

Dobutamine 負荷による機能的左室中部閉塞の成因に左室内腔の狭小化は関与するか

Is Reduced Left Ventricular Volume Related to Mechanisms of Dynamic Mid-Ventricular Obstruction Provoked by Dobutamine Infusion?

村上 弘則
西村 光弘
占部 和之

Hironori MURAKAMI, MD
Mitsuhiro NISHIMURA, MD
Kazuyuki URABE, MD

Abstract

Forty-seven patients with unexplained chest pain and normal resting echocardiograms were examined to see whether dynamic mid-ventricular obstruction (MVO) is induced by dobutamine infusion. Dynamic MVO was provoked in 17 patients (MVO group), but not in the other 30 patients (Non-MVO group). Before dobutamine infusion, the blood pressure in the MVO group was higher than that in the Non-MVO group ($p < 0.05$), but end-diastolic volume index ($p < 0.001$), end-systolic volume index ($p < 0.01$), stroke volume index ($p < 0.001$), cardiac index ($p < 0.001$), end-diastolic volume ($p < 0.01$) and end-systolic volume ($p < 0.05$) of the apical territory of the left ventricle in the MVO group were significantly less than those in the Non-MVO group. The left atrial function, left ventricular ejection fraction and ejection fraction of the apical territory of the left ventricle did not differ between the groups. Seven patients in the MVO group were re-examined by dobutamine stress echocardiography after β -blocker administration, showing that the dynamic MVO was completely suppressed. The end-diastolic volume tended to increase after β -blocker administration, but no significant difference was found in any other variables except heart rate.

The results suggest that a smaller left ventricle and higher blood pressure are important characteristics in patients with dobutamine-induced dynamic MVO, and additionally, the difference in local myocardial contractility may be an important cause of the induction of dynamic MVO.

Key Words

β -adrenergic receptor blockers, Stress echocardiography (dobutamine), Mid-ventricular obstruction

はじめに

機能的左室中部閉塞は従来、肥大型心筋症や高血圧性心疾患など、心筋肥大を有する疾患に出現する一形態として報告されていた¹⁻³⁾。しかし最近、Pellikkaら⁴⁾は dobutamine 負荷を行った胸痛患者のうち、心エコー図上異常を認めない12例中9例に、機能的左室中部閉塞を示唆する心室中部での特異な駆出血流の誘発を観察し、正常心にも左室中部閉塞が出現しうることを報

告した。我々も安静時正常心エコー図所見を示すものの、dobutamine 負荷心エコー図実施中に機能的左室中部閉塞をきたす16例を観察し、これと非虚血性胸痛との関連を初めて報告した¹⁰⁾。しかし、現在までこの機能的左室中部閉塞の機序について検討した報告はなく、その詳細はなお不明である。そこで、本研究では dobutamine 負荷による機能的左室中部閉塞の成因について、これを誘発しえなかった胸痛患者を対象として検討した。

天使病院 循環器内科：〒065 札幌市東区北12条東3丁目31番地
Department of Cardiology, Tenshi Hospital, Sapporo

Address for reprints: MURAKAMI H, MD, Department of Cardiology, Tenshi Hospital, N-12, E-3-31, Higashi-ku, Sapporo 065
Manuscript received August 30, 1996; revised January 23, 1997; accepted January 23, 1997

Selected abbreviations and acronyms

MVO=mid-ventricular obstruction

対象と方法

1992年10月13日-1995年7月19日までに、臨床
上明らかな胸痛歴があり、dobutamine 負荷心エコー
図検査を施行した連続155例を対象とした。このうち、
同法で壁運動異常がないか、あるいは他の方法で虚血
がないことが証明された47例(男24例、女23例、年
齢 63.5 ± 1.4 歳)を選択し、機能的左室中部閉塞誘発の
有無から中部閉塞誘発群(中部閉塞群)17例(男8例、女
9例、年齢 61.2 ± 2.1 歳)と、非誘発群(非中部閉塞群)
30例(男16例、女14例、年齢 64.8 ± 1.8 歳)に分類し
た。全対象例であらかじめ左室肥大や、他の心疾患が
ないことを確認した。

