

## Spatial modulation of magnetization を用いた tagging 法による 心室壁運動の評価

鎌田 弘之<sup>1</sup>, 小笠原善朗<sup>1</sup>, 吉岡 邦浩<sup>2</sup>, 桂川 茂彦<sup>2</sup>,  
高橋 恒男<sup>2</sup>, 山口弘次郎<sup>4</sup>, 千葉 誠<sup>3</sup>, 中居 賢司<sup>3</sup>,  
平盛 勝彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>せいてつ記念病院内科  
<sup>3</sup>同 第二内科

<sup>2</sup>岩手医科大学放射線科  
<sup>4</sup>東芝那須工場

### はじめに

局所心室壁動態の解析は各種心疾患の病態評価に重要である。今回, spatial modulation of magnetization (SPAMM) tagging 法を用いて心室壁の心内膜側と心外膜側の心筋短縮率を計測し, 正常者の局所心室壁動態を検討した。

### 対象と方法

対象は器質的心疾患のない健常人男性 6 名 (平均 28±3 歳) である。装置には東芝社製 MRT-50A (静磁場強度 0.5T) を用いた。心電図の R 波に同期させた 2 つの 90° RF パルスとその間に位相エンコード方向および読出方向の傾斜磁場パルスを加えて, 左室短軸断面 (心基部, 心尖部) に垂直あるいは水平な幅 2mm の縞状の tag を印加し, その直後にシネ MRI を撮像した (Fig.1)。シネ MRI の撮像に用いたパルス系列は gradient echo 法, flow compensation (rephasing), flip angle 30°, TR 50ms, TE 22ms, マトリックス 128×256, 加算回数 2 回,

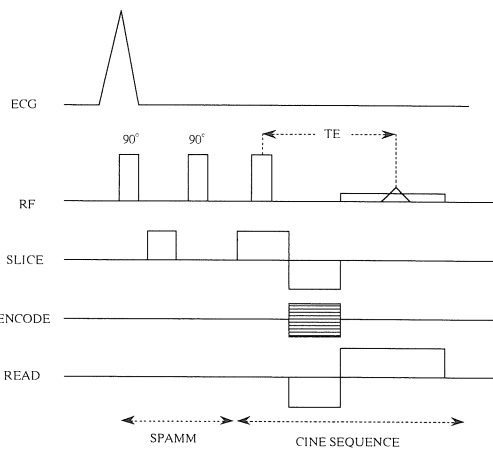


Fig.1. The sequence chart of SPAMM tagging with cine-MRI. (ECG, electrocardiogram ; RF, radio frequency pulse ; TE, echo time)

スライス厚 10mm, 心電図による prospective gating であり, single slice multiphase 法により各心位相の画像を得た。収縮に伴う tag 間の距離変化より左室前壁, 側壁, 下壁, 心室中隔の各々の心内膜側 (END) と心外膜側 (EPI) での局所短縮率 (%SS) を計測した。また左室

