

心房中隔欠損症の MRI 診断 — スピンエコー法とシネ法の併用の意義について —

吉田 恵理子¹, 橋本 雅幸¹, 平林 高之¹
三神 大世¹, 安在 貞祐¹, 福田 洋之¹
西島 宏隆¹, 安田 寿一¹, 藤田 信行²

¹北海道大学循環器内科

²北海道大学放射線科

はじめに

磁気共鳴画像法（以下 MRI）は空間的ならびに時間的分解能に優れ、また任意の断面を設定できるという利点を持ち、各種の心疾患への応用が進められている。最近心・大血管系の MRI において従来のスピンエコー法（以下 SE 法）に加え、グランジエントエコー法を利用したシネ MRI 法（以下シネ法）の有用性が確認されつつある。ところが先天性心疾患に関するこれまでの報告の多くは、SE 法による形態診断にとどまり、シネ法による形態と血流の動的把握の有用性に関する検討は十分ではない。本研究の目的は心房中隔欠損症（以下 ASD）とその合併症の

診断における MRI の有用性を、スピンエコー法、シネ法各々の特徴の分析と合わせて検討することである。

対 象

対象は ASD 15 例（男性 6 例，女性 9 例，平均年齢 43 歳）である。また対照として各種後天性心疾患の 15 例（男性 6 例，女性 9 例，平均年齢 52 歳）を用いた。ASD 群の内訳は ASD 単独が 10 例，総肺静脈還流異常（以下 TAPVR）合併例が 1 例，部分肺静脈還流異常（以下 PAPVR）合併例が 2 例，Ebstein 奇形に伴うものが 1 例，右心三心房心合併例が 1 例であった（表）。

ASD ならびに合併心奇形の診断は心カテーテ

キーワード atrial septal defect, spin echo method, cine MRI

ル法，経胸壁ないし経食道心エコー／ドップラー法，およびその他の非侵襲的画像診断法を併用して行った。

方 法

使用機種は Siemens 社製 MAGNETOM 1.5 Tesla である。SE 法では心電図同期下に TR 600~850 msec, TE 15 msec, スライス幅 8 mm, アベレーシング 2 ないし 4 回にて撮像した。SE 法による診断には原則として冠状，矢状および水平方向の 3 断面を用いた。

シネ法では，やはり心電図同期下に fast low angle shot (FLASH) を用い，フリップ角 40 度，TR 30~40 msec, TE 8 msec の short TE 法，あるいはフリップ角 30 度，TR 30~40 msec TE 12 msec の rephase 法にて撮像した。アベレーシングは 4 回行った。設定断面はシネ法には，SE 法による矢状断面から，心臓軸に合わせ斜位に設定した四腔断面を基本とし，これに適宜斜位断面を追加して用いた。一回の撮像には 5~10 分を要し，1~1.5 時間で全撮像を行った。

表 対 象

| | |
|-----------------------------|------|
| ① ASD 15 例 (男性 6 例, 女性 9 例) | |
| ASD 単独 | 10 例 |
| 二次口欠損 | 9 例 |
| 冠静脈洞型欠損 | 1 例 |
| ASD+総肺静脈還流異常 | 1 例 |
| ASD+部分肺静脈還流異常 | 2 例 |
| ASD+Ebstein 奇形 | 1 例 |
| ASD+右心三心房心 | 1 例 |
| ② 対照: ASD を有さない 15 例 | |
| 大動脈弁膜症 | 3 例 |
| 僧帽弁膜症 | 4 例 |
| 肥大型心筋症 | 2 例 |
| その他 | 6 例 |

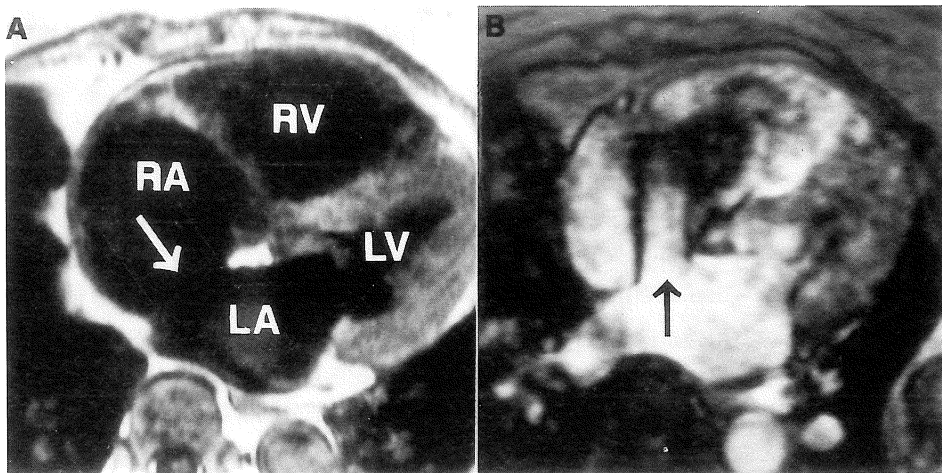


図 1 二次口欠損例 (57 歳女性)

