

磁気共鳴映像の心血管系診  
断への応用：とくに縦断像  
の有用性

Magnetic resonance  
imaging of cardiovascu-  
lar diseases: Advantages  
of coronal and sagittal  
planes

渡辺 滋  
榊原 誠  
今井 均  
諸岡 信裕  
宿谷 正毅  
増田 善昭  
稲垣 義明

Shigeru WATANABE  
Makoto SAKAKIBARA  
Hitoshi IMAI  
Nobuhiro MOROOKA  
Masaki SHUKUYA  
Yoshiaki MASUDA  
Yoshiaki INAGAKI

**Summary**

The usefulness of coronal and sagittal sections of the cardiovascular system by magnetic resonance imaging was evaluated. Coronal, sagittal and transverse spin echo scans using ECG-nongating and gating during systole and diastole were performed for five normal volunteers, 91 with heart diseases (25 valvular disease, 28 ischemic heart disease, 14 cardiomyopathies, 14 congenital malformations, four pericardial diseases, and six others) and 32 patients with aortic abnormalities (17 aneurysms, 10 dissections and five others) using a 2.5 KGauss unit. Cardiac gating necessitated six to eight min per scan, but it was mandatory to obtain clear images of the details. On the other hand, in most of the aortic abnormalities, diagnostic images were obtained by the ECG-nongating technique which required only about 2.5 min per scan.

Coronal and sagittal sections were useful for estimating the entire shape and size of each cardiac chamber and intracardiac thrombi, the extent of postinfarctional wall thinning and cardiac aneurysms, and hypertrophy or narrowing of both the ventricular outflow tracts and apex. These planes were particularly useful, and more contributory than transverse planes for detecting inferior myocardial damage such as infarction.

A few coronal and sagittal scans were sufficient to diagnose extensive lesions of the aorta, such as atherosclerosis, dissections and the aortitis syndrome. Local lesions such as coarctation, supra-valvular aortic stenosis, annulo-aortic ectasia and aneurysm, especially those originating in the inferior wall of the aortic arch were easily discovered. Since the main arteries, such as the innominate, left common carotid, left subclavian and renal arteries, were clearly demonstrated by coronal images, coronal scans were considered more useful than transverse ones for observing the relationship between these

千葉大学医学部 第三内科  
千葉市亥鼻 1-8-1 (〒280)

The Third Department of Internal Medicine, Chiba  
University School of Medicine, Inohana 1-8-1,  
Chiba 280

Received for publication February 28, 1985; accepted April 24, 1985 (Ref. No. 29-K6)

arteries and dissections or aneurysms of the arch and of the abdominal aorta.

### Key words

Magnetic resonance imaging (MRI) Cardiovascular system Cardiac gating Coronal section  
Sagittal section

## はじめに

近年, 著しい発展を遂げている磁気共鳴映像法 (MRI) は心血管系の診断分野でも注目されており, その有用性について多くの報告がある<sup>1-5)</sup>. しかし, 本法の特徴の一つである縦断像の有用性に関しては, 報告が少ない. 今回, 我々は心血管系 MRI のうち, 主に縦断像 (冠状断, 矢状断) の有用性について検討を行ったので報告する.

## 対象と方法

対象は健常志願者 5 例, 及び各種循環器疾患として, 弁膜症 25 例, 虚血性心疾患 28 例 (心筋梗塞 24 例, 狭心症 4 例), 先天性心疾患 14 例, 心筋症 14 例, 心膜疾患 4 例, 真性大動脈瘤 17 例, 大動脈解離 10 例, その他 11 例の計 128 例である. 使用した装置 (Table 1) は Picker 製の超伝導型 (0.25 テスラ) で, 画像収集はスピネエコー法で行われる. 画像の種類としてスピネエコー (SE) 像と反転回復 (IR) 像が得られ, 全身用の空間分解能は 2 mm である. 画像加算は 4 回または 2 回である. スライス幅は選択式で, 我々は X 線 CT と同様に 10 mm を用いた. 1 スキャン時間はパルス繰り返し時間 (TR), 画像加算平均の回数と一画像当りの走査線の数の積で計算される. たとえば, 心拍非同期法の場合, TR が 300 msec, 画像加算平均が 4 回, 走査線数が 128 では 2.5 分弱を要する. 心拍同期法 (心電図 R 波にトリガーをかけて, 任意の時相でパルスを発生する) の場合, パルス繰り返し時間は心電図の RR 間隔に一致し, したがってスキャン時間は心拍数によって左右され, 心拍数が毎分 60 では約 8.5 分を要する. スキャン時間が長いので, 呼吸停止が出来ないので, 静かな浅い呼吸をするように指示した. 一人

の検査時間は 1 時間以内とした. なお, 我々の予備研究によれば, 短いスキャン時間で, かつ出来るだけ画質の良い心拍非同期 SE 像を得る条件は, パルス繰り返し時間が 300 msec, エコー時間 (TE) が 24 msec であったので, 以下この条件でスキャンを行った. 心拍同期スピネエコー像ではパルス繰り返し時間は前述した通りで, エコー時間は本機のプロトコール上, 40 msec, または 60 msec であった. 仰臥位にした被検者の四肢または胸部に非磁性体電極を付け, まず, 胸の厚さの中央で冠状断の非同期スキャンを行い (Fig. 1). これを基準にして, 疾患に応じて, 水平断層, 矢状断層, 冠状断層の選択とスキャンレベルの位置決めを行った.

Fig. 1 は心膜液貯留を伴う肥大型閉塞性心筋症の胸部 X 線写真と, 非同期 MRI の冠状断スピネエコー像 (300/24) である. 胸部 X 線写真では心血管陰影は一樣で, 各構造物の同定は困難であったが, MRI では T<sub>1</sub> 値の長い血液, 心膜液, 及びプロトン密度の少ない空気 (肺, 気管) は低信号領域として画像上黒く, 一方, T<sub>1</sub> 値の短い脂肪は高信号領域として画像上白く, また心筋, 腱索, 弁などはその中間色に描出されたため, X 線 CT と異なり, 造影剤を使用せずにそれらの解剖学的な関係や大きさが明瞭に示された. すなわち, ここでは右房, 左室, 左室壁, 肺動脈, 上行大動脈, 上大静脈, 心膜液がみられた. 頸部では腕頭動静脈, 頸動脈などの血管も明らかであった.

