
原 著

心電図同期 MRI による拡張型心筋症 (Dilated Cardiomyopathy) の診断

Gated Magnetic Resonance Imaging in Dilated Cardiomyopathy

西村恒彦 (国立循環器病センター放射線診療部)
永田正毅 (国立循環器病センター心臓内科)
内藤博昭 (国立循環器病センター放射線診療部)
今北 哲 (同 上)
高宮 誠 (同 上)
榊原 博 (国立循環器病センター心臓内科)
小塚隆弘 (大阪大学医学部放射線科)

キーワード

Gated magnetic resonance imaging, Dilated cardiomyopathy, Echocardiography, Tissue characterization

要 旨

拡張型心筋症 10 例を対象として、心電図同期 MRI を施行、心エコー図などと対比、本法の臨床的有用性について検討した。用いた装置は高磁場 MRI 装置 (超電導型 1.5 Tesla) である。パルス系列はスピンエコー法を用い、くり返し時間 0.6~1.0 sec, エコー時間 35 mm, 70 mm とし、 T_2 計算画像も求めた。形態診断として、心内腔の拡大、心収縮状態、壁在血栓の有無は、心エコー図のそれとよく一致した。さらに 3 症例で、心筋にて高信号領域、 T_2 緩和時間の延長を認め、組織性状の判定が行える可能性が示された。本法は、造影剤を使用せず、再現性の高い画像が得られることから、拡張型心筋症の診断に有用なことが認められた。

1 はじめに

拡張型心筋症 (Dilated Cardiomyopathy) は、心筋収縮不全を基本病態とする特発性心筋症である。臨床的には、厚生省河合班の診断基準が示すように、心不全症状および心エコー図、左室造影などにより左室内腔の拡大と左室駆出分画 (LVEF) の低下を認める^{1,2)}。したがって、本症の非観血的診断法としては、心エコー図、心プールシンチグラフィ、心筋シンチグラフィによる評価で行われることが多い^{3~7)}。

一方、心臓領域における MRI (magnetic resonance imaging) は、心電図同期法の導入により、心内腔と心筋が明瞭に区別して描出できるようになった。また、緩和時間の算出から心筋性状の評価もある程度行えるようになってきた^{8~10)}。

そこで、拡張型心筋症を対象として、心電図同期 MRI を施行、本症における臨床の有用性について心エコー図など他の画像診断法と対比することにより検討した。

2 方 法

1 装置および撮像条件

用いた装置は、シーメンス社製 Magnetom (超電導型, 1.5 Tesla) である。心臓 MRI は、Body Coil を使用、データ収縮は 256×256 マトリックス、画像の表示は 512×512 マトリックスで行った。スライス巾は 5mm ないし、10mm である。画像作成はフーリエ変換法を用いた。パルス系列はスピネコー (SE) 法でエコー時間 35msec および 70msec を用いた。著者らの装置では心電図同期 MRI により得られる断層数は、心拍数に影

響され、心拍数 60/分 (R-R 間隔 1000msec) のとき 5 断層面、100/分 (R-R 間隔 600msec) のとき 3 断層面を目安とした。したがって、くり返し時間は、心拍数に応じて、1000~600msec を個々の症例により選んだ。また、アベレーシング回数は、4 回とした。この結果、1 回のスキャンに要する時間は、15~20 分であった。ルーチンに、体軸、冠状断層を行い、場合により矢状断層を追加した。

画像は、第 1、第 2 エコー像 (エコー時間 35 msec/70 msec) のほか、 T_2 計算画像を作成した。画像の記録はマルチフォーマットカメラにて行った。

2 MRI 所見の評価

得られた体軸断層像にて midventricle レベルにおける拡張末期像から、心室中隔、後壁の midpoint を結ぶ線上にて左室内径 (LVDd) を求めた^{11,12)}。また、心エコー図にて求めた左室内径 (LVDd) と比較した。MRI 所見として両心室の拡大の有無に加え、左房の拡大、下大静脈の拡大の有無、壁血栓の有無を心エコー図の成績と対比した。

また、組織性状に関しては、心筋における高信号領域の有無、 T_2 緩和時間を前壁中隔、後壁にて関心領域 (50 ピクセル位) を設定して算出した。

全症例にて、左室造影ないし心プールシンチグラフィから左室駆出分画 (LVEF) を算出した。

3 対 象

心エコー図、心カテーテル法などにより、拡張型心筋症の診断基準をみたす 10 例を選んだ。症例の内訳は、男性 5 例、女性 5 例、であり平均年齢 45 歳 (22 歳から 74 歳まで) であった。対照として正常 6 例を選んだ。正常例の内訳は、男性 4 例、女性 2 例であり、平均年齢 42 歳 (29 歳から 54 歳まで) であった。

受 付 1985 年 11 月 1 日
最終稿受付 1985 年 11 月 1 日
別刷請求先 (〒565) 吹田市藤白台 5-7-1
国立循環器病センター放射線診療部
西村 恒彦

4 結果

1 代表的な症例の呈示

拡張型心筋症 (症例 9) の体軸断層, 冠状断層像を示す (図 1). 正常例に比し, 両心室の心内腔が拡大, とくに左心内腔は拡張型心筋症に特徴的な球型を呈した.

