

肥大型心筋症の心機図についての検討

Studies on hypertrophic cardiomyopathy by mechanocardiography

濱中 康彦
松尾 裕英
松本 正幸
高橋 良夫
林 亨
永田 正毅
別府慎太郎
土井 光徳
千田 彰一
仁村 泰治

Yasuhiko HAMANAKA
Hirohide MATSUO
Masayuki MATSUMOTO
Yoshio TAKAHASHI
Tohru HAYASHI
Seiki NAGATA
Shintaro BEPPU
Mitsunori DOI
Shoichi SENDA
Yasuharu NIMURA

Summary

Twenty-five patients of hypertrophic cardiomyopathy (HCM) were studied by mechanocardiography (carotid pulse tracing and apex cardiography). We compared the mechanocardiographic findings with those in echocardiography and the ultrasonic Doppler flow pattern.

In the majority of patients with HCM, the carotid pulse tracing revealed abnormal pattern, i.e., bifid pattern and pattern with sharp upstroke with a inconspicuous tidal wave. Most of the cases with carotid pulse abnormalities exhibited the abnormalities of the carotid ultrasonic Doppler flow pattern, an abnormal systolic aortic valve motion and systolic hump on echocardiogram. But, 2 of 11 cases with HCM with systolic hump revealed no abnormalities on the carotid pulse tracing.

The abnormal findings of the apex cardiogram in HCM were compared to those in 17 healthy subjects and 19 patients with hypertensive heart disease (HHD). The majority of HCM and HHD revealed tall A wave and low rapid filling wave on the apex cardiogram. We proposed a new index for calculating the slope of rapid filling wave. This new index indicates the time for the extrapolated line of the rapid filling wave to reach the level of the 1/3 of the total amplitude (EO) as shown in Figure 1 in the text. In HCM and HHD, this time was prolonged compared with healthy subjects. We studied relations of this new index and A wave ratio (A/EO) to thickness of the left ventricular posterior wall (LVPW) and interventricular septum (IVS) measured by echocardiography. In HHD, these 2 indices well

correlated to thickness of the LVPW and IVS. But, in HCM thickness of the LVPW and IVS showed poor correlation to these 2 indicies. This discrepancy in HCM and HHD was mainly attributed to the asymmetric hypertrophy of LVPW and IVS in HCM.

Key words

hypertrophic cardiomyopathy
carotid pulse tracing
apex cardiography
echocardiography

はじめに

肥大型心筋症の心機図についてはすでに多くの報告があるが,^{1)~3)} それらは主に本症の駆出異常に基づくと考えられる心機図変化についてのものであった. 本研究では駆出異常に関しては頸動脈波の異常を心エコー図(echocardiogram, UCG), 血流ドプラの所見と対比し, その意義について検討した. また拡張期の異常については心尖拍動図(apex cardiogram, 以下 ACG と略す)を用いて流入障害の程度を客観的に評価する指標につき検討した. これらの検討に基づき, 本症の診断および血行動態の評価に対する心機図法の有用性につき考察を加えた.

方法

頸動脈波, ACG にはフクダ電子製 TY-303 型トランスデューサ (空気伝導型, 時定数 3.0 秒以上)を用いた. UCG は Aloka 製, SSD-30B によって行った. 血流ドプラ法は日立メディコ製方向指示型ドプラ血流計 EUD-3 型または同 4 型を用い, 表示はスペクトログラムによった. 弁ドプラ法についてはすでに報告⁴⁾⁵⁾したものと同様である.

ACG は弁ドプラ信号と同時記録し, 次の如き時相, および波高値を測定した (Figure 1). 時相では第 2 音大動脈弁成分 (II A) 開始より僧帽弁ドプラ・シグナル (Mo) 開始までの時間 (II-Mo), IIA より ACG の O 点までの時間 (II-O) および RF 波のピークまでの時間 (II-RF) について測定した.

