

## 超高速造影シネ MRI を用いた左房容積の評価 — 種々の心疾患における血行動態の評価 —

松村憲太郎<sup>1</sup>, 中瀬恵美子<sup>1</sup>, 端 正史<sup>1</sup>, 川合一良<sup>1</sup>,  
斎藤孝行<sup>2</sup>, 灰山 徹<sup>2</sup>, 橘川信忠<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都南病院循環器内科 <sup>2</sup>同 放射線科

### はじめに

以前より MRI (magnetic resonance imaging) では撮像時間が長いため、体動による画像の劣化がしばしば問題にされた。特に肺、心臓、消化管などの動く臓器では呼吸、心電図、脈波などの同期装置や、臓器の動きを抑制するような工夫が必要とされた。この問題を解決するため、撮像時間の短縮とデータ処理の高速化が近年飛躍的に発展し<sup>1)~6)</sup>、一部では X 線 CT に近い検査時間にまで短縮されて来ている。特に心臓 MRI 領域では、echo planar 法<sup>3),4)</sup>のように 1 フレームを数 10ms で収集可能であるため、一心拍で一心周期の全画像を収集したり、また従来の FLASH 法を発展させて、*k*-space を segment 化することによって、一回の息止め下に一心周期の全画像を 50ms 前後の間隔で収集することが可能となった (segmented turbo-FLASH)<sup>5),6)</sup>。今回 Gd-DTPA を用いた超高速シネ MRI を一回の息止め下に施行し<sup>7),8)</sup>、直交する左心房の 2 断面より modified Simpson 法<sup>9)</sup>を用いて左房容積を求め、経静脈 DSA (digital subtraction angiography) で求めた左房容積<sup>10)</sup>

と比較した。また水平長軸断面より左房容積変化曲線を 1 方向 area-length 法で求め、正常心機能例と種々の心疾患で左房血行動態を検討した。

### 対 象

1992 年 9 月より 1994 年 12 月までに Gd-DTPA 造影超高速シネ MRI を直交する左房 2 断面 (左室水平長軸断面と左室垂直長軸断面) で施行した 891 例で左房の画質を検討するとともに、2 方向 modified Simpson 法を用いて左房容積を求めた。この 891 例のうち正常冠動脈で正常左室機能症例の 59 例、僧帽弁狭窄症あるいは閉鎖不全症の 21 例、高血圧症の 68 例、心房細動の 28 例、陳旧性心筋梗塞の 65 例、拡張型心筋症の 18 例、肥大型心筋症の 21 例で左房容積を検討した。その他の症例の大部分は冠動脈病変を伴う狭心症で、先天性心疾患、肺疾患、大動脈弁あるいは三尖弁疾患、心外膜疾患などが若干含まれていた。

次に、この 891 例の内、Gd-DTPA 造影超高速シネ MRI と経静脈 DSA<sup>10)</sup>を 4 週間以内に施行しえた症例は 38 例であったが、この 4 週間に

キーワード ultrafast cine MRI, Gd-DTPA, left atrium, volume curve, heart disease

狭心症や心筋梗塞の発症、心不全や弁膜症の増悪などがあつた症例、また MRI で息止めが不十分であつたり、不整脈や体動で画像が不良な症例や DSA で cardiac subtraction が不良な症例を除いた 26 例で左房容積を比較検討した。

左房容積変化曲線は、水平長軸断面で良好な MRI 画像が得られた 89 例で、1 方向 area-length 法を用いて求めた。

## 方 法

### 1) Gd-DTPA 造影超高速シネ MRI

装置は 1.5T 超伝導型磁気共鳴イメージング装置(島津 SMT-150X)を用い、rewind-SMASH 法で超高速シネ MRI を施行した<sup>7),8)</sup>。パルス系列はフリップ角 20-30°, TR 8ms, TE 3.2ms, マトリックス 128×96 (pile encode factor 6, segment factor 16), スライス厚 10mm,

FOV 200×200mm, 加算回数 1 回で、16 心拍で一周期全画像を 48ms 間隔で収集した。一方向のデータ収集は 10-20 秒で、一回の息止めで施行可能であつた。

左室水平長軸断面において心電図 R 波に同期して rewind-SMASH が実行されることを確認した後、Gd-DTPA 0.025-0.05mmol/kg を生理食塩水 20ml に希釈して、尺側皮静脈より心臓初期循環中に急速投与しながら rewind-SMASH を施行した。

続いて左室垂直長軸断面においても同様に Gd-DTPA を投与しながら施行した。左房容積、左房容積変化率は用手的に求めたが、左室容積、左室駆出分画は自動輪郭抽出法<sup>11)</sup>で算出した。

