 30-40 秒後に再度同様の手技にて撮像した。

3. 画像解析: 得られた DSA 像より心室中隔上部、中部、下部、心尖部、後壁に設定した各関心領域の時間-濃度曲線を作成し、この曲線に  $\gamma$ -fitting を施し、その最高濃度 ( $C_m$ )、最高濃度に達する時間 ( $T_m$ ) を求め、Cusma らの方法<sup>6)</sup>に準じて、その比 ( $C_m/T_m$ ) を冠血流 ( $Q$ ) の指標とした (Fig. 1)。次に塩酸パパベリンによる hyperemia 時の  $C_m/T_m$  と、baseline 時における  $C_m/T_m$  との比を求め、局所心筋冠血流予備能 (regional myocardial coronary blood flow reserve: rMFR) とした。なお、心室中隔上部に設定した関心領域は大動脈内への造影剤の逆流の影響を受けるため、今回の検討から除外した。

### 4. 検討項目

HCM 群の各関心領域の rMFR を健常群と比較検討するとともに、HCM 群では病型別検討を加えた。さらに HCM 群では、rMFR と左室壁厚および運動負荷タリウム心筋シンチグラフィー所見を比較検討した。

### 5. 統計学的検定

結果は平均  $\pm 1SD$  で示した。2群の平均値の比較には unpaired t-test を用い、 $p < 0.05$  を有意とした。

## 結 果

### 1. 心臓超音波検査

ASH 群、AAH 群の中隔基部壁厚は、いずれも健常群に比し有意に高値を示した。ASH 群の中隔基部壁厚は AAH 群に比し有意に高値を示したが、今回対象とした AAH 群は乳頭筋レベルより壁肥厚を認め、中隔中部、下部では 2 群間に有意差を認めなかった。一方、AAH 群の心尖部壁厚は ASH 群に比し有意に高値であったが、

Table 1. Wall thickness in the study groups

	IVS-B (mm)	IVS-M (mm)	IVS-L (mm)	AP (mm)	PW (mm)
Control	9±1				9±2
HCM ASH	18±5*,**	19±7	15±5	13±5***	11±3
AAH	13±1*	17±1	18±1	19±2	11±1

\*, \*\*: probability (vs control) < 0.001, \*\*, \*\*\*: probability (vs AAH) < 0.01 and < 0.05, respectively.

IVS-B=basal portion of interventricular septum; IVS-M=mid portion of interventricular septum; IVS-L=lower portion of interventricular septum; AP=apex; PW=posterior wall; ASH=asymmetrical septal hypertrophy; AAH=asymmetrical apical hypertrophy.

Table 2. rMFR in the study groups

	IVS-M	IVS-L	AP	PW
Control	3.9±0.5	4.4±0.9	4.5±1.6	3.0±0.9
HCM	1.9±0.5* (t=10.1)	2.0±0.5* (t=7.0)	2.0±0.7** (t=4.2)	2.6±0.9 (t=1.1)
ASH	1.8±0.5* (t=10.0)	2.0±0.6* (t=7.5)	2.2±0.8** (t=3.8)	2.4±1.0 (t=1.4)
AAH	2.2±0.4* (t= 7.0)	1.9±0.3* (t=7.2)	1.7±0.3** (t=4.9)	3.0±0.8 (t=0.0)

\*, \*\*: probability (vs control) < 0.001 and < 0.01, respectively.

rMFR=regional myocardial coronary blood flow reserve.

Other abbreviations: see Table 1.

ASH 群の4例に 13 mm 以上の壁肥厚を心尖部に認めた (Table 1).