## 結 果

### 1. 正常胸部縦断像

MRI の水平横断像は X 線 CT のそれと本質的に同じ解剖像なので, ここでは省略し, X 線

**Table 1. Performance of Picker's imager (superconducting magnetic resonance scanner)**

Magnet:	Superconductive, 0.25 Tesla
Imaging mode:	Spin echo method Spin echo Inversion recovery Computed T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub>
Imaging techniques:	Single slice Multislice (4, 8, 16 slices) ECG gating Transverse, coronal and sagittal planes
Image reconstruction:	Two-dimensional Fourier transformation
Slice thickness:	5, 10, 15 and 20 mm
Input data:	128×128, 256×256 Matrix
Display system:	256×256, 512×512 Matrix
Spatial resolution:	2 mm

Abbreviations used in this table and in the following figures are as follows:

AA=ascending aorta	An=aortic aneurysm	AR=aortic root
Arch=aortic arch	AV=aortic valve	AZ=azygos vein
BCT=brachiocephalic trunk	BCV=brachiocephalic vein	CA=carotid artery
CS=coronary sinus	DA=descending aorta	E=pericardial effusion
ED=enddiastole	ES=endsystole	F=false lumen
HV=hepatic vein	IJV=internal jugular vein	IVC=inferior vena cava
LA=left atrium	LuA=lumbar artery	LV=left ventricle
PA=pulmonary artery (r=right, l=left)	PM=papillary muscle	PV=pulmonary vein (r=right, l=left)
RA=right atrium	ReA=renal artery	RV=right ventricle
RVOT=right ventricular outflow tract	SCA=subclavian artery	SCV=subclavian vein
SVC=superior vena cava	T=true lumen	th=thrombus
Tr=trachea	TV=tricuspid valve	

CT では直接的に撮影出来ない冠状断層と、矢状断層を呈示した。Figs. 2, 3 は非同期スピネコー (300/24) 像の冠状断層と矢状断層で、それぞれ番号順に前者は胸壁厚のほぼ中央から背方に (Fig. 2) 後者は心の右縁から左へ (Fig. 3), 1~2 cm ずつ向っている。それぞれの図に示すように、各心房、各心室、血管が区別され、それらの大きさ、位置関係が明らかである、しかし、動脈、静脈、気管支はいずれも同程度の低信号強度で描出されたため、それらの区別には位置や走行などの解剖学的所見を参考にしなければならなかった。

## 2. 病的胸部・腹部縦断像 代表例を呈示する。

Fig. 4 は左房内血栓を有する僧帽弁狭窄症例である。左図は大動脈基部レベルの水平断層、右図は椎体中央部における矢状断層の非同期スピネコー像 (300/24) である。拡大した左房の右後壁に付着する高信号の強い血栓が、上下方向への拡がりとして矢状断層で認められた。また、右心系 (右房、右室、肺動脈) や、大動脈の内腔はほとんど信号がみられないのに対して、左房内腔は血栓の周囲に低信号領域がまだら状に散在し、これは血流の停滞を反映するものと思われた。

この血流の影響を除き、血栓を更に鮮明にするため、反転回復像と飽和回復像を撮影し、それから T<sub>1</sub> 計算画像を得た (Fig. 5)。T<sub>1</sub> 像ではスピネコー像とは逆に、T<sub>1</sub> 値の大きい血液は高信号

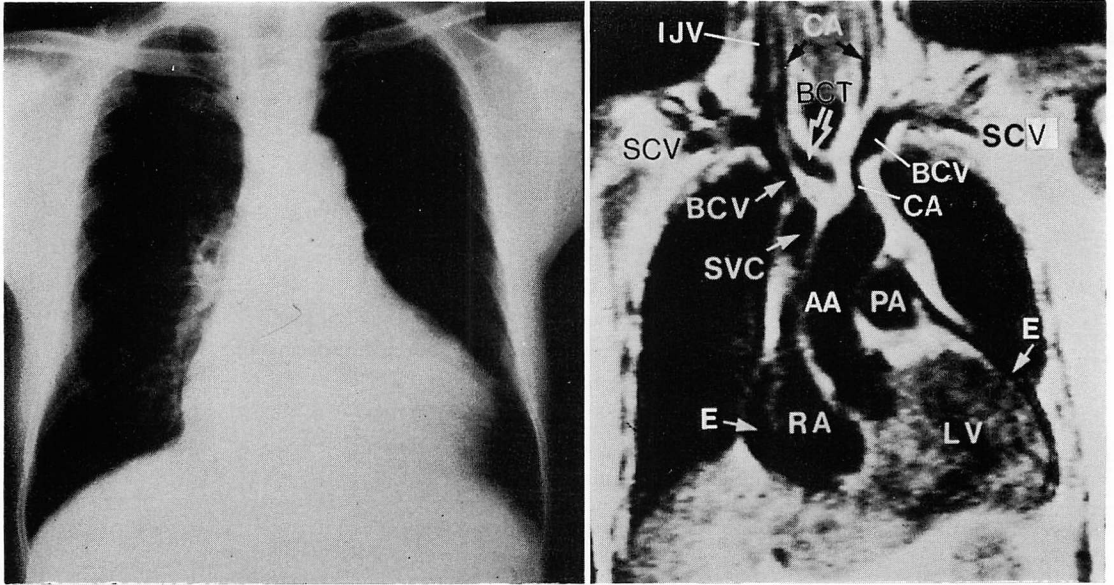


Fig. 1. Chest radiograph and nongated coronal SE 300/24 scan at the center of the thorax in hypertrophic obstructive cardiomyopathy.

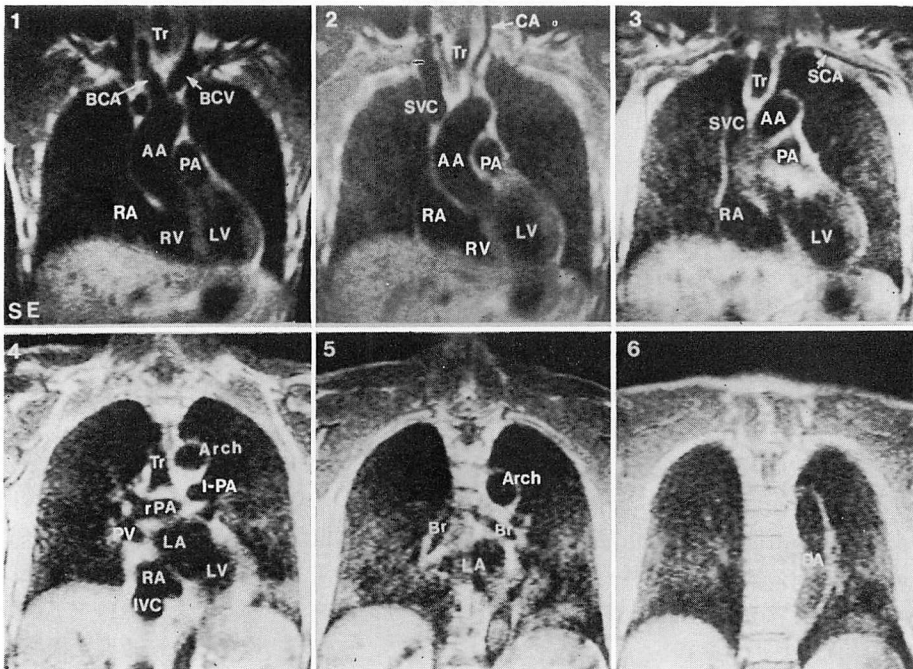


Fig. 2. Nongated coronal SE scans from anterior (1) to posterior (6) in a normal volunteer.

