

心電図同期磁気共鳴イメージング左室像における肥大心の形態学的特徴ならびに左室の壁厚と容積の定量的検討

ECG-gated magnetic resonance imaging of the left ventricle: Visualization of anatomical characteristics and quantification of wall thickness and ventricular volume in left ventricular hypertrophy

吉田 茂  
上野 雄二  
藤原 節子  
有田 幹雄  
浜田 昌範  
西尾 一郎  
増山 善明

Shigeru YOSHIDA  
Yuji UENO  
Setsuko FUJIWARA  
Mikio ARITA  
Masanori HAMADA  
Ichiro NISHIO  
Yoshiaki MASUYAMA

**Summary**

Electrocardiography- and respiration-gated magnetic resonance imaging (MRI) was performed using a 0.15-Tesla resistive magnet system in 54 patients with left ventricular hypertrophy to define the site and extent of abnormal wall thickness and to estimate left ventricular function. Because the major cardiac axes are not orthogonal to the conventional transverse, sagittal or coronal planes, the long-axis and short-axis images of the left ventricle were obtained at the end-diastolic and end-systolic phases.

The anatomic characteristics of concentric hypertrophy, asymmetric septal hypertrophy, and asymmetric apical hypertrophy were clearly demonstrated by MRI, even in patients with poor echocardiographic images.

Quantitatively, left ventricular wall thicknesses obtained from MR images correlated well with those obtained from echocardiography ( $r=0.95$ ), and regression was  $y=0.99x+0.39$ , and so did the ratios of wall thickness of the interventricular septum to the left ventricular posterior wall ( $r=$

和歌山県立医科大学 循環器内科  
和歌山市 7 番丁 1 (〒640)

Division of Cardiology, Department of Medicine,  
Wakayama Medical College, 7-Bancho 1, Wakayama  
640

Received for publication May 26, 1986; accepted June 7, 1986 (Ref. No. 32-31)

0.91,  $y=0.80x+0.24$ ).

Left ventricular volumes calculated by the area-length method from MRI and those from left ventriculography also correlated well ( $r=0.98$ ,  $y=1.13x+24.5$ ).

In conclusion, using the gated long-axis and short-axis MR images of the left ventricle, the anatomical location and extent of hypertrophy and left ventricular volumes are noninvasively demonstrated.

#### Key words

Gated magnetic resonance imaging      Left ventricular hypertrophy      Oblique projection      Echo-cardiography      Left ventriculography

### はじめに

左室肥大は高血圧などの圧負荷や肥大型心筋症においてみられ、求心性肥大や非対称性中隔肥大など、種々の肥大様式があることが知られている。従来これらの検討には心エコー図、RI 検査や心臓カテーテル検査などが用いられてきた。特に心エコー図の肥大心の検討における有用性は近年確立されてきているが、心エコー図の良好に得られない症例も多くみられるうえ、その特性上、通常の左室短軸像では左室後壁中隔や側壁など、超音波ビームが壁に平行に入射する部位では解像力が低下する欠点がある。また RI 法は正確な壁厚を測定するには像が不鮮明である。さらに左室肥大の症例は中高齢者が多く、そのため心臓カテーテル検査のような観血的検査法は適応のない場合がある。

1977年に Damadian ら<sup>1)</sup>により臨床応用された磁気共鳴イメージング (MRI) は、1982年に Alfidi ら<sup>2)</sup>によって心臓に応用され、以後、心電図や呼吸同期を得て、最近急速に臨床応用されつつあり、肥大心についても Higgins ら<sup>3)</sup>や西村ら<sup>4)</sup>をはじめ、いくつかの報告がある。MRI は造影剤を使用せずに血管や心筋と内腔とを分離できるため、無侵襲であり、高齢者や状態の悪い症例にも適応できるうえ、任意の方向に同一の、しかも高い解像力を持った画像を得ることができる特徴があり、肥大心の検討に適している。

従来 MRI により肥大心を検討する場合、水平断面、冠状断面および矢状断面の組み合わせで

なされた報告が多い。しかしこれらの断面は、心臓の軸と斜交するため立体的な解剖学的評価が難しく、また心筋や心内腔に対しては斜め切りとなるため、定量的評価に適しにくい欠点があった。この欠点を補うためには、左室長軸や短軸に沿った断面を用いて検討する方法が考えられる。Din-smore ら<sup>5)</sup>や Murphy ら<sup>6)</sup>はこれらの断面を得るために、患者の体位変換を行っているが、この方法では正確な左室長軸や短軸に合わせた面を設定することが難しい。一方 MRI では、横断面、冠状断面、水平断面のほかに任意の傾斜断面を設定することができるため、この断面を用いて、左室の長軸断面や短軸断面を得ることが可能であることを、我々はこれまでに報告した<sup>7)</sup>。この方法は患者の体位を変化させる必要がなく、またマルチスライスから画像を再構成しないことが大きな特徴であるが、本方法による左室肥大の検討は、まだほとんど行われていない。

今回我々は、任意傾斜断面による左室長軸像と短軸像の有用性を検討するため、肥大心を対象にその形態学的評価と定量的検討を行い、心エコー図および心臓カテーテル法による左室造影との比較を行った。

### 対象と方法

対象は左室肥大大例 54 例 (男 15 例, 女 39 例) で、年齢は 51~92 歳 (平均 77 歳) である。MRI は東芝常伝導型核磁気共鳴 CT 装置, MRT-15A (0.15 Tesla) を用いた。パルスシークエンスはスピネコー法とし、繰り返し時間 (Tr) は心電図

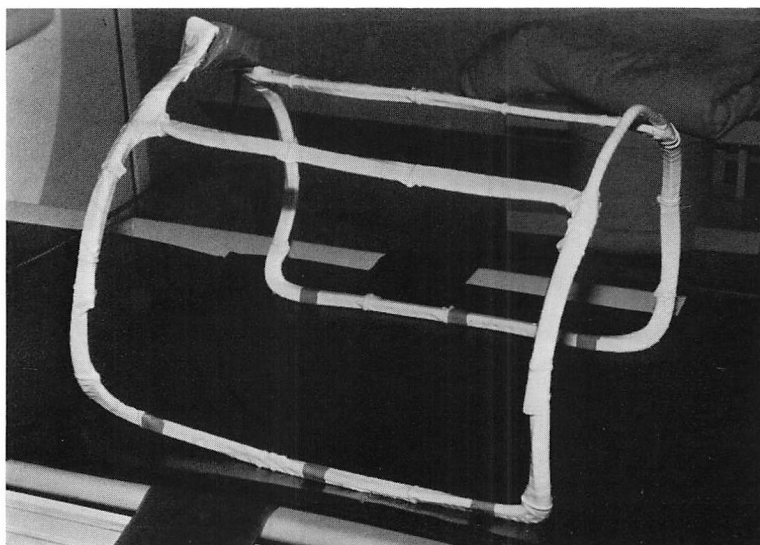


Fig. 1. Surface coil placed around the chest wall.