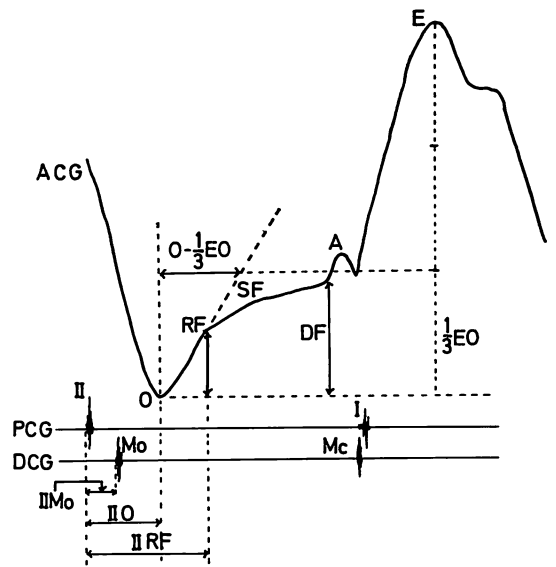


Figure 1. Illustration of simultaneous recordings of apex cardiogram, phonocardiogram and the Doppler cardiogram.

RF: rapid filling wave, SF: slow filling wave, DF: diastolic filling wave, Mo: mitral opening signal by the Doppler cardiogram, O-1/3EO: the time for the extrapolated line of the rapid filling wave to reach the level of 1/3 of the total amplitude.

波高値については次の如くにした. すなわち, RF波, DF波には O点よりの高さを, SF波には DF波より RF波を差引いたものを, A波にはその開始点(DF)よりピークまでをそれぞれ測定し, それらの各測定値を全波高値 (EO), あるいは拡張期全波高値 (OA) との比で示した (Figure 1).

拡張早期の流入過程の状況を表現する新しい指標としてO点よりRF波に至る上行脚を外挿してEOの $\frac{1}{3}$ に達するまでの時間(O- $\frac{1}{3}$ EO)を用いた(Figure 1)。この指標はACG急速流入相の勾配を基準化して表わしたものである。

頸動脈波は便宜的にその形状より、後述の如き3型に分け、それらとUCGでの大動脈弁の収縮期運動異常(大動脈弁が収縮中期に一気に半閉鎖の状態になるか、または収縮中期より末期にかけて徐々に閉鎖に向かうような運動異常)とsystolic hump, 血流ドブラ法での総頸動脈の収縮中期逆流パターンとの関係を検討した。

左室後壁、心室中隔の厚みはUCGにより計測した。計測方法は僧帽弁前・後尖系両エコーが比較的対称的にとらえられる部位を選び、計測部位は心室中隔、左室後壁の厚みの最小部位を測定した。左室後壁の厚みには、一たん後壁エコーを撮影したフィルム上に感度を低下せしめて得られた心膜エコーを心電図で同期をかけて二重撮影し、その心内膜、心膜両エコー間を測定した。

対象

対象はGoodwinの分類⁶⁾に基づく肥大型心筋症(hypertrophic cardiomyopathy, 以下HCMと略)25例である。なお対照として健常17例, 高血圧性心疾患(hypertensive heart disease, 以下HHDと略)19例についても検討した。

成績

1. 収縮期の心事象

HCMの頸動脈波を波型により便宜上3つの型に分け、この型と諸種検査所見との関係について検討した。I型は典型的な2峰性脈波(pulsus bisferiens)を呈する型, II型は収縮中期ないし後期にすでに平坦となるか、あるいは平坦部は認めないが、収縮中期以後に急激に波高を減じ、tidal waveの不明瞭となる型, III型は正常パターンと差が認められない型である(Figure 2)。

これらの頸動脈波パターンとUCGおよび血流

ドブラ法での総頸動脈血流パターンとの関係を検討した(Figure 3, Table 1)。

HCM 25例中頸動脈波にてI型を呈するもの12例, II型10例, III型3例であった。I型に属する例はsystolic hump, 大動脈弁の収縮期運動異常を示す例が比較的多く認められ、この両者を伴っている例では大部分総頸動脈血流パターンにて収縮中期に逆流を認めた。II型ではsystolic humpや大動脈弁の収縮期運動異常は比較的少ないが、総頸動脈血流パターンにて逆流を呈する例が多く認められた。III型ではsystolic humpを呈する例が3例中2例あったが、大動脈弁の収縮期運動異常や総頸動脈血流パターンでの逆流は認められなかった。