超音波診断装置はToshiba SSH140Aを使用した。探
触子は2.5 MHzを用い、全例、左側臥位にて検査を
行った。Dobutamineの投与法は既報¹⁰⁾のごとく、 $5 \mu\text{g}/$
 kg/min より開始し、3分ごとに10, 20, 30, $40 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$
と、下記の中止基準の1つ以上を満たすまで増量し
た。すなわち、1) 5/10以上の胸痛、2) 収縮期血圧220
 mmHg 以上、3) 収縮期血圧の低下20 mmHg 以上、4)
有意なST変化、5) 目標心拍数に到達、6) 患者が耐え
られない症状の出現、7) dobutamine 投与量が $40 \mu\text{g}/$
 kg/min に到達の7基準である。

Dobutamine 投与前および負荷中止時(dobutamine 最
大用量時)に血圧、心拍数、左室の拡張末期容積係数、
収縮末期容積係数をsingle plane methodで計測し、1回
拍出係数、心係数、左室駆出率を算出した。また、大
動脈根部のMモードエコー図から、既報のごとく^{11,12)}
左房平均線維短縮速度を求めた。更に、前述の時点で
左室の心尖部領域拡張末期容積、心尖部領域収縮末期
容積をsingle plane methodで計測して、心尖部領域駆
出率を算出した。左室心尖部領域はFig. 1のように、心
尖部長軸像から僧帽弁尖と心尖部を直線で結び、乳頭
筋基部中央点よりこれに直交する線を心室中隔へ引い
た際作られる領域(斜線部)とした。なお、乳頭筋基部
は乳頭筋が左室壁と接する部分とし、その中央点を乳
頭筋基部中央点とした。最後に、連続波ドップラー法
にて左室中部の駆出血流をdobutamine 最大用量時に記
録した。

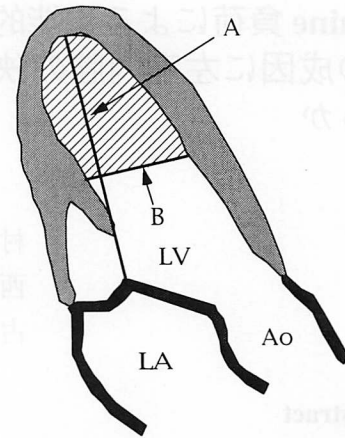


Fig. 1 Schematic representation of the definition of the apical territory of the left ventricle

A straight line is drawn from the left ventricular apex to the mitral coaptation (line A), and another straight line normal to line A at the middle of the base of the papillary muscle (line B). The apical territory is defined as the shaded area between line B and the apical side of the left ventricle.

新たな機能的左室中部閉塞の診断はFig. 2のごと
く、次の2点を同時に満たす場合とした。

- 1) 連続波ドップラー法にて2 m/sec以上の血流速度を有し、そのピークが駆出時間の1/2より後半にある(late-peaking flow)。
- 2) カラードップラー法で、心室中部心尖側では折返し現象(aliasing)、流出路側ではモザイクパターンを呈する。

中部閉塞群には β 遮断薬(atenolol 25 mg か 50 mg/
day, metoprolol 60 mg/day, もしくは acebutolol 200 mg/
dayのうちいずれか)を投与後、dobutamine 負荷心エ
コー図を前述の方法に従い再検し、前述の計測方法に
示した諸指標を得た。 β 遮断薬使用前と同じく、最大
用量は中止基準に達した時点のdobutamine 投与量とし
た。更に、断層心エコー図、左室短軸像乳頭筋レベル
で、乳頭筋異常および仮性腱索の有無を確認した。

数値は平均値 \pm 標準誤差で表示し、両群間の年齢、
dobutamine 最大用量、同薬投与前後での心拍数、血
圧、心エコー図より得られた諸指標の有意差の検定
は、ANOVAおよびunpaired t 検定を用いた。また、 β
遮断薬投与前後の前述の諸指標の有意差の検定には、
ANOVAおよびpaired t 検定を用いた。更に、各群の高
血圧の合併頻度の差、乳頭筋異常および仮性腱索の合
併頻度の差は χ^2 検定により行い、 $p < 0.05$ をもって有
意差の判定とした。