非同期時は 800 msec に設定したが、心電図同期時は R-R 間隔が  $T_r$  となった。エコー時間 ( $T_e$ )

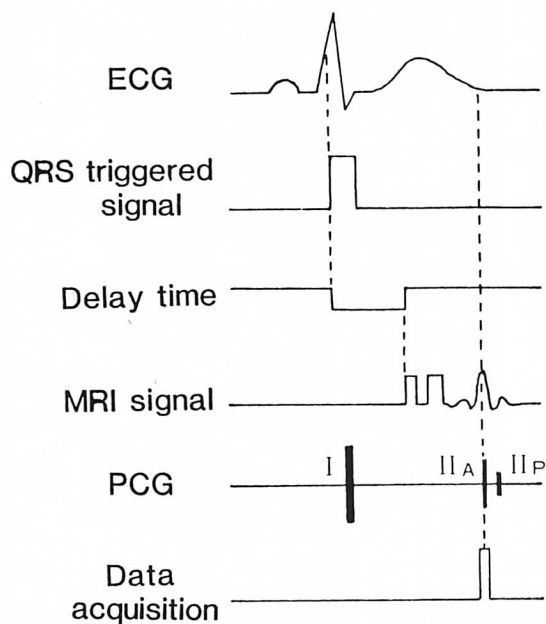
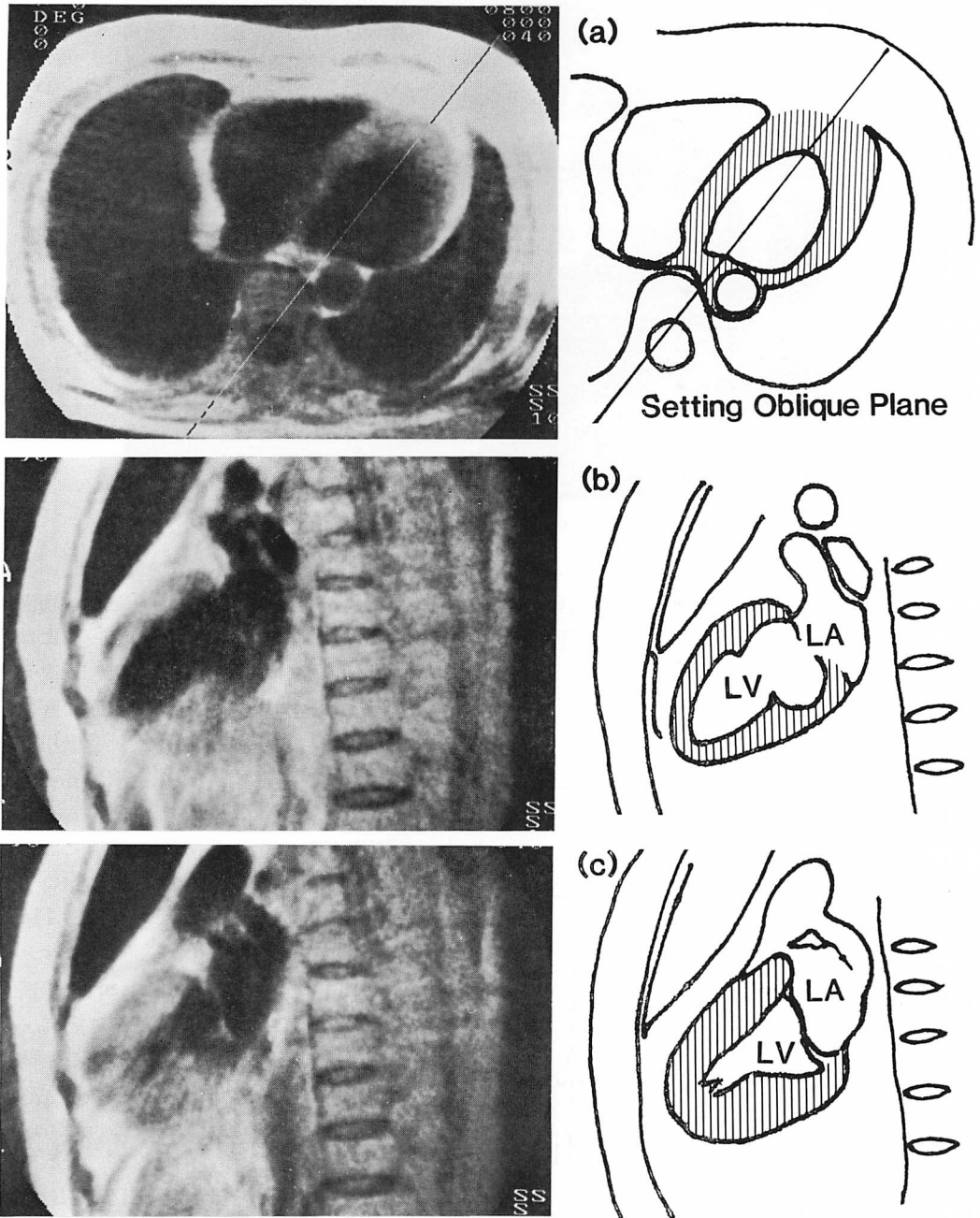


Fig. 2. Timing chart of ECG-gated end-systolic image.