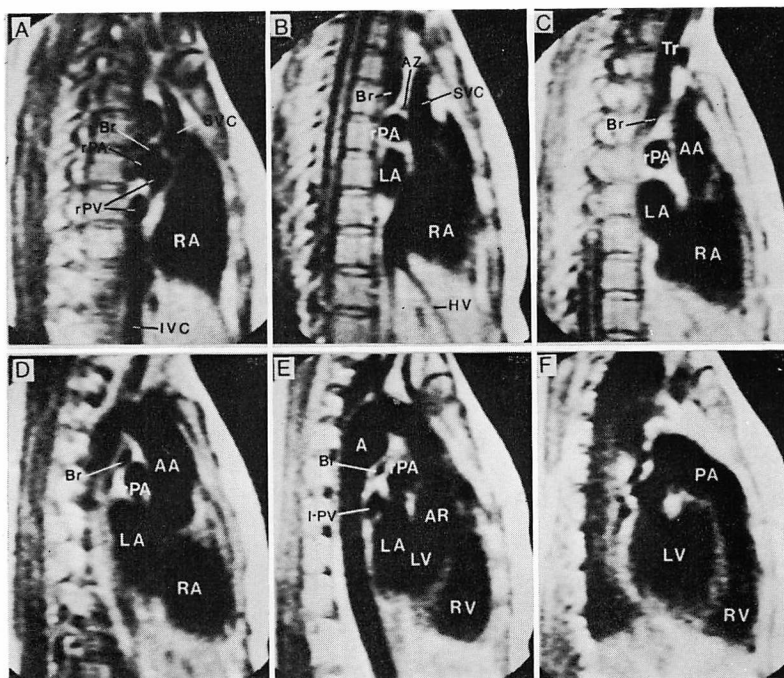


Fig. 3. Normal nongated sagittal SE scans of the thorax from right (A) to left (F).

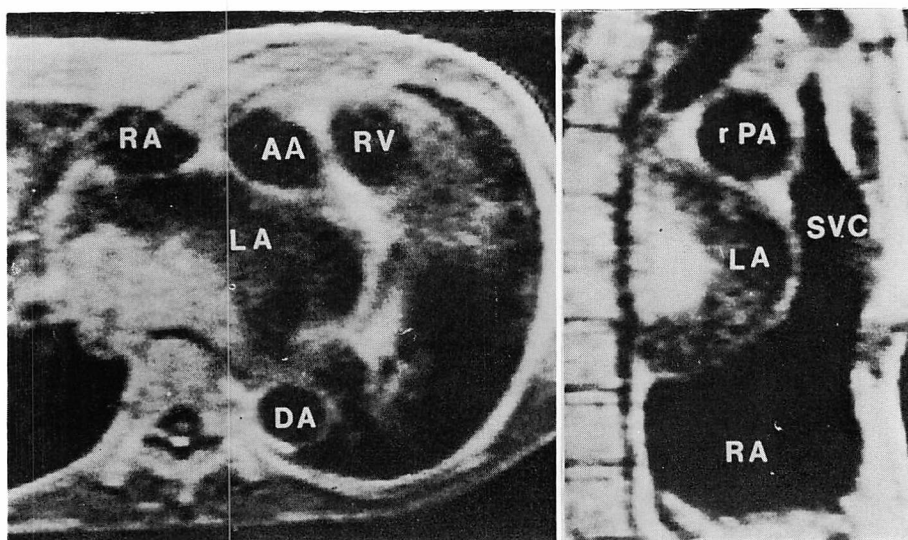


Fig. 4. Nongated transverse and sagittal SE scans of the left atrial thrombus in mitral stenosis.

Low signal intensity surrounds high signal intensity-thrombus in the enlarged left atrium but no low signal intensity is seen in the aorta and right cardiac system. This suggests relatively slow flow in the left atrium.

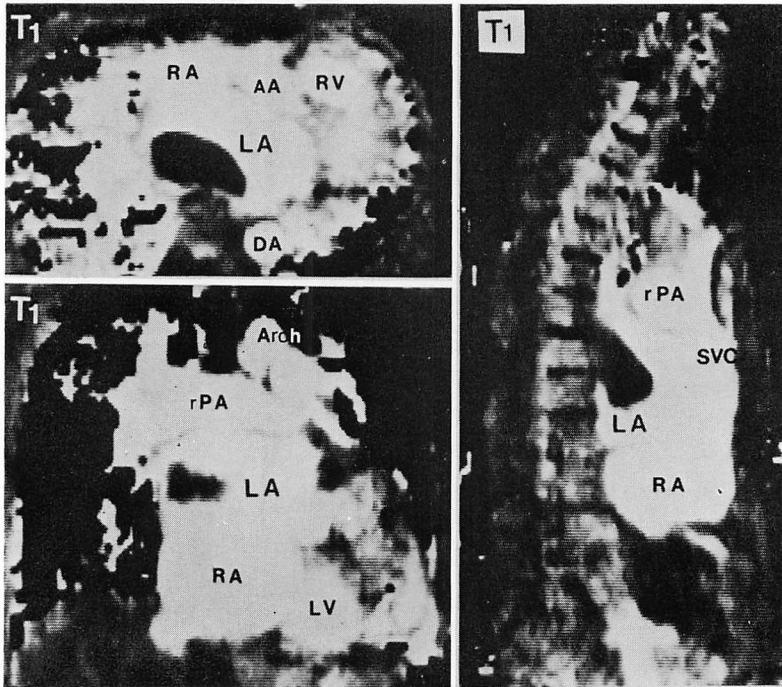


Fig. 5. T<sub>1</sub> images in transverse, coronal and sagittal planes in the same case of Fig. 4. The thrombus is shown as dark area and its margin is clearer than one by SE image.