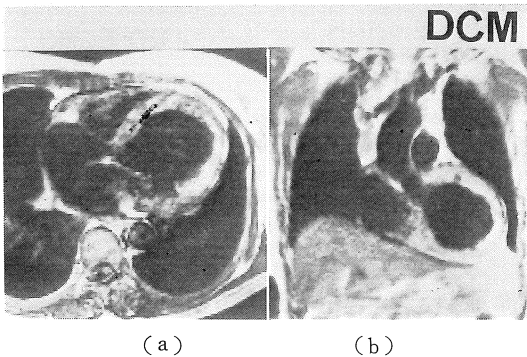


図 1 Representative case (No.9) of dilated cardiomyopathy by MRI. (a) transverse section, (b) coronal section. The left ventricular dilatation was clearly observed.

(a) (b) SE 800/35

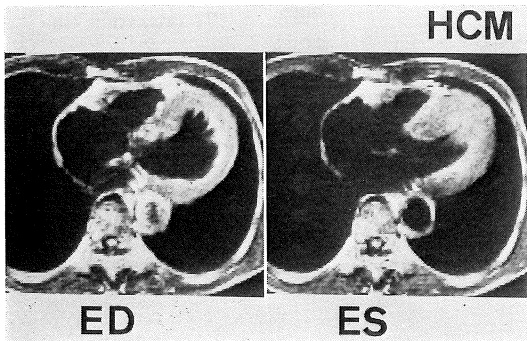


図 2 End-diastolic (ED) and end-systolic (ES) images of dilated cardiomyopathy (No.5). The contraction of left ventricle showed generalized hypokinesis.

(a) (b) SE 800/35

症例 5 における拡張末期, 収縮末期像を図 2 に示す. 左室の収縮は全体に低下した状態を認め, 左室駆出分画は 30% であった.

症例 7 は, 冠状断層像で, 拡大した左室と心尖部で壁厚のひ薄化を認める. さらに, 右室, 右房拡大とともに下大静脈が拡張している (図 3). 本症例は心エコー図で下大静脈径が 25mm であった.

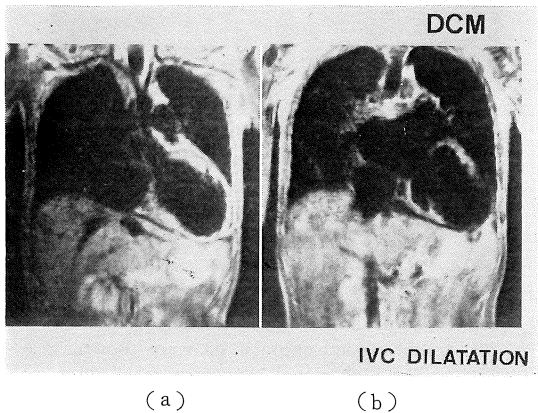


図 3 Representative case (No.7) of dilated cardiomyopathy by MRI. Dilatation of inferior vena cava and left atrial enlargement were clearly observed in addition to left ventricular dilatation.

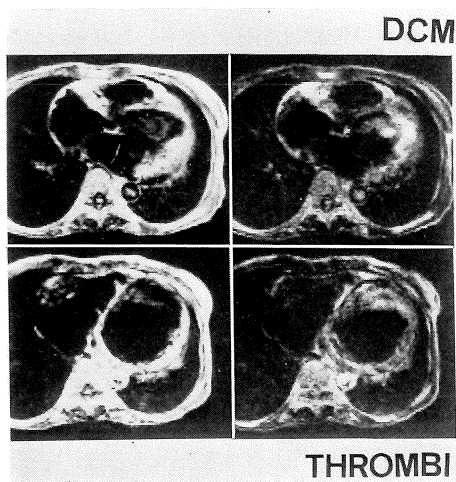
(a) (b) SE 1000/35

症例 10 は, 両心室の拡大に加え, 左房の拡大が著明なことが示される. さらに, 左室, 心尖部を中心にひ薄化を認め, 左心室内には壁在血栓による高信号領域を認める (図 4).