### 2. 運動負荷タリウム心筋シンチグラフィ

HCM 群 17 例中 14 例 (82%) にタリウム灌流欠損が出現した。領域別にみると、中隔中部 7 例 (41%), 下部 6 例 (35%), 心尖部 11 例 (65%), 後壁 2 例 (12%) であった。

### 3. 局所心筋冠血流予備能

1. 健常群との比較: HCM 群では健常群に比し、中隔中部、下部、心尖部領域の rMFR は有意な低下を示したが、後壁領域では有意差を認めなかった (Table 2)。

2. 病型別検討: ASH 群, AAH 群ともに健常群に比し、中隔中部、下部、心尖部領域の rMFR は有意な低下を示した (Table 2)。ASH 群では中隔中部、下部、心尖部の順に rMFR の平均値は低値を示し、健常群との差が大となった。すなわち、ASH 群では壁肥厚の強い中隔中

部で rMFR は最低値を示した。一方, AAH 群では心尖部、中隔下部、中部の順に rMFR の平均値は低値を示し、壁肥厚の強い心尖部で rMFR が最低値を示す傾向を認めた。

さらに、同一症例内における各領域別 rMFR の変動をみると (Fig. 2), ASH 群では中隔中部あるいは下部から心尖部で、AAH 群では心尖部で最も低値を示す傾向を認めた。すなわち、壁肥厚を伴う部位において、より強い rMFR の低下が認められた。

3. 左室壁厚との比較: HCM 群の rMFR と左室壁厚との関連性を超音波法にて計測可能であった 61 領域について検討した (Fig. 3)。中隔、心尖部領域では (Fig. 3a) 非肥厚部においても rMFR の低下を認め、壁厚の増加とともにさらに rMFR は低下し、rMFR と壁厚との間に有意な逆相関を認めた。一方、後壁領域では (Fig. 3b), 非肥厚部の rMFR は健常群の平均値を越え

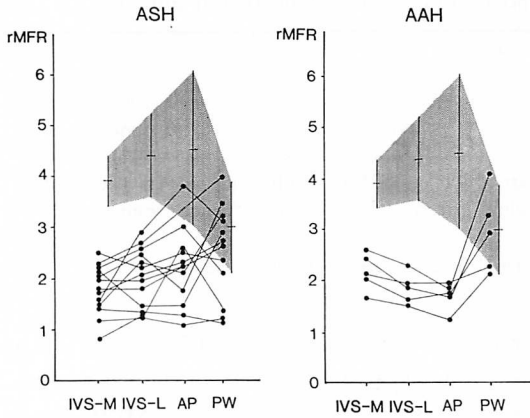


Fig. 2. rMFR in subgroups of HCM.

Shaded areas represent mean±1SD of rMFR in control group.

ASH=asymmetrical septal hypertrophy; AAH=asymmetrical apical hypertrophy; IVS-M=mid portion of interventricular septum; IVS-L=lower portion of interventricular septum; AP=apex; PW=posterior wall.

るものから平均  $-2SD$  以下の低値を示すものまで幅広い分散を示し、rMFR と壁厚の間には有意な相関は認められなかった。なお、後壁領域の壁厚が正常でありながら、高度の rMFR の低下を示した2症例 (Fig. 3b ↑印) のうち、1例は左室駆出率 50% の NYHA III 度の症例で、他の1例は家族歴の濃厚な若年発症例で、過去に失神発作を数回繰り返しているいわゆる重症例であった。

4. 運動負荷タリウム心筋シンチグラフィー所見との比較: rMFR とタリウム灌流欠損との関係を調べるため、運動負荷タリウム心筋シンチグラフィーにおいて、一過性の灌流欠損を認めた26領域と、認めなかった38領域の rMFR を比較検討した (Table 3)。rMFR が健常群の平均  $\pm 1SD$  以内の領域では、灌流欠損を認めなかったのに対し、 $-1SD$  以下の領域では高頻度に灌流欠損を認めた ( $p < 0.02$ )。しかし、 $-2SD$  以下の低値を示した領域と  $-1SD \sim -2SD$  の領域では、その頻度に差がなかった。