2. 拡張期の心事象

拡張期の心事象についての検討に際しては、対照としてHCM以外に健常例, HHDについても検討を行った。

a. 拡張早期の諸時相

(1) II-Mo時間: HCMでは本時相は平均0.095秒(S. D. 0.0173秒)で健常平均0.067秒(S. D. 0.0068秒)に比し延長が認められた($p < 0.001$)(Figure 4)。HHDでも平均0.109秒(S. D. 0.0144秒)で健常に比し延長が認められた($p < 0.001$)。またHCMとHHDの間には有意差は認められなかった($p > 0.1$)。

(2) II-O時間: 本時相もHCM, HHDともに健常に比し有意の延長を示した(それぞれ $p < 0.001$, $p < 0.001$)が、HCMとHHDの間には有意の差は認められなかった。またII-O時間の内でII-Mo時間のみならずMoよりOまでの時間もHCM, HHDの両群とも延長が認められた。

(3) II-RF時間: 本時相もHCM, HHDの両群とも健常に比し有意の延長を認めた(それぞれ $p < 0.001$, $p < 0.001$)。

b. 全波高値(EO)に対するRF波, DF波, A波振幅の比

(1) RF/EO: 本比はHCMでは健常に比し若干低下の傾向が認められるが、推計学的には有意

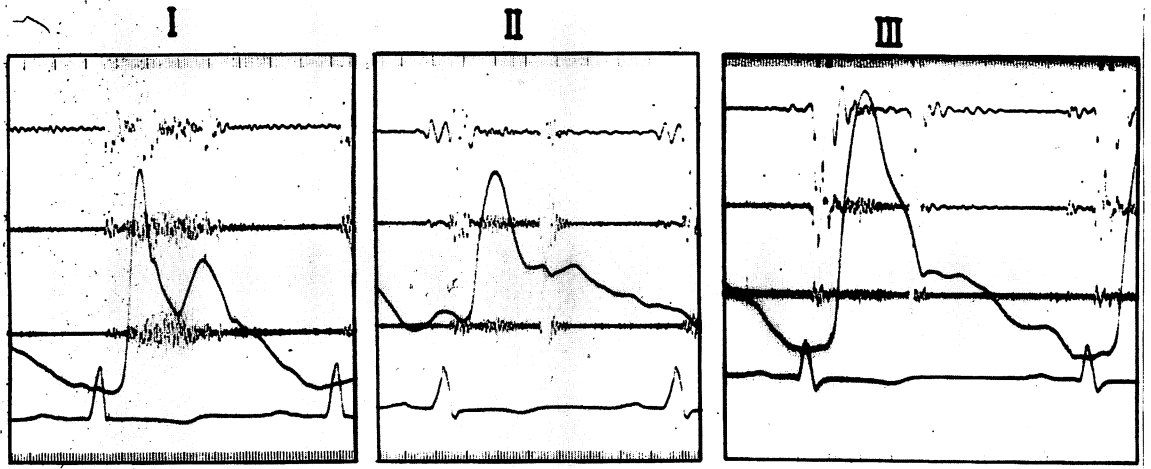


Figure 2. Carotid pulse tracings in 3 cases of hypertrophic cardiomyopathy.
 (I) typical bifid pulse, (II) sharp upstroke with inconspicuous tidal wave, (III) normal pattern.

