

拡張型心筋症における Gadolinium-Diethylenetriamine Pentaacetic Acid 造影磁気共鳴画像：左室心筋内異常高信号の臨床的意義

Gadolinium-Diethylenetriamine Pentaacetic Acid Enhanced Magnetic Resonance Imaging of Dilated Cardiomyopathy: Clinical Significance of Abnormally High Signal Intensity of Left Ventricular Myocardium

小糸 仁史
鈴木 淳一
大久保直彦
石黒 由佳
岩坂 壽二
稲田 満夫

Hitoshi KOITO, MD
Junichi SUZUKI, MD
Naohiko OHKUBO, MD
Yuka ISHIGURO, MD
Toshiji IWASAKA, MD
Mitsuo INADA, MD

Abstract

This study investigated the clinical significance of abnormally high signal intensity in the left ventricular myocardium on gadolinium-diethylenetriamine pentaacetic acid (Gd-DTPA) enhanced magnetic resonance (MR) imaging in patients with dilated cardiomyopathy. Gd-DTPA enhanced MR imaging, Tl-201 myocardial single photon emission computed tomography (SPECT), Tc-99m radionuclide angiocardiology, M-mode echocardiography, electrocardiography and chest radiography were performed in 18 patients with dilated cardiomyopathy. The left ventricle was divided into five areas, the anteroseptal, anterolateral, inferoseptal, posterolateral and apical areas.

Five patients (group A) had 0-2 and 13 patients (group B) had 3-5 high signal intensity areas. High signal intensity areas were demonstrated in 19 of 90 areas (21%) before Gd-DTPA enhancement and 50 of 90 areas (56%) after enhancement. Fifteen of 34 areas (44%) with abnormal Tl-201 uptake showed high signal intensity before Gd-DTPA enhancement and 31 (91%) showed high signal intensity after enhancement. Fifteen areas without abnormal Tl-201 uptake also showed high signal intensity after enhancement. Left ventricular ejection fraction (LVEF) and percent fractional shortening (%FS) in group B were lower than those in group A. LVEF ($r=0.78$) and %FS ($r=0.82$) were significantly correlated with the number of high signal intensity areas. Systolic left ventricular dimension was larger in group B than that in group A, and a significant correlation ($r=0.62$) between systolic left ventricular dimension and the number of high signal intensity areas was found. There was no significant difference in right ventricular ejection fraction, left ventricular peak filling rate, diastolic left ventricular dimension, left ventricular thickness, cardiothoracic ratio or $SV_1 + RV_{5-6}$ between group A and B. There was no correlation of peak filling rate, diastolic left ventricular dimension, cardiothoracic ratio or $SV_1 + RV_{5-6}$ with the number of high signal intensity areas.

These results suggest that abnormal high signal intensity on Gd-DTPA enhanced MR imaging may reflect myocardial degeneration, necrosis or fibrosis, and the high signal intensity predicts the severity of left ventricular dysfunction in dilated cardiomyopathy.

Key Words

Cardiomyopathy (dilated), Magnetic resonance imaging, Gadolinium-diethylenetriamine

関西医科大学 第二内科・心臓血管病センター：〒570 守口市文園町 10-15

The Second Department of Internal Medicine and Cardiovascular Center, Kansai Medical University, Moriguchi

Address for reprints: KOITO H, MD, The Second Department of Internal Medicine and Cardiovascular Center, Kansai Medical University, Fumizono-cho 10-15, Moriguchi, Osaka 570

Manuscript received January 16, 1996; revised April 25, 1996; accepted May 10, 1996

pentaacetic acid, Tl-201 myocardial scintigraphy, Radionuclide angiography, Echocardiography

はじめに

磁気共鳴映像法 (magnetic resonance imaging : MRI) は各種心疾患の形態評価に有用であるばかりでなく、心筋組織性状の評価も可能である²⁻⁷⁾。また、MRI 造影剤である gadolinium-diethylenetriamine pentaacetic acid (Gd-DTPA) は急性心筋梗塞⁸⁻¹⁰⁾ や肥大心筋^{6,7,11)} に造影効果があり、我々も Gd-DTPA 造影 MRI における肥大型心筋症の左室心筋内異常高信号が、拡張相への移行過程を早期にとらえる可能性について報告した¹¹⁾。一方、拡張型心筋症は心室の拡大と心筋収縮不全を特徴とする原因不明の疾患である^{12,13)}。

本研究では、拡張型心筋症における Gd-DTPA 造影 MRI による左室心筋内異常高信号の臨床的意義を明らかにすることを目的として、この高信号を ²⁰¹Tl 心筋 SPECT (single photon emission computed tomography)、心 RI アンジオグラフィー、M モード心エコー図、12 誘導心電図、胸部 X 線所見と比較検討した。

対象と方法

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き」¹³⁾ により診断された、冠動脈造影に有意狭窄がなく、左室駆出分画 45% 以下で、他に心室拡大や収縮不全の原因を認めない拡張型心筋症 18 例 (男 13 例, 女 5 例) であり、年齢は 32-81 歳 (平均年齢 55 ± 14 歳) であった。左室心筋を前壁中隔、前側壁、下壁中隔、後側壁、心尖部の 5 領域に分け (Fig. 1), Gd-DTPA 造影後の MRI で高信号を認める領域の数により、領域数 0-2 の A 群 5 例 (男 5 例, 女 0 例, 平均年齢 52 ± 12 歳), および領域数 3-5 の B 群 13 例 (男 8 例, 女 5 例, 平均年齢 56 ± 15 歳) に全症例を分類した。