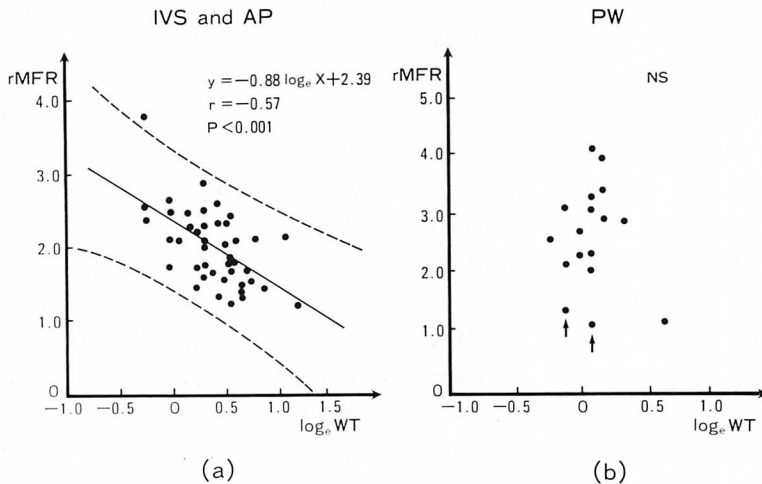


Fig. 3. Relationship between the rMFR and wall thickness (WT).

There was correlation between impairment of the rMFR and extent of hypertrophy at the IVS and AP, but not at PW.

Abbreviations: see Fig. 2.

Table 3. Relationship between the rMFR and reversible Tl-201 perfusion defect

	Normal perfusion	Abnormal perfusion	Total
Normal rMFR	11 (92%)	1 ( 8%)	12 (100%)
Decreased rMFR	27 (52%)	25 (48%)	52 (100%)

Normal rMFR=region of which rMFR was within mean value  $\pm 1SD$  of each segment in the control group; decreased rMFR=region of which rMFR was below mean value  $-1SD$  of each segment in the control group.

Chi-square value=6.65;  $p < 0.02$  for difference between normal and abnormal Tl-201 perfusion.

## 考 按

肥大型心筋症 (HCM) の局所心筋冠血流予備能 (rMFR) を DSA 法を用いて検討したところ, 心室中隔, 左室心尖部領域の rMFR は, 健常例に比し有意に低値を示した. また, 症例別検討および壁厚との比較により, この低下には局在性が認められ, 中隔心尖部では壁厚と逆相関を示した.

以下その病態について考察を加える.

### 1. HCM の局所心筋冠血流予備能 (rMFR)

HCM の中隔領域では心筋虚血が生じ得るといふ報告が散見される. その多くは dipyridamole, pacing などの負荷時の報告であるが, 安静時においても単位心筋あたりの血流量の低下を認めるとする報告もある<sup>2)</sup>. Cannon ら<sup>3)</sup>は, pacing 負荷時の大心静脈の血流量の増加率から, 前下行枝領域の冠血流予備能の低下を報告している. しかし, あくまで前下行枝領域全体の評価であり, 局所的な冠血流予備能を評価したものではない. 古賀ら<sup>7)</sup>は, <sup>201</sup>Tl の 2 回分注法を用いて dipyridamole 負荷後の <sup>201</sup>Tl 増加率を算出し, HCM 群では中隔, 心尖部, 側壁で rMFR の低下を認めたと報告している. 特に, 中隔領域で高度の rMFR 低下を認めた群では, 中隔壁厚が有意に厚かったとしている. これは我々の結果と合致する. さらに我々は, rMFR と壁厚との間には有意な逆相関が存在することをより明確に確認し得た.

また古賀ら<sup>7)</sup>は, 側壁領域まで低下部位の及ぶ群では, 運動耐容能の有意な低下を認めている. 我々の検討結果によると, 壁厚部のみならず,

壁厚が軽度でありながら rMFR が高度に低下する領域を持つ症例が存在し, 特に, 後壁領域の壁厚が正常でありながら, 高度の rMFR の低下を示した 2 症例 (Fig. 3b ↑印) では, 壁厚が及んでいない後壁領域の高度な冠細動脈病変の存在が示唆される.

