

肥大型心筋症のシネ MRI

吉岡邦浩, 高橋恒男

岩手医科大学医学部放射線医学教室

はじめに

肥大型心筋症 (hypertrophic cardiomyopathy, HCM) の診断における MRI の有用性に関しては, これまで心電図同期 spin echo (SE) 法を用いた形態的方面で主になされてきた^{1)~4)}.

一方, gradient echo (GE) 法を用いたシネ MRI の導入により, 心室壁運動や弁逆流などの機能的な情報も得られるようになった. そして本法では収縮末期や拡張末期といった, 各心周期での画像が心電図同期 SE 法に比べ安易に得られるため, ある心周期での心筋壁の厚さの計測⁵⁾や弁の状態⁶⁾などの形態的な評価にも応用されている.

これらのことより, HCM においてもシネ MRI の有用性が期待されるが, 症例報告などに散見されるのみで, まとまった検討はみられない^{6),7)}. そこで, 我々は HCM におけるシネ MRI の有用性について UCG 所見との対比を含め検討したので報告する.

対象と方法

1) 対象

対象は, 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班による, 特発性心筋症診断の手引⁸⁾に従って診断された男性 8 例, 女性 3 例の計 11 例で, 年

齢は 36~73 歳 (平均年 59.9 歳) である. 内訳は, 非閉塞性肥大型心筋症 (hypertrophic non-obstructive cardiomyopathy, HNCM) が 8 例で, そのうち 2 例は心尖部肥大型心筋症 (apical hypertrophic cardiomyopathy, APH) である. 閉塞性肥大型心筋症 (hypertrophic obstructive cardiomyopathy, HOCM) は 3 例で, 1 例が特発性肥大性大動脈弁下狭窄 (idiopathic hypertrophic subaortic stenosis, IHSS) で, のこる 2 例は心室中部閉塞性肥大型心筋症 (midventricular obstruction, MVO) である.

なお, 全ての症例にカラードプラー法を含む心エコー法 (UCG) が行われており, これらのうち, 僧帽弁逆流の合併をカラードプラー法で 7 例に認められている (Table 1). 心臓カテテル法は, 6 例に, 心筋生検は 4 例に施行されており, また, HOCM の 3 例では心内圧の測定も行われている.

2) 方法

a) 装置 使用した装置は, GE 製超電導 Signa advantage (静磁場強度 1.5T) と東芝製超電導 MRT-50A (静磁場強度 0.5T) である. シネ MRI の撮像法として, Signa は GE 法に flow compensation (rephasing) を付加し, 心電図による retrospective gating で 2~4slice の multislice multiphase 法 (Cine plus) を用い,

キーワード hypertrophic cardiomyopathy, cine MRI

Table 1. Comparison of the extent of LVH defined by cine MRI and UCG

Pt.	Diagnosis	Cine MRI			UCG		
		Extent of LVH	SWT (cm)	PWT (cm)	Extent of LVH	SWT (cm)	PWO (cm)
1	HCM	Entire	2.9	1.4	Entire	2.5	1.2
2	HCM+MR	Anterolateral	1.8	1.2	Anterolateral	1.7	1.1
3	HCM+MR	Entire	1.8	1.6	Entire	1.6	1.6
4	HCM+MR	Septal	1.8	1.6	Septal	2.0	1.6
5	HCM+MR	Antrolateral	1.6	1.0	Anterolateral	1.9	1.2
6	HCM (apical)	Apical	1.3	1.2	Entire	1.4	1.2
7	HCM (apical)	Apical	1.2	1.0	Septal	1.5	0.9
8	HCM (apical)+MR	Apical	2.0	2.0	Apical	2.1	1.6
9	HOCM (IHSS)	Entire	3.0	2.0	Entire	3.0	2.0
10	HOCM (MVO)+MR	Mid	2.2	2.0	Mid	2.4	2.0
11	HOCM (MVO)+MR	Mid	2.8	1.3	Mid	2.3	1.5