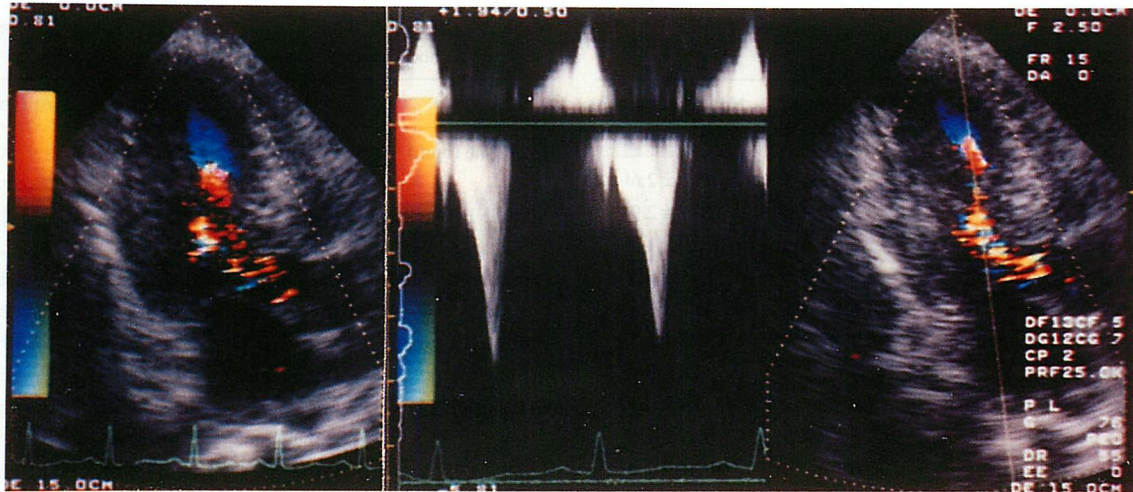


Fig. 2 Color Doppler echocardiography mapping showing aliasing at the apical side and turbulent flow (mosaic signal) distal to the obstructed site (left), continuous Doppler echocardiogram showing typical late-peaking flow at the obstructed site (right)

Both findings are needed to diagnose dynamic MVO.

成 績

1. Dobutamine による諸指標の変化

血圧は収縮期、拡張期とも中部閉塞群が非中部閉塞群に比し有意に高かった ($p < 0.05$)。Dobutamine 投与後、心拍数、左房平均線維短縮速度は両群とも増加したが、両群間に有意差はなく、両群間の血圧の有意差も消失した (Table 1)。

Table 2 に心エコー図より得られた諸指標の変化を示す。Dobutamine 投与前、中部閉塞群では非中部閉塞群に比し、拡張末期容積係数、収縮末期容積係数、1 回拍出係数、心係数の各指標が有意に低かったが、左室駆出率に差はなかった。中部閉塞群の 9 例、非中部閉塞群の 20 例で dobutamine 投与前後での心尖部領域拡張末期容積、心尖部領域収縮末期容積の両指標を計測した。Dobutamine 投与前、中部閉塞群では非中部閉塞群に比し、心尖部領域拡張末期容積、心尖部領域収縮末期容積がいずれも有意に低値であったが、心尖部領域駆出率に差はなかった。一方、dobutamine 負荷後、中部閉塞群の拡張末期容積係数、心尖部領域収縮末期容積は非中部閉塞群のそれに比し有意に低値であった。

2. β 遮断薬の効果 (Table 3)

β 遮断薬投与後、7 例で dobutamine 負荷心エコー図を再検しえた。全例で左室中部閉塞は誘発されず、

Table 1 Patient characteristics and changes in heart rate, blood pressure, and left atrial contractile function due to dobutamine infusion

