

タギング法を用いたシネ MRI による 左室壁厚変化率の検討

安野直子¹, 近藤 武², 坂倉一義¹, 安野泰史²,
徳田 衛¹, 黒川 洋¹, 木造大夏³, 立木秀一²,
渡辺佳彦¹, 菱田 仁¹, 片田和廣², 杉石宗隆⁴,
山口弘次郎⁵

¹藤田保健衛生大学医学部内科

²同 医学部放射線科

³東芝メディカルエンジニアリング

²同 衛生学部診療放射線技術学科

⁴杉石病院

はじめに

左室局所の壁厚変化率はこれまで主に心エコー図により検討され^{1)~4)}, これらの検討のほとんどが左室短軸断面の解析である。我々の健常人におけるシネ MRI の検討⁵⁾では心尖部付近は比較的動きが少ないが, 心基部は収縮に伴い約 1cm 心尖方向に移動する。したがって, 心エコー図で超音波探触子を胸壁に固定して左室短軸像を撮影すれば, 拡張末期と収縮末期では異なった断面を観察していることになる。また, 心エコー図では正確な左室長軸像を得ることは困難で, 左室長軸像における壁厚変化率の検討は少ない。

近年開発されたタギング法は, 撮像シーケンスの直前に被写体の特定部位を励起して, その部位を無信号域 (タグ) として画像化する MRI 独自の方法⁶⁾である。この方法により, 左心室の特定の部位に目印を付けて追跡すれば, いかなる時相においてもほぼ同じ部位の壁厚を計測することができる。

そこで, シネ MRI にタギング法を併用して左室水平長軸断面における左室局所の壁厚変化率について検討した。

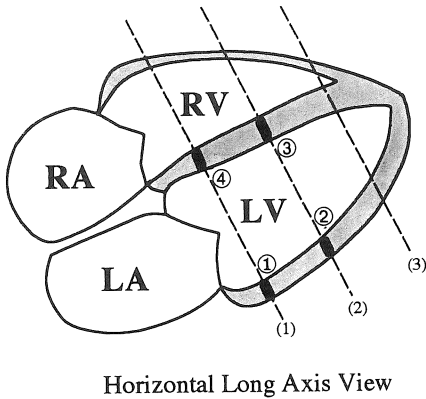
対象および方法

健常ボランティア 7 例 (男 7 例, 22-41 歳, 平均 28 歳), 陳旧性前壁中隔心筋梗塞 2 例 (男 2 例 62 歳, 69 歳), 高血圧性心臓病 4 例 (男 3 例, 女 1 例, 65-77 歳, 平均 69 歳) を対象とした。

装置は 0.5T 超電導型 MRI 装置 (東芝製 MRT50A) を用いた。

断面設定は chain oblique 法を用いた我々の方法⁷⁾により行い, 僧帽弁輪部中央と左室心尖部を通る左室水平長軸断面像を得た。この断面上で, (1)心基部 (弁輪部から約 1~2cm 心尖部側), (2)心室中央部 ((1)と(3)の中央), (3)心尖部 (心外膜面心尖部より約 1~2cm 心基部側) に, 僧帽弁輪部中央と心尖部を結ぶ左室長軸に直交し, 互いに平行なタグ (幅 5mm) を設定し

キーワード MRI, tagging, left ventricle, wall thickening



Horizontal Long Axis View

Fig.1. The position of tagging and 4 regions of measurement of wall thickness.

- (1) The basal level
- (2) The middle level between (1) and (3)
- (3) The apical level
- ①: The basal level at the posterolateral wall
- ②: The middle level at the posterolateral wall
- ③: The middle level at the interventricular septum
- ④: The basal level at the interventricular septum

た (Fig.1). タギングは撮像断面に直交する3断面を心電図 R 波に同期して、その2ms 後より180°RF パルスで順次励起し、引き続いて通常のフィールドエコー法 (TR=50ms, TE=22ms, FA=30°, スライス幅 10mm) で撮像した。