LVH=left ventricular hypertrophy, UCG=ultrasound cardiography, SWT=septal wall thickness, PWT=posterior wall thickness, HCM=hypertrophic cardiomyopathy, MR=mitral regurgitation, HOCM=hypertrophic obstructive cardiomyopathy, IHSS=idiopathic hypertrophic subaortic stenosis, MVO=mid-ventricular obstruction

1 心周期あたり 10~16phase の画像を得た。パルス系列は flip angle 25°, TR30ms (有効 TR60~120ms), TE14~15ms, マトリックスは 128×256, 加算回数 4 回でスライス厚は 7~10mm である。MRT50-A では, GE 法に folw compensation を付加するところまでは Signa と同様であるが, 心電図による prospective gating で single slice multiphase 法で, 1 心周期あたり 12~18phase の画像を得た。パルス系列は flip angle 30°, TR50ms, TE22ms, マトリックスは 128×256, 加算回数 4 回でスライス厚は 10mm である。

b) 撮像面 撮像面は左室長軸水平断像を基本とし, 必要により他の断層像も加えた。左室長軸水平断像を得るために, 心電図同期 SE 法により体軸水平断像をまず撮像した後, 僧帽弁と心尖部を結ぶ撮像面を設定・撮像し, 得られた左室長軸矢状断像に近い画像上で, さらに僧帽

弁と心尖部を結ぶ撮像面を設定・撮像することにより得られた画像を左室長軸水平断像とした。

c) 検討方法 肥大部分の同定はシネ MRI で得られた拡張末期像で行った。また, 同画像での心室中隔の厚さ (SWT) と後壁の厚さ (PWT) を計測した。計測部位は, UCG の計測部位と同じになるように心基部から約 1.0cm の部位を選んだ (Fig.1)。UCG では, 左室長軸断層像を用いて B モード, M モードを併用し計測した。

なお MRT50-A では真の拡張末期像は得られないため 1 枚目の画像を採用した⁹⁾。

HOCM では閉塞部位および原因の同定が可能か否かについて検討した。

さらに, しばしば合併する僧帽弁逆流の観察も行った。

結 果

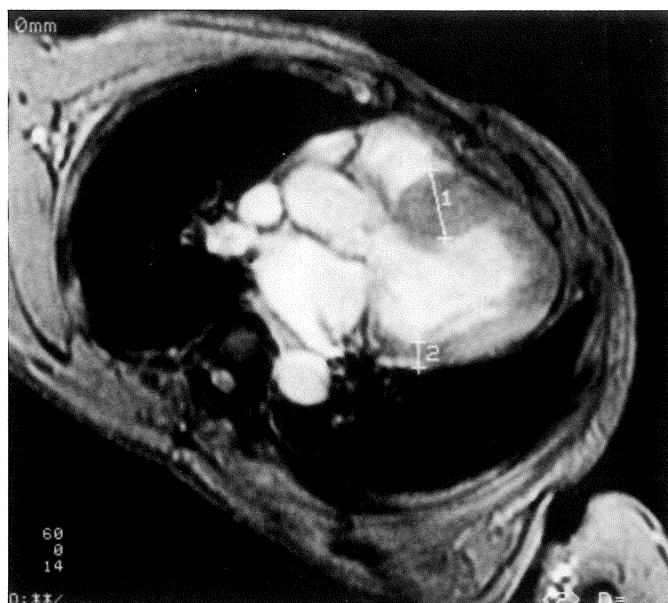


Fig.1. Cine MRI of horizontal long axis plane in enddiastole.
Measurement of septal wall thickness (SWT) and posterior wall thickness (PWT).
1. SWT 2. PWT