は 30 msec ないし 40 msec とした。画像再構成法は主に投影復元法を用いたが、一部には 2 次元フーリエ変換法を併用した。ただし 2 次元フーリエ変換法では artifact のため、心内膜面の同定が難しい場合が多くみられた。また受信用コイルとして、鞍状の高感度型コイルを被験者の胸部を取り巻くように装着した (Fig. 1)。

心電図同期は通常 CM 5 の誘導にカーボン電極を装着し、心電図テレメータにて R 波をトリガーし、心電図同期信号を作成した。Fig. 2 に心電図同期タイミングチャートを示す。Delay time は 1 msec から 2,000 msec まで任意に設定できるため、これを変化させることにより、心周期の任意の時相の像が得られる。拡張終期像を得るためには、心電図同期信号からの遅延時間を 1 msec に設定し、励起して撮影した。収縮終期像を得るためには、検査前に撮影した 5 回以上の心音図を参考に、検査時の心電図 R-R に最も近いものを選び、その R 波と心音図 II 音の大動脈弁成分 (IIA) の間隔から遅延時間を算出して設定したが、心拍数が大きく違う場合など止むを得ない場合には、エコー信号の収集マーカーが心



**Fig. 3. Setting long-axis planes of the left ventricle.**

- (a) Oblique plane set on the transaxial image from the apex to the base of the left ventricle.  
LV=left ventricle; LA=left atrium.
- (b) End-diastolic phase of the long-axis image.
- (c) End-systolic phase of the long-axis image.

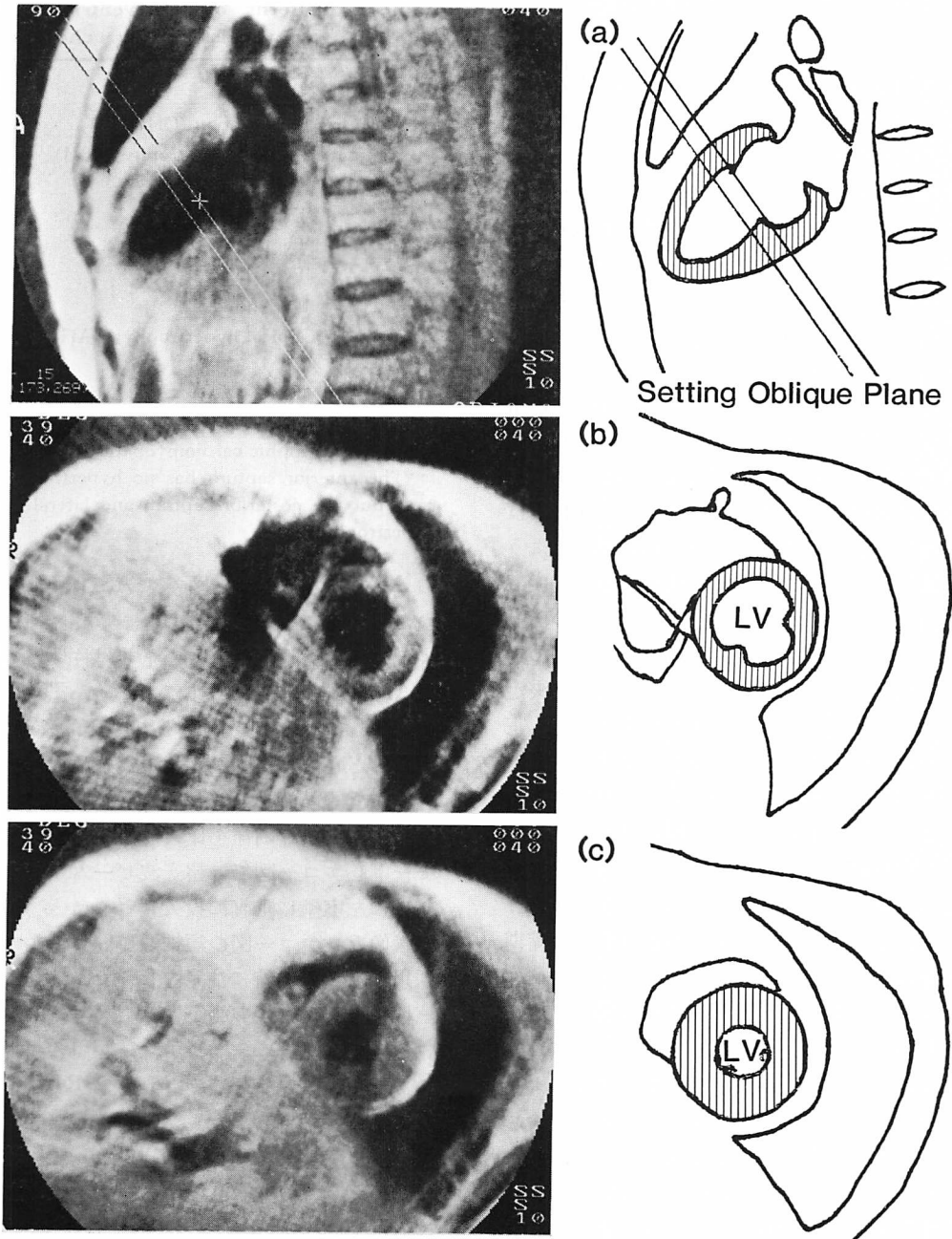


Fig. 4. Setting short-axis plane of the left ventricle.

LV = left ventricle.

- (a) Oblique plane set on the long-axis image orthogonal to the left ventricular long axis.
- (b) End-diastolic short-axis image.
- (c) End-systolic short-axis image.

電図モニター上に表示されることを利用して, マーカーが心電図で示される T 波と IIA との相対的な位置関係 (ほとんどの場合は T 波の終末にほぼ一致した) に合うように, モニター上で調整する方法を併用した.

呼吸同期は前田らの方式<sup>8)</sup>に従い, エアーバッグ方式を採用した. これにより呼吸運動による胸部の動きをできるだけキャンセルするとともに, 状態の悪い患者では, 呼吸モニターとしても使用することができた.

MRI の撮影プロトコールは, まず心電図非同期にて 7 枚マルチスライスの横断像を位置決め用に撮影したのち, 任意傾斜断面の設定により心電図同期下で左室長軸像 (拡張期, 収縮期) および左室短軸像 (拡張期, 収縮期) を撮影した. Fig. 3 は左室長軸像の設定方法を示すが, Fig. 3a のように, 位置決め用として得られた横断面上で心尖部と心基部を結ぶ任意傾斜断面を設定し, この面上でスキャンすると左室長軸像が得られる. この場合, 心尖部と心基部は同じ 1 枚のスライスで決定せずに, マルチスライスの上下を参考にして, 正確に心尖部と心基部を通る直線を設定する. Fig. 3b に拡張期左室長軸像, Fig. 3c に収縮期長軸像を示す. つぎに短軸断面は, Fig. 4a に示すように, 左室長軸断面上で, 再度左室長軸に垂直な任意傾斜断面を設定することにより得られた. Fig. 4b は拡張期左室短軸像, Fig. 4c は収縮期左室短軸像である.