**キーワード** cine-MRI tagging, spatial modulation of magnetization, segmental shortening of the ventricular wall

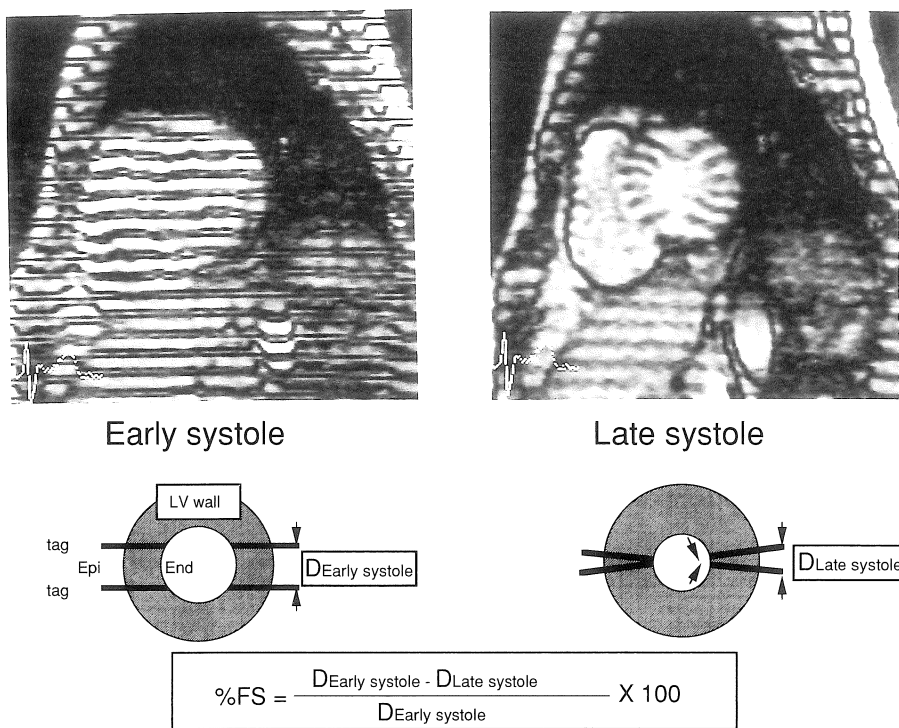


Fig.2. The short-axis view of SPAMM with cine-MRI of a normal heart and the equation of % SS. (LV, left ventricular; EPI, epicardium; END, endocardium; D, distance between tags; % SS, percent segmental shortening)

短軸断面心基部側で右室自由壁全体の%SSを計測した (Fig.2).

### 結 果

#### 1) 左室心基部側

左室心基部側での%SSはENDが有意に大きかった (END:  $38.6 \pm 6.2\%$ , EPI:  $18.0 \pm 5.9\%$ ,  $P < 0.05$ ).

#### 2) 左室心尖部側

左室心尖部側での%SSはENDが有意に大きかった (END:  $41.1 \pm 8.8\%$ , EPI:  $21.9 \pm 8.1\%$ ,  $P < 0.05$ ).

#### 3) 右室自由壁

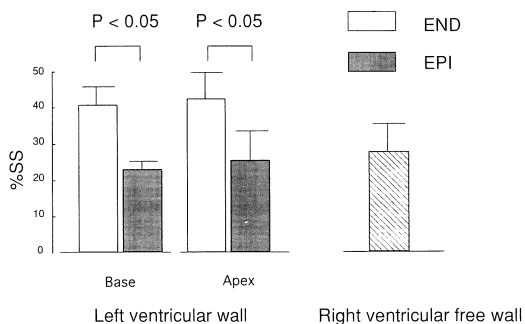


Fig.3. Comparison of % SS of the left and right ventricular wall.

右室自由壁の%SSは $27.5 \pm 8.0\%$ であった (Fig.3).

## 考 案

近年、MRI心筋tagging法が開発され、局所心室壁動態の詳細な観察が可能となった<sup>1)</sup>。Tagを印加する方法には、presaturationパルスを利用するpresaturation法とRFパルスと傾斜磁場パルスを組み合わせて利用するSPAMM法<sup>2)</sup>の2つがある。presaturation法は撮像断面の任意の部位にtagを設定できる利点がある。しかし複数のtagを印加するには、それぞれのtagを得るためにpresaturationパルスを十数msずつずらして照射する必要がある。このためpresaturation法により印加されたtagの間の距離変化から局所心筋短縮率を求めようとする、tagの印加された時相の差による測定誤差が生じる。これに対してSPAMM法はtagを任意の場所に設定できないが同時に複数のtagを印加できるので、局所心筋短縮率の計測に適した方法である。Presaturation法とSPAMM法ではそれぞれに特徴があり、観察部位の動態を考慮して両者を使い分けることが必要と思われる。