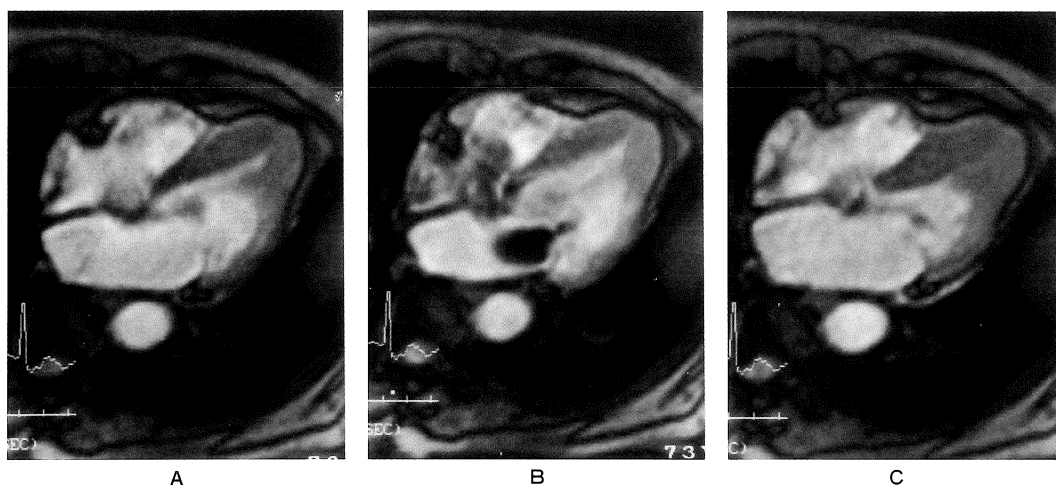


Fig.2. Apical hypertrophic cardiomyopathy. Cine MRI of horizontal long axis plane shows thickening of left ventricular apex. Note the flow void in left atrium due to mitral regurgitation.
A. enddiastole B. early systole C. endsystole

対象とした全ての症例で、肥大部分の同定ならびに壁厚の測定が可能な良好な画像が得られた。

1) 肥大部分の同定

シネ MRI では全例で肥大部分の同定が容易であった (Table 1)。また、心エコー図での同定の結果とは 2 例を除いて他は一致した。心エコー図で指摘の困難であった APH の 1 症例でも心尖部の肥大を明瞭に描出可能であった (Fig.2)。

2) 壁厚の測定結果

計測の結果を Table 1 に示す。MRI で計測した SWT は 1.2~3.0cm (平均 2.04 ± 0.62 cm)、UCG では 1.4~3.0cm (平均 2.04 ± 0.49 cm) で、両者は $y = 1.165x - 3.357$, $r = 0.909$ の有意 ($p < 0.01$) な正相関を示した (Fig.3-A)。

また、PWT の計測では MRI は 1.0~2.0cm (平均 1.48 ± 0.39 cm) で、UCG では 0.9~2.0cm (平均 1.45 ± 0.36 cm) で、両者は $y = 0.970x + 0.792$, $r = 0.900$ の有意 ($p < 0.01$) な正相関を示した (Fig.3-B)。

3) HOCM における閉塞部位および原因の同定

IHSS では、肥大した心室中隔が収縮期に左室流出路へ膨隆し、これを狭小化しているのが認められ、僧帽弁前尖の異常な前方への偏位

(systolic anterior movement, SAM) も観察された (Fig.4)。

MVO の 2 例では心室中部の心筋の肥厚によって、収縮期に同部の内腔が閉塞するのが認められた。この際、心尖部の内腔に閉塞は見られなかった (Fig.5)。

4) 僧帽弁逆流の観察

カラードプラー法で指摘された 7 例の全てにおいて、シネ MRI でも逆流による flow void を収縮期に観察し得た (Fig.2)。

考 察

HCM に対するシネ MRI の臨床応用としては、従来、心電図同期 SE 法による形態的な検討が行なわれ、全体像の把握の安易さや断像面の自在性、客観性からその有用性が報告されている^{1)~4)}。しかし、これらの多くは体軸横断像で評価が行われており^{1)~3)}、この方法では心筋が撮像面に対して垂直とならず partial volume phenomenon のため心筋壁の厚さを過大評価する可能性が高く、正確な評価は困難である。これを解決するためには、double oblique 法を使用して心軸に沿った撮像面の設定を行うことが必要