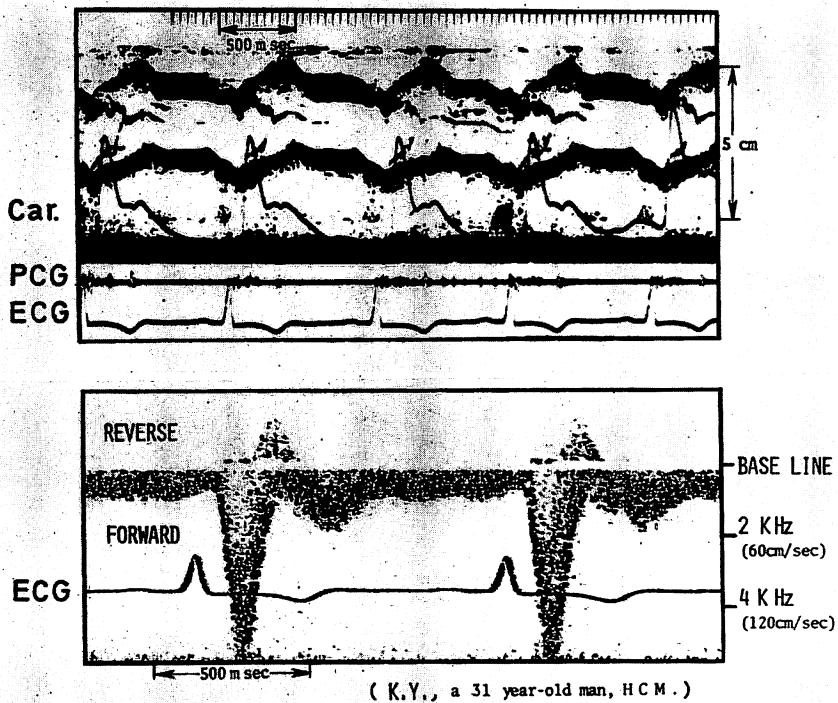


Figure 3. Simultaneous recording of echocardiogram of the aortic valve and carotid pulse tracing in a case of hypertrophic cardiomyopathy (upper). Mid-systolic reverse flow pattern in carotid Doppler flow pattern (lower).

Table 1. Relationship between carotid pulse tracing, echocardiogram of the aortic valve and the carotid Doppler flow pattern

		Carotid Pulse Tracing			
		I	II	III	
UCG	Systolic Hump	+	8	1	2
		-	4	9	1
UCG	Systolic Abnormal Movement of the Aortic Valve	+	5	3	0
		-	6	7	3
Doppler	Mid-Systolic Reverse Flow of the Carotid Artery	+	4	8	0
		-	8	2	3

ではなかった ($p > 0.1$) (Figure 5). 一方, HHD では健常に比し有意の低下が認められた ($p < 0.01$). また HCM と HHD との間には有意の差が認められなかった ($p > 0.1$).

(2) DF/EO: 本比は HCM, HHD とも健常例に比し軽度低下の傾向を認める例が多いが, 平均すると健常例と有意の差は認められなかった ($p > 0.1$).

(3) A/EO: 本比は HCM, HHD の両群とも健常に比し著明な高値を示した ($p < 0.001$, $p < 0.001$). 本比の著明に高値を示す例は HCM に多く認められた.

c. 拡張期諸波振幅の逐次変化

拡張期諸波 (RF 波, SF 波, A 波) の振幅と拡張期全振幅 OA との比を HCM の各症例と健常平均を経時的に検討した (Figure 6). 健常例では RF 波が最も高く, 次いで SF 波, A 波と振幅を減じるパターンを示した. 一方, HCM では大部分の例で RF 波が低く, SF 波はかなりばらついているが若干低値を示し, A 波が著明に増高するパターンを示した.

d. (O-1/3EO) 時間と A 波率

HCM, HHD について (O-1/3EO) 時間と A/EO との関係を見た (Figure 7). 全体の傾向としてはかなりばらついているが, (O-1/3EO) 時間の延長を示す例は A 波率が高い傾向が認められ, い

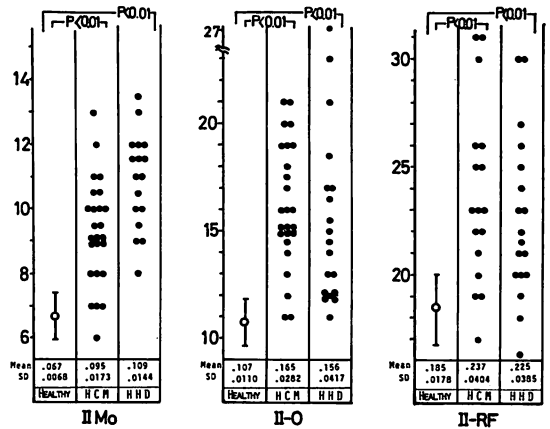


Figure 4. Changes of early diastolic cardiac phases in hypertrophic cardiomyopathy and hypertensive heart disease.

HCM: hypertrophic cardiomyopathy, HHD: hypertensive heart disease, II-Mo: an interval from the beginning of the second heart sound to the beginning of mitral opening signal by the Doppler cardiogram, II-O: an interval from the beginning of the second heart sound to O point of apex cardiogram, II-RF: an interval from the second heart sound to rapid filling wave of apex cardiogram.