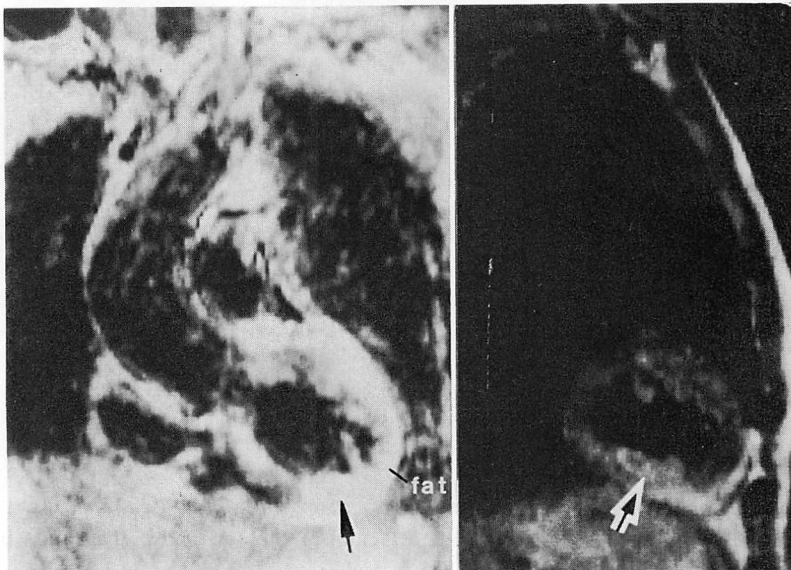
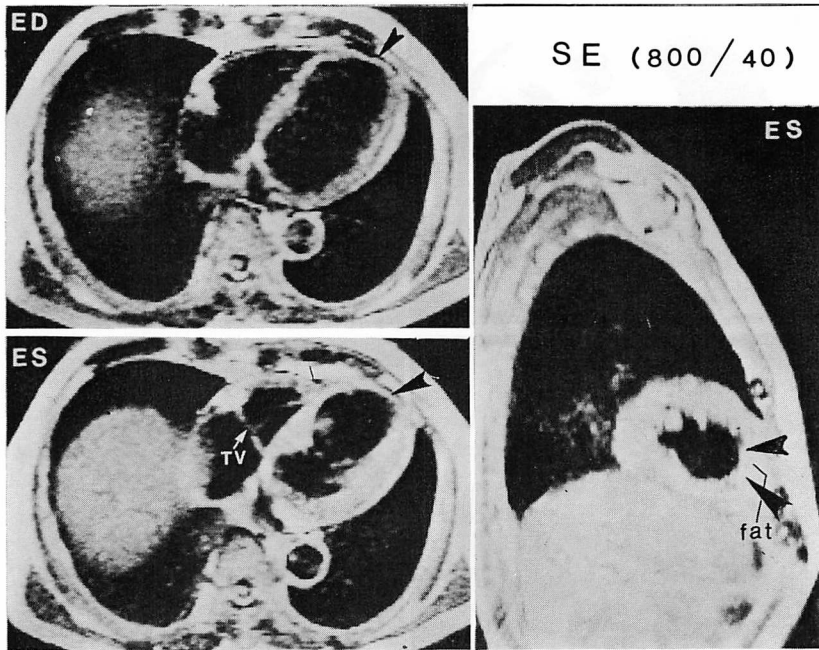


Fig. 6. Gated coronal and sagittal SE 1090/40 scans of acute inferoposterior myocardial infarction.

The infarction site is detected as higher signal intensity than the intact myocardium (arrows).





**Fig. 7.** Gated transverse and sagittal SE 800/40 images of old anterior myocardial infarction.

Systolic wall thinning is shown at the anterior part of the interventricular septum and anterior wall in the transverse plane and from the mid-ventricle to the apex in the sagittal plane (arrowheads).

に、 $T_1$  値の小さい血栓は低信号に表わされ、かつ血栓周囲の血流の影響は除かれ、血栓の輪郭は明瞭となった。

**Fig. 6** は下後壁梗塞発症後 8 日目の、心拍同期による冠状断層と矢状断層のスピンエコー (1090/40) 像である。部位が下壁のために、水平断層撮影の造影 X 線 CT では梗塞所見が得られなかったが、MRI ではそれぞれの図の矢印で示す部分に、梗塞部位が周囲の健常左室心筋よりもやや強い信号強度として、認められた。これは梗塞部の浮腫により、プロトン密度や  $T_1$  値、 $T_2$  値が増大するためといわれている<sup>6,7)</sup>。この高信号領域は、第 5 病日に施行した  $^{99m}\text{Tc}$  ピロリン酸の心筋シンチによる梗塞部位に一致していた。

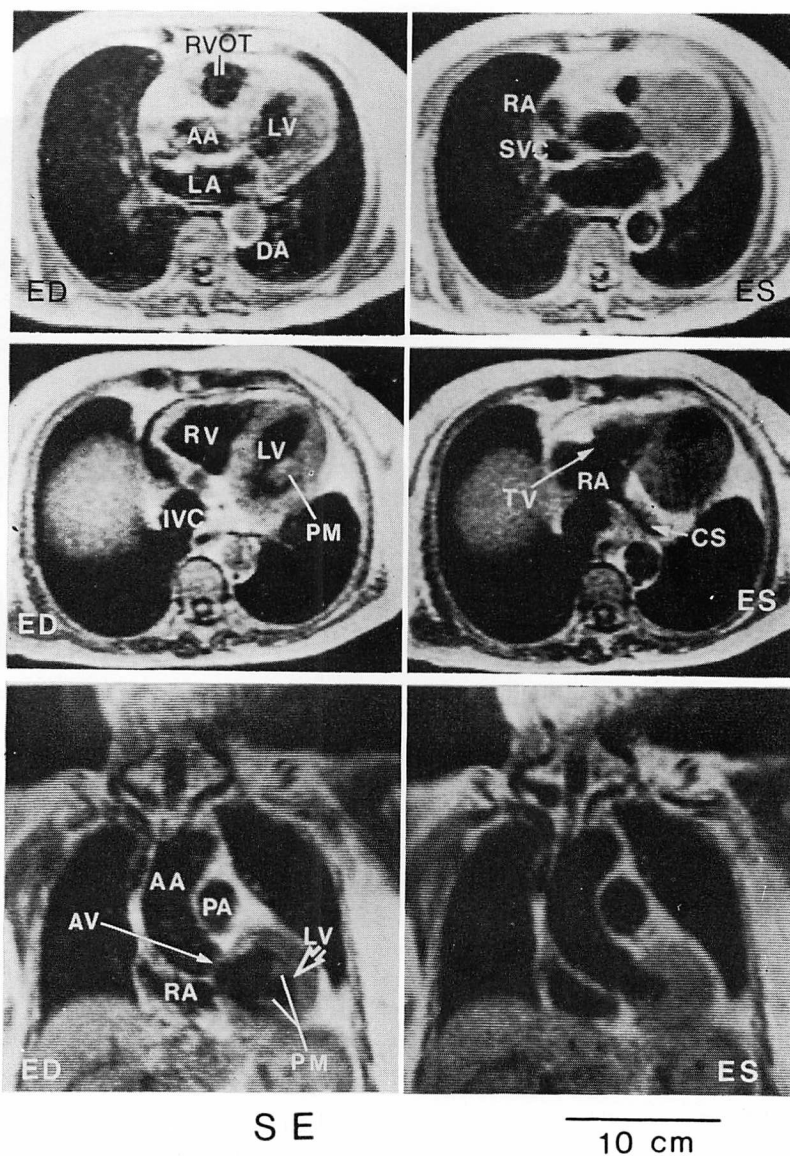
**Fig. 7** は陳旧性 (発症後 4 年) 前壁梗塞の心拍同期像である。水平断層の拡張末期像と収縮末期像から、左室前壁の菲薄化と akinesis が明らか

であった。矢状断層で、菲薄化の範囲は左室の中央部から心尖部に及ぶことがわかった。なお、心周囲の高信号領域は心周囲脂肪を示している。

**Fig. 8** は高血圧に伴った左室肥大の例である。上段の大動脈基部では収縮期に大動脈、右房、左房の拡張と右室の縮小をみたが、左室はその上壁のみが撮影されただけで内腔は不明であった。中段は上段のレベルから 2 cm 下方のレベルを示すが、収縮期像では左室はその下壁のみが撮影されただけで、内腔はやはり不明であった。しかし、下段の冠状断層では、全周性に均等に肥大した左室心筋と、狭小化した内腔が明示された。