心エコー図は東芝 SSH-65A, SSH-60A, アロカ SSD-880 を用い, 全例に施行した. 心エコー図計測は超音波ビームが左室壁に垂直になるようにして得られた M モード心エコー図によりおこなった. 心エコー図での左室壁厚をもとに, 心室中隔 (IVS) と後壁 (PW) の比が 1.3 以上の場合, 非対称性心室肥大 (ASH), それ未満を求心性肥大 (CH) としたが, それぞれ 30 例, 21 例にみられた. ASH は肥大型心筋症における Maron ら<sup>9)</sup> の分類に従ったが, Type IV が 1 例みられた. これは後部中隔および側壁のみの肥大であり, 通常

**Table 1. Patterns of left ventricular hypertrophy classified by echocardiogram**

Patterns	Cases
Concentric hypertrophy (CH)	30
Asymmetric septal hypertrophy (ASH)	21
Type I	4
Type II	3
Type III	6
Type IV*	1*
Undefined	7
Asymmetric apical hypertrophy (AAH)	3
Total	54

Type I to type IV are based on Maron's classification of hypertrophic cardiomyopathy<sup>9)</sup>.

\*The anterior septum has no hypertrophy in this case, but the posterior septum and lateral wall have hypertrophy.

の M モード心エコー図では ASH とは認識されなかったが, 便宜上 ASH に分類した. また心尖部に肥大が局限するものを非対称性心尖部肥大 (AAH) としたが, 3 例にみられた (Table 1).

MRI による定量的評価の基礎的検討として, MRI と心エコー図がともに良好に得られた健常者, 左室肥大例, 心筋梗塞例の計 10 例につき, 左室心筋壁厚と内径を比較したが, この場合, M モード心エコー図での超音波ビームができるだけ正確に左室壁に垂直に投入され, かつ MRI の短軸像と心エコー図の短軸像が同レベルのものを採用するよう, 特に注意を払った. MRI での左室壁厚および内径の測定は, 心エコー図の左室短軸像上で, M モード心エコー図用の超音波ビームが通過している部位の計測を MRI の左室短軸像で行った.

心臓カテーテルは 3 例に施行し, 左室造影は右前 30 度および左前 60 度にて撮影した. 左室容積は右前 30 度の造影にて Dodge らの area-length 法により, NAC 製解析装置 Cardias 300 にて算出した. MRI の左室容積の計算は拡張期および収縮期左室長軸像にて同一の解析装置を用いて行ったが, 左室造影と MRI は異なる検者により計

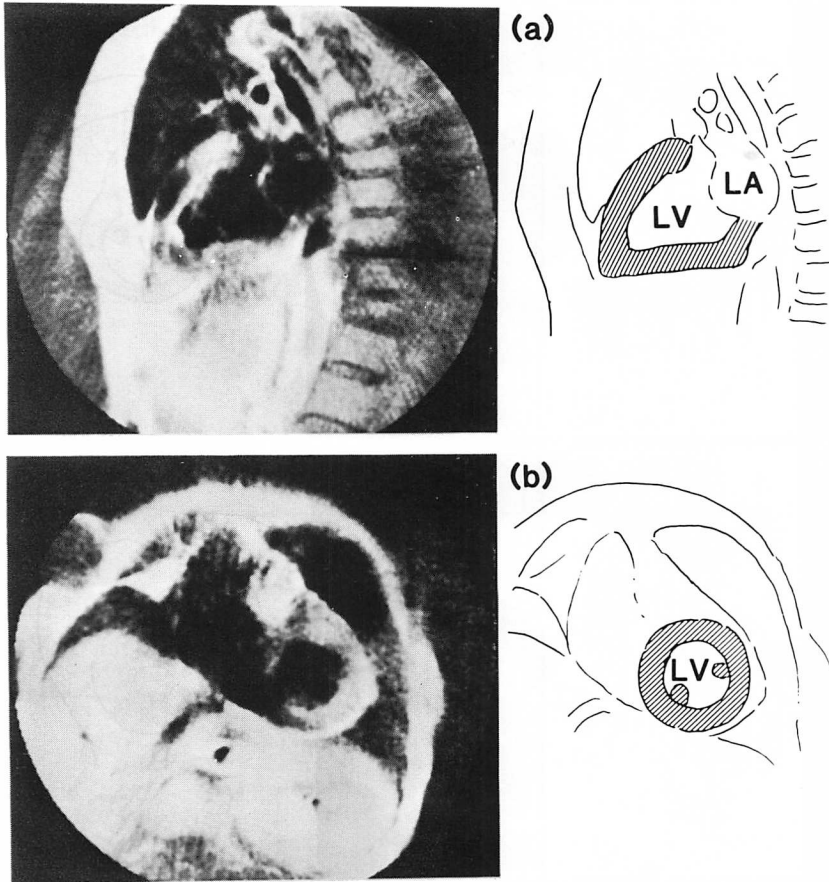


Fig. 5. MRIs of a case of concentric hypertrophy of the left ventricle.

LV=left ventricle; LA=left atrium.

(a) End-diastolic long-axis image.

(b) End-diastolic short-axis image.