MRI は東芝製超伝導型 MRI 1.5T (MRT-200FXIII, super version) を用い、心電図同期スピンエコー法でエコー時間を 30 msec, 繰り返し時間を RR 間隔とし、加算回数 2 回, 有効視野 35 cm, マトリックス 256 × 160, スライス厚 10 mm で行った。既報のごとく¹⁴⁾、左室長軸四腔断面像および左室短軸断面像を撮像した後、Gd-DTPA 0.1 mm/kg (0.2 ml/kg) を静脈内投与し、

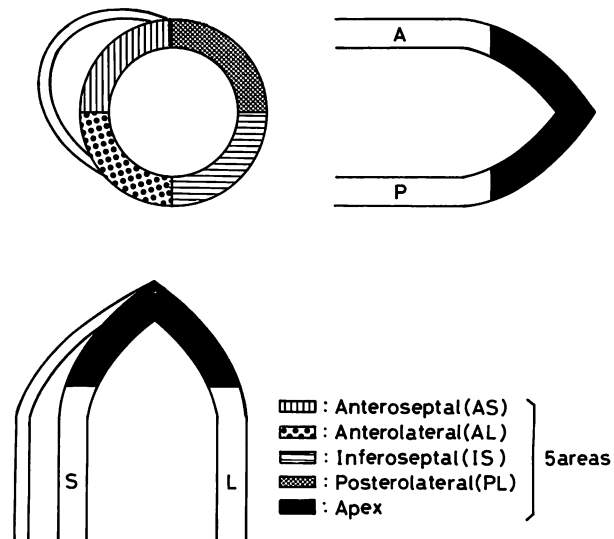


Fig. 1 Definition of five left ventricular areas

The left ventricle is divided into anteroseptal, anterolateral, inferoseptal, posterolateral and apical areas.

5 分後より同じ条件で同一断面像を撮像した。前壁中隔、前側壁、下壁中隔、後側壁は左室基部および中部の短軸断面像で、心尖部は左室長軸四腔断面像および心尖部の短軸断面像で評価した。Gd-DTPA 造影前後で西村ら¹⁰⁾の方法を応用し、周囲心筋組織とのコントラストからコントラストが明らかなものを異常高信号ありとし、コントラストはあるが不十分なものはなしとして、左室心筋各領域内の異常高信号の有無を 3 人の検者の合意により視覚的に判定した。

心筋 SPECT 撮像は東芝製シンチカメラ GCA 90B を用い、安静状態で Tl 111 MBq を静脈内投与し撮影した。左室長軸水平像、長軸垂直像、短軸像から 3 人の検者の合意によって視覚的に左室心筋各領域への Tl の取り込み低下の有無を決め、左室で最も良く取り込まれている部位と比較して斑状の欠損や明らかな欠損を示すものを取り込み低下ありと判定した。

また、心 RI アンジオグラフィーは東芝製シンチカメラ GCA 401-5 を用い、Tc-99mHSA-D 740 MBq を右尺側肘静脈もしくは頸静脈より生理食塩水とともにボラス注入し、variable ROI 法で右室および左室の各位相ごとに輪郭描出を行い、左室容積曲線、一次微分曲線を作成した。1 回循環時法より右室駆出分画 (right

Selected abbreviations and acronyms

Gd-DTPA = gadolinium-diethylenetriamine pentaacetic acid
IVST = interventricular septal thickness
LVDd = end-diastolic left ventricular dimension
LVDs = end-systolic left ventricular dimension
LVEF = left ventricular ejection fraction
MRI = magnetic resonance imaging
%FS = percent fractional shortening
PFR = peak filling rate
PWT = posterior wall thickness
ROI = region of interest
RVEF = right ventricular ejection fraction
SPECT = single photon emission computed tomography

ventricular ejection fraction : RVEF) を, 心電図同期平衡時法より左室駆出分画 (left ventricular ejection fraction : LVEF) および左室最大充填速度 (peak filling rate : PFR) を算出し, 両群で比較した.

M モード心エコー図法はアロカ製 SSD 870 を用い, 2.5 もしくは 3.5 MHz の探触子でペーパー速度 100 mm/sec で行い, 心電図 R 波の時相で左室拡張末期径 (end-diastolic left ventricular dimension : LVDd), 心室中隔壁厚 (interventricular septal thickness : IVST), 左室後壁厚 (posterior wall thickness : PWT) を, 左室最大収縮期に左室収縮末期径 (LVDs) を計測し, 左室横径短縮率 (percent fractional shortening : %FS) を (LVDd-LVDs)/LVDd により算出した¹⁵⁾. 心電図からは左室肥大の voltage criteria である $SV_1 + RV_{5or6}$ ¹⁶⁻¹⁸⁾ を測定し, 胸部 X 線写真からは心胸郭比を, 心陰影の中心に垂線を引き, 左右の心辺縁から垂線までの最大距離の和を横隔膜上の心胸郭径で除して算出した.

統計学的処理は, 両群の各指標を平均±標準偏差で表し, 両群間の比較には ANOVA 検定を用いた. また, Gd-DTPA 造影 MRI における高信号領域数と各指標の相関を調べて Fisher の相関係数の Z 変換で p 値を求め, 回帰分析は単回帰で行った. $p < 0.05$ をもって有意差の判定とした.

成 績

Fig. 2 に症例を示す. 左の列より Gd-DTPA 造影前 MRI 像, 造影後 MRI 像, 心筋 SPECT 像であり, 上段より左室長軸四腔断面像, 左室基部側短軸断面像, 心

尖部寄り短軸断面像が示されており, 心筋 SPECT 像はそれらとほぼ同一の断面像である. MRI 像では左室は球状に拡大し, 左室壁厚は減少している. Gd-DTPA 造影前に前壁中隔, 下壁に高信号領域がみられ, 造影後には高信号の程度および高信号を示す領域が拡大している. 心筋 SPECT 像では側壁を除く前壁, 中隔, 下壁, 心尖部で, T1 の取り込み低下がみられる.