一方, HCM 群では壁厚が及びにくい左室自由壁で有意な rMFR の低下を認めなかった我々の結果と, 有意な低下を認めたという古賀ら<sup>7)</sup>の報告とは符合しないが, この点については, 対象とした HCM 群の病変の進行度に違いがあるためという可能性が推察される.

### 2. HCM における rMFR 低下の成因

1. 冠細動脈病変: 今回の検討結果から, 冠細小動脈を最大限に拡張するとされているパパペリン投与後も血流量の増加が低値に留まっていること, また, 壁厚部以外でも rMFR の低下を認めたことは, Maron ら<sup>8)</sup>の報告している冠細小動脈の異常の存在と部分的に関連する可能性がある.

2. 肥大に伴う相対的冠血管床の減少: 心筋重量の増大に対する冠血管系の適応の不均衡により, 冠細小動脈が安静時より既にある程度以上の拡張を余儀なくされるため, 最大拡張時の血流増加比で求められる rMFR が低値を示した可能性が考えられる. 二次的な心肥大を示す高血圧心<sup>9)</sup>や, 大動脈弁狭窄症<sup>10)</sup>でも冠血流予備能の低下が報告されており, 我々の結果はこの説とも合致する.

3. 左室弛緩障害, 心筋内血管外抵抗の増大:

さらに、今回の検討では評価し得なかったが、これら血管外因子の関与も重要と考えられ<sup>11,12)</sup>、新たな手法による評価が期待される。

### 3. HCM における rMFR の臨床的意義

今回検討した rMFR は、あくまで安静時の指標ではあるが、血流量の最大増加率の低下している領域では、酸素需要の増加する運動負荷時に心筋虚血が生じ得ることは当然予想される。このことは、運動負荷タリウム心筋シンチグラフィーにおいて、タリウム灌流欠損を示した領域の rMFR が、より低値を示した今回の検討結果と合致する。

しかし、rMFR が健常群の平均  $-2SD$  以下に低下しても、半数近い領域でタリウム灌流欠損が認められなかった。この原因として、運動負荷タリウム心筋シンチグラフィーでは、相対的な評価により灌流異常部位が決定されること、また、前項で述べたごとく、冠灌流動態を規定する因子が複数存在すると考えられる HCM においては、それぞれの因子の関わる程度が、安静時と運動負荷時では異なってくる可能性があり、安静時の指標で運動負荷時の冠灌流動態を予想することに限界が生じたことなどが考えられる。

一方、HCM と狭心症の対比に関し、HCM と左前下行枝のみに 75-90% の冠狭窄を有する労作性狭心症 8 例とを比較した我々の成績では、それぞれの中隔領域の rMFR には有意差がなく、同程度の低下が認められた<sup>13)</sup>。血流量の最大増加比で求められる rMFR が低下する要因には、1) 最大冠血流量の低下、2) 安静時冠血流量の増大、の二つの因子が考えられる。HCM では後者の関与も考えられるため<sup>3)</sup>、両者の rMFR を単純に比較するには問題があるが、HCM の中隔領域の単位心筋あたりの血流量は安静時既に低下しているとの報告もある<sup>2)</sup>。この点を考慮すれば、労作性狭心症と同程度に rMFR の低下を認めたことは、HCM の中隔領域において心筋虚血が生じる可能性を支持するものと考えられる。

### 4. DSA 法による rMFR の評価

1. 局所心筋冠血流の指標としての  $C_m/T_m$ : Cusma ら<sup>6)</sup>は、冠血管床の広さの指標として  $C_m$  を、血流速度の指標として  $1/T_{arr}$  (造影剤濃度が最高濃度の  $1/2$  の濃度に達するまでの時間) を用い、冠血流量は冠血管床の広さと血流速度の積と相関することを示した。血流速度の指標としては、他に、 $1/MTT$  (mean transit time: 造影剤の平均通過時間)<sup>14)</sup>、 $1/T_m$ <sup>15)</sup> などが報告され、いずれも良好な相関を示している。今回の撮像方向では、中隔領域が coronary sinus flow の影響を受けるため、正確な  $1/MTT$  の算出が困難であることや、鋸歯状曲線を示す時間-濃度曲線より求めた  $1/T_{arr}$  では誤差範囲が大きいことなどから、我々は、 $1/T_m$  を血流速度の指標とし、 $C_m/T_m$  を冠血流量の指標とした。

