

## 血液透析前後の心室壁運動の評価 —シネ MRI tagging 法による検討—

鎌田 弘之<sup>1</sup>, 吉岡 邦浩<sup>2</sup>, 高橋 恒男<sup>2</sup>, 中居 賢司<sup>1</sup>,  
平盛 勝彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>岩手医科大学第二内科 <sup>2</sup>同 放射線科

### はじめに

正常な心機能を有する例で容量負荷に伴う右室および左室の壁運動を検討した報告は少ない。シネ MRI tagging 法で、血液透析前後の容量負荷<sup>1)</sup>に伴う右室および左室壁運動を検討した。

### 対 象

対象は器質的心疾患のない健常人 12 名 (男性 8 名, 女性 4 名, 平均 53±20 歳) および既往に心不全のない血液透析患者 10 名 (男性 5 名, 女性 5 名, 平均 68±7 歳) である。

### 方 法

東芝社製 MRT-50 (静磁場強度 0.5T) を使用し, chain oblique を用いた四腔断面を撮像した。心電図の R 波に同期して 50ms 以内に 180° radio frequency パルスを presaturate することで心室壁断面で 3mm 幅の線状のタグを印加した。四腔断面で左心室長軸に対し垂直に 3 本, 僧帽弁輪を基準に 1cm 毎に心基部, 心室中央

部と心尖部にタグを印加し, これにより右室心基部にも 1 本のタグを得た。シネ MRI では gradient echo 法, flow compensation (rephasing) のパルス系列を用いた。Flip angle 30°, TR 50ms, TE 22ms, マトリックス 128×256, 加算回数 2 回, スライス厚 10mm で, 心電図による prospective gating で single slice multi-phase 法により各心位相の画像を得た。得られた画像より胸壁に印加されたタグを基準に心臓の収縮に伴うタグの移動を測定し, 最大移動距離 ( $\Delta d$ ) を求めた (Fig.1)。心電図 R 波から  $\Delta d$  までに要する時間を駆出時間 (ET) とした。心室壁の短縮速度に関連する一指標として  $\Delta d$  (mm) を ET (s) で除した値 ( $\Delta d/ET$ ) を求め血液透析前後で比較した。血液透析前後の体重, 心拍数, 平均血圧,  $\Delta d/ET$  について Wilcoxon 検定を用い有意差検定を行った。

### 結 果

1) 血液透析前後の体重, 血圧と心拍数

血液透析により患者の体重は有意に減少した (血液透析前 49.0±9.6kg, 透析後 47.7±9.2kg,  $P<0.01$ , Fig.2)。透析前後の平均血圧