	MVO group (n=17)	Non-MVO group (n=30)
Age (yr)	61.2 ± 2.1	64.8 ± 1.8
Gender (male/female)	8/9	16/14
Incidence of complicating hypertension (%)	41	37
Max. dose of dobutamine ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$)	22.4 ± 1.8	25.3 ± 1.7
LPF (m/sec)	4.3 ± 0.5	(—)
Heart rate (bpm)	Pre 62.2 ± 2.6 Dobutamine 109.1 ± 6.0	Pre 65.4 ± 1.9 Dobutamine 107.2 ± 3.6
Systolic BP (mmHg)	Pre 148.7 ± 4.8 Dobutamine 163.3 ± 7.9	Pre 136.1 ± 3.0* Dobutamine 160.9 ± 7.3
Diastolic BP (mmHg)	Pre 88.4 ± 1.9 Dobutamine 80.5 ± 2.2	Pre 82.1 ± 2.0* Dobutamine 76.7 ± 2.5
mVCFa (circ/sec)	Pre 1.82 ± 0.23 Dobutamine 2.60 ± 0.33	Pre 1.58 ± 0.14 Dobutamine 2.54 ± 0.23

Values are mean ± standard error (SE). * $p < 0.05$ vs MVO group. LPF=late-peaking flow; BP=blood pressure; mVCFa=atrial mean circumferential velocity of fiber shortening.

late-peaking flow も抑制された。 β 遮断薬投与後、拡張末期容積係数は特に dobutamine 投与後、 β 遮断薬投与前に比し大なる傾向を示した ($p = 0.069$)。一方、血圧、左房平均線維短縮速度、拡張末期容積係数、収縮末期容積係数、1 回拍出係数、心係数、左室駆出率の各指標には dobutamine 投与前後で有意な変化はなかった。

Table 2 Changes in echocardiographic parameters by dobutamine infusion

	MVO group (n=17)	Non-MVO group (n=30)
EDVI (ml/BSA) Pre	43.3±3.1	65.1±2.6 [§]
Dobutamine	40.7±3.3	50.7±2.9*
ESVI (ml/BSA) Pre	15.4±1.0	22.0±1.5 [§]
Dobutamine	12.0±1.5	15.1±1.0
SVI (ml/BSA) Pre	28.0±2.6	43.3±1.6 [§]
Dobutamine	28.7±2.8	35.8±2.5
CI (l/min/BSA) Pre	1.8±0.2	2.8±0.1 [§]
Dobutamine	3.3±0.4	3.7±0.3
EF (%) Pre	63.6±2.4	67.1±1.6
Dobutamine	70.0±3.2	69.6±2.0
EDVap (ml) Pre	8.2±1.5	14.7±1.3 [§]
Dobutamine	5.9±1.5	9.9±1.2
ESVap (ml) Pre	2.1±0.7	5.1±0.8*
Dobutamine	0.9±0.2	1.9±0.3*
EFap (%) Pre	74.6±4.4	67.0±3.6
Dobutamine	85.1±2.5	81.3±2.1

Values are mean ± SE. **p*<0.05, [§]*p*<0.01, and [§]*p*<0.001 vs MVO group.

BSA=body surface area; EDVI=end-diastolic volume index; ESVI=end-systolic volume index; SVI=stroke volume index; CI=cardiac index; EF=left ventricular ejection fraction; EDVap=end-diastolic volume of the apical territory of the left ventricle; ESVap=end-systolic volume of the apical territory of the left ventricle; EFap=ejection fraction of the apical territory of the left ventricle. Other abbreviation as in Table 1.

3. 乳頭筋異常および仮性腱索の有無

乳頭筋の異常は中部閉塞群の5例, 非中部閉塞群の8例にみられた。このうち, 過剰乳頭筋は中部閉塞群の2例, 非中部閉塞群の4例にみられ, 乳頭筋の太さの異常は中部閉塞群の3例, 非中部閉塞群の4例にみられた。仮性腱索は非中部閉塞群の2例にのみ認められた。したがって, 両者の異常は中部閉塞群の5例(29%), 非中部閉塞群の10例(33%)に観察され, 両者間のこれらの異常の合併率に有意差はなかった。

考 察

肥大型閉塞性心筋症における流出路閉塞は, 器質的狭窄に加え, 前負荷・後負荷の低下, 収縮力の増大などの要因が重複し¹³⁾, 更に, 柔軟性のある僧帽弁が高速血流により吸引される Venturi 効果が加わって発生するとされている¹³⁻¹⁵⁾。加えて, Nagata ら¹⁶⁾は乳頭筋の偏位も重要な要因と述べている。したがって, 本研究では前述の要因から, 機能的左室中部閉塞の成因に