左房容積は水平長軸および垂直長軸の 2 断面より modified Simpson 法を用いて、それぞれ最大容積 (LAm<sub>ax</sub>. I; ml/m<sup>2</sup>), 最小容積 (LAm<sub>in</sub>. I; ml/m<sup>2</sup>), 最大容積変化量 (LA-

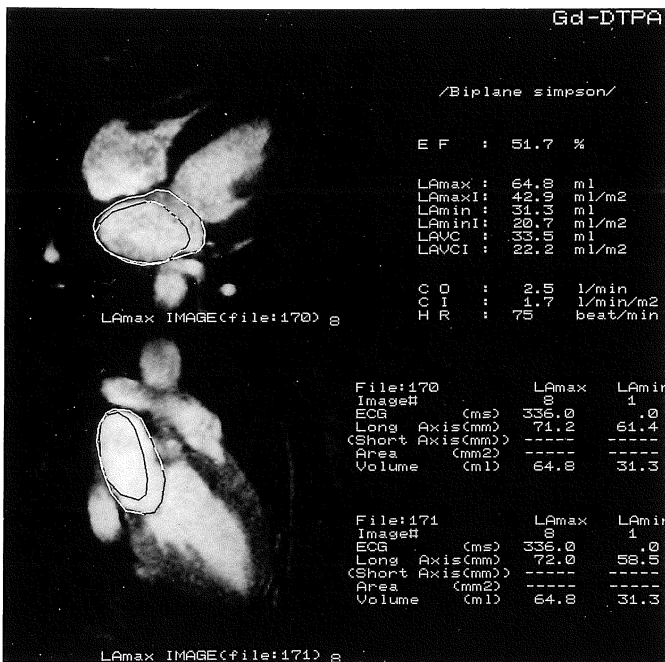


Fig.1. Calculation of left atrial volumes by modified biplane Simpson's rule method.

Upper part : horizontal long axis section  
Lower part : vertical long axis section  
The maximal volume index of left atrium (LA max.I), minimal volume index of left atrium (LA min.I), maximal volume change of left atrium (LA-VC) were measured.

1995年7月25日受理 1995年9月6日改訂

別刷請求先 〒600 京都市下京区西七条南中野町8 京都南病院循環器内科 松村憲太郎

VC ; ml/m<sup>2</sup>), 最大容積変化率 (LA-VC ; %) を求めた (Fig.1).

左房容積変化曲線は水平長軸断面で area-length 法を用いて左房容積を一心周期にわたって求めて作成した。この容積曲線より左房の能動的収縮開始時の左房容積 (いわゆる左房前負荷), 及び左房の能動的収縮量 (LA-ACV ; LA-active contraction volume) を求めた (Fig.2).

左房最大および最小容積の心時相はそれぞれ収縮末期, 拡張末期にほぼ相当した。

2) 超高速シネ MRI による左房造影画像の視覚的評価

3名の観察者 (2名の放射線技師と1名の循環器内科医) によって左房画像を以下のごとく評価した。

good : 正確に左房長軸断面をとらえており, かつ全心周期にわたって容易に左房辺縁をトレースすることができる。

fair : ほぼ正確に左房長軸断面をとらえているが, コントラスト不良のため全心周期でのトレースは出来ないが, LAm<sub>ax</sub>. I 及び LAmin. I と LA-VC は求めることが出来る。

poor : 左房長軸断面を外れている場合, またコントラスト不良や artifact の混入で左房辺縁のトレースが全くできない。

3) 経静脈 DSA 左房・左室造影

DSA 装置は東芝 DFP-50A を用いた。DSA の撮影は, 造影剤 0.4ml/kg を中心静脈より1秒で注入し, 30frames/秒, 256×256 matrix で行った。右前斜位 30°, 左前斜位 60° の2方向

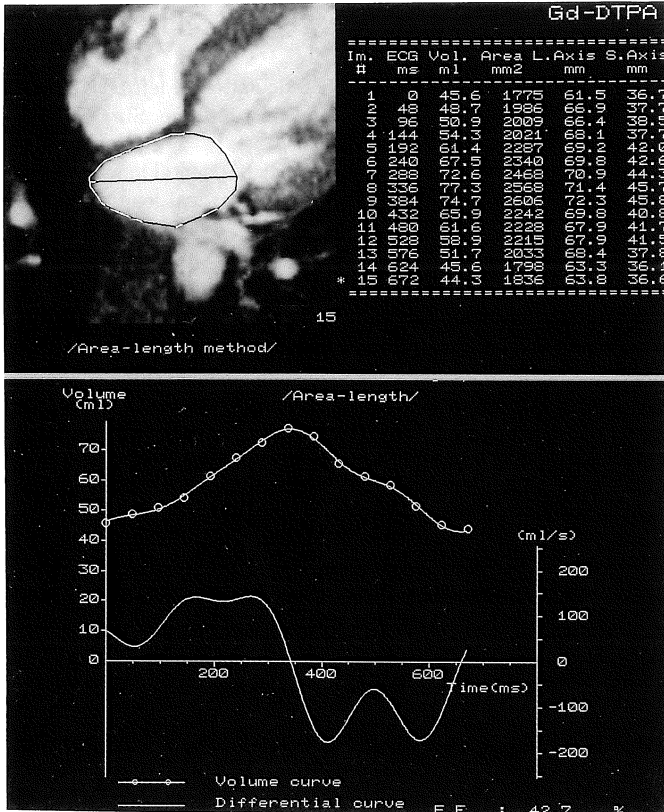


Fig.2. Left atrial volume-time profile during one cardiac cycle, obtained from monoplane area-length method on horizontal long axis section.