拡張型心筋症では、左室心筋全体の菲薄化と、左室内腔の著明な球状拡大、及び左室壁運動の著しい減少がみられた (**Fig. 9**)。

**Fig. 10** は心臓カテーテル、左室造影で確認された大きな心室中隔欠損症である。各断層像で矢



**Fig. 8.** Gated transverse and coronal SE images of left ventricular hypertrophy due to hypertension.

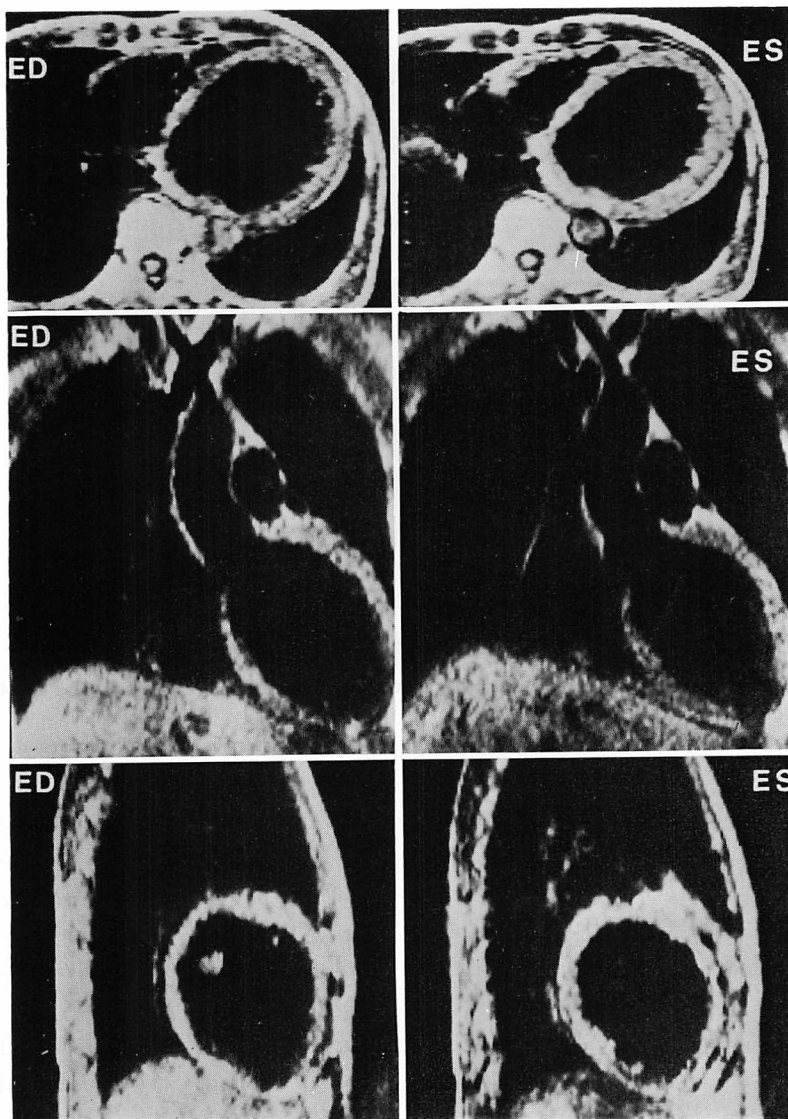
Systolic narrowing of the left ventricular cavity is apparent in the coronal plane.

印で示す部分に心室中隔の明らかな欠損を認め  
た。手術の適応をすでに逸しているため、直視下  
に確認はされていないが、MRI上、その大きさは  
2.5×1.8 cm と計測された。

**Fig. 11** は 52 歳の男性、動脈硬化症の矢状断

層である。軽度に拡大、延長した下行大動脈の外  
壁は脂肪沈着のためにかなり肥厚し、また、内腔  
面も大動脈全体に小さな隆起がみられ、不整であ  
った。これは大動脈内膜のアテローム変性や、血  
栓の付着を示唆する所見と思われた。





**Fig. 9. Gated transverse, coronal and sagittal images of dilated cardiomyopathy.**

Thinning of the whole left ventricular muscle and the enormously enlarged left ventricle with diminished wall motion of the left ventricle are observed.

**Fig. 12** は大動脈弁上部狭窄症の非同期スピニングエコー像である。冠状断層で上行大動脈のほぼ中央部に、両側から内腔に張り出す狭窄部分を認めた。この狭窄部とそれより 2 cm 中樞側における水平断層では、大動脈全周性の狭窄と狭窄後拡張が示された。後日の大動脈造影で同様の所見が確

認された。

**Fig. 13** は大動脈縮窄症の冠状断層と矢状断層の非同期像である。冠状断層像で下行大動脈中樞側に、下行大動脈外側から内側に斜走する約  $3 \times 18$  mm の狭窄部が明瞭に示された。大動脈造影ではこの狭窄部は不明で大動脈離断症と診断され

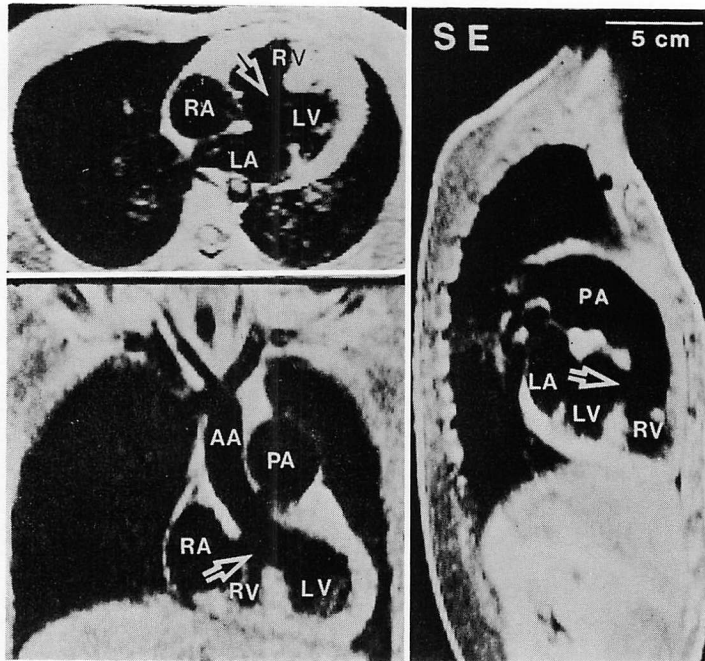


Fig. 10. Gated transverse, coronal and sagittal images of large ventricular septal defect proven by cardiac catheterization.

The size of the defect is about  $2.5 \times 1.8$  cm. The pulmonary artery is markedly enlarged.