症例 1 は, 拡大した左室に加え, 左心室の前側壁から心尖部にかけて, 高信号領域を認め, 同部位の T_2 緩和時間は 69msec と延長していた (図 5).

2 MRI 所見と心エコー図所見の対比

MRI による所見 (左室内径, 左房拡大の有無, 下大静脈拡大の有無, 壁在血栓の有無) と心エコー図によるこれらの所見を対比した成績を表 1,



(a) | (c)
(b) | (d)

図 4 Representative case (No.4) of dilated cardiomyopathy by MRI.

Transverse images of first echo (a, c) and second echo (b, d) were shown. The high signal intensities were obtained at the apical region of ventricular cavity in addition to dilated ventricle.

(a) (c) SE 800/35
(b) (d) SE 800/35

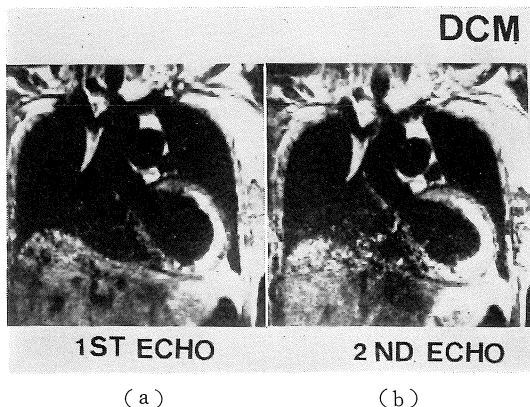


図 5 Representative case (No.1) of dilated cardiomyopathy by MRI. Coronal images of first (a) and second (b) echo showed high signal intensities at antero-lateral, apical region.
(a) SE 800/35 (b) SE 800/70

2に示す。

両者における左室内径は、ほぼ一致した。MRIのそれは 64 ± 9 mm であり、正常例の 45 ± 5 mm に比し、明らかに高値を示した。また心エコー図では左室内径は 67 ± 9 mm であった。左房拡大を認めた6例中6例、下大静脈の拡張を認めた3例

表 1 MRI findings in dilated cardiomyopathy.

No.	Name	Age	Sex	LVDd (mm)	LAE	IVCD	Th	high signal intensity	T ₂ relaxation time IVS/LVPW
1	A. M.	36	F	66	+	+	-	+	49/69
2	U. I.	74	M	74	+	+	-	-	31/30
3	M. M.	51	F	55	-	-	-	+	57/50
4	T. M.	48	F	50	-	-	-	-	29/28
5	A. H.	45	M	61	+	-	-	-	34/35
6	K. Y.	57	F	54	-	-	-	-	30/32
7	S. M.	22	M	77	+	+	-	-	28/31
8	K. K.	55	M	72	+	-	+	+	38/48
9	K. Y.	67	M	61	-	-	-	-	28/32
10	Y. K.	55	F	67	+	-	+	-	34/36

LVDd=Left ventricular diastolic dimension
IVCD=Dilatation of inferior vena cava
IVS=Intraventricular septum

LAE=Left atrial enlargement
Th=Thrombi
LVPW=Left ventricular posterior wall

表 2 Echocardiographic and radionuclide ventriculographic findings in dilated cardiomyopathy.

No.	LVDd (mm)	LAE	IVCD	Th	Radionuclide LVEF (%)
1	70	+	+	-	42
2	78	+	+	-	25
3	57	-	-	-	35
4	54	-	-	-	48
5	70	+	-	-	30
6	55	-	-	-	43
7	75	+	+	-	26
8	72	+	-	+	23
9	62	-	-	-	23
10	78	+	-	+	35

LVDd=Left ventricular diastolic dimension LAE=Left atrial enlargement
 IVCD=Dilatation of inferior vena cava Th=Thrombi
 LVEF=Left ventricular ejection fraction

中 3 例にて、MRI で同様の所見が得られた。また、心エコー図にて左室壁に血栓を認めた 2 症例にて、MRI で、心内腔に高信号領域を、とくに、第 2 エコー像で著明であった。

3 MRI による心筋性状の判定

10 例中 3 例にて、図 5 で示したような左室心筋の一部に高信号領域を認めた。2 例は、心尖部を中心として前下壁に、1 例は、側壁に認めた。全例で、 T_2 緩和時間の延長を認めた。正常例における心筋局所の T_2 緩和時間は 35 ± 8 msec であった。