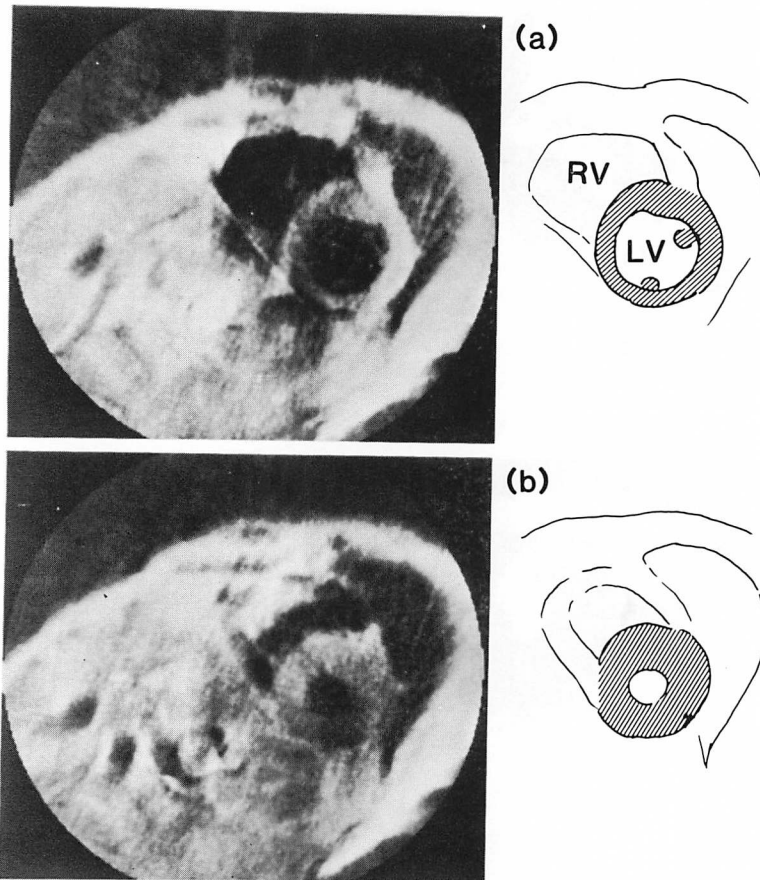
測した。

## 結 果

左室肥大各型の具体例を示す。Fig. 5は求心性肥大例であるが、Fig. 5aは拡張期長軸像、Fig. 5bは拡張期短軸像で、左室心筋はほぼ一様に肥大している。Fig. 6はASHの例で、Fig. 6aは拡張期短軸像、Fig. 6bは収縮期短軸像である。後壁に比べて心室中隔には強い肥大が認められ、その広がりや程度も明瞭に観察される。Fig. 7はAAHの例で、Fig. 7aは拡張期長軸像、Fig. 7b

は心尖部拡張期短軸像である。長軸像では左室中央より心尖にかけて著明な心筋の肥大を認め、内腔は左室造影に見られるようなスぺード型を呈する。心尖部の短軸像では著明な心筋の肥厚があり、内腔は極めて狭小化している。このように、MRIでは左室肥大の種々の形態について、明瞭な描写が可能であった。

定量的評価の基礎的検討として、左室像がMRI、心エコー図ともに良好に得られた健常者、左室肥大例、心筋梗塞例10例について、左室壁厚を拡張期および収縮期について比較した。ここ

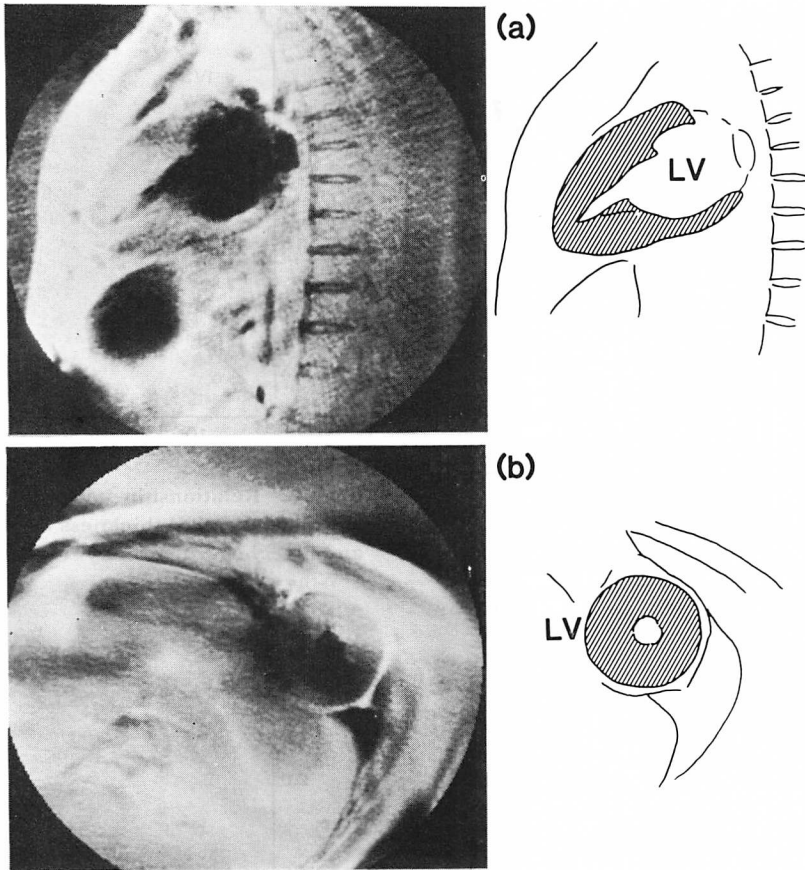


**Fig. 6. MRIs of a case of asymmetric septal hypertrophy of the left ventricle.**  
LV=left ventricle; RV=right ventricle.  
(a) End-diastolic short-axis image.  
(b) End-systolic short-axis image.

には拡張期及び収縮期を併せて表示しているが、**Fig. 8**に示すように、MRIとUCGによって測定された壁厚の間には、 $r=0.99$ と高い相関があり、回帰直線も $y=0.98x-0.14$ とほぼ $y=x$ に近い直線が得られた。同様に、**Fig. 9**に示す左室内径についての比較でも、MRIと心エコー図との相関は $r=0.99$ と良好であり、回帰直線も $y=0.99x+0.08$ で、壁厚と同様に、ほぼ $y=x$ に近い関係が得られた。以上より、MRIの心電図同期左室長軸像および短軸像は、十分に定量的評価に適するものであると考えられた。それに基

づき、今回検討の対象とした左室肥大症例について、左室拡張期壁厚および中隔/後壁比を求め、MRIと心エコー図とで比較した。**Fig. 10**に示す拡張期壁厚では $r=0.95$ 、 $y=0.99x+0.39$ と良い相関を認め、また**Fig. 11**の中隔/後壁比でも、 $r=0.91$ 、 $y=0.80x+0.24$ と、同様に良い相関があり、求心性肥大群 (closed square) と open square で示すASH群が明瞭に分離された。さらに左室造影を施行した3例について、MRIと左室造影について拡張期および収縮期の左室容積を計算し比較した。**Fig. 12**は横軸がMRI、縦軸がLVG