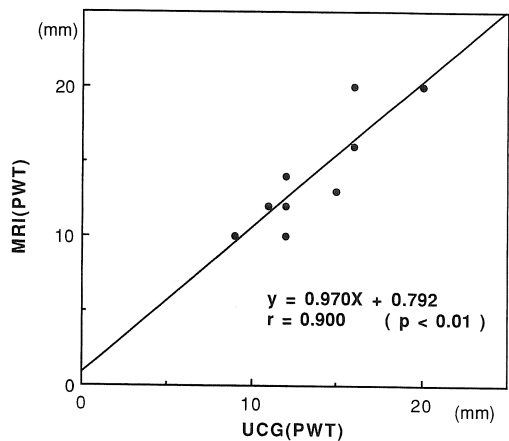
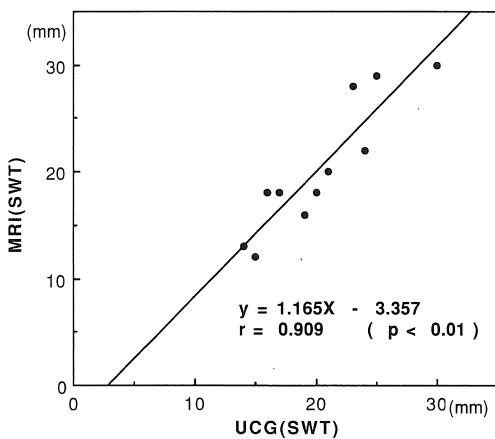


Fig.3. Comparison of wall thickness measured by ultrasound cardiography (UCG) and cine MRI. A. septal wall thickness (SWT) B. posterior wall thickness (PWT)

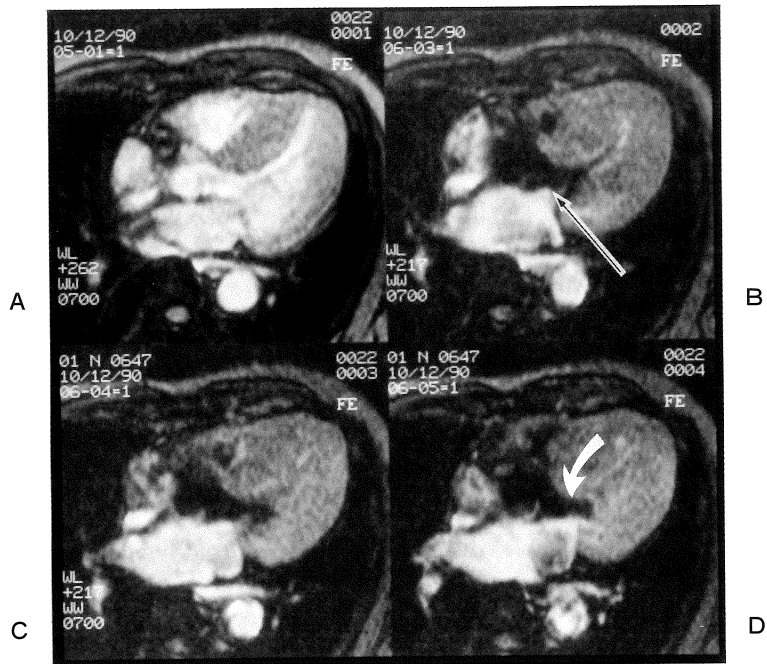


Fig.4. Hypertrophic obstructive cardiomyopathy (idiopathic hypertrophic subaortic stenosis, IHSS). Cine MRI of horizontal long axis plane show diffuse thickening of left ventricular wall. Note left ventricular outflow tract stenosis induced by systolic anterior movement of anterior mitral leaflet (arrow) and thickened septal wall (curved arrow). A. enddiastole B. early systole C. midsystole D. endsystole