5 考 察

心電図同期 MRI の開発により造影剤を使用せずに心内腔と心筋壁を区別できることから本法の臨床応用が可能になった⁸⁻¹⁰⁾。MRI は、心疾患の診断において、体軸断層に加え、冠状、矢状断層により、立体的に心大血管系の構築が把握でき、拡張末期、収縮末期像から心収縮、拡張状態が把握できる。このため、心筋梗塞、肥大型心筋症、

先天性心疾患や大動脈解離症例などにおける臨床応用が報告されている¹³⁻¹⁶⁾。しかし、拡張型心筋症における臨床的評価を行った報告はない。そこで、著者らは、本症における形態診断および組織性状の評価が MRI によりどの程度行えるか検討した。

拡張型心筋症に特徴的な両心室の拡大、および球型を呈する左室形態は MRI で明瞭に認められ、MRI から求めた左室内径は、心エコー図のそれとよく一致した。両心不全にもとづく左房の拡大、下大静脈の拡張所見も MRI と心エコー図にてよく一致した。また、左心室内における壁に血栓も、MRI では、左心室内に高信号領域として（とくに、第 2 エコー像にて著明）認められ、血栓および血流停滞によるものと考えられる。これは、Higgins らの¹⁶⁾ 心筋梗塞に壁に血栓が合併した症例と一致する成績である。拡張末期、収縮末期像は 6 症例にて施行したが、図 3 のように、両心室の収縮不全を認めた。

このように、心電図同期 MRI は、心エコー図と対比して、形態診断として、優るとも劣らないことが示された。心エコー図は、術者の技量に依

存することや、時として明瞭な画像が得られない症例があるが、MRI では、いかなる症例でも行うことができ（ただしペースメーカ植込み患者などは除くが）、しかも体軸断層や冠状、矢状断層により、立体的に形態診断が行える利点がある。しかし、リアルタイムで観察できる心エコー図は、拡張型心筋症においてその収縮、拡張状態や弁逆流の程度をとらえるのには有用である。

ところで、表2に示したように、拡張型心筋症では、左室駆出分画は著明に低下、心不全合併例が多い。したがって、コントラスト造影剤を大量に使用する心 CT 図や Digital subtraction angiography (DSA) は不適であり、MRI は、この意味でも臨床上有用である。

以上の形態診断に加え、MRI では心筋の組織性状の判定が行える利点がある。心筋梗塞の動物実験、臨床検討¹⁷⁻¹⁹⁾で、急性期梗塞部位は、高信号領域として、しかもこれは T_2 緩和時間の延長によることが報告されている。また、西川らは発症6ヶ月の時点で梗塞部位が高信号領域として描出される症例があることを報告している²⁰⁾。著者らの検討では心筋梗塞症例と同様に拡張型心筋症10例中3例にて心筋部位に高信号領域と T_2 緩和時間の延長を認めた。このうち2例は心筋炎に由来した発症3~6ヶ月の症例であるが、慢性炎症、虚血にもとづく何らかの心筋壊死が生じた組織性状の変化を反映しているかもしれない。^{99m}Tc-ピロリン酸による心筋シンチグラフィを心筋梗塞発症後6ヶ月目に施行した際、陽性像として描出されることが、稀にあり、これと同様の機序 (ongoing intermittent myocardial necrosis) かもしれない²¹⁾。また、Farmer らは、肥大型心筋症で、左室心筋の肥厚部位が高信号領域として描出される症例があることを報告している²²⁾。このような観点からみれば、拡張型心筋症における心筋内の不均一な信号強度は、心筋の組織性状の変化を評価できる可能性を示しており、今後、心臓核医学検査との対比を中心に検討していく予定であ

る。

さらに、著者らの施設で使用している高磁場 NMR 装置において心臓領域でもっとも期待されている ³¹P-*in vivo* スペクトロスコピーや、化学シフトイメージングが可能になれば、本症の形態、機能診断に加え、従来得られなかった生化学的情報に基づく本症の病態診断が行えるであろう。

6 結 論

- 1 拡張型心筋症10例を対象として心電図同期 MRI を施行、心エコー図などと対比、本法の臨床的有用性について検討した。
- 2 形態診断として心内腔の拡大、心収縮状態、壁在血栓などに関して心エコー図のそれとよく一致した成績が得られた。さらに、3症例で、心筋にて高信号領域、 T_2 緩和時間の延長を認め、組織性状の判定が行える可能性を示した。
- 3 したがって、本法は、拡張型心筋症の診断に有用なことが示された。