MRI において Gd-DTPA 造影前後の左室各領域における心筋内高信号の有無を比較すると (Fig. 3), 造影前では全 90 領域中 19 領域 (21%) に高信号がみられ, 造影後には 50 領域 (56%) に高信号が認められた. 造影前に高信号を認めた領域は全て造影後も高信号で, 造影前高信号を認めなかった 71 領域中 31 領域で造影後に高信号がみられ, 他の 40 領域 (44%) では造影前後とも高信号を認めなかった.

Gd-DTPA 造影前後の各領域における心筋内高信号の有無を心筋 SPECT 像の取り込み低下の有無と比較した場合, 心筋 SPECT 像では, 殆どの例で心尖部における T1 の取り込み低下がみられ, 心尖部を除く 72 領域について検討したところ, 造影前では T1 の取り込み低下を認める 34 領域中 15 領域 (44%) にしか高信号がみられなかったが, 造影後には 31 領域 (91%) に高信号がみられ, また, T1 の取り込み低下を示さない 38 領域中 15 領域にも高信号が認められた (Fig. 4).

両群間における各指標, および Gd-DTPA 造影後 MRI の各症例における高信号を示す領域数と各指標の相関を比べると, 心 RI アンジオグラフィーによる LVEF は A 群 $41 \pm 2\%$, B 群 $27 \pm 9\%$ と, B 群が A 群に比し有意に低く, 高信号を示した領域数と LVEF の間には, $y = -5.5x + 46$ ($r = 0.78, p < 0.002$) の有意な負の相関がみられた (Fig. 5-左). RVEF は A 群 $47 \pm 4\%$, B 群 $39 \pm 10\%$ と有意差はないものの, B 群で A 群に比し低い傾向がみられ, 高信号領域数と RVEF の間には, $y = -3.1x + 50$ ($r = 0.47, p < 0.10$) の弱い相関がみられた (Fig. 5-右). 拡張期の指標である PFR は A 群 1.31 ± 0.47 , B 群 1.20 ± 0.32 EDV/sec と差はなく, 高信号領域数との間にも相関はみられなかった (Fig. 6).

M モード心エコー図法では, LVDd は A 群 65 ± 4 , B 群 69 ± 7 mm と両群間に有意差はなく, 高信号領域数との間にも相関を認めなかった (Fig. 7-左). LVDs は A 群 49 ± 3 , B 群 60 ± 6 mm と, B 群では A 群よりも有意に大きく, 高信号領域数との間にも, $y = 3.33x$

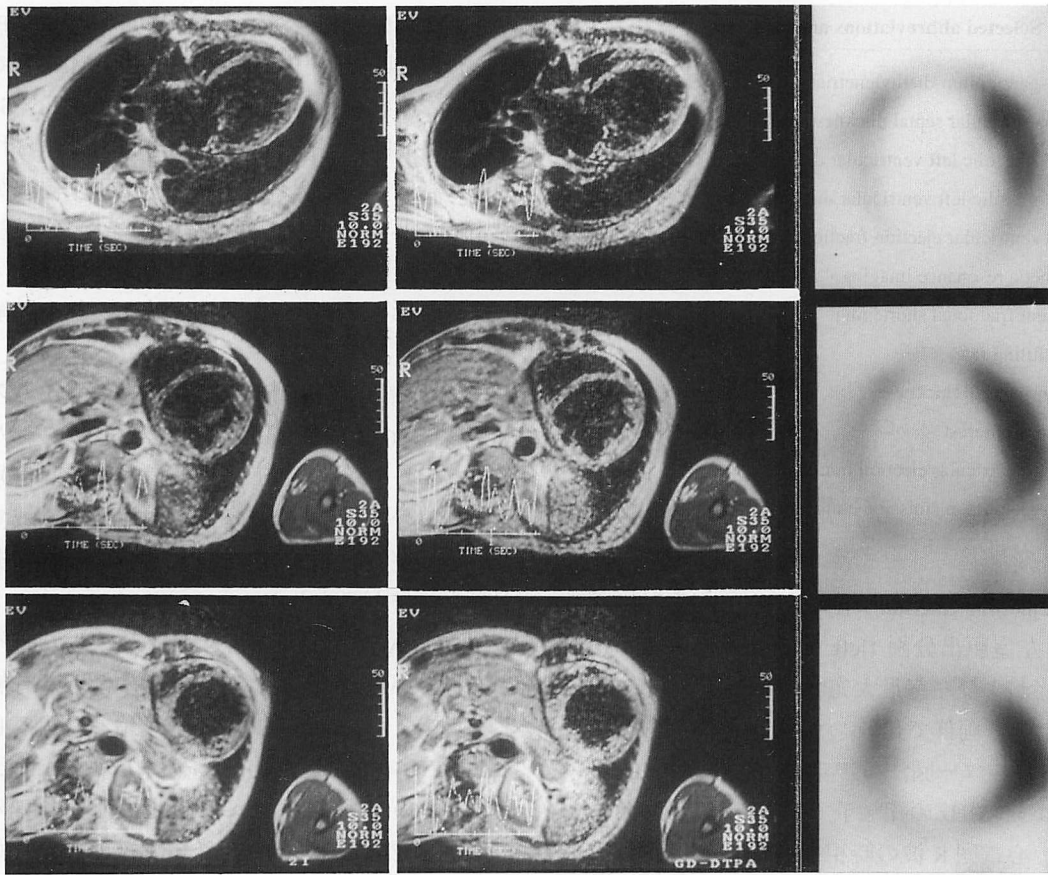


Fig. 2 Four-chamber long-axis (*upper row*), basal short-axis (*middle row*) and middle short-axis (*lower row*) planes of Tl-weighted MR images before (*left column*) and after (*middle column*) Gd-DTPA enhancement, and Tl-201 SPECT myocardial scintigrams (*right column*) in a representative case of dilated cardiomyopathy

Partial high signal intensity in anteroseptal and inferior areas was seen on Tl-weighted MR images before Gd-DTPA enhancement, and the magnitude and extent of high signal intensity increased on Gd-DTPA enhanced MR images. Tl-201 SPECT myocardial scintigrams showed decreased Tl-201 uptake in these high signal intensity areas.