2. HCM の冠血流予備能評価における本法の問題点: 局所の冠血流予備能を評価し得る DSA 法は、HCM において極めて有用な検査法と考えられるが、いくつかの問題点が存在する。まず、健常群に比し HCM 群の安静時冠血流量が多いので<sup>3)</sup>、冠動脈末梢に到達するパパペリンの濃度に差が生じる可能性がある。このことは、より冠血流量が多いとされる閉塞性肥大型心筋症<sup>3)</sup>では問題点となる。しかし、日本人よりも心重量が多いと考えられる欧米人においても、8-12 mg のパパペリンで十分な冠細小動脈の拡張が得られており<sup>4)</sup>、今回の HCM 群の後壁領域では、健常群と同程度の rMFR を示した。したがって、12 mg のパパペリンは十分量であると考えられる。次に、冠動脈内への造影剤注入量が不十分であれば、時間-濃度曲線より求められる最高濃度 ( $C_m$ ) を過小評価する可能性がある。特に、安静時冠血流量が多い HCM では、この可能性が生じる。しかし、今回の検討では、造影剤注入時に、造影剤の大動脈内への流出を全例で確認できており、造影剤注入量は十分と考えられた。

## 総 括

非対称性肥大を特徴とする HCM では, 心筋血流予備能低下が局所的に存在し, 特に, 壁肥厚部位で顕著であった. 局所心筋冠血流予備能の低下は, 本症の一過性心筋虚血の重要な成因の一つと考えられた.

## 要 約

肥大型心筋症では心筋虚血が起こると考えられているが, その詳細は不明である. また, 非対称性肥大を特徴とする本症では, 冠循環状態が局所により大きく異なる可能性が考えられる. 本研究ではこの局所心筋冠血流予備能 (regional myocardial coronary blood flow reserve: rMFR) の異常とその局在性を検討するため, 本症 18 例を対象とし, 塩酸パパペリン冠動脈内投与前後で digital subtraction coronary angiography を施行した. 対照は健常群 8 例である. 局所心筋冠血流予備能は塩酸パパペリン投与前後において, 中隔中部, 下部, 心尖部および左室後壁に設定した各関心領域の時間-濃度曲線より算出した Cm/Tm (Cm: 最高濃度, Tm: 最高濃度に達する時間) の比として求めた.

対象群の中隔, 心尖部領域の局所心筋冠血流予備能は健常群に比し有意に低値を示した. 病型別には, 非対称性中隔肥大では中隔中部で, 心尖部肥大では心尖部で, より高度の低下を示すという局在性が明らかとなった. さらに中隔, 心尖部領域の壁厚と局所心筋冠血流予備能との間には有意な逆相関が認められた ( $r = -0.57$ ,  $p < 0.001$ ). また, 運動負荷タリウム心筋シンチグラフィ所見との対比により, タリウム灌注欠損は局所心筋冠血流予備能の低下部位で高頻度に認められた.

非対称性肥大を特徴とする肥大型心筋症では, 心筋内冠循環動態の異常にも局在性があり, 局所心筋冠血流予備能の低下は, 本症における一過性心筋虚血の重要な成因の一つと考えられた.