Upper panel : numerical presentation  
 image #. 1 : minimal volume of left atrium.  
 image #. 8 : maximal volume of left atrium.  
 image #. 12 : left atrial volume at the beginning of left atrial active contraction.  
 image #. 12-15 : left atrial active contraction volume.

Lower panel : volume-time profile and differential curve of left atrium.

より area-length 法で左房容積 (LAm<sub>ax</sub>. I, LA<sub>min</sub>. I, LA-VC) を求めた<sup>10)</sup>。左房辺縁のトレースはすべて的手法によった。

結 果

1) 超高速シネ MRI 法による左房造影の画質

水平長軸断面及び垂直長軸断面の左房画質を 891 例で検討した。水平長軸断面で good は 703 例 (78.9%), fair は 89 例 (10.0%), poor は 99 例 (11.1%) であった。垂直長軸断面では good が 677 例 (76.0%), fair は 97 例 (10.9%), poor が 117 例 (13.1%) であった。いずれも poor は正確な左房断面が得られていない症例が多くを占めていた。左房容積の算出は水平長軸断面で 88.9% に、垂直長軸断面で 86.9% に可能であった。

2) 超高速シネ MRI 法と経静脈 DSA 法による左房容積の比較

左房容積算出法の精度は、Gd-DTPA 超高速シネ MRI が良好に施行しえた 26 例で検討した

(Fig.3)。左房最大容積係数 (LAm<sub>ax</sub>. I) は MRI 法 (y) と DSA 法 (x) の間で  $y = 0.780x + 4.15$ ,  $r = 0.934$ ,  $p < 0.001$  の有意な正相関が見られたが MRI 法で過小評価した。左房最小容積係数 (LA<sub>min</sub>. I) も  $y = 0.755x + 3.08$ ,  $r = 0.941$ ,  $p < 0.001$  と有意な正相関を示したが MRI 法で過小評価した。

3) 種々の心疾患における左房容積

LAm<sub>ax</sub>. I は正常例 (n=59) で  $30 \pm 5 \text{ ml/m}^2$ 、左室肥大を伴う高血圧症例 (n=68) で  $49 \pm 8 \text{ ml/m}^2$ 、陳旧性心筋梗塞 (n=65) で  $56 \pm 17 \text{ ml/m}^2$ 、僧帽弁狭窄症/閉鎖不全症 (n=21) で  $94 \pm 30 \text{ ml/m}^2$ 、心房細動 (n=28) で  $80 \pm 20 \text{ ml/m}^2$ 、拡張型心筋症 (n=18) で  $71 \pm 28 \text{ ml/m}^2$ 、肥大型心筋症 (n=21) で  $65 \pm 22 \text{ ml/m}^2$  であった (Fig.4)。

LA<sub>min</sub>. I は正常例で  $17 \pm 5 \text{ ml/m}^2$ 、高血圧症例で  $27 \pm 7 \text{ ml/m}^2$ 、陳旧性心筋梗塞で  $37 \pm 17 \text{ ml/m}^2$ 、僧帽弁狭窄症/閉鎖不全症で  $72 \pm 30 \text{ ml/m}^2$ 、心房細動で  $66 \pm 17 \text{ ml/m}^2$ 、拡張型心筋症で  $53 \pm 30 \text{ ml/m}^2$ 、肥大型心筋症で  $44 \pm$