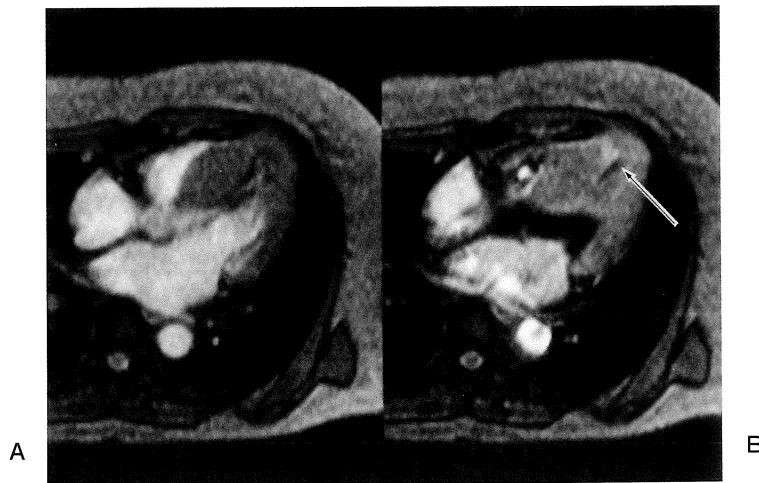


Fig.5. Hypertrophic obstructive cardiomyopathy (mid-ventricular obstruction, MVO) Cine MRI of horizontal long axis plane show marked thickening of septum. In systole (B), lumen of mid-ventricle is obliterated. Note the lumen of apex is not obliterated (arrow). A. enddiastole B. endsystole

と考える。

さらには収縮末期～拡張早期にかけての壁厚増加を除外するために、拡張末期像を得ることも必要である。しかし、通常のマルチスライス法での心電図同期 SE 法では得られた各画像の心時相は異なっており、必要とされるスライス面が拡張末期になるとは限らない。

拡張末期像を心電図同期 SE 法で得ようとする場合、心電図 R 波から 90°パルスまでの間に遅延時間 (delay time) を置く方法が採られているが、マルチスライスが不可能となるか、あるいは極端に制限される。さらに、この方法では % R-R の値によって遅延時間の設定にも限界があり、とくに頻拍の場合などでは正確な拡張末期が得られるとは限らない。

一方、シネ MRI では容易に拡張末期像を得ることができ、マトリックスと平均加算回数を同一とすれば、撮像時間は SE 法と同じである。また、Signa では最大 4 スライスのマルチスライスも可能である。

以上のことから、我々は double oblique 法により心軸に沿った位置決めを行い、そこでシネ MRI を撮像して得られた拡張末期像から壁厚を測定する方法が最も効率的で正確であると考ええる。今回の計測の結果でも、SWT、PWT ともに心エコー図による計測の結果と極めて高い相関を示しており、シネ MRI による計測の信頼性が示された。

この際、我々の用いた左室長軸水平断像の他に、短軸断像を求める方法も考えられるが、肥大型心筋の広がりや弁逆流の観察など、得られる情報は前者の方が多いと考える。しかし、APH では短軸断層像の有用性も報告されており⁴⁾、症例によってはこの断面を追加する必要があると思われる。

HOCM においては、シネ MRI では圧較差を直接証明することはできないが、IHSS・MVO ともに狭窄や閉塞の部位の同位や、その原因となる肥大型心筋の動的な観察ができ、さらには SAM の指摘も可能であることから、シネ MRI

は形態的に非常に有用な情報を提供し得るものと考えられる。

また、しばしば合併する僧帽弁逆流は、我々の経験した 7 例の全てで指摘が可能であった。その重症度の判定には定量的な評価の面で問題が残されており現在の段階では議論があるが¹⁰⁾、少なくとも存在診断においてはシネ MRI は有用と考えられる。