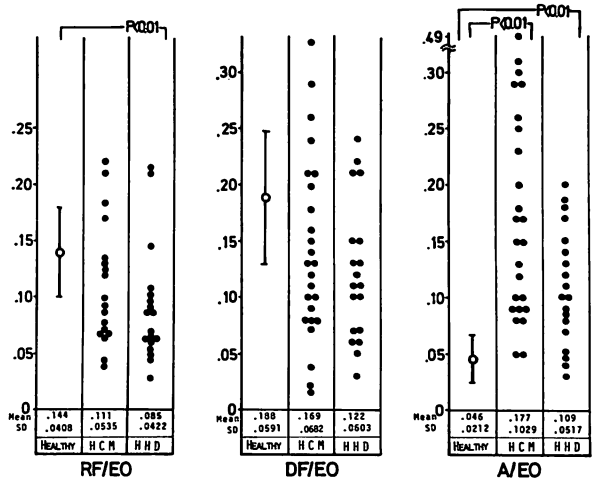


Figure 5. Changes of RF/EO, DF/EO and A/EO. EO: total amplitude of apex cardiogram.

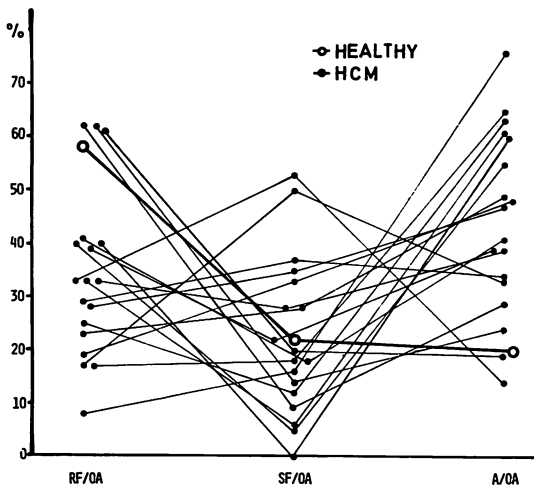


Figure 6. Comparison of three components of diastolic phases in apex cardiogram.

OA: total diastolic amplitude.

いずれも健常平均より明らかに高値を示す例が大部分であった。

e. 心室中隔, 左室後壁の厚みと (O-1/3EO) 時間との関係

HHD では心室中隔, 左室後壁ともその厚みの程度と (O-1/3EO) 時間との間には比較的明瞭な正の相関が認められた (Figure 8). これに対し HCM ではそれぞれ中隔, 後壁が厚くて, (O-1/3EO) 時間の長いものも少なくないが, 後壁が薄くても (O-1/3EO) 時間が長い例が見られたり, 中隔との関係では中隔が厚くても (O-1/3EO) 時間が短い例のあることが注目された。

f. 心室中隔, 左室後壁の厚みと A 波率との関係

A/E/O と心室中隔, 左室後壁の厚みとの関係を検討した (Figure 9). HHD では中隔, 後壁の厚みと A/E/O とは比較的明瞭な正の相関が認められた。一方, HCM においては両者の関係はかなりばらついており, 中隔, 後壁がそれぞれ厚くて, A/E/O が高値を示す例も少なくはないが, 後壁が比較的薄くても A/E/O が高かったり, 逆に中隔が

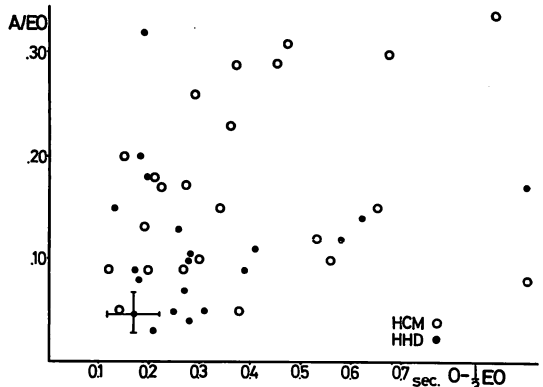


Figure 7. Relationship between slope of rapid filling wave and A wave ratio in hypertrophic cardiomyopathy and hypertensive heart disease.