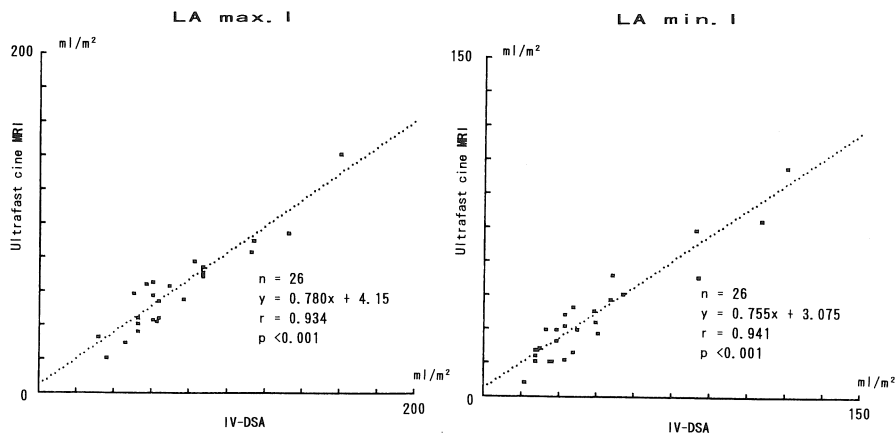


Fig.3. Correlation of left atrial volumes between contrast-enhanced ultrafast cine MRI (biplane modified Simpson's method) and digital subtraction left atrial angiography (IV-DSA, biplane area-length method).

Left panel : maximal volume index of left atrium (LA max.I)

Right panel : minimal volume index of left atrium (LA min.I)

LA max.I and LA min.I showed high correlation between MRI and DSA.

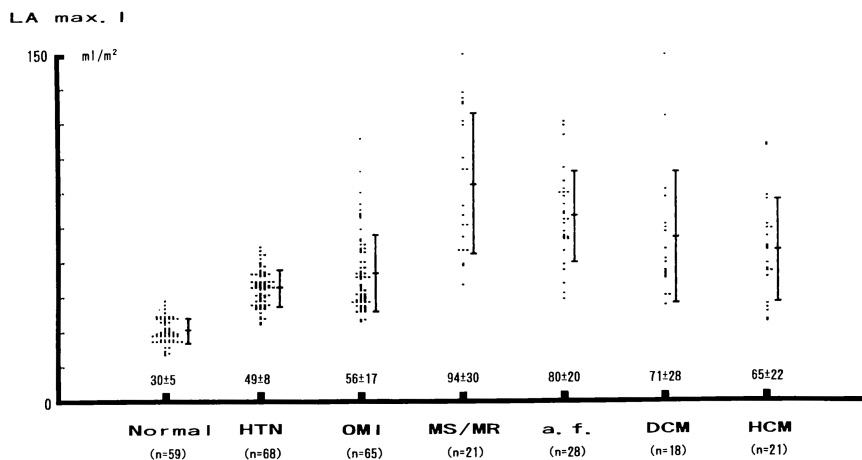


Fig.4. Maximal volume index of left atrium (LA max.I) in various diseases. Abbrev. HTN ; hypertension, OMI ; old myocardial infarction, MS/MR ; mitral stenosis / mitral insufficiency, a.f. ; atrial fibrillation, DCM ; dilated cardiomyopathy, HCM ; hypertrophic cardiomyopathy.

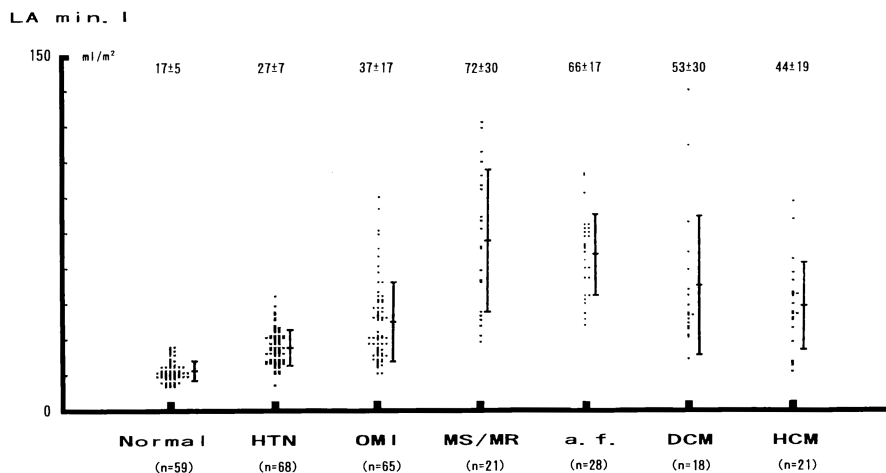


Fig.5. Minimal volume index of left atrium (LA min.I) in various diseases. Abbrev. : same as Fig.4.

19ml/m<sup>2</sup>であった (Fig.5).

LA-VC (%) は正常例で 44.5±9.5%, 高血圧症例で 45±10%, 陳旧性心筋梗塞で 35±13%, 僧帽弁狭窄症/閉鎖不全症で 26±12%, 心房細動で 16±6%, 拡張型心筋症で 29±14%, 肥大型心筋症で 33±13%であった (Fig.

6).