動物実験では心内膜側と心外膜側の心筋短縮率は異なり心内膜側が大であると報告されている<sup>3)</sup>。正常なヒトの左室の円周方向の短縮率は約35%と報告されている。これは今回得られた心内膜側と心外膜側の%SSの中間の値に近く、SPAMM tagging法を用いることで、従来困難であった左室の局所心筋短縮率を心内膜側と心外膜側に分割して計測可能と考えられた。ヒトでも心室の壁厚増加には心内膜側の短縮が大き

く関与しており、これまでの動物での実験結果に合致していた。

右室の心筋短縮率については部位にかかわらず約15%とする報告がある<sup>4)</sup>。我々の研究結果ではこの結果より高値であった。今回用いた方法の空間分解能が3mm程度であり、壁の薄い右室壁ではtagが不鮮明となり誤差が生じたものかと思われた。今後、SPAMM tagging法による%SSの精度を高めるためには空間分解能の改善が必要と思われる。

## ま と め

- 1) 心筋tagging法で局所心室壁動態を観察するには、目的に応じてpresaturation法とSPAMM法を使い分ける必要がある。
- 2) 心内膜側および心外膜側の心室壁厚の解析がSPAMM tagging法により可能であった。

## 文 献

- 1) Zerhouni E A, Parish D M, Rogers W J, Yang A, Shapiro E P : Human heart : Tagging with MR imaging—A method for noninvasive assessment of myocardial motion. *Radiology*, 169 : 59-63, 1988.
- 2) Axel L, Dougherty L, : Heart wall motion. Improved method of spatial modulation of magnetization for MR imaging. *Radiology* 172 : 349-350, 1989.
- 3) Gallagher K P, Osakada G, Matsuzaki M, Miller M, Kemper W S, Ross J Jr. : Nonuniformity of inner and outer systolic wall thickening in conscious dogs. *Am J Physiol*, 249 : H241-H248, 1985.
- 4) Anzola J : Right ventricular contraction. *Am J Physiol*, 184 : 567-571, 1956.

## Myocardial Tagging by Spatial Modulation of Magnetization

Hiroyuki KAMATA<sup>1</sup>, Yoshirou OGASAWARA<sup>1</sup>, Kunihiro YOSHIOKA<sup>2</sup>,  
Shigehiko KATSURAGAWA<sup>2</sup>, Tuneo TAKAHASHI<sup>2</sup>, Koujirou YAMAGUTI<sup>4</sup>,  
Makoto CHIBA<sup>3</sup>, Kenji NAKAI<sup>3</sup>, Katsuhiko HIRAMORI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Internal Medicine, Seitetsu Memorial Hospital  
4-3-7 Osano-cho, Kamaishi-shi, Iwate 023*

<sup>2</sup>*Department of Radiology, <sup>3</sup>2nd Department of Internal Medicine, Iwate Medical University*

<sup>4</sup>*Toshiba Nasu Works*

Determination of true segmental shortening of the ventricular wall is important for the evaluation of cardiac function in various heart diseases. We used spatial modulation of magnetization (SPAMM) tagging with cine-MRI to evaluate percent segmental shortening (%SS) of the ventricular wall in 6 healthy volunteers. Line tags (2mm) were applied vertically or horizontally to the base and apex of the left ventricle in the short-axis view. The %SS was calculated at the endocardium (END) and epicardium (EPI) of the left ventricular wall and the right ventricular free wall by measuring the change of the distance between tags during a cardiac cycle. There were significant differences between the left ventricular EPI and END (Base : END  $38.6 \pm 6.2\%$  vs. EPI  $18.0 \pm 5.9\%$ ,  $P < 0.05$ , Apex : END  $41.1\% \pm 8.8\%$  vs. EPI  $21.9\% \pm 8.1\%$ ,  $P < 0.05$ , right ventricular free wall :  $27.5 \pm 8.0\%$ ). In conclusion, SPAMM tagging with cine-MRI is suitable for evaluating true segmental shortening of the ventricular wall.