## 文 献

- 1) Udelson JE, Bonow RO, O'Gara PT, Maron BJ, Lingen AV, Bacharach SL, Epstein SE: Verapamil prevents silent myocardial perfusion abnormalities during exercise in asymptomatic patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation* **79**: 1052-1060, 1989
- 2) Grover-McKay M, Schwaiger M, Krivokapich J, Perloff JK, Phelps ME, Schelbert HR: Regional myocardial blood flow and metabolism at rest in mildly symptomatic patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* **13**: 317-324, 1989
- 3) Cannon RO III, Schenke WH, Maron BJ, Tracy CM, Leon MB, Brush JE Jr, Rosing DR, Epstein SE: Differences in coronary flow and myocardial metabolism at rest and during pacing between patients with obstructive and patients with nonobstructive hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* **10**: 53-62, 1987
- 4) Wilson RF, White CW: Intracoronary papaverine: An ideal coronary vasodilator for studies of the coronary circulation in conscious humans. *Circulation* **73**: 444-451, 1986
- 5) Report of the WHO/ISFC Task Force on the definition and classification of cardiomyopathies. *Br Heart J* **44**: 672-673, 1980
- 6) Cusma JT, Toggart EJ, Folts JD, Peppler WW, Hangiandreou NJ, Lee CS, Mistretta CA: Digital subtraction angiographic imaging of coronary flow reserve. *Circulation* **75**: 461-472, 1987
- 7) 古賀義則, 宇津典彦, 山口龍太郎, 井福正保, 高橋啓美, 戸嶋裕徳: 肥大型心筋症における coronary reserve の検討: Dipyridamole 負荷 TI-201 2 回分注法を用いて. 特発性心筋症調査研究班報告書-1984, pp 354-360
- 8) Maron BJ, Wolfson JK, Epstein SE, Roberts WC: Intramural ("small vessel") coronary artery disease in hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* **8**: 545-557, 1986
- 9) Marcus ML, Harrison DG, Chilian WM, Koyanagi S, Inou T, Tomanek RJ, Martins JB, Eastham CL, Hiratzka LF: Alterations in the coronary circulation in hypertrophied ventricles. *Circulation* **75** (Suppl): I-19-I-25, 1987
- 10) Marcus ML, Doty DB, Hiratzka LF, Wright CB, Eastham CL: Decreased coronary reserve: A mechanism for angina pectoris in patients with aortic stenosis and normal coronary arteries. *N Engl J Med* **307**: 1362-1366, 1982
- 11) 寺嶋知史, 古川啓三, 中村隆志, 東 秋弘, 川田公



- 一, 松原欣也, 大西和彦, 杉原洋樹, 勝目 紘, 中川雅夫: 肥大型心筋症の冠動脈血流波形の時相解析: カテーテル型ドブラ血流速計による検討. 日超医論文集 **55**: 597-598, 1989
- 12) 寺嶋知史, 中村隆志, 古川啓三, 川田公一, 東 秋弘, 松原欣也, 大西和彦, 志賀浩治, 立川弘孝, 杉原洋樹, 井上大介, 朝山 純, 勝目 紘, 中川雅夫: 肥大型心筋症の冠動脈内収縮期逆流. 呼吸と循環 **39**: 169-174, 1991
- 13) 寺嶋知史, 中村隆志, 古川啓三, 松原欣也, 大西和彦, 志賀浩治, 宮崎浩志, 川田公一, 立川弘孝, 辰巳哲也, 井上直人, 東 秋弘, 杉原洋樹, 井上大介, 朝山 純, 勝目 紘, 中川雅夫: DSA 法による肥大型心筋症の局所心筋冠血流予備の検討. 呼吸と循環 **38**: 1021-1027, 1990
- 14) 太田光重, 福岡治仁, 内藤博昭, 西村恒彦, 木村晃二, 高宮 誠, 小原邦義, 小塚隆弘, 大江光雄: DSA を用いた心筋虚血の評価: X 線 CT および心筋シンチとの比較. J Cardiogr **17** (Suppl): XII-69-XII-79, 1987
- 15) Bruyne B, Dorsaz PA, Doriot PA, Meier B, Finci L, Rutishauser B: Assessment of regional coronary flow reserve by digital angiography in patients with coronary artery disease. Int'l J Cardiol **3**: 47-55, 1988