#### 4) 種々の心疾患における能動的左房収縮

水平長軸断面で1方向 area-length法を用いて良好な左房容積変化曲線を作成しえた89例で、左房の能動的収縮開始時の左房容積(x軸)と能動的左房収縮量(y軸)を検討した。

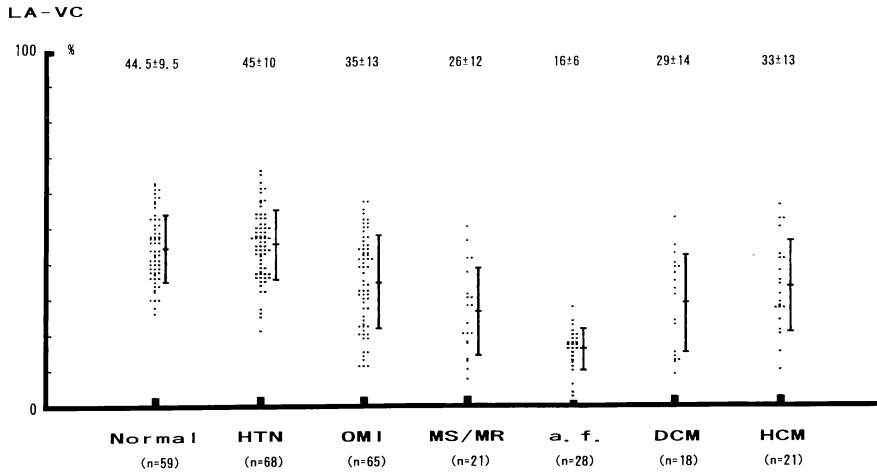


Fig.6. Maximal volume change of left atrium (LA-VC) in various diseases. Abbrev. same as Fig.4. LA-VC were largest in patients with hypertension.

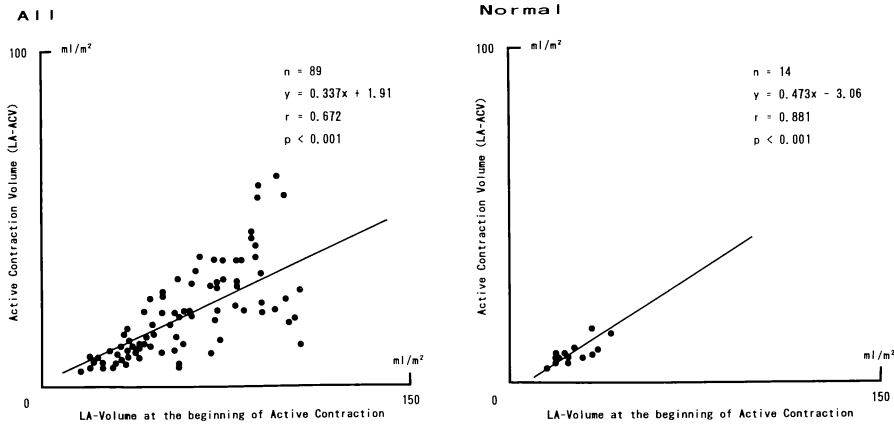


Fig.7. Correlation of left atrial volume at the beginning of active contraction and left atrial active contraction volume (LA-ACV). The left atrial volume at the beginning of active contraction and LA-ACV showed high correlation in all cases and normal controls. Left panel : sum of examined cases. Right panel : normal controls.

左房の能動的収縮開始時の左房容積と能動的収縮量は有意な正相関を示し、左房前負荷が増加すれば能動的左房収縮量は増加した。正常例 (n=14) では相関係数は  $r=0.881$  ときわめて良好であった (Fig.7)。高血圧症 (n=15) でもその相関は良好であり、また肥大型心筋症 (n=

20) でも  $r=0.609$  と有意な正相関を示した (Fig.8)。陳旧性心筋梗塞 (n=27) でも  $r=0.729$  の良好な相関を示したが、拡張型心筋症 (n=13) では有意な相関が見られず、左房前負荷が大きい割には能動的左房収縮量は増加せず、左房の収縮能の低下が疑われた (Fig.9)。

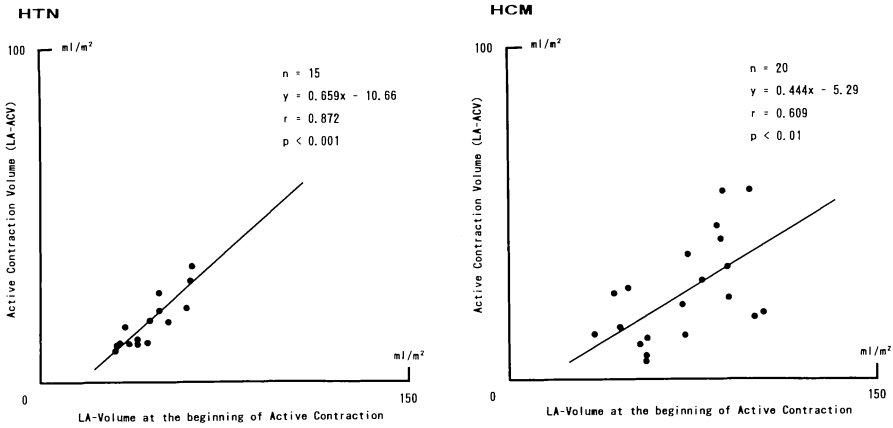


Fig.8. Correlation of left atrial volume at the beginning of active contraction and left atrial active contraction volume (LA-ACV). These two left atrial volume parameters showed significant correlation. Left panel : hypertension (HTN). Right panel : hypertrophic cardiomyopathy (HCM)