このようにシネ MRI は、心電図同期 SE 法と同じ撮像時間でありながら、肥大部分の同定や壁厚の計測など従来心電図同期 SE 法で得ていた情報のみならず、閉塞性の病変の有無およびその原因の同定も可能であり、さらにはしばしば合併する僧帽弁逆流の観察も可能である。以上のことからシネ MRI は肥大型心筋症の診断において効率的かつ有用な検査法であると考えられる。

シネ MRI の欠点としては、心電図同期 SE 法と比較して S/N 比が劣るため心筋性状の観察が困難な点があげられる。しかし、前述のようにシネ MRI は多くの利点を有することから、心電図同期 SE 法と併用することにより、肥大型心筋症の診断においてより詳細で正確な情報を提供し得るものと考えられる。

ま と め

肥大型心筋症 11 例に対して、1.5T あるいは 0.5T の装置を用いてシネ MRI を撮像し、その有用性について検討した。シネ MRI で計測した SWT、PWT は心エコー図での計測と有意な正の相関を示した。また、HOCM では閉塞の部位・原因の同定が可能であり、さらにはしばしば合併する僧帽弁逆流の指摘も可能であった。

以上より、シネ MRI は肥大型心筋症の診断において非常に有用な形態・機能情報を提供し得ると考えられた。

御指導、御校閲を頂いた岩手医科大学医学部放射線医学講座柳澤融教授に感謝致します。また、UCG をはじめとする臨床情報を提供 頂い

た同第2内科鎌田弘之博士にも深謝致します。

文 献

- 1) Higgins CB, Byrd III BF, Stark D, et al. : Magnetic resonance imaging in hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol*, 55 : 1121-1126, 1985.
- 2) 松山正也, 渡部恒也, 栗林幸夫, 他 : 後天性心疾患. 画像診断, 8 : 265-271, 1988.
- 3) 西村恒彦, 山田直明 : 心, 大血管 MRI の読み方, 中外医学社, 東京, 1990. pp84-86.
- 4) 鈴木順一, 西川潤一, 坂本二哉, 他 : 心尖部肥大型心筋症の心尖レベル肥大様式. 日磁医誌, 8 : 96-99, 1988.
- 5) Pflugfelder PW, Sechtem UP, White RD, et al. : Quantification of regional myocardial function by rapid cine MR imaging. *AJR*, 150 : 523-529, 1988.
- 6) 吉岡邦浩, 高橋恒男, 柳澤 融, 他 : イソプロテレノール負荷による左流出路狭窄をシネ MRI で描出し得た肥大型心筋症の1例. 日磁医誌, 11 : 214-217, 1991.
- 7) Sechtem U, Pflugfelder PW, White RD, et al. : Cine MR imaging ; Potential for the evaluation of cardiovascular function. *AJR*, 148 : 239-246, 1987.
- 8) 戸嶋裕徳 : 特発性心筋症診断の手引. 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班昭和60年度研究報告集, 13-15, 1986.
- 9) 岡村正博, 近藤 武, 安野直子, 他 : MRI による左室容積の算出 ; Modified Simpson 法による検討. 日磁医誌, 10 : 345-356, 1990.
- 10) 瓜谷富三, 岡村正博, 近藤 武, 他 : Flow void による弁逆流・短絡の定量推定に関する基礎的検討. 日磁医誌, 11 : 414-419, 1991.

Cine MRI of Hypertrophic Cardiomyopathy

Kunihiro YOSHIOKA, Tsuneo TAKAHASHI

*Department of Radiology, Iwate Medical University School of Medicine
19-1 Uchimaru, Morioka, Iwate 020*

Cine MRI was performed using 1.5T or 0.5T MR units in eleven patients with hypertrophic cardiomyopathy. Septal and posterior wall thickness measured by cine MRI correlated well with those obtained by ultrasonographic cardiogram. In hypertrophic obstructive cardiomyopathy, cine MRI demonstrated the site and nature of obstructive change in left ventricle. Cine MRI also showed flow void due to mitral regurgitation successfully.

We considered cine MRI is useful means to evaluate the anatomical and functional findings in hypertrophic cardiomyopathy.