Table 3 Effect of β -blocker on heart rate, blood pressure and echocardiographic parameters of the MVO group (n=7)

	Pre β -blocker	Post β -blocker
Heart rate (bpm) Pre	59.2±3.0	48.3±2.3 [§]
Dobutamine	109.7±7.1	84.6±11.8*
Systolic BP (mmHg) Pre	147.4±8.6	134.9±5.4
Dobutamine	169.9±8.0	172.9±12.9
Diastolic BP (mmHg) Pre	87.1±1.6	83.4±1.8
Dobutamine	82.0±3.9	84.9±5.5
mVCFa (circ/sec) Pre	1.64±0.17	1.34±0.28
Dobutamine	2.24±0.45	1.72±0.17
EDVI (ml/BSA) Pre	47.0±3.2	56.4±6.0
Dobutamine	39.2±4.5	53.2±6.2
ESVI (ml/BSA) Pre	15.9±1.6	20.4±3.2
Dobutamine	8.9±1.6	13.8±2.5
SVI (ml/BSA) Pre	31.0±2.7	35.9±4.3
Dobutamine	30.3±3.7	38.1±5.1
CI (l/min/BSA) Pre	1.8±0.2	1.7±0.2
Dobutamine	3.3±0.4	2.9±0.4
EF (%) Pre	66.0±3.2	63.8±3.8
Dobutamine	77.5±2.9	73.9±1.8
Max. dose of dobutamine (μ g/kg/min)	21.4±1.4	32.9±3.6*

Values are mean ± SE. **p*<0.05 and [§]*p*<0.01 vs pre β -blocker. Abbreviations as in Tables 1, 2.

ついて検討した。

1. 前負荷(左室容積)の関与

狭小化した左室は両乳頭筋間の物理的距離を短縮させ, dobutamine 負荷時に機能的左室中部閉塞をより誘発しやすくすると予想される。事実, dobutamine 投与前, 中部閉塞群の左室容積, 左室心尖部容積がより低値 (Table 2) であることは, この推論を支持する。更に, 機能的左室中部閉塞が発生している状態においても, 拡張末期容積係数, 心尖部収縮末期容積の両値が低値を示すことより, 左室狭小化が機能的左室中部閉塞の基礎的要因の一つと考えられる。

中部閉塞群において, β 遮断薬投与前後での左室容積の変化をみると, dobutamine 投与後, 拡張末期容積係数は β 遮断薬投与前に比し大なる傾向を示した。しかし, 他の諸指標は β 遮断薬投与前後で変化はなく, 更に, dobutamine 投与後もこれらの値に β 遮断薬による変化はみられなかった (Table 3)。 β 遮断薬が中部閉塞を完全に抑制したことを考え併せると, これらの変化は前負荷が機能的左室中部閉塞の一因であるとする考えに矛盾しないと考えられる。

2. 後負荷の関与

中部閉塞群では非中部閉塞群に比し有意に血圧が高く (Table 1), 心係数は逆に低かった (Table 2). 以上より, 中部閉塞群の末梢血管抵抗は安静時から非中部閉塞群のそれに比し高いと考えられる. 高血圧症例の合併頻度に差はないものの, 中部閉塞群では非中部閉塞群に比し, 安静時より後負荷がより高値であったことは興味深い. しかし, dobutamine 負荷後, 両者の差異は消失するため, 後負荷の変化そのものが中部閉塞誘発の要因とは考えにくいであろう.