MRI high signal intensity	After Gd-DTPA enhancement		Total
	(+)	(-)	
Enhancement (+)	19	0	19 (21%)
Before Gd-DTPA enhancement (-)	31	40	71 (79%)
Total	50 (56%)	40 (44%)	90

Fig. 3 High signal intensity on MR images before and after Gd-DTPA enhancement in each area

Nineteen of 90 areas (21%) before Gd-DTPA enhancement and 50 of 90 areas (56%) after enhancement showed high signal intensity. Thirty-one of 71 areas without high signal intensity before enhancement had high signal intensity after enhancement. Forty areas did not show high signal intensity either before or after enhancement.

+48 ($r=0.62, p<0.02$) の相関がみられた (**Fig. 7-右**). %FS は A 群 $24\pm 3\%$, B 群 $13\pm 3\%$ と, B 群では A 群に比し有意に低く, 高信号領域数との間にも, $y=-3.63x+26$ ($r=0.82, p<0.002$) の良好な負の相関がみられた (**Fig. 8-左**). IVST+PWT は A 群 22 ± 3 , B 群 19 ± 2 mm と差はなかったが, 高信号領域数との間には, $y=-0.97x+22$ ($r=0.49, p<0.10$) の弱い負の相関がみられた (**Fig. 8-右**). 胸部 X 線写真の CTR は A 群 $55\pm 7\%$, B 群 $59\pm 5\%$ と両群に差はなく, 高信号領域数との間にも相関はみられなかった (**Fig. 9-左**). 心電図の $SV_1+RV_{5\text{ or }6}$ も, A 群 53 ± 8 , B 群 54 ± 11 mm と両群に差はなく, 高信号領域数との間にも相関はなかった (**Fig. 9-右**).

		before		Total			after		Total
		MRI high signal intensity			MRI high signal intensity				
		(+)	(-)		(+)	(-)			
TI-201 up take abnormality	(+)	●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●●	●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●●	34	●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●●	●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●●	34		
	(-)	●●●●●●●●	●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●●	38	●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●●	●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●● ●●●●●●●●	38		
Total		19	53	72	46	26	72		

Fig. 4 Comparison of high signal intensity on MR images and TI-201 uptake on SPECT myocardial scintigrams in areas before (left) and after (right) Gd-DTPA enhancement
 Fifteen of 34 (44%) areas with decreased TI-201 uptake had high signal intensity before Gd-DTPA enhancement, and 31 of 34 (91%) areas with abnormal TI-201 uptake showed high signal intensity after enhancement. Fifteen areas without abnormal TI-201 uptake had high signal intensity after enhancement.

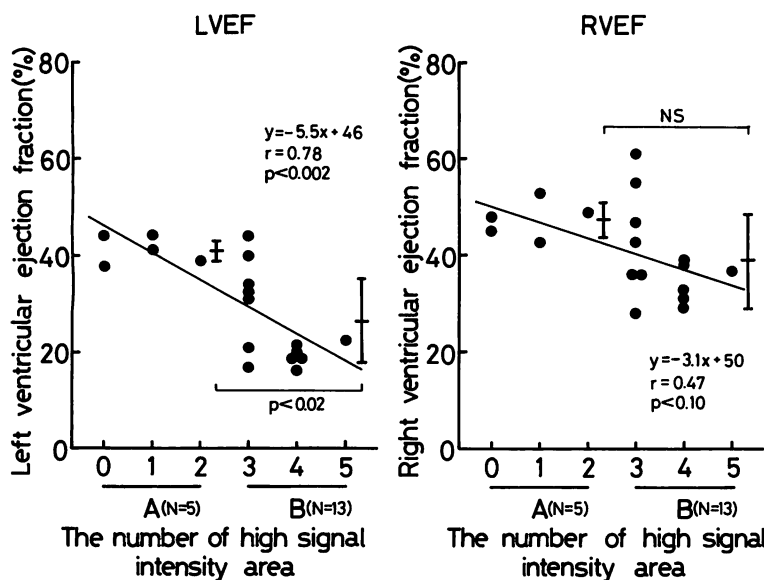


Fig. 5 Comparison of the left ventricular ejection fraction (left) and the right ventricular ejection fraction (right) with the number of high signal intensity areas
 The left ventricular ejection fraction in group B (27 ± 9%) was lower than that in group A (41 ± 2%). There were significant correlations between the left ventricular ejection fraction and the number of high signal intensity areas ($y = -5.5x + 46, r = 0.78, p < 0.002$). The right ventricular ejection fraction in group B (39 ± 10%) was slightly lower than that in group A (47 ± 4%). There was a weak correlation between the right ventricular ejection fraction and the number of high signal intensity areas ($y = -3.1x + 50, r = 0.47, p < 0.10$).