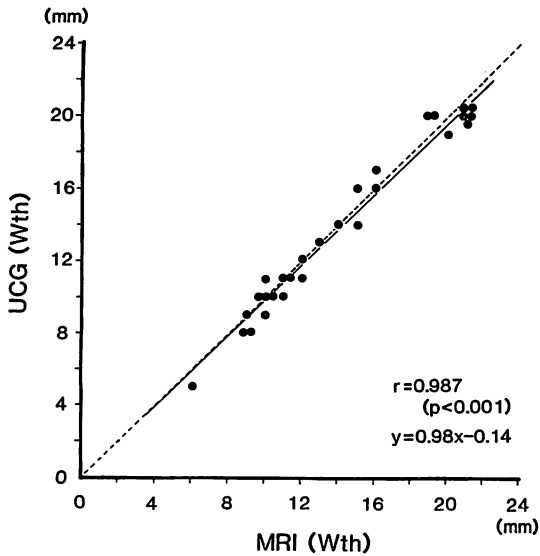
**Fig. 7. MRIs of a case of asymmetric apical hypertrophy of the left ventricle.**  
 LV=left ventricle.  
 (a) End-diastolic long-axis image.  
 (b) End-diastolic apical short-axis image.

による左室容積であるが、open circle は拡張期、closed circle は収縮期を示す。アステリスクのついた症例は左室造影中に心室性期外収縮が頻発し、そのために MRI に比べて左室造影の値が小さく出ているものと思われるが、両者の相関係数は  $r=0.98$ 、回帰直線は  $y=1.13x-24.5$  と良好であった。

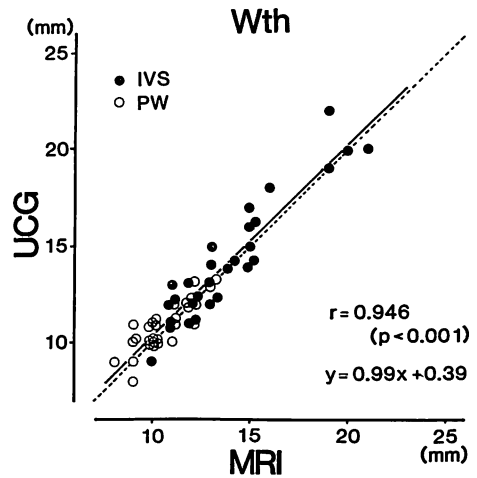
#### 考 按

心臓に対する MRI の臨床応用は最近盛んに報告されており、肥大心に関するものもある。

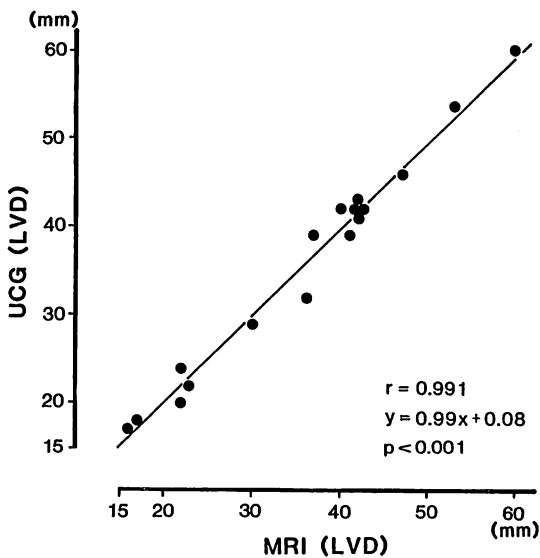
Higgins ら<sup>3)</sup>や西村ら<sup>4)</sup>によると、左室肥大は MRI により良好に検出でき、その壁厚は心エコー図によるものと良く一致するとされている。しかし報告の症例を詳細に検討すると、MRI と心エコー図とが必ずしも一致しない例があり、これは通常の横断像や冠状断像、矢状断像では、心筋の斜め切りのため、心筋の厚さを過大評価する可能性があることと、この3断面だけでは必ずしも最も肥大した心筋部位や最も菲薄化した部位を正確に断面上に含ませることが難しいこと、また右室内構造物や、乳頭筋などの左室内構造物を、一



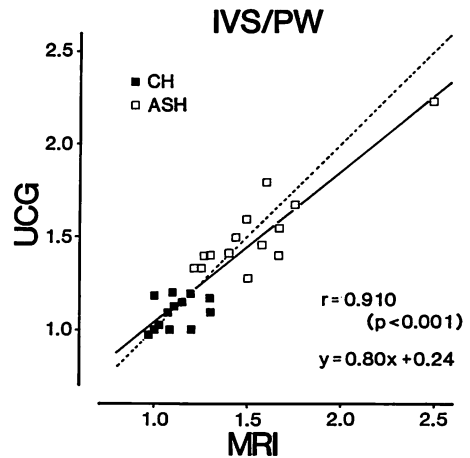
**Fig. 8.** Relationship between left ventricular wall thickness determined by MRI and by echocardiography (UCG).  
Wth=wall thickness.



**Fig. 10.** Relationship between left ventricular end-diastolic wall thickness determined by MRI and by echocardiography (UCG).  
Wth=wall thickness.



**Fig. 9.** Relationship between left ventricular dimension determined by MRI and by echocardiography (UCG).  
LVD=left ventricular dimension.



**Fig. 11.** Relationship between IVS/PW determined by MRI and by echocardiography (UCG).  
IVS=interventricular septum, PW=posterior wall of the left ventricle.

部, 壁厚の中に入れてしまう可能性などが考えられる。この問題を解決するため, 通常, 心エコー図などで得られるような, 左室長軸像や短軸像など, 心臓の軸に沿った断面を得ることが考えられ, Feiglinら<sup>10)</sup>や Dimsnoreら<sup>5)</sup>, Murphyら<sup>6)</sup>

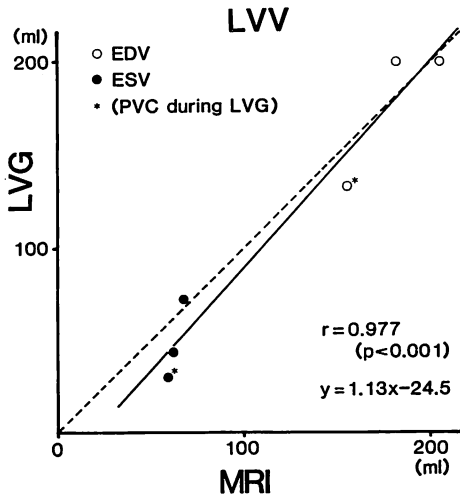


Fig. 12 Relationship between left ventricular volume determined by MRI and by left ventriculography (LVG).