文 献

- 1) 厚生省特定疾患突発性心筋症調査研究班(班長、河合忠一)特発性心筋症診断の手引き 昭和54年7月21日。
- 2) Report of the WHO/ISFC Task Force on the definition and classification of cardiomyopathies. *Br. Heart. J.*, **44**: 672-673, 1980.
- 3) Goldman, M. R. and Boucher, C. A.: Valve of radionuclide imaging techniques in assessing cardiomyopathy. *Am. J. Cardiol.*, **46**: 1232-1236, 1980.
- 4) Shirey, E. K., Proudfit, W. L., Hawk, W. L.: Primary myocardial disease; Correlation with clinical findings, angiographic and biopsy diagnosis. *Am. Heart. J.*, **99**: 198-207, 1980.
- 5) Bulkey, B. H., Huctchins, G. M., Bailey, I., et al.: Thallium-201 imaging and gated blood pool

- scans in patients with ischemic and idiopathic congestive cardiomyopathy; a clinical and pathologic study. *Circulation*, **55**: 753-760, 1977.
- 6) 高橋正明, 藤沢明子, 中山正治他: うっ血型心筋症の局所壁運動について *J. Cardiography*, **11**: 1241-1251, 1981.
- 7) 西村恒彦, 林田孝平, 植原敏勇他: タリウム心筋スキャンにおける心筋灌流欠損の進展様式から考察した拡張型心筋症の重症度評価. *核医学* **23**: 3月号 (印刷中)
- 8) Kaufman, L., Crooks, S. P., et al.: The potential impact of nuclear magnetic resonance imaging on cardiovascular diagnosis. *Circulation*, **67**: 251-257, 1983.
- 9) Herfkens, R. J., Higgins, C. B., Hiricak, H., et al.: Nuclear magnetic resonance imaging of the cardiovascular system: Normal and pathologic findings. *Radiology*, **147**: 749-759, 1983.
- 10) 西村恒彦, 内藤博昭, 山田幸典他: 心電図同期 MRI による心疾患の診断—0.35 T および 1.5 T における臨床応用—*核医学* **22**: 1641-1952, 1985.
- 11) Friedman, B. T., Waters, J., Kavan, O. L., et al.: Comparison of magnetic resonance imaging and echocardiography in determination of cardiac dimension in normal subjects. *J. Am. Coll. Cardiol.*, **5**: 1369-76, 1985.
- 12) Byrd, B. F., Schiller, N. B., Botvinick, E. H., et al.: Normal cardiac dimensions by magnetic resonance imaging. *Am. J. Cardiol.*, **55**: 1440-1442, 1985.
- 13) Higgins, C. B., Byrd, B. F., Stark, D., et al.: Magnetic resonance imaging in Hypertrophic cardiomyopathy. *Am. J. Cardiol.*, **55**: 1121-1126, 1985.
- 14) Higgins, C. B., Byrd, B. F., Farmer, D. W., et al.: Magnetic resonance imaging in patients with congenital heart disease. *Circulation*, **70**: 851-860, 1984.
- 15) Amparo, E. G., Higgins, C. B., Hiricak, H., et al.: Aortic dissection: Magnetic resonance imaging. *Radiology*, **155**: 399-406, 1985.
- 16) Higgins, C. B., Lanzer, P. L., Stark, D., et al.: Imaging by nuclear magnetic resonance in patients with chronic ischemic heart disease. *Circulation*, **69**: 523-531, 1984.
- 17) Wesbey, G., Higgins, C. B., Lanzer, P., et al.: Imaging and characterization of acute myocardial infarction *in vivo* by gated nuclear magnetic resonance. *Circulation*, **69**: 125-130, 1984.
- 18) Wesbey, G. E., Higgins, C. B., McNamara, M. T., et al.: Effects of Gd-DTPA on the magnetic relaxation times of normal and infarcted myocardium. *Radiology*, **153**: 165-169, 1984.
- 19) 西村恒彦, 中谷武嗣, 山田幸典他: 急性心筋梗塞 (成犬) における Gd-DTPA による梗塞, 虚血部位の同定. 第 5 回 NMR 医学研究会抄録集 p. 90 1985 (東京).
- 20) 西川潤一, 飯尾正宏: NMR—心電図同期法—*核医学*, **21**: 1037, 1984.
- 21) Croft, C. H., Rude, R. E., Lewis, S. E., et al.: Comparison of left ventricular function and infarct size in patients with and without persistently positive ^{99m}Tc-pyrophosphate myocardial scintigraphy after myocardial infarction; Analysis of 357 patients. *Am. J. Cardiol.*, **53**: 421-428, 1984.
- 22) Farmer, D., Higgins, C. B., Yee, E., et al.: Tissue characterization by magnetic resonance imaging in hypertrophic cardiomyopathy. *Am. J. Cardiol.*, **55**: 230-232, 1985.