たが、手術時、MRI 所見の妥当性が確認された。また、矢状断層像で左鎖骨下動脈の拡張、蛇行、及び左室壁の肥大も認められた。

Fig. 14 は解離性大動脈瘤 (DeBakey I 型) の症例である。肺動脈レベルの水平断層、大動脈弓部の冠状断層、下行大動脈の矢状断層の各断面で著明に拡大した上行大動脈と下行大動脈の内腔に剝離内膜が認められた。真腔と偽腔の区別に際して、血流の遅延による信号強度の差から、信号強度が弱く、画像上、黒く描出されている腔が真腔で、それよりやや強い信号強度をもつ拡大した腔が偽腔と識別され、真腔は偽腔により圧排され狭小化していることが示された。これはダイナミック X 線 CT 所見による 2 腔の識別と同一であった。更に上行大動脈の偽腔と下行大動脈のそれを比べると、前者の方が後者よりも信号は弱く、血流が速いと推測された。また、大動脈弓部から下行大動脈にかけてその偽腔内の壁側に高信号領

域で示される血栓の付着も認められ、造影 X 線 CT でも血栓を示すものであった。剝離内膜は冠状断層によりバルサルバ洞の直上から腎動脈の上方までの範囲に及ぶことが示された。

Fig. 15 は腹部大動脈瘤の例である。冠状断層像により、瘤のほぼ中央にくびれをもつ瓢箪型の紡錘状瘤が、腎動脈の末梢側から両側総腸骨動脈にかけて存在し、瘤の前方部に血栓の付着が矢状断層像で認められた。

## 考 察

NMR 現象は 1946 年、Bloch らによって発見された物理現象で、化学シフトや血流測定に用いられたが、その後、NMR によるイメージングに研究が進み、1977 年、Damadian によって人体の NMR 画像が得られた。以後、次第に画質は向上化し、1980 年に至って脳疾患から臨床応用が始まり、やがて心臓にも応用されるようになって



Fig. 11. Gated coronal image of a 52-year-old male with atherosclerosis.

The descending aortic wall is very thick and its interior shows marked irregularity which may indicate atheromatous plaques and/or small thrombi.

た<sup>8)</sup>。

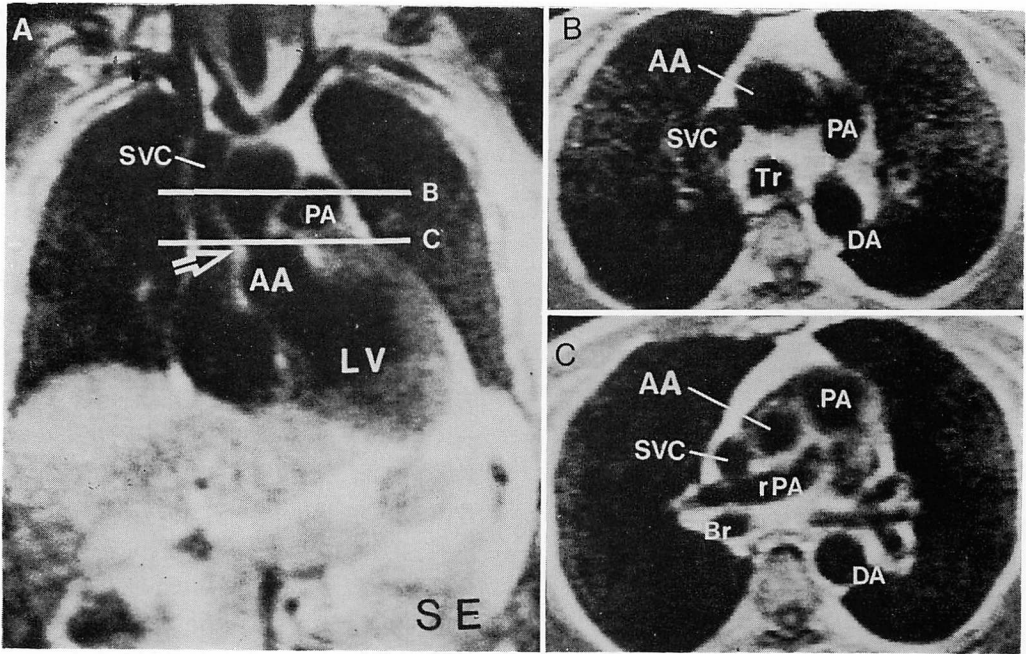
### 1. NMR の利点と欠点

現在、心血管系の画像診断法には、単純 X 線写真、血管造影法、DSA 法、超音波法、RI 法、X 線 CT 法などがあるが、それぞれ一長一短がある。とくに X 線 CT は骨や空気による影響が少なく、空間分解能の良い客観性に優れた非観血的検査法として、近年、大いに発展しているが、なお、いくつかの問題点、例えば、放射線被曝のあること、ヨード造影剤を要すること、縦断像を直接スキャン出来ないこと、心拍同期法は造影剤の使用量が多く、時間分解能も超音波法に比べるとかなり悪いことなどがある。撮影時間については超高速 CT が開発され、臨床応用の段階

に入ったが、まだ普及されてはいない。この点、NMR は X 線被曝が無く、コントラスト分解能が良いので、造影剤をとくに必要とせず、骨や空気の影響をほとんど受けず、任意の縦断像(冠状断、矢状断)のスキャンが容易であり、心拍同期法も簡単で時間分解能(約 10 msec)も良いといった利点を有している。しかし、欠点もいくつかある。例えば、1 回のスキャン時間が心拍非同期で約 2.5 分、心拍同期法で 6~8 分と長くかかり、心臓全体を 3 方向の断層面から網羅するには時間的に困難であること、体内に磁性体物質や心臓ペースメーカーを持つ患者には施行出来ないこと、動脈、静脈、気管(空気)はいずれも同程度の低信号領域として描出されるため、それらの区別には解剖学的知識を必要とし、とくに奇型では慎重さを要すること、X 線 CT で鋭敏に検出される石灰化病変に対しては、極めて低信号であるため、診断が困難であることなどである。