3. 左室収縮力の関与

左室収縮力の増大は左室流出路狭窄の重要な因子である¹³⁾と同様, 機能的左室中部閉塞でも β 遮断薬の有効性より, 重要な因子と予想される. 更に, 時間とともに狭窄する管路では狭窄部の径が小さい場合, 血流の剥離が容易に起こるため, 狭窄部の血流速度を増大させる上で, 血液の粘性も無視しえない要因である. そこで, 我々は当初, 粘性を考慮に入れると, 収縮力増大が血流速度の増加を介して間接的に左室中部閉塞を発生させる要因となりうると推測した. しかし, 本研究において, 左室駆出率, 心尖部領域駆出率はどちらも dobutamine 投与の有無にかかわらず, 両群間に有意差を認めていないこと (Table 2), 更に中部閉塞群においても β 遮断薬投与前後の左室駆出率は薬剤投与前後で差がなかったことより, dobutamine による左室収縮力の増大が機能的左室中部閉塞の一因とする考えには矛盾があるように思われた. 加えて, 左室流出路狭窄形成に必須の僧帽弁のような柔軟性のある組織が機能的左室中部閉塞にはなく, 収縮力増加による Venturi 効果の寄与は殆どないと予想されることより, 収縮力が左室中部閉塞に関与する可能性はより低いように思える. ただ, Pasipoularides¹⁵⁾ は, 左室中部閉塞のように機能的に閉塞が進行する状態では, 左室局所の収縮力, 収縮速度, 時相などの収縮様式の相違が収縮力の

増大よりも重要な要因であろうと述べており, したがって, dobutamine 負荷時の収縮力増大そのものより, むしろ左室局所の収縮速度の相違が因子としては重要であるかもしれない. 事実, β 遮断薬が収縮性に影響することなく, 機能的左室中部閉塞を抑制することは, この推論を支持しよう.

4. 乳頭筋異常および仮性腱索の有無

機能的左室中部閉塞の発生部位は乳頭筋レベルにあるため, 乳頭筋異常や, この部位を通過する仮性腱索の有無は無視しえない要因と思われる. 乳頭筋の異常は過剰乳頭筋と乳頭筋の偏側性肥大が主であり, その合併頻度はそれぞれ各群の 30% 前後と両群間に差はなかった. また, 仮性腱索は非中部閉塞群の 2 例のみと少なく, 機能的左室中部閉塞発生の因子としての乳頭筋異常あるいは仮性腱索の合併は考えにくかった.

5. 問題点

今回の検討では, 通常の心断層エコー装置を使用しているため, 左室各部位での収縮性の違いについては詳細に検討しえなかった. また, dobutamine 投与後, 心拍数が増加してしまうと, 左室の局所収縮能を評価することは更に困難である. 今後, 心断層エコー図のフレーム数が 100 frame/min 以上まで増加して, より正確に局所の時相の検討が行いうるとか, 組織ドップラー法を用いて検討することなどが, 機能的左室中部閉塞の成因を明らかにする上で必要な課題と考えられた.

結 論

Dobutamine 負荷による機能的左室中部閉塞の誘発は, 左室容積が小さく, 血圧が高い例で起こりやすい. 更に, β 遮断薬使用後, 収縮性の変化なしに機能的左室中部閉塞の誘発が抑制されることより, dobutamine に対する左室心筋の局所での収縮反応の差も, 機能的左室中部閉塞の成因として重要と推定された.

要 約

安静時正常心エコー図所見を有する非虚血性胸痛患者 47 例に dobutamine 負荷心エコー図検査を施行し、以下の結論を得た。

- 1) Dobutamine 負荷により機能的左室中部閉塞が 17 例に誘発された。
 - 2) 左室中部閉塞誘発群 (中部閉塞群) は非誘発群 (非中部閉塞群) に比し, dobutamine 負荷前の拡張末期容積係数 ($p < 0.001$), 収縮末期容積係数 ($p < 0.01$), 1 回拍出係数 ($p < 0.001$), 心係数 ($p < 0.001$), 心尖部領域拡張末期容積 ($p < 0.01$), 心尖部領域収縮末期容積 ($p < 0.05$) は有意に低値, 血圧は高値 ($p < 0.05$) であったが, 左房収縮能, 左室駆出率, 心尖部領域駆出率に差はなかった。
 - 3) β 遮断薬を中部閉塞群に投与し, 7 例で dobutamine 負荷心エコー図を再検したところ, 左室中部閉塞は全例で誘発されなかった。 β 遮断薬投与後の拡張末期容積係数は dobutamine 負荷後, 投与前に比し大なる傾向を示したが, 他の要因は心拍数を除いて, β 遮断薬投与前後で変化がなかった。
 - 4) 乳頭筋の異常, 仮性腱索の合併の有無は両群間に差はなかった。
- 以上より, 左室中部閉塞は左室容積が小さく, 血圧が高い例に誘発されやすかった。