考 案

拡張型心筋症は心室拡大と収縮機能低下を特徴とする原因不明の疾患である^{12, 13}。一部には治療によく反応し、比較的安定した経過をたどるものもあるが^{19, 20}、一般的には進行性で治療に反応せず、半数以上が5年以内に死亡する²¹。死因の殆どが心不全死もしくは突然死で、突然死をきたすものも重症心不全を合併しているものが多い²²⁻²⁴。したがって、拡張型心筋症患者において心筋傷害の程度や範囲を非観血的に把握する

ことは、治療法や予後を判断する上で有用である。

心電図同期MRIでは肺や骨の影響なしに任意の断面像が得られ、視野が広く取れるので心臓の全体像が把握でき、心筋壁厚や心内腔の形態評価に優れている^{1, 25, 26}。また、心筋性状の変化も検出可能である^{2-7, 11}。今回の検討では視覚的に高信号領域の有無を判定したが、定量的に判定するには、拡張型心筋症では左室壁厚が薄いので関心領域の設定が難しく、皮下脂肪の信号で補正する必要もあり、我々の施設のMRIでは視覚的に判定したほうがよいと考えたからである。Gd-

DTPA 造影前の MRI T₁ 強調画像で全 90 領域中 19 領域 (21%) に高信号がみられたが、心筋 SPECT 像との比較で、これら領域の殆ど (15/19 領域; 79%) に T₁ の取り込み低下がみられ、高信号は心筋細胞の変性や壊死、脂肪変性などを反映していると考えられた^{7,27)}。

MRI 造影剤である Gd-DTPA は、T₁ 短縮効果により

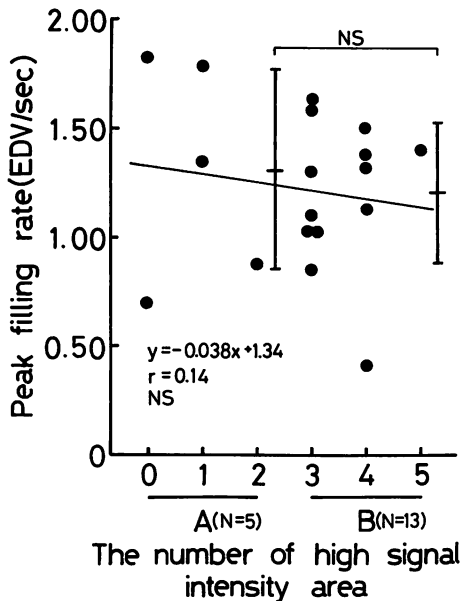


Fig. 6 Comparison of the peak filling rate with the number of high signal intensity areas

There was no significant difference between the peak filling rate in group A (1.31 ± 0.47 EDV/sec) and group B (1.20 ± 0.32 EDV/sec). No significant correlation between the peak filling rate and the number of high signal intensity areas ($y = -0.038x + 1.34$, $r = 0.14$, NS) was seen.

T₁ 強調画像で造影効果がみられ²⁸⁾、静脈内投与後、急速に血管内から血管外に移行し、組織の細胞外間質に分布するとされている²⁹⁾。麻生ら³⁰⁾の心筋症ハムスターによる検討では、Gd-DTPA は肉芽組織および線維化組織により強い増強効果があるが、線維化組織が古くなると増強されなくなるとのことである。Gd-DTPA 造影後の MRI T₁ 強調画像で 50 領域 (56%) に高信号がみられ、心筋 SPECT 像では T₁ の取り込み低下がみられた 34 領域中 31 領域 (91%) と、T₁ の取り込み低下がみられない 15 領域にも高信号がみられたことから、Gd-DTPA 造影 MRI は散在性の線維化巣は見逃されやすい傾向のある心筋 SPECT 像より鋭敏に心筋変性や肉芽組織、早期の線維化を描出する可能性があると考えられた。

拡張型心筋症の予後を左右する因子としては、診断時の左室機能障害の重症度、すなわち左室心筋傷害の程度が重要であり^{21,22)}、胸部 X 線写真での心胸郭比^{19,31)}、心 RI アンジオグラフィー、左室造影や心エコー図法による LVEF^{21,23,24,31)}、心拍出量^{19,23)}、左室拡張末期圧^{21,24,31)}、%FS、LVDD、LVDs、左室壁厚³¹⁻³³⁾、左室収縮期ストレス-収縮率³⁴⁾、心筋生検による筋原線維容積率²⁰⁾、T₁ 取り込み異常³¹⁾ などとの関連が報告されている。本研究では、LVEF、%FS は B 群で A 群よりも有意に低く、LVDs は B 群で A 群よりも有意に大きかったが、RVEF、PFR、LVDD、IVST+PWT、心胸郭比、SV₁+RV_{5or6} は両群間に差を認めなかった。B 群の中で、3 領域に高信号がみられた例は、LVEF、RVEF、LVDD、

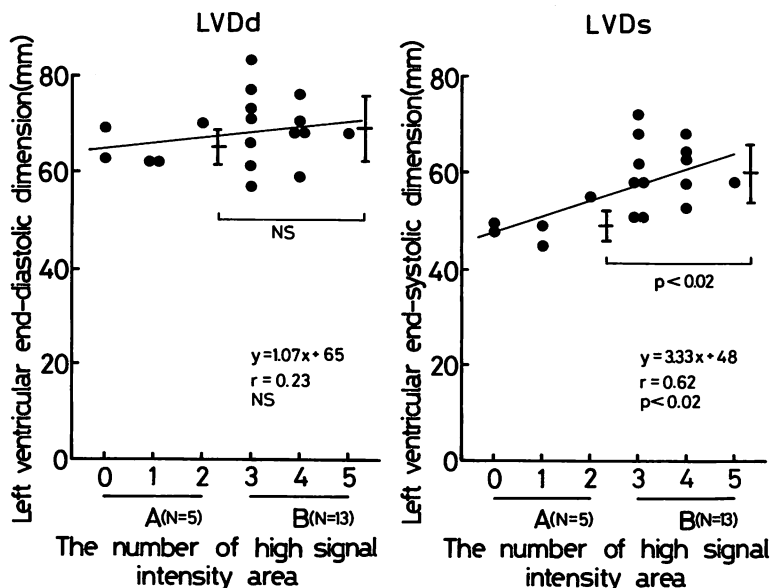


Fig. 7 Comparison of the diastolic (left) and systolic (right) left ventricular dimensions with the number of high signal intensity areas

The diastolic left ventricular dimension in group B (69 ± 7 mm) was not different from that in group A (65 ± 4 mm). There was no correlation between the diastolic left ventricular dimension and the number of high signal intensity areas ($y = 1.07x + 65$, $r = 0.23$, NS). There were significant differences in systolic left ventricular dimension between groups A (49 ± 3 mm) and B (60 ± 6 mm), and significant correlations between the systolic left ventricular dimension and the number of high signal intensity areas ($y = 3.33x + 48$, $r = 0.62$, $p < 0.02$).