LVG=left ventriculography. LVV=left ventricular volume.

により報告されているが、Dinsmore らや Murphy らは主に被験者の体位を変化させることにより、心臓の軸に沿った断面を得ている。しかしこの方法では正確な断面の設定をすることが難しく、また被験者の体位を変化させたまま比較的長時間の安静臥床を強いることは、好ましいことではない。本来 MRI は任意傾斜断面を用いて、被験者の体位を変えせずに、あらゆる角度の面を得ることができ、そのさい電氣的な処理のみで像が得られ、またマルチスライスからの再構成なども必要としないのが特徴である。今回我々が MRI の左室長軸像や短軸像を得、その解剖学的評価と定量的評価の有用性を心エコー図や左室造影像と検討したのは、この任意傾斜断面を用いてのことである。

左室肥大例の MRI 長軸像および短軸像では、求心性肥大、ASH、AAH とそれぞれの肥大様式に一致した、特徴的な像を得ることができた (Fig. 5~7)。すなわち求心性肥大例では、左室短軸像で全周にわたってほぼ均一な肥大を示す像が

得られ、ASH 例では左室前壁中隔の局所的な肥大を、また AAH 例では左室造影でみられたのと同様の典型的なスパード型の内腔と、心尖部に限局した強い心筋の肥大を認めた。これらの像は本質的には心エコー図で得られるものと同じではあるが、心エコー図では必ずしも正確な左室短軸像を得られない場合があること、左室長軸像においても、肋骨のため正確に心尖部を通る断面を、心基部から心尖部まで 1 枚の画像上に表示することが難しいこと、またその特性上、ビームが垂直に入射する部位の解像力は良好である反面、平行に入射する部位の解像力は低下することなどから、さまざまな制限があるのに対して、MRI では全く自由に任意の断面を得ることができる。これらから解剖学的な評価における MRI の有用性は心エコー図と比べても優れていると思われる。ただし MRI では検査時間が長く、長時間の安静臥床を要し、検査途中の体動などによる像の不鮮明化があり、また心エコー図のようなリアルタイム性に乏しいなどの欠点があるが、これらはいずれも現在種々の解決法が検討されている段階である。

肥大の定量的評価の基礎的な検討として、心エコー図と MRI が特に良好に得られた 10 例の健康者、左室肥大例、心筋梗塞例を選び、左室心筋壁厚と内径の定量的評価を試み MRI による測定値と心エコー図との対比を行った (Figs. 8, 9)。この検討に際しては、MRI による測定部位と、心エコー図での測定部位が出来る限り一致するように特に注意を払った。その結果、左室壁厚および内径とも非常に良好な相関と、 $y=x$  に近い回帰直線が得られ、MRI による測定値が十分定量的評価に用いるものであると考えられた。この点を考慮に入れた上で、今回検討の対象とした肥大型心筋症の症例について、心エコー図と MRI がともに定量的評価にたえる症例について左室壁厚を測定すると (Fig. 10)、基礎的検討よりはややばらつきは大となるものの、 $r=0.95$  という高い相関と、 $y=x$  に極めて近い回帰直線が得ら

れた。ばらつきがやや増加した原因は、二つの方法が独立に検討されているため、壁厚測定部位に多少のずれがあり、特に ASH では部位による壁厚の差が大きく、少しの壁厚測定部位の違いが壁厚差として出ることと、逆に超音波ビームが正確に壁に垂直に入射されていない場合という誤差要因があると考えられた。これらの症例でも二つの方法における壁厚測定部位を正確に一致させれば、さらに良好な相関が得られる可能性がある。中隔/後壁比についても (Fig. 11), 両者に良好な相関を認めただけでなく、求心性肥大群と ASH 群が良好に区別されている。

左室容積の定量的評価には、従来 X 線 CT などではマルチスライスの各断面において左室内腔の面積を算出し、それにスライスの厚みを乗じて積み重ねる方法などが行われているが、解析に時間がかかるうえ、MRI にこの方法を応用する場合、同一時相のマルチスライスを得る必要があり、検査時間の制約のため現在臨床的に使用されるに至っていない。それに対し、我々が今回検討した左室長軸像から左室造影と同様に area-length 法を用いて左室容積を算出する方法は、左室長軸像の拡張期および収縮期の 2 断面があればよく、簡便であり、また左室造影の結果とも良く相関した (Fig. 12)。

ただしこの方法を採用する場合、MRI の描出の上で問題点が 2 つ考えられる。その 1 つは心電図同期に関係することであるが、拡張期像および収縮期像が正確に拡張終期および収縮終期像を表しているかということである。拡張期については心電図の R 波トリガーから 1 msec 後に 90 度パルスを加し、その 30~40 msec 後の像を得ており、この時相はほぼ拡張終期から等容収縮期にあたり、拡張終期像とのずれは僅かであると考えられた。収縮期については、従来 T 波の終末での画像をえる方式が多く用いられているが、T 波の終末は頸動脈波の *dicrotic notch* や II 音の大動脈弁成分 (IIA) に比較して、その前後 40 msec、多くは前後 20 msec 以内であるとされて

いるが、いわゆる Hegglin 症候群のように、かなり IIA と T 波終末とにずれがある例もあり、また T 波の終末部はなだらかな曲線を描いているため、心電図モニター上で決定する場合には、かなりの困難を伴うことも多い。そのため我々は心音図を MRI 施行前に数回記録し、MRI 施行時に最も近い心拍数の時の R-IIA 時間を測定することにより、delay time を決定する方法を主に採用した。この IIA を基準とする方法は最も妥当であると考えているが、なお検査中の心拍数の変化への対応など、問題点も残されており、さらに良い方法を検討することが将来の課題である。