キーワード cine-MRI tagging, hemodialysis, ventricular wall motion

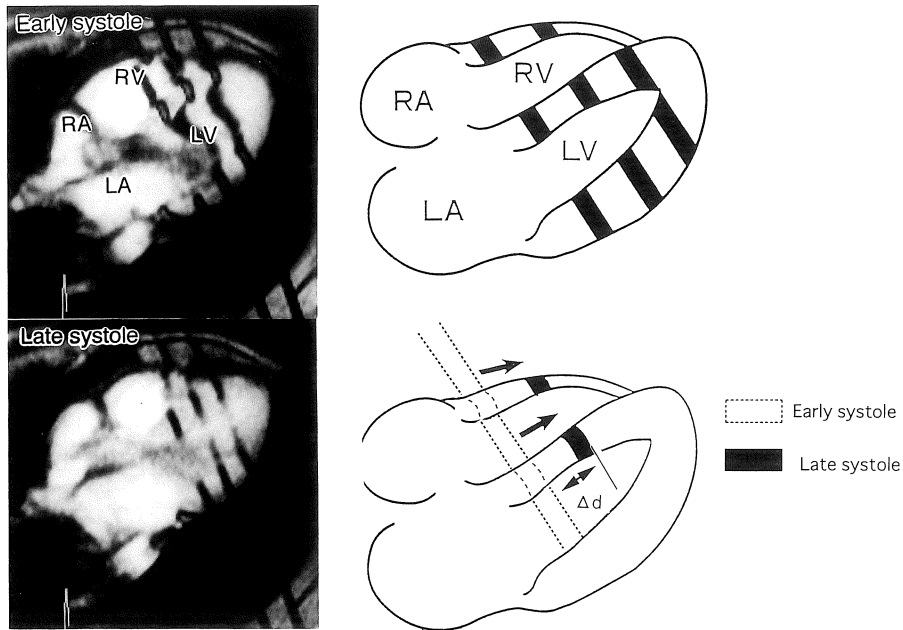


Fig.1. Three linear tags were set up in the 4-chamber view of a healthy subject. All ventricular tags moved towards the apex during systole.  $\Delta d$  is the maximal distance of longitudinal movement of the tag through the cardiac cycle. (LA, left atrium ; LV, left ventricle ; RA, right atrium ; RV, right ventricle)

(血液透析前  $109 \pm 13$  mmHg, 透析後  $103 \pm 10$  mmHg) と心拍数 (血液透析前  $73.0 \pm 14.9$  拍/分, 透析後  $75.5 \pm 14.9$  拍/分) に有意差は認められなかった。

## 2) $\Delta d/ET$

Table 1 に健常者と血液透析患者の右室及び左室の  $\Delta d/ET$  を示した。

a) 健常者の右室及び左室壁の  $\Delta d/ET$  健常者の右室壁の  $\Delta d/ET$  は  $49.3 \pm 10.9$  mm/s であった。左室壁の  $\Delta d/ET$  は、心基部では心室中隔 ( $33.7 \pm 8.0$  mm/s), 自由壁 ( $38.2 \pm 11.4$  mm/s), 心室中央部では心室中隔 ( $24.8 \pm 6.4$  mm/s), 自由壁 ( $27.3 \pm 8.4$  mm/s), 心尖部では心室中隔 ( $12.1 \pm 8.0$  mm/s), 左室自由壁 ( $14.6 \pm 9.8$  mm/s) であった。

b) 血液透析前後の右室及び左室壁の  $\Delta d/ET$

血液透析患者の右室壁の  $\Delta d/ET$  は透析前に有意に高値であった (血液透析前  $64.7 \pm 14.3$  mm/s, 透析後  $59.1 \pm 15.4$  mm/s,  $P < 0.05$ , Fig.3)。左室壁の  $\Delta d/ET$  は心基部では透析前に有意に高値であった (心室中隔: 血液透析前  $36.3 \pm 6.9$  mm/s, 透析後  $32.4 \pm 7.6$  mm/s, 自由壁: 血液透析前  $40.5 \pm 6.8$  mm/s, 透析後  $36.1 \pm 8.2$  mm/s,  $P < 0.05$ , Fig.4, 5)。一方, 心室中央部と心尖部では透析前後で有意の差は認められなかった (心室中央部心室中隔: 血液透析前  $27.3 \pm 5.6$  mm/s, 透析後  $25.2 \pm 5.9$  mm/s, 心室中央自由壁: 血液透析前  $27.2 \pm 5.2$  mm/s, 透析後  $24.3 \pm 6.7$  mm/s, 心尖部心室中隔: 血液透析前  $12.8 \pm 6.0$  mm/s, 透析後  $12.3 \pm 7.4$  mm/s, 心尖部自由壁: 血液透析前  $17.3 \pm 2.7$  mm/s, 透析後  $13.9 \pm 7.3$  mm/s)。

Table 1. Comparison of  $\Delta d/ET$  (mm/s)

	RV wall			IVS			LV free wall		
	Base	Middle	Apex	Base	Middle	Apex	Base	Middle	Apex
Normal	49.6 ± 10.9	33.7 ± 8.0	12.1 ± 6.0	24.8 ± 6.4	27.3 ± 5.6	27.3 ± 8.4	38.2 ± 11.4	27.3 ± 8.4	14.6 ± 9.8
Before HD	64.8 ± 14.3	36.3 ± 6.9	12.8 ± 6.0	27.3 ± 5.6	27.2 ± 5.2	27.2 ± 5.2	40.5 ± 6.8	27.2 ± 5.2	17.3 ± 2.7
After HD	59.1 ± 15.4	32.4 ± 7.6	12.3 ± 7.4	25.2 ± 5.9	24.3 ± 6.7	24.3 ± 6.7	36.1 ± 8.2	24.3 ± 6.7	13.9 ± 7.3

$\Delta d$  is the maximal distance of longitudinal movement of tags.