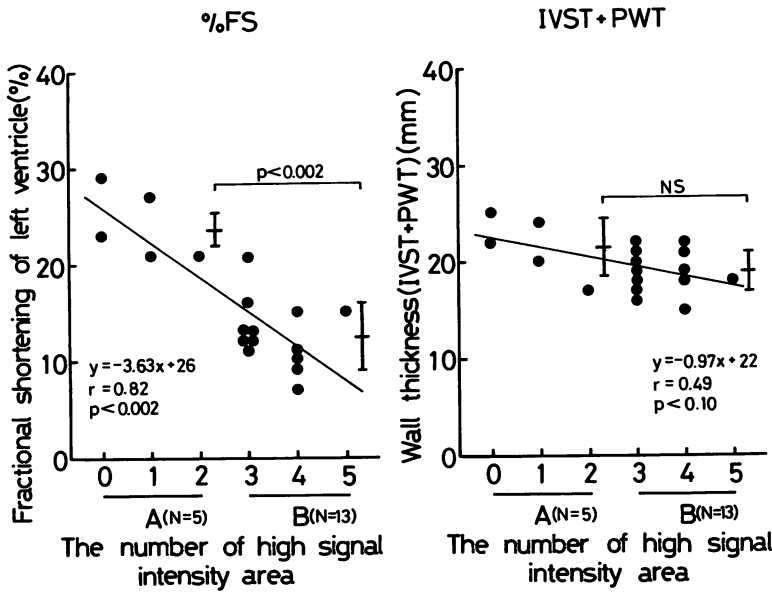


Fig. 8 Comparison of the percent fractional shortening (*left*) and left ventricular wall thickness (*right*) with the number of high signal intensity areas

Percent fractional shortening in group B ($13 \pm 3\%$) was significantly lower than that in group A ($24 \pm 3\%$). There was a significant correlation between percent fractional shortening and the number of high signal intensity areas ($y = -3.63x + 26, r = 0.82, p < 0.002$). The left ventricular wall thickness in group B (19 ± 2 mm) was not different from that in group A (22 ± 3 mm). However, there was a weak correlation between the left ventricular wall thickness and the number of high signal intensity areas ($y = -0.97x + 22, r = 0.49, p < 0.10$).

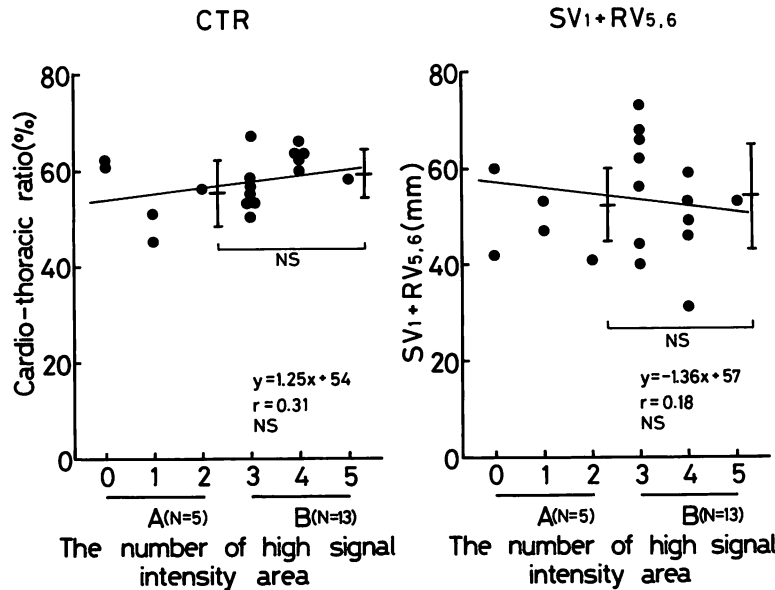


Fig. 9 Comparison of the cardiothoracic ratio (CTR; *left*) and the electrocardiographic voltage amplitude (*right*) with the number of high signal intensity areas

There was no significant difference in the cardiothoracic ratio between group A ($55 \pm 7\%$) and group B ($59 \pm 5\%$). No significant correlation between the cardiothoracic ratio and the number of high signal intensity areas ($y = 1.25x + 54, r = 0.31, NS$) was seen. The electrocardiographic voltage amplitude in group A (53 ± 8 mm) was not different from that in group B (54 ± 11 mm). There was no significant correlation between the electrocardiographic voltage amplitude and the number of high signal intensity areas ($y = -1.36x + 57, r = 0.18, NS$). $RV_{5 \text{ or } 6}$ = amplitude of the R wave in V_5 or V_6 ; SV_1 = amplitude of the S wave in V_1 .