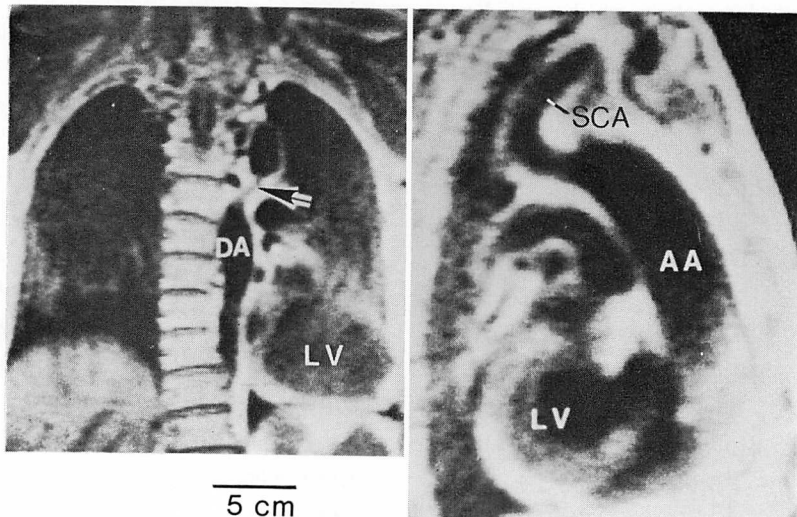
### 2. 縦断像の有用性

上記の利点のうち、X 線 CT に比べて、とくに有利な点は任意の縦断像を直接に撮影出来る点であろう。従来、心血管系の画像診断は胸部 X 線写真に代表されるように冠状方向、あるいは矢状方向によってなされることが多く、したがって X 線 CT での水平方向の像に比べて、一般に縦方向の像でオリエンテーションを掴み易い。今回、各種心血管系疾患について、水平断層、矢状断層、冠状断層の 3 断面をスキャンし、縦断像の有用性を検討したが、その結果、心臓の形態情報に関しては、病変(心房内や心室内の血栓、心筋梗塞後の壁菲薄化と心室瘤)の広がり把握、心室中隔欠損孔の大きさ、右室流出路の狭窄、左室流出路や心尖部の肥大と狭窄といった限局性病変の診断に、また、心筋全体の肥大による内腔の狭小化の評価にも縦断像は有用であった。とくに、心臓の横隔膜面の疾患、例えば下壁心筋梗塞の診断に、縦断像は欠くことの出来ない断面であった。体軸を縦走する大血管、殊に大動脈の描出に、縦断像が適していることは十分予想されると



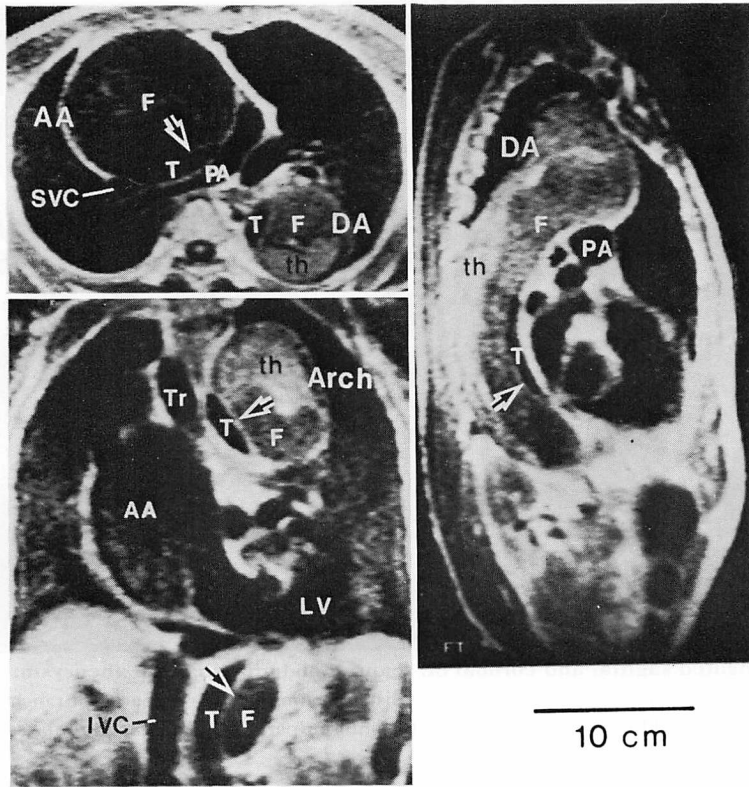
**Fig. 12. Nongated coronal and transverse SE scans of supravalvular aortic stenosis.**

Stenosis of the ascending aorta is clearly appreciated with prestenotic and poststenotic dilatation and left ventricular hypertrophy in the coronal plane (arrow). The enlarged ascending aorta at the level of line B and the stenosis at the level of line C are shown in the transverse plane (panel B and C).



**Fig. 13. Nongated coronal and sagittal SE scans of coarctation of the aorta.**

The size of the stenotic part of the proximal descending aorta is about  $3 \times 18$  mm (arrow). Dilatation and elongation of the left subclavian artery with left ventricular hypertrophy are shown in the sagittal plane.



**Fig. 14. Nongated transverse, coronal and sagittal SE scans of dissecting aortic aneurysm (DeBakey's type I).**

Intimal flap is appreciated on all planes (arrows). The true lumen shows a lower signal intensity than the false lumen. High signal intensity-thrombus is seen in the false lumen.

ころであり、広範囲にわたる病変である大動脈硬化症の壁厚や内膜の変化、大動脈炎症候群における大動脈の変化、及び大動脈解離の範囲などを容易に知り得た。腕頭動脈、左総頸動脈、左鎖骨下動脈、腎動脈などの大動脈主要分枝も、大動脈から直接に分枝する血管像として、冠状断層、矢状断層で明瞭に描出されるので、水平断層では診断が困難である大動脈弓部の解離と弓部大動脈分枝との関係を知る上に、縦断像は極めて有用であった。また、限局性病変として大動脈の局所的狭窄(大動脈縮窄症や大動脈弁狭窄)、局所的拡張(大動脈弁輪拡張症、大動脈瘤、とくに大動脈弓部の下壁にある瘤)の部位、形、範囲の診断に、大動

脈瘤では腎動脈のように、手術に際して予め把握しておくべき大動脈分枝との関係の診断に対して、数枚の縦断層スキャンで十分な情報が得られた。今回、使用した装置では斜位方向の縦断像を撮ることは出来なかったが、これが可能となれば、左室造影と同様に、右前斜位の断層面や大動脈弓部を中心に、上行大動脈と下行大動脈を同じスライスで観察出来るなど、その応用は更に拡大するものと考えられた。

### 3. 心拍同期法と非同期法

撮影法には心拍同期法と非同期法の両者を用いたが、前述したように、同期法ではスキャン時間は多くかかるが、得られた画像は極めて鮮明であ



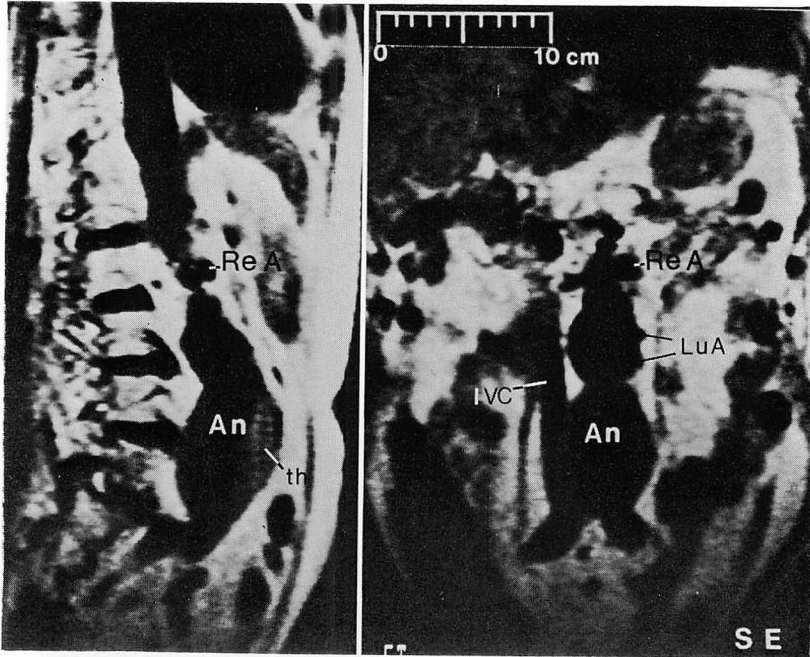


Fig. 15. Nongated sagittal and coronal SE scans of abdominal aortic aneurysm.