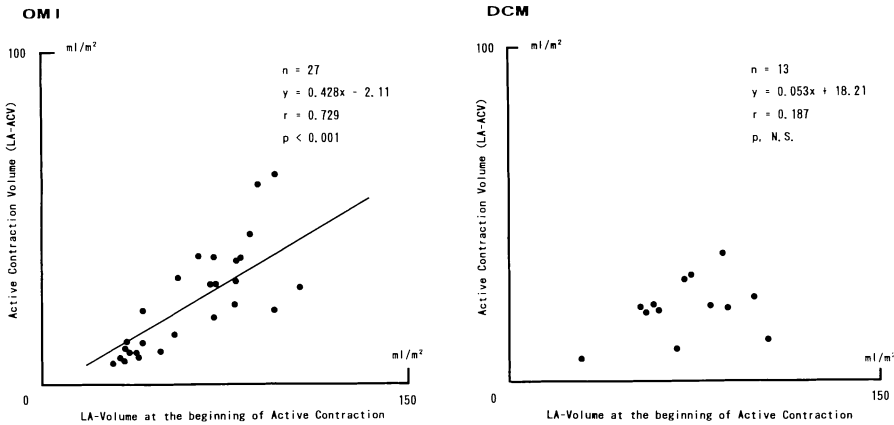


Fig.9. Correlation of left atrial volume at the beginning of active contraction and left atrial active contraction volume (LA-ACV). These left atrial volume parameters showed significant correlation in patients with old myocardial infarction (OMI), but insignificant in dilated cardiomyopathy (DCM). Left panel : old myocardial infarction (OMI). Right panel : dilated cardiomyopathy (DCM).

考 察

従来の心電図同期シネ MRI は一断面の画像収集に数分から10分前後必要とされ、2断面の収集時間と後処理では、さらに長時間を必要とするため日常臨床に用いられることは少なかった。

た。

しかし、今回われわれが用いた超高速シネ MRI 法は、Gd-DTPA を心臓初期循環中に静脈内投与しなければならないという欠点はあるが、一回の息止め下に16心拍で一周期の全画像が収集可能なため、検査時間が従来法に比し飛躍的

に短縮され、また得られた画像も良好なコントラストを有していた。左房容積は水平長軸断面で 88.9%、垂直長軸断面で 86.9% に算出可能であり、十分臨床使用可能であった。最近では本法の画像コントラストの良さを利用して、左室容積算出のための自動輪郭抽出法が開発され<sup>11)</sup>、処理時間も 1 画像 4 秒まで短縮されたため、全検査時間は更に短縮されて来ている。

左房容積は種々の方法で求められるが、心血管造影法が基準とされている<sup>12)~16)</sup>。これまで MRI を用いた 2 方向 modified Simpson 法による左房容積算出の報告は見られない。心血管造影法では左房を回転楕円体と仮定し、area-length 法と回帰式及び補正式を用いて容積を求めているが<sup>12)</sup>、左房は左室に比し楕円体よりも球体に近く、より正確には true Simpson 法が必要とされる。今回われわれが用いた 2 方向 modified Simpson 法<sup>9)</sup>は従来の area-length 法よりも左房容積をより正確に反映していると考えられる。われわれの MRI 法は DSA 法に比し左房容積を過小評価しているが、この原因に両者の用いた計算式が異なること、用いた断面が異なること、投影像と断層像との相違、DSA 法で左房と肺静脈との結合部や心耳を一部含むこと、などのため DSA 法で大きく算出している可能性も考えられる。特に設定した左房断面が血管造影で用いられる断面（正面像と側面像あるいは右前斜位 30°と左前斜位 60°）と異なり、左室長軸水平断面と垂直断面に含まれる左房 2 断面であり、常に面積が最大となる断面とは限らず、特に左房拡大の見られる僧帽弁疾患などでは変形と変位のため、最大断面からずれることが考えられる。このような断面の設定方法が MRI 法で過小評価する原因になっていることも考えられる。今回用いた MRI 法では真値に対する補正式は用いていないが、今後血管造影法との間の回帰式及び補正式が必要と思われる。今回対象とした心疾患では、いずれも左房容積は正常例に比し有意に増加していたが、特に僧帽弁疾患ではそれが著しく、心房細動や拡張型心