LVDs のばらつきが大きく、心機能障害を推定するのは難しかった。また、高信号を示した領域数と各指標の相関では、LVEF, %FS, LVDs とは有意な相関がみられ、RVEF, IVST+PWT とは弱い相関がみられた。PFR, LVDd, 心胸郭比, $SV_1+RV_{5,6}$ とは相関を認めなかった。このことは、拡張型心筋症において Gd-DTPA 造影 MRI でみられる左室心筋内高信号領域は左室収縮機能の低下に応じて広がり、拡張型心筋症の重症度や病期、ひいては予後の判定にも利用できると考えられた。

結 論

拡張型心筋症において、心電図同期 MRI T₁強調画像は高度の心筋変性や壊死、脂肪変性を高信号として描出したが、Gd-DTPA 造影 MRI では心筋 SPECT 像で異常を示さない心筋変性や壊死、早期の線維化をも高信号として描出し、拡張型心筋症における早期の心筋傷害を検出できる可能性が示された。また、左室心筋内高信号領域は左室収縮機能の低下に応じて広がり、拡張型心筋症の重症度や病期、予後の判定にも利用できると考えられた。

要 約

拡張型心筋症における gadolinium (Gd)-DTPA 造影 MRI による左室心筋内異常高信号の臨床的意義を明らかにする目的で、 ^{201}Tl 心筋 SPECT, 心 RI アンジオグラフィー, M モード心エコー図, 心電図, 胸部 X 線写真と比較検討した。対象は拡張型心筋症 18 例で, 左室心筋を 5 領域に分け, Gd-DTPA 造影後の MRI において高信号を認める領域数が 0-2 の A 群 5 例, 3-5 の B 群 13 例に分類し, 各指標を比較検討した。また, 高信号領域数と各指標の相関を検討した。

MRI では Gd-DTPA 造影前 19/90 領域 (21%), 造影後 50/90 領域 (56%) に高信号を認めた。心筋 SPECT で取り込み低下を認めた 34 領域中, 造影前で 15 領域 (44%), 造影後は 31 領域 (91%) に高信号がみられ, 取り込み低下のない 15 領域にも高信号が認められた。左室駆出分画は B 群で A 群よりも有意に低く, 高信号領域数との間に $r=0.78$ の相関がみられた。左室最大充填速度は両群間に差はなく, 高信号領域数との間に相関もみられなかった。左室拡張末期径は両群に差はなく, 高信号領域数との間に相関も認めなかったが, 左室収縮末期径は B 群で A 群より大きく, 高信号領域数との間に $r=0.62$ の相関がみられた。左室横径短縮率は B 群で A 群より低く, 高信号領域数との間に $r=0.82$ の良好な相関をみた。左室壁厚は両群に差はなかったが, 高信号領域数との間に $r=0.49$ の弱い負の相関がみられた。心胸郭比, $\text{SV}_1 + \text{RV}_{5\text{or}6}$ は両群に差はなく, 高信号領域数との間にも相関はみられなかった。

以上より, Gd-DTPA 造影 MRI は心筋 SPECT で異常を示さない心筋変性, 壊死や線維化をも高信号として描出し, 拡張型心筋症における早期の心筋傷害を検出できる可能性を示した。また, 高信号領域は左室収縮機能の低下に応じて広がり, 拡張型心筋症の重症度や病期, 予後の判定にも利用できると考えられた。

J Cardiol 1996; 28: 41-49

文 献

- 1) Lanzer P, Botvinick EH, Schiller NB, Crooks LE, Arakawa M, Kaufman L, Davis PL, Herfkens R, Lipton MJ, Higgins CB: Cardiac imaging using gated magnetic resonance. *Radiology* 1984; **150**: 121-127
- 2) Higgins CB, Herfkens R, Lipton MJ, Sievers R, Sheldon P, Kaufman L, Crooks LE: Nuclear magnetic resonance imaging of acute myocardial infarction in dogs: Alterations in magnetic relaxation times. *Am J Cardiol* 1983; **52**: 184-188
- 3) Fisher MR, McNamara MT, Higgins CB: Acute myocardial infarction: MR evaluation in 29 patients. *Am J Roentgenol* 1987; **148**: 247-251
- 4) Farmer D, Higgins CB, Yee E, Lipton MJ, Wahr D, Ports T: Tissue characterization by magnetic resonance imaging in hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1985; **55**: 230-232
- 5) Zahler R, Chelman D, Gore J: Heterogeneous signal intensity in magnetic resonance images of hypertrophied left-ventricular myocardium in man, Proceeding of 5th SNMR meeting (Toronto). 1986; p 362
- 6) Nishimura T, Yamada N, Nagata S: Appearance of high signal intensity and gadolinium-DTPA contrast enhancement in hypertrophied myocardium by magnetic resonance imaging. *Shinzo* 1989; **21**: 1281-1286 (in Japanese)
- 7) Yamakado K, Takeda K, Sakuma H, Nakagawa T, Okamoto S, Konishi T, Nakano T: Tissue characterization by magnetic resonance imaging with Gd-DTPA enhancement in hypertrophic cardiomyopathy. *Jpn J Magn Reson Med* 1991; **11**: 75-82 (in Japanese)
- 8) Wesbey GE, Higgins CB, McNamara MT, Engelstad BL, Lipton MJ, Sievers R, Ehman RL, Lovin J, Brasch RC: Effect of gadolinium-DTPA on the magnetic relaxation times of normal and infarcted myocardium. *Radiology* 1984; **153**: 165-169
- 9) De Roos A, Doornbos J, Van der Wall EE, Van Voorthuisen AE: MR imaging of acute myocardial infarction: Value of Gd-DTPA. *Am J Roentgenol* 1988; **150**: 531-534
- 10) 西村恒彦, 山田直明, 高宮 誠, 松田昌夫, 山本 達, 中藤秀明, 松井 忍, 村上瑛二, 栗林幸夫, 松山正也, 井出満, 原 一夫: Gd-DTPA (dimeglumine gadopentetate, SHL 451A) の第 3 相比較臨床試験: 心臓領域への応用。医のあゆみ 1990; **155**: 57-67
- 11) Koito H, Suzuki J, Nakamori H, Ohkubo N, Wakayama Y, Iwasaka T, Inada M, Katoh T: Clinical significance of abnormal high signal intensity of left ventricular myocardium by gadolinium-diethylenetriaminepenta-acetic acid enhanced magnetic resonance imaging in hypertrophic cardiomyopathy. *J Cardiol* 1995; **25**: 163-170 (in Jpn with Eng abstr)
- 12) Brandenburg RO, Chazov E, Cherian G, Falase AO, Grosgeat Y, Kawai C, Loogen F, Judez VM, Orinius E, Goodwin JF, Olsen EGJ, Oakley CM, Pisa Z: Report of the WHO/ISFC task force on