1 枚目の画像を拡張末期とし、左室が収縮して僧帽弁が開放する直前の画像を収縮末期とし、両者における①~④のタグの位置 (Fig.1) の左室壁厚を計測した。タグ(3)は左室壁 (心室中隔もしくは後壁) に対して直交でない場合が多かったため、今回は検討から除外した。壁厚変化率 (% wall thickening) は $((Ths-Thd)/Thd) \times 100$ の式から計算した。なお, Ths: 収縮末期左室壁厚, Thd: 拡張末期左室壁厚とした。

結 果

タギング法を用いることにより心筋上に目印をつけ、壁厚を計測することができた。健常群の拡張末期左室壁厚は後側壁心基部側①で $10.0 \pm 0.7\text{mm}$, 心室中部②で $10.0 \pm 1.0\text{mm}$ であった。

また、心室中隔心室中部③で $9.6 \pm 0.4\text{mm}$, 心基部側④で $10.0 \pm 0.9\text{mm}$ であった。壁厚変化率は後側壁心基部側①で $44.1 \pm 15.3\%$, 心室中部②で $31.6 \pm 10.8\%$ であった。また、心室中隔心室中部③で $38.7 \pm 8.1\%$, 心基部側④で $31.0 \pm 10.4\%$ であった (Fig.2)。

前壁中隔心筋梗塞2例では、梗塞部位に一致して壁厚変化率の低下を認めた (Fig.3)。高血圧性心臓病例では、健常群より壁厚が厚かったが、壁厚変化率は健常群と同等であった (Fig.4)。

考 按

タギング法を用いることにより心筋上に目印をつけ、拡張期と収縮期のほぼ同じ部位で壁厚を計測することが可能であった。ただし、左室は収縮に伴って回転するので、タギング法を用いても両部位は完全には一致しない。今回用いたタギング法は、撮像パルスシーケンスの直前に撮像断面に直交する3断面を順次励起する方法で、それぞれのタグの印加されるタイミングが若干異なる点が問題であるが、3断面の励起時間のずれは収縮期時間より十分短いので無視できると考えた。また、拡張末期とした1枚目の画像が心電図 R 波からタグを印加するに要する時間だけ収縮期にずれこんでいる可能性がある点も問題である。しかし、心室壁を均等に分割して壁厚を対比する従来の局所壁運動評価では拡張末期と収縮末期で同じ部位をみていない可能性があり、タギング法で評価した方が拡張期

Normal subjects (n=7)

	End diastole (mm)	End systole (mm)
①	10.0±0.7	14.4±0.7
②	10.0±1.0	13.2±1.5
③	9.6±0.4	13.3±0.7
④	10.0±0.9	13.0±0.6

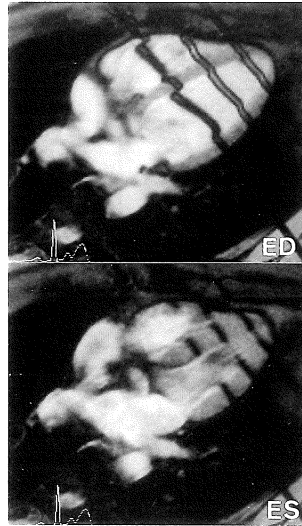
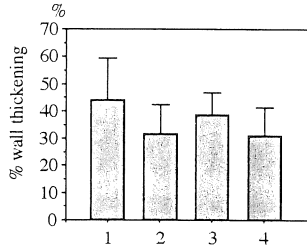
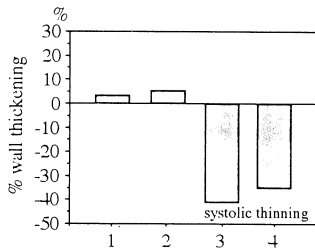


Fig.2. The left ventricular wall thickness (A) and the percent wall thickening (B) in normal subjects. The left ventricular horizontal long axis images with field echo pulse sequence (50/22/30°).