The gourd-shaped aneurysm spreads from the distal position of the renal artery branching over the common iliac arteries. The thrombus is seen in the anterior part of the aneurysm in the sagittal plane.

り、心臓では非同期像における異常部位、あるいは、予想される病変部の診断には同期法が必要と思われた。また、我々の装置では呼吸同期法を行なうことは出来なかったが、呼吸同期の併用により横隔膜に接する心臓の下壁の描出が更に明瞭になったという報告もある<sup>9)</sup>。しかし、呼吸同期を行っていない我々の結果と、呼吸同期の併用は検査時間を更に長くさせるという報告などから、必ずしも呼吸同期が不可欠な方法であるとは思われなかった。他方、動きの少ない血管の撮影には心拍同期法でも良質な画像が得られ、非同期法でも十分と思われた。ただし、大動脈解離の場合、剝離内膜によって2腔に分けられた真腔と偽腔は、それらの信号強度のわずかな差違から、非同期像でも両者の識別は可能であったが、拡張期と収縮期で同期することにより、両者の流速の差が画像上にはっきり現われて、両者の識別が明瞭となった。また、偽腔内血栓の検出もさらに明らかとな

ったことより、同期法の併用を試みるべきものと思われた。

撮影条件として、形態情報をみるには、非同期法では 300 msec のパルス繰り返し時間と、24 msec のエコー時間によるスピネコー像で、同期法ではエコー時間が 40 msec (パルス繰り返し時間は心拍数によって変動する)のスピネコー像で満足できる画像が得られた。また、組織の性状をみるには、パルス繰り返し時間やエコー時間を長くしたスピネコー像、反転回復像、あるいはそれらによる  $T_1$  や  $T_2$  の計算画像を加える必要があった。

## 結 論

1. 各種心血管系疾患 123 例を対象に、MRI 診断における、その縦断像の有用性を検討した。
2. 心臓疾患では、各心腔の三次元的な大きさ、両心室流出路や心尖部の形態、心室の下壁病



変の診断に有用であった。鮮明な画像を得るには心拍同期を必要とした。

3. 大動脈全体の描出に縦断像は簡便で、広範囲にわたる病変や、限局性の病変の診断に対して有用であり、また、心拍非同期で十分であった。

## 要 約

心血管系診断に対する MRI 縦断像の有用性を検討するため、健常 (5 例)、及び循環器疾患として弁膜症 (25 例)、虚血性心疾患 (28 例)、心筋症 (14 例)、先天性心疾患 (14 例)、心膜疾患 (4 例)、大動脈瘤 (17 例)、大動脈解離 (10 例) その他 (11 例) を対象に、心拍同期と非同期による水平断層、冠状断層、矢状断層のスピンエコー像を撮影した。なお、組織性状や血流情報の評価には、反転回復像、 $T_1$  像も加えた。使用した装置は超伝導型 (0.25 テスラ) である。1 スキャンに要する時間は心拍同期法で 6~8 分、非同期法で約 2.5 分であった。同期法では時間が多くかかるという欠点があるが、得られた画像は腱索や弁が判別できるほどに鮮明であり、心臓スキャンには同期法が必要であった。他方、大部分の大動脈スキャンでは非同期像で十分と思われた。

水平多断層による組み立てで、各心腔のおおよその大きさや形を掴むことは出来たが、縦断像 (冠状断、矢状断) の併用はそれらの三次元的な形態の把握を容易にし、またこの像は心腔内血栓の広がり、心筋梗塞後の壁菲薄化の範囲、心臓瘤の大きさ、両心室流出路の肥大や狭小化、心尖部の肥大などの診断に有用で、とくに心臓の下壁の診断には不可欠な断層面であった。また縦走する大動脈では大部分の病変診断に有用であった。例えば広範囲性病変では大動脈硬化症の内膜変化、大動脈解離の範囲、大動脈炎症候群における大動脈の変化、限局性病変では局所的な狭窄 (大動脈縮窄症、大動脈弁上狭窄) と拡張 (大動脈弁輪拡張症、大動脈瘤とくに大動脈弓部の下壁から発生した瘤) の診断に対して、数枚の縦断層スキャンで十分な情報が得られた。また、各大動脈分枝が大

動脈から直接、枝分れする血管像として明瞭に描出されるので、とくに大動脈弓部の分枝動脈や腎動脈と大動脈の解離や、大動脈瘤との関係を知るには、水平断層像よりも縦断層像の診断的価値が高かった。

本研究の一部は厚生省循環器病研究 (動脈硬化度の定量診断に関する研究) 委託費の援助により行われた。

## 文 献

- 1) Herfkens RJ, Higgins CB, Hricak H, Lipton MJ, Crooks LE, Lanzer P, Botvinick E, Brundage B, Sheldon PE, Kaufman L: Nuclear magnetic resonance imaging of the cardiovascular system: Normal and pathologic findings. *Radiology* **147**: 749-759, 1983
- 2) 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* **150**: 121-127, 1984
- 3) Fletcher BD, Jacobstein MD, Nelson AD, Riemenschneider TA, Alfydi RJ: Gated magnetic resonance imaging of congenital cardiac malformations. *Radiology* **150**: 137-140, 1984
- 4) Lieberman JM, Alfydi RJ, Nelson AD, Botti RE, Moir TW, Haaga JR, Kopywoda S, Miraldi FD, Cohen AM, Butler HE, Nara A, Hellerstein HK: Gated magnetic resonance imaging of the normal and diseased heart. *Radiology* **152**: 465-470, 1984
- 5) Higgins CB, Lanzer P, Stark D, Botvinick E, Schiller NB, Crooks L, Kaufman L, Lipton MJ: Imaging by nuclear magnetic resonance in patients with chronic ischemic heart disease. *Circulation* **69**: 523-531, 1984
- 6) 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* **52**: 184-188, 1983
- 7) Wesbey G, Higgins CB, Lanzer P, Botvinick E, Lipton MJ: Imaging and characterization of acute myocardial infarction in vivo by gated nuclear magnetic resonance. *Circulation* **69**: 125-130, 1984
- 8) Alfydi RJ, Haaga JR, Yousef SJE, Bryan PJ, Fletcher BD, LiPuma JP, Morrison SC, Kaufman B, Richey JB, Hinshaw WS, Kramer DM, Yeung HN, Cohen AM, Butler HE, Ament AE, Lieber-

渡辺, 榊原, 今井, ほか

man JM: Preliminary experimental results in humans and animals with a superconducting, whole-body, nuclear magnetic resonance scanner. *Radiology* **143**: 175-181, 1982

9) Ehman RL, McNamara MT, Pallack M, Hricak H, Higgins CB: Magnetic resonance imaging with respiratory gating: Techniques and advantages. *Am J Roentgenol* **143**: 1175-1182, 1984