筋症、肥大型心筋症でも著明に増加していた。

左房容積変化曲線はこれまで主に心血管造影法で検討されて来たが<sup>15),16)</sup>、MRI による検討はあまりされていない。左房の能動収縮直前の左房容積は左房前負荷と考えられ<sup>17),18)</sup>、左室拡張能障害が進行すれば、左房前負荷を増加させると同時に左房能動的収縮量も増加させ、左房から左室への血液流入を保つ代償機構（いわゆる左房の Frank-Starling 機序）が働くと考えられている<sup>19)</sup>。今回の検討でも種々の心疾患において、左房能動的収縮直前の左房容積と左房能動的収縮量の間には有意な正相関が見られた。

しかし、拡張型心筋症ではこの関係が見られず、左房能動的収縮直前の左房容積（左房前負荷）が著しく増加しているにもかかわらず、左房能動的収縮量はあまり増加せず、Frank-Starling 機序の破綻が推測された。左房に対する後負荷としての左室拡張末期圧の著明な上昇とともに左房収縮力の障害が加わり、いわゆる左房後負荷 mismatch の状態が起こっていると考えられた。心エコー法では以前より拡張型心筋症のより進行した病期での僧帽弁前尖運動の擬正常化が報告され<sup>20)</sup>、左室拡張末期圧の異常な上昇による左房後負荷 mismatch が指摘されている。低左心機能症例に見られる能動的左房収縮時相での肺静脈への逆流の存在<sup>20)</sup>を考慮すれば、拡張型心筋症では左室への流入量が計算値以上に減少していることが推測される。

## 結 語

Gd-DTPA を用いた超高速心臓シネ MRI 法は、短時間で 2 方向 modified Simpson 法による左房容積を算出することができ、従来の心血管造影法に比し過小評価するものの、良好な相関を示した。また 1 方向 area-length 法で求めた左房容積変化曲線を用いて booster pump としての左房機能の詳細な評価が種々の心疾患において可能であった。左房は前負荷を増加させることによって能動的左房収縮量を増加させる



機序が働くが、拡張型心筋症では左室拡張障害を反映して、左房前負荷が増加する割りには能動的収縮量は増加せず、左房筋の収縮特性の障害が推測された。

文 献

- 1) Atkins DJ, Burstein D, Edelman RR : First-pass cardiac perfusion : evaluation with ultrafast MR imaging. *Radiology*, 174 : 757-762, 1990.
- 2) Fram J, Merboldt KD, Bruhn H, Gyngell ML, Hanicke W, Chien D : 0.3-second FLASH MRI of the human heart. *Magn Reson Med*, 13 : 150-157, 1990.
- 3) Mansfield P : Multiplanar image formation using NMR spin-echoes. *J Phys C Solid State Phys*, 10 : L55-L58, 1977.
- 4) Worthington BS, Mansfield P : The clinical application of echo planar imaging in neuroradiology. *Neuroradiology*, 32 : 367-370, 1990.
- 5) Edelman RR, Wallner B, Singer A, Atkinson DJ, Saini S : Segmented turbo FLASH : method for breath-hold MR imaging of the liver with flexible contrast. *Radiology*, 177 : 515-512, 1990.
- 6) Atkins DJ, Edelman RR : Cineangiography of the heart in a single breath hold with a segmented turbo-FLASH sequence. *Radiology*, 178 : 357-360, 1991.
- 7) 松村憲太郎, 中瀬恵美子, 灰山 徹, 他 : Gd-DTPA 造影高速シネ MRI を用いた左室血行動態の評価. *日磁医誌*, 12 : 215-222, 1992.
- 8) Matsumura K, Nakase E, Haiyama T, Takeo K, Shimizu K, Yamasaki K, Kohno K : Determination of cardiac ejection fraction and left ventricular volume : contrast-enhanced ultrafast cine-MR imaging vs IV digital subtraction ventriculography. *AJR*, 160 : 979-985, 1993.
- 9) Chapman CB, Baker O, Reynolds J, et al. : Use of biplane cinefluorography for measurement of ventricular volume. *Circulation*, 18 : 1105, 1958.
- 10) Matsumura K, Nakase E, Kawai I, Saito T : Clinical evaluation of cardiac intravenous digital subtraction angiography-functional analysis of the four cardiac chambers. *Medical Review*, 41 : 1-13, 1992.
- 11) 松村憲太郎, 中瀬恵美子, 川合一良, 灰山 徹, 斎藤孝行, 橘川信忠, 宇都宮真一, 飯島直人, 山崎一成, 藤田明德 : Gd-DTPA 造影超高速シネ MRI を用いた左室容積変化曲線の検討—左心室輪郭自動抽出開発と臨床応用. *日磁医誌*, 14 : 254-263, 1994.
- 12) Sauter HJ, Dodge HT, Johnston RR, Graham TP : The relationship of left atrial pressure and volume in patients with heart disease. *Am Heart J*, 67 : 635-642, 1964.
- 13) Hawley RR, Dodge HT, Graham TP : Left atrial volume and its changes in heart disease. *Circulation*, 34 : 989-996, 1966.
- 14) Murray JA, Kennedy JW, Figley MM : Quantitative angiography : II. The normal left atrial volume in man. *Circulation*, 37 : 800-804, 1968.
- 15) Tomizawa T, Ishimitsu T, Takeda T, Ajisaka R, Ogawa T, Sugishita Y, Akisada M, Ito I : Left atrial function in ischemic heart disease assessed by intravenous digital subtraction angiography. *J Cardiol*, 22 : 595-605, 1992.
- 16) 加川憲作, 荒川迪生, 三輪啓志, 野田俊之, 西垣和彦, 伊藤義巳, 平川千里 : 左房・左室造影法による左室拡張期左房機能の検討. *J Cardiol* 24 : 317-325, 1994.
- 17) Matsuda Y, Toma Y, Ogawa H, Matsuzaki M, Katayama K, Fujii T, Yoshino F, Moritani K, Kumada T, Kusakawa R : Importance of left atrial function in patients with myocardial infarction. *Circulation*, 67 : 566-571, 1983.
- 18) Yamaguchi M, Arakawa M, Tanaka T, Nagano T, Hirakawa S : Study on left atrial contractile performance : Participation of Frank-Starling mechanism. *Jpn Circ J*, 51 : 1001-1009, 1987.
- 19) Rahimtoola SH, Ehsani A, Sinno MZ, Loeb HS, Rosen KM, Gunnar RM : Left atrial transport function in myocardial infarction. Importance of its booster pump function. *Am J Med*, 59 : 686-694, 1975.
- 20) Appleton CP, Hatle LK, Popp RL : Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function : New insights from a combined hemodynamics and doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol*, 12 : 426-440, 1988.
- 21) Naito M, Dreifus LS, David D, Michelson EL, Mardelli TJ, Kmetzo JJ : Reevaluation of the role of atrial systole to cardiac hemodynamics :