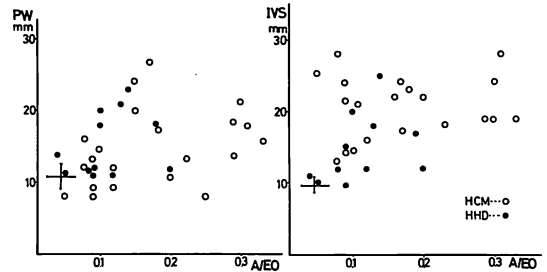


Figure 8. Relationship between left ventricular posterior wall thickness and A wave ratio (left). Relationship between interventricular septal wall thickness and A wave ratio (right).

PW: thickness of the left ventricular posterior wall, IVS: thickness of interventricular septum.

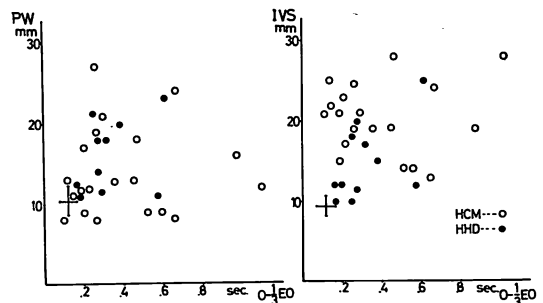


Figure 9. Relationship between left ventricular posterior wall thickness and slope of rapid filling wave (left). Relationship between interventricular septal wall thickness and slope of rapid filling wave (right).

かなり厚くても A/EO が低い例が見られた。

考 案

HCM の定義ならびに分類は種々報告されているが、現在のところ Goodwin の臨床的な立場からの分類⁶⁾ が広く用いられている。今回の症例は主として心血管造影法により、一部は UCG などの所見を参考にして診断されたもので、心室中隔ないし左室自由壁の非対称性の肥大、内腔の狭小化が認められた例で、Goodwin の HCM の概念に近いものと考えられる。ただし、今回は特に閉塞性、非閉塞性に分けての検討は行わなかった。

HCM の心機図上の特徴的な所見としてはいわゆる流出路狭窄などの異常収縮過程によると見られる変化が以前より注目されている。近年さらに心室コンプライアンスの低下に代表される拡張期の現象も重要視されている。⁷⁾ 後者の変化は特に ACG における拡張期の諸相に表現されると考えられる。そこで今回は頸動脈波、ACG を中心とした心機図法を用いて、本症の血行動態的特徴につき検討し、一部 UCG、超音波ドプラ法の成績とも対比した。

HCM の頸動脈波上の特徴は Benchimol ら¹⁾ がすでに sharp upstroke, mid-systolic bulge として報告して以来多くの報告が見られる。²⁾³⁾ 今回の成績ではいわゆる pulsus bisferiens を呈した例は 25 例中 12 例であった。またこのような明瞭な 2 峰性脈波は認められなくても sharp upstroke で収縮中期以後に急激に波高を減じる II 型をも含めると全体の約 90% に何らかの頸動脈波に異常が認められた。

UCG での systolic hump と頸動脈波との関係では systolic hump を呈する例は頸動脈波で I 型を呈する例が比較的多いのであるが、頸動脈波にて異常の認められない III 型 3 例中 2 例に systolic hump が認められ、systolic hump と頸動脈波との対応は必ずしも一義的なものではなかった。Systolic hump は超音波断層法によれば乳頭筋部の肥厚と関連した現象である。⁸⁾ また systolic

hump を示す症例でも軽度のものでは必ずしも左室流出路圧差は見られないが、systolic hump をめぐる一連の左室形態ならびに収縮過程の異常はいわゆる左室流出路閉塞所見と密接に関係するものと考えられている。ところで著者らはさきに別に肥大型心筋症における頸動脈ドプラ血流パターンを検討した際、⁹⁾¹⁰⁾ systolic hump の著明なものでは同血流パターンの異常は著明であったが、systolic hump ないし左室流出路圧差を示されない症例でも頸動脈血流パターンに収縮中期逆流の見られるものもあった。総頸動脈血流パターンの異常は systolic hump をめぐる一連の心室内異常現象よりもより広義の心室収縮過程の異常を反映するものと考えられた。今回の systolic hump と頸動脈波形との対応についても同様のことが考えられる。systolic hump の著明な例では pulsus bisferiens が著明な傾向はあったが、systolic hump と pulsus bisferiens の全般的な対応から見ると、やはり systolic hump をめぐる一連の現象ないし、いわゆる左室流出路圧差などよりはより広義の左室収縮過程ないし駆出過程の異常があるものと思われる。