(C) ED : end diastole, (D) ES : end systole

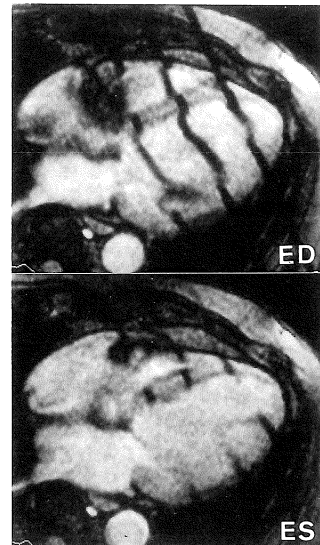
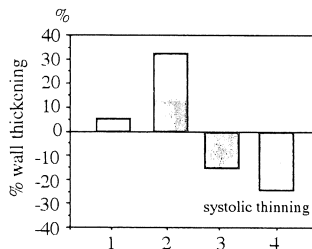
Anteroseptal OMI
+ Hypertensive heart 62y.M

	End diastole (mm)	End systole (mm)
①	16.9	17.5
②	19.5	20.6
③	10.7	6.3
④	9.7	8.2

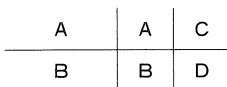


Anteroseptal OMI 69y. M

	End diastole (mm)	End systole (mm)
①	11.0	11.6
②	9.5	12.6
③	7.8	6.6
④	10.3	7.8



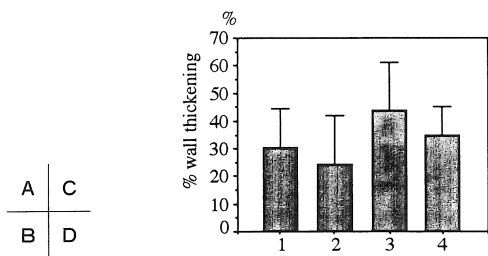
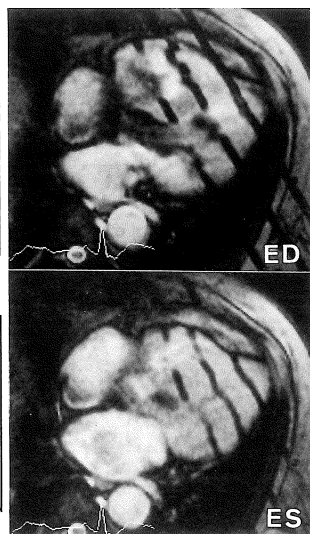
Case 1 Case 2 Fig.3. The left ventricular wall thickness (A) and the percent wall thickening (B) in patients with old myocardial infarction. The left ventricular horizontal long axis images with field echo pulse sequence (50/22/30°).



(C) ED : end diastole, (D) ES : end systole Case 1 : 62y.M. Case 2 : 69y.M.

Hypertensive heart disease (n=4)

	End diastole (mm)	End systole (mm)
①	14.6±2.9	19.2±4.9
②	16.0±3.9	19.8±5.2
③	13.9±3.4	19.4±2.7
④	14.2±1.9	18.9±1.8



A	C
B	D

Fig.4. The left ventricular wall thickness (A) and the percent wall thickening (B) in patients with hypertensive heart disease. The left ventricular horizontal long axis images with field echo pulse sequence (50/22/30°). (C) ED : end diastole, (D) ES : end systole

と収縮期で同じ部位を計測している可能性が高く、より正確な局所心筋機能解析できると思われた。左室内壁に接する血液は動きが少ないと思われ、タグは左室壁よりも内側に残ることが多い。そこで計測はタグを印加した部位で通常の方法で行い、壁厚は壁に直交する長さとした。

健常者における平均収縮期壁厚変化率^{8)~10)}は31~44%で、Sechtemら⁸⁾が体軸位断面で行った検討結果(35~48%)に近い値であった。

前壁心筋梗塞例では梗塞部に一致して壁厚変化率が低下し^{8),11)}、壁厚変化率が負の値をとる systolic thinning も観察された。

本研究で対象とした高血圧性心臓病例では、健常群より壁厚が厚かったが、壁厚変化率は健常群と同等⁸⁾であり、安静時には左室局所機能が保たれていると考えられた。

ま と め

タグング法を用いたシネ MRI により、拡張期

と収縮期で同じ部位の壁厚を計測することができ、壁厚変化率を算出することが可能であった。したがって、タグングシネ MRI は左室局所機能を評価するのに優れた方法であると考えられた。