- definition and classification of cardiomyopathies. *Circulation* 1981; **64** : 437A-438A
- 13) 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班：特発性心筋症診断の手引き (班長 戸嶋裕徳). 1986; pp 13-15
 - 14) Suzuki J, Koito H, Nakamori H, Iwasaka T, Inada M, Katoh T, Tanaka Y : Calculation of left ventricular mass by ECG-gated MRI. *Jpn J Magn Reson Med* 1993; **13** : 260-266 (in Japanese)
 - 15) Koito H, Spodick DH : Compound pulsus alternans : Independent alternation within weak beats. *Am J Cardiol* 1989; **63** : 380-383
 - 16) Sokolow M, Lyon TP : The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am Heart J* 1949; **37** : 161-186
 - 17) Koito H, Spodick DH : Accuracy of the RV₆ : RV₅ voltage ratio for increased left ventricular mass. *Am J Cardiol* 1988; **62** : 985-987
 - 18) Koito H, Spodick DH : Electrocardiographic RV₆ : RV₅ voltage ratio for diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol* 1989; **63** : 252-254
 - 19) Fuster V, Gersh BJ, Giuliani ER, Tajik AJ, Brandenburg RO, Frye RL : The natural history of idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1981; **47** : 525-531
 - 20) Figulla HR, Rahlf G, Nieger M, Luig H, Kreuzer H : Spontaneous hemodynamic improvement or stabilization and associated hemodynamic and biopsy findings in patients with congestive cardiomyopathy. *Circulation* 1985; **71** : 1095-1104
 - 21) Diaz RA, Obasohan A, Oakley CM : Prediction of outcome in dilated cardiomyopathy. *Br Heart J* 1987; **58** : 393-399
 - 22) Roberts WC, Siegel RJ, McManus BM : Idiopathic dilated cardiomyopathy : Analysis of 152 necropsy patients. *Am J Cardiol* 1987; **60** : 1340-1355
 - 23) Hofmann T, Meinertz T, Kasper W, Geibel A, Zehender M, Hohnloser S, Stienen U, Treese N, Just H : Mode of death in idiopathic dilated cardiomyopathy : A multivariate analysis of prognostic determinants. *Am Heart J* 1988; **116** : 1455-1463
 - 24) Olshausen KV, Stienen U, Schwarz F, Kübler W, Meyer J : Long-term prognostic significance of ventricular arrhythmias in idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1988; **61** : 146-151
 - 25) Byrd BF III, Schiller NB, Botvinick EH, Higgins CB : Normal cardiac dimensions by magnetic resonance imaging. *Am J Cardiol* 1985; **55** : 1440-1442
 - 26) Friedman BJ, Waters J, Kwan OL, DeMaria AN : Comparison of magnetic resonance imaging and echocardiography in determination of cardiac dimensions in normal subjects. *J Am Coll Cardiol* 1985; **5** : 1369-1376
 - 27) Doods GC, Hricak H, Margulis AR, de Geer G : MR imaging of fat. *Radiology* 1986; **158** : 51-54
 - 28) Weinmann H-J, Brasch RC, Press W-R, Wesbey GE : Characteristics of gadolinium-DTPA complex : A potential NMR contrast agent. *Am J Roentgenol* 1984; **142** : 619-624
 - 29) Brasch RC, Weinmann H-J, Wesbey GE : Contrast-enhanced NMR imaging : Animal studies using gadolinium-DTPA complex. *Am J Roentgenol* 1984; **142** : 625-630
 - 30) Aso H, Takeda K, Matsumura K, Itoh T, Yatani R, Okuda Y, Tagami T, Nakagawa T : Serial assessment of myocardial fibrosis in cardiomyopathic hamsters by means of Gd-DTPA enhanced MR imaging. *Jpn J Magn Reson Med* 1993; **13** (Suppl) : 413 (in Japanese)
 - 31) Doi YL, Chikamori T, Takata J, Yonezawa Y, Poloniecki JD, Ozawa T, McKenna WJ : Prognostic value of thallium-201 perfusion defects in idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1991; **67** : 188-193
 - 32) Ogasawara S, Sekiguchi M, Hiroe M, Komazawa T, Kawai Y, Fujita N, Nakamura K, Kasanuki H, Yanaka E, Kobayashi K, Ohta M, Hirose K : Prognosis of dilated cardiomyopathy : From a retrospective to a prospective study employing multivariate analysis. *Jpn Circ J* 1987; **51** : 699-706
 - 33) Hayakawa M, Inoh T, Fukuzaki H : Dilated cardiomyopathy : An echocardiographic follow-up of 50 patients. *Jpn Circ J* 1984; **25** : 955-968
 - 34) Kurozumi H, Yokota Y, Nomura H, Miki T, Emoto R, Nakanishi O, Fukuzaki H : Observations of dilated cardiomyopathy with marked clinical improvement. *J Cardiol* 1988; **18** : 1027-1031 (in Jpn with Eng abstr)