A. 水平断面のスピンエコー像では欠損口 (矢印) が描出されている。B. 四腔断面のシネ像では欠損口と同時に左-右短絡血流

(矢印) が見られる。

LA: 左房, LV: 左室, RA: 右房, RV: 右室

結 果

(1) ASD そのものの診断

SE 法により ASD 15 例全例で心房中隔信号の

途絶が観察された(図 1)。しかし、対照群 15 例中 3 例 (20%) においても、これと同様な欠損様の所見を認めた(図 2)。一方、シネ法では ASD 全例で心房中隔付近の異常血流が描出された。

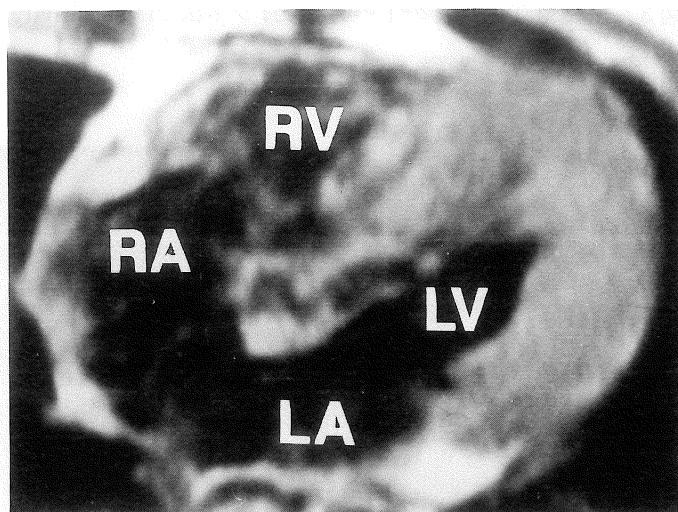


図 2 対照群の 1 例 (肥大型心筋症)
心房中隔が欠損様に見える。

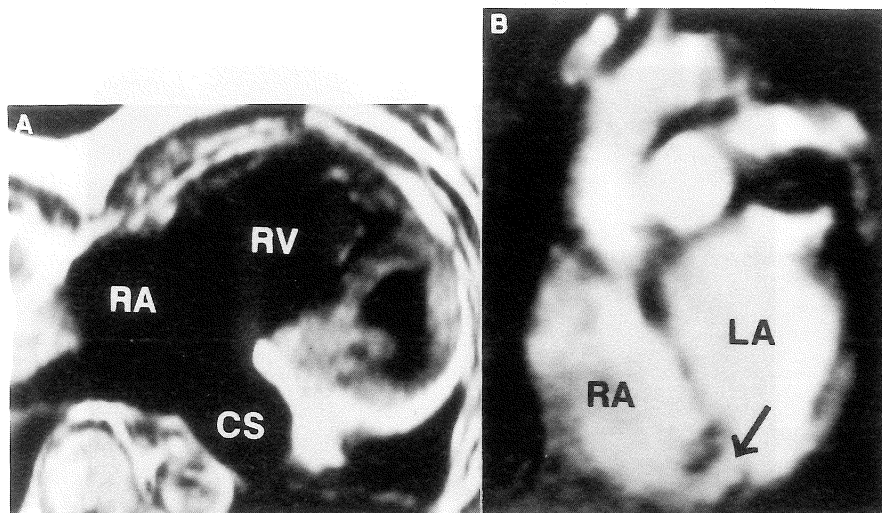


図 3 冠静脈洞型欠損例 (62 歳女性)

A. 水平断面の SE 像では冠静脈洞の著しい拡張を認める。B. 心房レベル, 短軸方向

のシネ像では心房中隔の後下部に, 欠損口とともに左-右短絡血流 (矢印) を認める。CS: 冠静脈洞

すなわち TAPVR の 1 例を除く 14 例で、欠損口から右房に吹き出す、両側に低信号域を伴い、中央が心内腔と同等の信号強度を呈する血流シグナルが観察された(図 1)。このような血流所見は二次口欠損の例のみならず、冠静脈洞型欠損例でも見られた(図 3)。加えて TAPVR の 1