(ET, ejection time ; RV, right ventricular ; IVS, interventricular septum ; LV, left ventricular ; HD, hemodialysis)

\*  $P < 0.05$

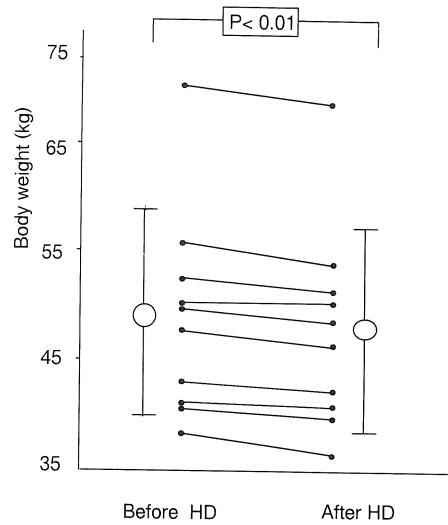


Fig.2. The changes of body weight of hemodialysis patients before and after hemodialysis (HD).

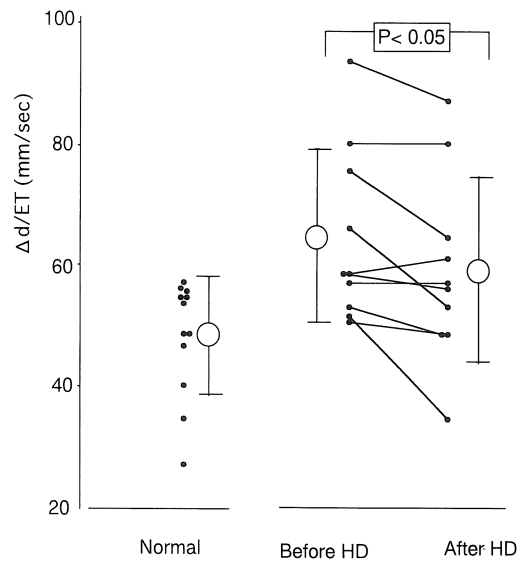


Fig.3. The  $\Delta d/E$ jection time ( $\Delta d/ET$ ) of healthy subjects at right ventricular wall, and the comparison of that of patients before and after hemodialysis (HD).

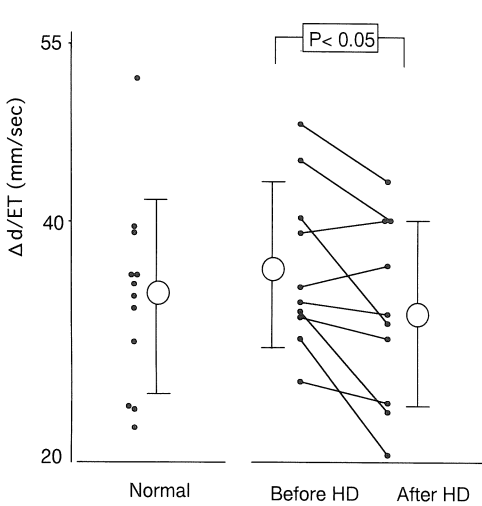


Fig.4. The  $\Delta d/ET$  of healthy subjects at inter-ventricular septum, and the comparison of that of patients before and after hemodialysis (HD).