文 献

- 1) Lieberman AN, Weiss JL, Jugdutt BI, et al. : Two-dimensional echocardiography and infarct size : Relationship of regional wall motion and thickening to the extent of myocardial infarction in the dog. *Circulation*, 63 : 739-746, 1981.
- 2) Nieminen M, Parisi AF, O'Boyle JE, et al. : Serial evaluation of myocardial thickening and thinning in acute experimental infarction : Identification and quantification using two-dimensional echocardiography. *Circulation*, 66 : 174-180, 1982.
- 3) Pandian NG, Koyanagi S, Skorton DJ, et al. : Relation between 2-dimensional echocardiographic wall thickening abnormalities, myocardial infarct size and coronary risk area in normal and hypertrophied myocardium in dogs. *Am J Car-*

- diol, 52 : 1318-1325, 1983.
- 4) Pandian NG, Skorton DJ, Collins SM, et al. : Heterogeneity of left ventricular segmental wall thickening and excursion in 2-dimensional echocardiograms of normal human subjects. Am J Cardiol, 51 : 1667-1673, 1983.
 - 5) 安野直子, 安野泰史, 近藤 武, 他 : 心筋 tagging 法を用いたシネ MRI による心臓動態の検討. 日磁医誌, 11 : 159-165, 1991.
 - 6) Axel L and Dougherty L : MR imaging of motion with spatial modulation of magnetization. Radiology, 171 : 841-845, 1989.
 - 7) 近藤 武, 安野泰史, 瓜谷富三, 他 : Cine MRI による左室容積の算出と各種心疾患への臨床応用. 心臓, 22 : 63-72, 1990.
 - 8) Sechtem U, Sommerhoff BA, Markiewicz W, et al. : Regional left ventricular wall thickening by magnetic resonance imaging : Evaluation in normal persons and patients with global and regional dysfunction. Am J Cardiol, 59 : 145-151, 1987.
 - 9) Fisher MR, von Schulthess GK, Higgins CB : Multiphasic cardiac magnetic resonance imaging: Normal regional left ventricular wall thickening. AJR, 145 : 27-30, 1985.
 - 10) Peshock RM, Rokey R, Malloy CM, et al. : Assessment of myocardial systolic wall thickening using nuclear magnetic resonance imaging. J Am Coll Cardiol, 14 : 653-659, 1989.
 - 11) Akins EW, Hill JA, Sievers KW, and Conti CR : Assessment of left ventricular wall thickness in healed myocardial infarction by magnetic resonance imaging. Am J Cardiol, 59 : 24-28, 1987.

Measurement of Left Ventricular Wall Thickening by Cine MRI with Tagging Method

Naoko ANNO¹, Takeshi KONDO², Kazuyoshi SAKAKURA¹,
Hirofumi ANNO², Mamoru TOKUDA¹, Hiroshi KUROKAWA¹,
Taika KIZUKURI³, Shuichi TACHIKI², Yoshihiko WATANABE¹,
Hitoshi HISHIDA¹, Kazuhiro KATADA², Munetaka SUGIISHI⁴,
Kojiro YAMAGUCHI⁵

¹Department of Internal Medicine, Fujita Health University School of Medicine
1-98 Dengakugakubo, Kutsukake-cho, Toyoake, Aichi 470-11

²Department of Radiological Technology, Fujita Health University School of Health Sciences

³Department of Radiology, Fujita Health University School of Medicine

⁴Sugiishi Hospital

⁵Toshiba Medical Engineering

Regional left ventricular wall thickening was evaluated by magnetic resonance imaging in 2 patients with old myocardial infarction, 4 with hypertensive heart disease and 7 normal subjects. The horizontal long axis view of left ventricle was imaged by a 0.5T superconducting magnet with field echo pulse sequence using tagging method. The end diastolic and the end systolic wall thickness were measured in 4 tagged regions, and the percent wall thickening was calculated.

In normal subjects, mean percent wall thickening was 31~44%. The percent wall thickening was reduced in infarcted regions. Diastolic wall thickness of the left ventricle of patients with hypertensive heart disease was greater than that of normal volunteers, but the percent wall thickening was not significantly different from that of normal subjects.

The tagging method is useful for measurement of wall thickness of the same region in end diastole and end systole, so regional left ventricular thickening by this method could be reliable.