HCM の UCG 上の特徴として大動脈弁の収縮期運動異常も注目されている。¹¹⁾¹²⁾ この所見は流出路狭窄あるいは dyssynergy などによる一過的な駆出低下と関係があると予想されている。このことより頸動脈波の異常との対応も密と予想されるが、大動脈弁の収縮期異常運動と頸動脈波との対応は全く一義的という程ではなかった。

血流ドプラの総頸動脈血流パターンの収縮中期の逆流の有無と頸動脈波のパターンとの比較では、頸動脈波で I 型に属するものでも逆流の認められない例もあった。しかし、このような例では、逆流は認められなくても、血流速の急速な立ち上がりと収縮中期以後の血流速の急激な低下を思わせる HCM 特有の血流速パターンは認められる。この若干の差は血流ドプラ法は血流速の変化を、頸動脈波は血管容積の変化を反映し、その表現する事象の差に基づくと考えられる。

以上要約すると収縮期の異常な諸現象の間には一応の対応は見られるが, その対応は必ずしも厳密なものではない。これは異常の程度およびこの現象の発生部位の条件などによって相互の差が生じるのであろう。

拡張期の事象では ACG の RF 波の減高, DF ないし SF 波の減高の傾向, また逆に A 波の増高が認められた。これら拡張期諸相は左室の filling の状況をよく反映するものと考えられており,¹³⁾ 拡張早期, 中期での流入障害があり, これを補うために左室流入への心房収縮の寄与の増大が示唆された。

拡張期の流入障害の程度を表わす客観的な指標として規準化した RF 相の勾配を用いた。今回用いた指標は O 点より RF 波を外挿して EO の $\frac{1}{3}$ に達するまでの時間, (O- $\frac{1}{3}$ EO) 時間で, この指標により全般の振幅に影響されなくて, RF 波の勾配を表現されたことになる。本時間の健常例の平均および標準偏差は 16.4 ± 5.43 秒で, 比較的密に分布し, HCM では平均 40.1 秒, HHD では平均 33.3 秒といずれも著明に延長しているのが分る。これら疾患での RF 相の勾配の低下はパターン上でも一見して明らかであるが, このような指標を用いることにより客観化され, 個体間の比較, 同一個体での経過観察が可能となる。

UCG によって測定された心筋壁厚とこれら指標との関係では, HHD では心室中隔, 左室後壁の肥厚の程度と A 波率, (O- $\frac{1}{3}$ EO) 時間との間にはよい相関を認めるのに対し, HCM では心室中隔, 左室後壁ともこれら指標との間にはよい相関は認められなかった。これは HHD では心室中隔, 左室後壁の肥大は対称的であるのに対し, HCM では肥大に非対称性があり, かつ, その中でも厚さの程度, 拡がりがあるので心室中隔, 左室後壁のそれぞれ一部の測定値と上記の指標との間で相関を見るのみでは明瞭な相関が認められないのは当然といえる。勿論, これをもって上記の諸指標と HCM の肥大全般との間に何ら相関がないと考えるのは誤りであろう。例えば心室中隔が厚い

ものには(O- $\frac{1}{3}$ EO)時間は長短いろいろであるが, 逆にこの時間の長いものは心室中隔は厚いという傾向は認められる。

要 約

肥大型心筋症 (HCM) の心機図の特徴について検討し, UCG, 血流ドプラ法の成績とも対比し検討した。

対象は Goodwin の分類に基づく HCM 25 例で, 対照として健常 17 例, 高血圧性心疾患 (HHD) 19 例についても検討した。

頸動脈波では HCM 25 例中 pulsus bisferiens を呈する例 12 例, sharp upstroke と収縮中期以後の波高値の急激な低下を示し, tidal wave が不明瞭となるか収縮末期の plateau を示す例 10 例で, 健常と差が認められなかった例は 3 例にすぎなかった。これら頸動脈波のパターンと UCG, 血流ドプラ法の総頸動脈血流パターンと対比した。UCG との対比では大動脈弁の収縮期運動異常との対応は比較的密であるが, systolic hump との対応は必ずしも密でない例も認められた。血流ドプラ法の総頸動脈血流パターンとの対応は当然のことながら密接な関係が認められた。