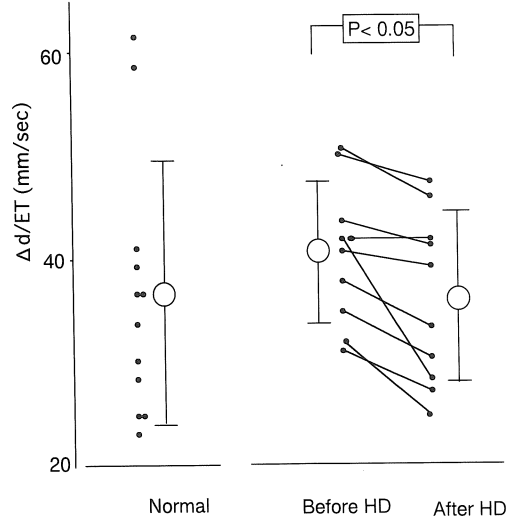


Fig.5. The  $\Delta d/ET$  of healthy subjects at left ventricular free wall, and the comparison of that of patients before and after hemodialysis (HD).

考 案

MRI は観察できる範囲が広く、左室のみならず、心室造影法や心エコー図法では困難であった右室壁運動の評価にも有用である<sup>2),3)</sup>。近年開発されたシネ MRI tagging 法によつて従来の方法では評価できなかった心室壁運動の解析が可能になると期待されている<sup>4)</sup>。今回、血液透析前後の容量負荷に伴う右室および左室壁運動をシネ MRI tagging 法を用いて検討した。

血液透析患者での心室壁運動の解析は、容量負荷が加わったときの心筋の挙動を知り、病態生理学上の意義を検討するのに有用と考える。正常心筋では容量負荷の増大に伴い発生張力は増加するが、不全心ではこの代償機序が十分に働かず、逆に心筋の発生張力が低下する。心エコー図法で血液透析前後の左室壁運動を検討した報告は多く、左室壁運動は透析による尿毒物質の低下により改善するのとの報告と<sup>5),6)</sup>、容量負荷が加わり亢進した心機能が透析により正常化するとする報告がある<sup>7),8)</sup>、しかし右室壁運

動についての検討は少ない<sup>9)</sup>。今回の検討結果は、正常心機能を有する症例では容量負荷時に左室および右室の心室壁短縮速度が増大し<sup>10)</sup>、これに関連する指標の  $\Delta d/ET$  が増大したことを示している。一方、動物実験で右室自由壁を灼焼して容量負荷を加えた検討では、右心機能の低下した例では正常例に比べて大動脈圧と心拍出量の増加が不良であると報告されている<sup>11)</sup>。個体に容量負荷が加わった時の右室の働きは重要である。慢性的に容量負荷が加わっている血液透析患者の右室機能について、今回の検討だけでは十分とはいえず、心機能が低下した例についてもさらに検索する必要がある。

シネ MRI tagging 法を心室壁運動の評価に用いる際に重要な点はタグをどのように設定するかである。今回はすでに正常人について報告されている方法を用いた<sup>4)</sup>。タグの印加に要する時間は R 波から 50ms 以内である。一方、等容性収縮は右室では約 13ms、左室では約 60ms とされている<sup>12)</sup>。すなわち右室ではすでに駆出のはじまっている心室壁にタグが印加されている。

また右室心尖部に印加されたタグは収縮とともに消失し、追跡できない例もあった。詳細に心室壁運動を解析するためには病態に応じてタグの設定方法を検討する必要がある。また今回の検討では、被験者に同一姿勢を比較的長時間にわたり強いるので、心室壁運動を一断面からしか観察していない。右心室は異なる方向の運動が組み合わさって収縮が起こると考えられているので<sup>13)</sup>、観察する部位や断面で結果が異なる可能性も考えられる。撮像時間を短縮しえて、一度に多断面からの観察が可能になれば、生理的また病的状態での心室壁運動の解析をより詳細に行えるものとする。

#### ま と め

1. シネ MRI tagging 法を用いて容量負荷に伴う長軸方向の右室壁および左室壁の短縮に関連する指標である  $\Delta d/ET$  を検討した。
2. 右室壁および左室壁の  $\Delta d/ET$  は、血液透析前の容量負荷に伴い有意に亢進した。