J Cardiol 1997; 29: 203-208

文 献

- 1) Criley JM, Lewis KB, White RI Jr, Ross RS: Pressure gradients without obstruction: A new concept of "hypertrophic subaortic stenosis". *Circulation* 1965; **32**: 881-887
- 2) Falicov RE, Resnekov L, Bharati S, Lev M: Mid-ventricular obstruction: A variant of obstructive cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1976; **37**: 432-437
- 3) Eslami B, Aryanpur I, Tabaezadeh MJ, Alipour M, Nazarian I, Shakibi JG: Midventricular obstruction. *Jpn Heart J* 1979; **20**: 117-125
- 4) Barbier P, Bartorelli AL: Doppler evidence of abnormal intracavity systolic and diastolic flow in hypertrophic cardiomyopathy with midventricular obstruction. *Am Heart J* 1993; **126**: 483-487
- 5) Zoghbi WA, Haichin RN, Quinones MA: Mid-cavity obstruction in apical hypertrophy: Doppler evidence of diastolic intraventricular gradient with higher apical pressure. *Am Heart J* 1988; **116**: 1469-1474
- 6) Falicov RE, Resnekov L: Mid ventricular obstruction in hypertrophic obstructive cardiomyopathy: New diagnostic and therapeutic challenge. *Br Heart J* 1977; **39**: 701-705
- 7) 中村隆志, 北村浩一, 古川啓三, 松原欣也, 片平敏雄, 岡室周英, 辻 康裕, 高橋 徹, 国重 宏, 勝目 紘, 中川雅夫: 心室中部閉塞性肥大型心筋症の左室内血流動態: 超音波ドップラー法による検討. *J Cardiol* 1989; **19**: 455-471
- 8) Harrison MR, Grigsby CG, Souther SK, Smith MD, DeMaria AN: Midventricular obstruction associated with chronic systemic hypertension and severe left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol* 1991; **68**: 761-765
- 9) Pellikka PA, Oh JK, Bailey KR, Nichols BA, Monahan KH, Tajik AJ: Dynamic intraventricular obstruction during dobutamine stress echocardiography: A new observation. *Circulation* 1992; **86**: 1429-1432
- 10) Murakami H, Nishimura M, Urabe K: Relation between dynamic mid-ventricular obstruction and unexplained chest pain in patients with normal resting echocardiograms. *Am J Cardiol* 1996; **78**: 1063-1065
- 11) 民谷正彰, 松崎益徳, 塔間陽一, 弘山直滋, 阿武義人, 高橋徹郎, 部坂浩二, 村田敏明, 米沢文雄, 岡田和好, 小西光明, 伊達敏明, 小川 宏, 松田泰雄, 久萬田俊明, 楠川禮造: 左房収縮機能の検討. *J Cardiol* 1983; **13**: 587-596
- 12) Murakami H, Yonekura S, Tsuchihashi K, Nakata T, Hikita N, Nagao K, Hashimoto A, Takahashi N, Tanaka S, Iimura O: Echocardiographic detection of elevated left ventricular end-diastolic pressure by left atrial contractile function. *Am J Noninvas Cardiol* 1993; **7**: 152-159
- 13) Wigle ED: Hypertrophic cardiomyopathy. *in* Myocardial Disease: Cardiovascular Medicine (ed by Willerson JT, Cohn JN). Churchill Livingstone, New York, 1995; pp 852-871
- 14) 長谷川一朗, 坂本二哉, 羽田勝征, 天野恵子, 山口経男, 竹中 克, 高橋久子, 滝川玲子, 高橋利之, 杉本恒明: 閉塞性肥大型心筋症における systolic anterior motion と左室流出路狭窄の成因について. *J Cardiol* 1985; **15**: 655-667
- 15) Pasipoularides A: Clinical assessment of ventricular ejection dynamics with and without outflow obstruction. *J Am Coll Cardiol* 1990; **15**: 859-882
- 16) Nagata S, Nimura Y, Beppu S, Park YD, Sakakibara H: Mechanism of systolic anterior motion of mitral valve and site of intraventricular pressure gradient in hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *Br Heart J* 1983; **49**: 234-243