問題点の 2 は、長軸像の設定に関することである。現在左室長軸像を得るため任意傾斜断面を設定する場合、心電図非同期のマルチスライスによって行っている。この際、心電図同期像を用いると、マルチスライスを撮影するためには各スライス間に一定時間を要し、そのためマルチスライスの 1 枚ごとに異なった心時相の像が得られることになる。これは断面の設定には都合が悪いため、心電図非同期を用いるのであるが、この像は従来拡張期像に近いとされているため、これで設定した断面はおもに拡張期像を得るために都合の良い断面となる。その反面、収縮期像は心臓の軸の変位が起るため、正しい長軸断面よりずれる可能性があり、特に心臓の動きの大きい例などでは問題がある。しかし我々の方法での軸変位についていえば、横断像を基準の断面としているために、体軸方向の変位と左室長軸方向の変位は問題にならず、体軸に垂直で、かつ左室長軸と垂直な方向の変位のみが問題である。この変位は特別な症例を除けば、安静臥床状態ではそれほど大きくないと考えられる。さらにスライス厚が 10 mm あるため、部分容量効果によりその範囲内での動きは許容されるため、臨床的にはあまり大きな問題とは思わないと思われる。ただ心臓の動きが大きい症例などでは、今後、拡張期および収縮期それぞれに任意傾斜断面を設定する方法が検討されるべき

であろう。

以上のような問題点があり、また今回の検討は3例と少数ではあるが、拡張期および収縮期の左室容積は左室造影と良好な相関を示し、さらに回帰直線も  $y=x$  に近いこと、特に高齢者などの心臓カテーテル法の適応のない症例においても、この方法にて、無侵襲的に左室機能の定量的評価が行えることが示唆された。

## 結 論

肥大心に対する MRI の有用性を検討するため、求心性肥大30例、非対称性中隔肥大 (Type IV の1例を含む) 21例、非対称性心尖部肥大3例について、MRI と左室造影および心エコー図所見とを対比した。

1. 左室肥大様式は MRI の心電図同期左室長軸像および短軸像にて明瞭に描出され、それぞれの形態学的特徴や空間的な広がり把握できた。

2. 基礎的検討として MRI および心エコー図がともに良好に得られた症例についてみると、左室壁厚および左室径の両者における相関は、それぞれ  $r=0.99$ ,  $0.99$  と良好であった。

3. 今回検討された肥大体例においても、MRI の左室壁厚および心室中隔 / 左室後壁を心エコー図と比較すると、相関係数はそれぞれ  $r=0.95$ ,  $0.91$  と良好であり、回帰直線も  $y=x$  に近いものが得られた。

4. さらに左室造影との対比では、左室容積は  $r=0.98$  と良好な相関を示した。

以上より、MRI の左室長軸像や短軸像を用いて、肥大心の形態学的診断や、心機能の定量的評価が可能であると考えられた。

## 要 約

MRI の肥大心に対する有用性を検討するため、0.15 Tesla 常伝導型 MR 装置にて、心電図および呼吸同期 MRI の左室長軸像および短軸像を、それぞれ拡張終期および収縮終期において計4枚撮影し、その解剖学的評価の有用性と定量的

評価の信頼性を左室肥大54例について検討した。

MRI により左室肥大様式は明瞭に把握され、求心性肥大、非対称性中隔肥大、非対称性心尖部肥大などの肥大の局在や広がり良好に観察された。これらの所見は心エコー図の十分に得難い例でも得ることができた。

定量的評価については、左室壁厚は心エコー図と MRI にて良好な相関を示し ( $r=0.95$ )、また回帰直線も  $y=x$  に近いものが得られた。心室中隔 / 左室後壁も同様に良好な相関を示した ( $r=0.91$ ,  $y=0.80x+0.24$ )。

左室容積を左室長軸像より area-length 法にて求め、左室造影と比較したが、同様に良好な相関を認めた ( $r=0.98$ ,  $y=1.13x-24.5$ )。心電図同期 MRI の左室長軸像および短軸像は、従来の横断像、冠状断像、矢状断像に比べ、左室肥大の局在と広がりを検討することができるだけでなく、定量的評価も、無侵襲的に、かつ良好に行えるものと考えられた。

## 文 献

- 1) Damadian R, Minkoff L, Goldsmith M, Stanford M, Koutcher J: Field-focusing nuclear magnetic resonance (FONAR): Visualization of a tumor in a live animal. *Science* **194**: 1430, 1976
- 2) Alfidi RJ, Haaga JR, Yousef SJE, Bryan PJ, Fletcher BD, LiPuma JP, Morrison SC, Kaufman B, Richey JB, Hinshaw WS, Kramer DM, Yeung HN, Cohen AM, Butler HE, Ament AE, Lieberman JM: Preliminary experimental results in humans and animals with a super-conducting, whole-body, nuclear magnetic resonance scanner. *Radiology* **143**: 175, 1982
- 3) Higgins CB, Byrd BF, Stark D, Mcnamara M, Lanzer P, Lipton MJ, Schiller NB, Botvinick E, Chatterjee K: Magnetic resonance imaging in hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol* **55**: 1121, 1985
- 4) Nishimura T, Nagata M, Uehara T, Hayashida K, Naito H, Imakita T, Takamiya M, Sakakibara H, Kozuka T: Gated magnetic resonance imaging in hypertrophic cardiomyopathy. *J NMR Med* **5**: 21, 1985
- 5) Dinsmore RE, Wismer GL, Levine RA, Okada

- RD, Brady TJ: Magnetic resonance imaging of the heart: Positioning and gradient angle selection for optimal imaging planes. *Am J Roentgenol* **143**: 1135, 1984
- 6) Murphy WA, Gutierrez FR, Levitt RG, Glazer HS, Lee JKT: Oblique views of the heart by magnetic resonance imaging. *Radiology* **154**: 225, 1985
- 7) Yoshida S, Ueno Y, Nishio I, Masuyama Y, Maeda C, Mishima T, Yamada R, Morita R, Hori K: Usefulness of oblique projections in ECG-gated cardiac MRI. *J NMR Med* **5**: 64, 1985 (in Japanese)
- 8) Maeda C, Yoshikawa A, Yamada R, Morita R, Hori K, Jinbo A, Nanjo Y, Tanoue T: Development of respiratory gating system in MRI. *J NMR Med* **5**: 23, 1985 (in Japanese)
- 9) Maron BJ: Asymmetry in hypertrophic cardiomyopathy: The septal to free wall thickness ratio revisited. *Am J Cardiol* **55**: 835, 1985
- 10) Feiglin DH, George CR, MacIntyre WJ, O'Donnell JK, Go RT, Pavlicek W, Meaney TF: Gated cardiac magnetic resonance structural imaging: Optimization by electronic axial rotation. *Radiology* **154**: 129, 1985