例(図 4)と Ebstein 奇形の 1 例(図 6)では、左房内に、周囲に低信号域を伴う血流シグナルを認めた。

以上より、ASD 診断における SE 法の sensitivity は 100 %、specificity は 83 %であった。一方、シネ法では sensitivity 100 %、specificity

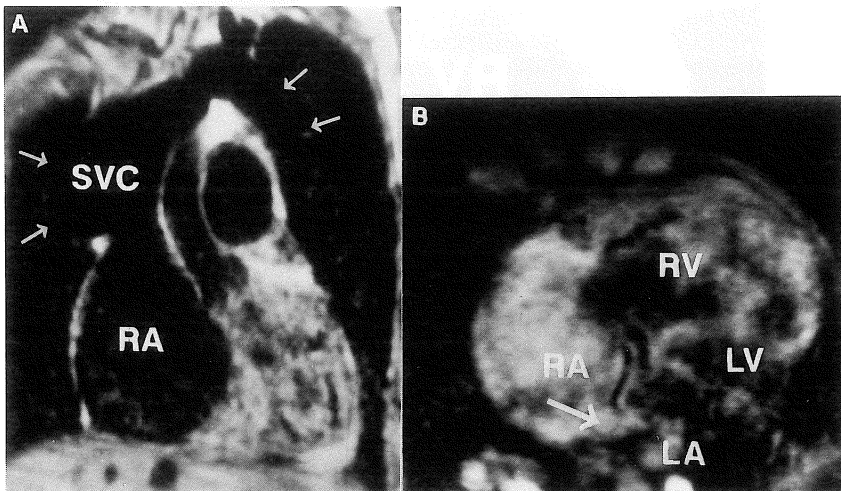


図 4 総肺静脈還流異常合併例 (34 歳女性)
A. 冠状断面に近い斜位の SE 像では垂直静脈から無名静脈を経て上大静脈に至る異常

な接続を認める(矢印)。B. 四腔断面のシネ像では右房から左房への短絡血流(矢印)が見られる。SVC: 上大静脈

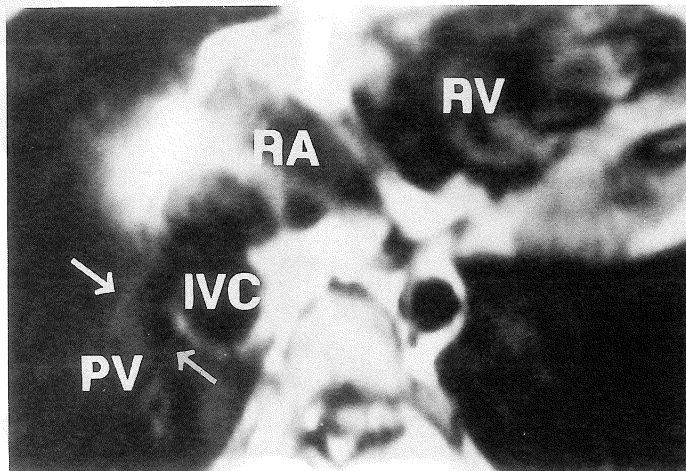


図 5 部分肺静脈還流異常合併例 (30 歳女性)
水平断面の SE 像にて下大静脈に接続する右下肺静脈(矢印)を認める。IVC: 下大静脈, PV: 肺静脈

100%と、より正確にASDを診断することができた。

(2) 合併心奇形の診断

本対象例中、合併心奇形を有した5例全例において、その診断がSE法により可能であった。うちEbstein奇形ならびに右心三心房心の例では、超音波法と同等の所有しか得られなかったが、肺静脈還流異常の3例ではSE法が他法では得られない情報を提供した。すなわちTAPVRの1例では垂直静脈から無名静脈を経て上大静脈に至る複雑な静脈系の接続を(図4)、また、PAPVRの2例では各々右房と下大静脈に還流する肺静脈を明瞭に描出できた(図5)。

考 察

従来から心臓の非侵襲的画像診断法として、超音波法、心CT法およびMRI法などが用いられている。このうちASDの診断に最も有力と考えられるのは、カラードプラー法と断層心エコー図法など超音波を用いる方法である。超音波法は、その非襲性や簡便さなどの面で他法より