Evidence for pulmonary venous regurgitation during abnormal atrioventricular sequential pac-

ing. Am Heart J, 105 : 295-302, 1983.

## Assessment of Left Atrial Volume by Gd-DTPA-enhanced Ultrafast Cine MRI : Hemodynamic Assessment in Various Diseases

Kentaro MATSUMURA<sup>1</sup>, Emiko NAKASE<sup>1</sup>, Masashi HASHI<sup>1</sup>,  
Ichiro KAWAI<sup>1</sup>, Takayuki SAITO<sup>2</sup>, Tohru HAIYAMA<sup>2</sup>,  
Nobutada KIKKAWA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Cardiology, <sup>2</sup>Department of Radiology, Kyoto Minami Hospital  
8 Minaminakano-cho, Nishishichijyo, Shimogyo-ku, Kyoto 600

To assess the validity of contrast-enhanced breath-hold ultrafast cine MR imaging in left atrial (LA) volumes (LA max.I : maximal volume index of LA / LA min.I : minimal volume index of LA) and LA-volume curve, this method was compared with intra-venous digital subtraction left atrial angiography (DSA) in serial 26 patients. The pulse sequence of ultrafast cine MRI were TR 8ms, TE 3.2ms, matrix 128×96 and NEX 1. The contrast-enhanced ultrafast cine MRI was shown to provide accurate left atrial images with higher success rate (88.9% in horizontal long axis view and 86.9% in vertical long axis view) in serial 891 cases. Comparison with LA volumes showed a high correlation (LA max.I :  $r=0.934$ ,  $p<0.001$  / LA min.I :  $r=0.941$ ,  $p<0.001$ ) between ultrafast cine MRI and DSA, but LA volumes were underestimated in MRI. The left atrial volumes were calculated with biplane modified Simpson's rule method on horizontal and vertical long axis sections. Normal LA volumes obtained by ultrafast cine MRI were  $30\pm 5\text{ml/m}^2$  in maximum and  $17\pm 5\text{ml/m}^2$  in minimum. In patients with hypertension, old myocardial infarction, mitral valve diseases, dilated cardiomyopathy (DCM) and hypertrophic cardiomyopathy, LA-volumes were significantly increased. The LA-volumes at the beginning of left atrial active contraction were significantly correlated with LA-volume of active contraction. However, in patients with DCM, these statistical correlation were not demonstrated. In patients with DCM, preload of LA were increased, but LA-volumes of active contraction were not increased. For this reason, the afterload mismatch of LA was suspected in DCM. In conclusion, the contrast-enhanced ultrafast cine MRI is useful for determining LA volumes and LA volume curves.