#### 文 献

- 1) 仲里 聡：腎疾患における重水による全体水分量の測定。日本腎医誌，31：113, 1989.
- 2) 今井 均，小林史郎，榊原 誠，渡辺 滋，増田善昭，稲垣義明：核磁気共鳴映像法による右室壁運動評価の試み。J Cardiol. 18：683-692, 1988.
- 3) Suzuki J, Caputo GR, Masui T, Chang JM, O' Sullivan M, Higgins CB：Assessment of right ventricular diastolic and systolic function in patients with dilate cardiomyopathy using cine magnetic resonance imaging. Am Heart J. 122：1035-1040, 1991.
- 4) Zerhouni E A, Parish DM, Rogers WJ, Yang A, Shapiro E P：Human heart：Tagging with MR imaging—a method for noninvasive assessment of myocardial motion. Radiology, 169：59-64, 1988.
- 5) Nixon JV, Mitchell JH, McPhaul JJ, Henrich WL：Effect of hemodialysis on left ventricular function. J Clinical Investigation, 71：377-384, 1983.
- 6) Gilmartin JJ, Duffy BS, Finnegan P, McCready N：Non invasive study of left ventricular function in chronic renal failure before and after hemodialysis. Clinical Nephrology, 20：55-60, 1983.
- 7) Nitta M, Takamoto T, Yajima T, et al.：Effect of hemodialysis on left ventricular performance.: A doppler echocardiographic study. J Cardiol, 19: 1117-1125, 1989.
- 8) 高島裕二，平井忠和，塩谷謙二：慢性血液透析患者の Lower body negative pressure による心収縮性の評価。医療，44：218-221, 1990.
- 9) 武藤敏徳，森下 健，飯田 峻，他：血液透析の左右心機能に及ぼす効果。Radioisotopes, 35：122-126, 1986.
- 10) Santamore WP, Meier GD, Bove AA：Effects of hemodynamic alterations on wall motion in the canine right ventricle. Am J Physiol, 236：H254-H262, 1979.
- 11) Guiha N H, Linas CJ, Cohn JN：Predominant right ventricular dysfunction after right ventricular destruction in the dog. AmJ Cardiol, 33：254-258, 1974.
- 12) Coblentz B, Harvey RM, Ferrer MI, Courmand A, Richard DW Jr：The relationship between electrical and mechanical events in the cardiac cycle of man. Brit Heart J, 11：1-22, 1949.
- 13) Rushmer RF, Crystal DK, Wagner C：The function and functional anatomy of ventricular contraction. Cir Res, 1：162-168, 1953.

## **Cine-MRI Tagging for Assessment of Ventricular Wall Motion in Patients Under Maintenance Hemodialysis**

Hiroyuki KAMATA<sup>1</sup>, Kunihiro YOSHIOKA<sup>2</sup>, Tuneo TAKAHASHI<sup>2</sup>,  
Kenji NAKAI<sup>1</sup>, Katsuhiko HIRAMORI<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>2nd Department of Internal Medicine, <sup>2</sup>Department of Radiology, Iwate Medical University  
19-1 Uchimaru, Morioka 020*

We evaluated the ventricular wall shortening velocity of patients with volume overload using cine-MRI tagging. The subjects were 12 healthy volunteers and 10 patients under maintenance hemodialysis.

Three linear tags (basal, mid-ventricular, and apical) were set up in the 4-chamber view and  $\Delta$  distance/Ejection time ( $\Delta d/ET$ ) was calculated before and after hemodialysis. Before hemodialysis,  $\Delta d/ET$  was significantly greater at the basal level than after hemodialysis (right ventricular wall :  $64.7 \pm 14.3$  vs  $59.1 \pm 15.4$  mm/s,  $P < 0.05$ , interventricular septum :  $36.3 \pm 6.9$  vs  $32.4 \pm 7.6$  mm/s,  $P < 0.05$ , left ventricular free wall :  $40.5 \pm 6.8$  vs  $36.1 \pm 8.2$  mm/s,  $P < 0.05$ ). Thus, volume overload increased  $\Delta d/ET$  of the normal heart. We concluded that cine-MRI tagging could quantitatively evaluate right and left ventricular wall motion.