心尖拍動図 (ACG), 超音波弁ドプラ法での検討では HCM, HHD の両者とも拡張早期の時相 (II-Mo, II-O, II-RF) の延長が認められた。また, RF 波の減高, A 波の増高が認められた。ACG を用いた拡張早期の流入障害を表現する新しい指標として(O- $\frac{1}{3}$ EO)時間を用いた。本時間は HCM, HHD で健常に比し著明な延長が認められた。本指標を A 波率など従来より用いられている指標に加えることにより, 拡張期全般にわたって客観的に障害の程度を評価することが可能である。しかし UCG にて測定された心室中隔, 左室後壁個々の肥厚の程度との比較ではこれら拡張期諸指標の個々との間には HHD では密接な対応は認められるが, HCM では単純に関係を求めることは困難で, これは HCM の心室中隔, 左室後壁の厚みの非対称性, 不均一性に起因する事象と考えられた。

文献

- 1) Benchimol A, Leger JF, Dimond EG: The carotid tracing and apexcardiogram in subaortic stenosis and idiopathic myocardial hypertrophy. *Amer J Cardiol* 11: 427, 1963
- 2) Carter WH, Whalen RE, Morris JJ Jr, Orgin ES: Carotid pulse tracings in hypertrophic subaortic stenosis. *Amer Heart J* 82: 180, 1971
- 3) Harris A, Donmoyer T, Leatham A: Physical signs in differential diagnosis of left ventricular obstructive cardiomyopathy. *Brit Heart J* 31: 501, 1969
- 4) Nimura Y, Matsuo H, Mochizuki S, Aoki K, Wada O, Abe H: Analysis of a cardiac cycle of the left side of the heart in cases of left ventricular overloading or damage with the ultrasonic Doppler method. *Amer Heart J* 75: 49, 1968
- 5) 松尾裕英, 浜中康彦, 高橋良夫, 松本正幸, 武宮邦夫, 浅生雅人, 仁村泰治: 特発性心筋症の心時相についての検討. *臨床心音図* 4: 425, 1974
- 6) Goodwin JF: Congestive and hypertrophic cardiomyopathies. A decade of study. *Lancet* 1: 731, 1970
- 7) Gaasch WH, Battle WE, Obder AA, Banas JS Jr, Levine HJ: Left ventricular stress and compliance in man with special reference to normalized ventricular function curves. *Circulation* 45: 746, 1972
- 8) 仁村泰治, 榊原 博, 松尾裕英, 松本正幸, 武宮邦夫, 永田正毅, 別府慎太郎, 玉井正彦, 千田彰一, 佐藤健司, 阿部 裕: 肥大型心筋症における左室形態ならびに動態の超音波断層法による検討——特に閉塞性の問題に関連して——. *心臓* 7: 1461, 1975
- 9) Matsuo H, Nimura Y, Kitabatake A, Hayashi T: Analysis of flow patterns in blood vessels with the directional ultrasonic Doppler technique through a transcutaneous approach. *Jap Circulat J* 37: 735, 1973
- 10) 仁村泰治, 榊原 博, 松尾裕英, 林 亨, 永田正毅, 松本正幸, 武宮邦夫, 佐藤健司, 阿部 裕: 肥大型心筋症に見られる総頸動脈の異常血流パターンについて. *心臓* 6: 1434, 1974
- 11) Tajik AJ, Giuliani ER: Echocardiographic observation in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Mayo Clin Proc* 49: 89, 1974
- 12) 吉川純一, 田中久米夫, 田中忠次郎, 古川宏太郎, 川合清毅, 竹内一秀, 大脇 嶺, 加藤 洋: UCGによる特発性肥大型大動脈弁下狭窄(IHSS)の診断. *心臓* 6: 328, 1974
- 13) Benchimol A, Dimond EG: Normal and abnormal apexcardiogram. Its physiologic variations and its relation to intracardiac events. *Amer J Cardiol* 11: 368, 1963