優れるが、被検者の超音波透過性や検者の熟練度がしばしば画質に影響し、これが十分な診断を妨げる場合がある。最近導入された経食道心エコー図法を併用すると、この欠点はかなり解消されるが、この方法は必ずしも非侵襲的といえない点に問題がある。またCT法では心内腔と心室壁の分離が可能だが、このためには比較的大量の造影剤の使用が必要であり、かつ造影しても心房壁の評価は容易ではない。その点、MRIは心臓、大血管の形態の評価に適した検査法と考えられる。心電図同期法の導入以来、SE像はより鮮明となり、心室壁の肥厚、菲薄化¹⁾および連続性の有無^{2)~3)}などの評価が可能となってきた。心房壁に関しても外形および心房中隔の連続・不連続の評価が可能であり、ASDの有効な診断法であると報告されている^{4)~7)}。

今回の我々の検討では、SE法のASD診断に関するsensitivityは100%と高かったが、specificityは83%にとどまった。心房中隔、中でも卵円窩の部分は壁厚が薄く、正常例においても欠損様に見えるものと考えられた^{3),8)}。その鑑別方法として、ASDの場合心房中隔の欠

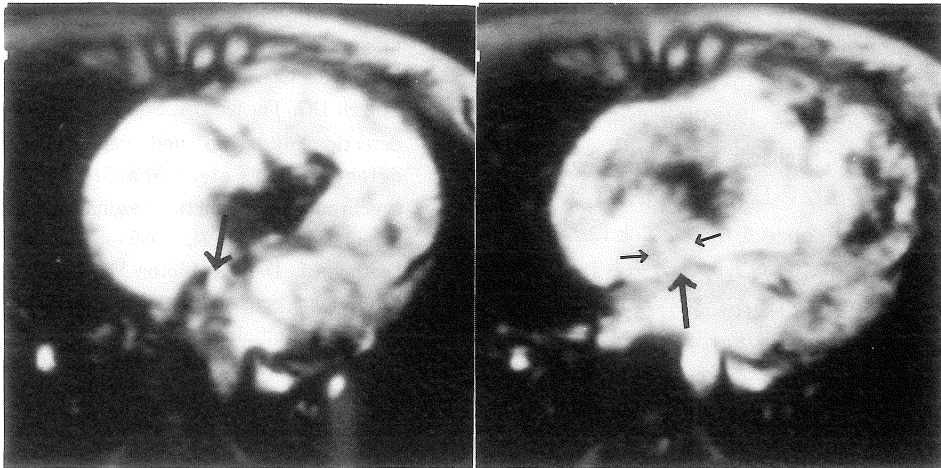


図6 Ebstein奇形合併例(23歳女性)の四腔断面シネ像

A. 収縮期の右-左短絡血流(矢印)。B. 拡張期の左-右短絡血流(矢印)。

損部の先端が match-stick-appearance に膨隆するとの指摘⁴⁾があるが、我々の経験では ASD の有無にかかわらず心房中隔が全て欠損しているように見える例もあり、SE 法のみによる鑑別は必ずしも容易ではないと思われる。

一方、本研究において、シネ法では ASD を sensitivity, specificity とともに 100% で診断することができた。シネ法は心房中隔の欠損像そのものの描出能において必ずしも SE 法に優れないが、本法の有力な点は心房間を交通する血流が明瞭に観察されることにあると考えられた。本対象例中、合併症のない ASD では、収縮終期から拡張期にかけて左房から右房への短絡血流シグナルが見られる。一方、総肺静脈還流異常例では収縮期に右房から左房に、また Ebstein 奇形合併例では収縮期に右房から左房へ、拡張期に左房から右房へと両方向性に見られた。後者の場合、三尖閉鎖不全を合併しており、収縮期に右房圧が高まることの原因と考えられた。

一般に短絡血流は signal void といわれる低信号域として表現される^{9)~10)}。しかし本研究において、心房間の短絡血流シグナルは、心内腔の血液とほぼ同程度の信号強度を有し、その両側に低信号域を伴っていた。他の短絡疾患の場合と異なり、両心房間の圧較差が少ないため、流速が遅く乱れの少ないことがその原因と考えられた。加えて、検査に際し短絡血流の中心流を捉えるよう留意して断面設定を行ったこと、また、今回 short TE 法ないし rephase 法という低信号の出にくい sequence を用いたことにより、このような成績が得られたものと考えられた。

シネ法では 1 断面の撮像に数分を要するので、その断面設定が重要かと思われる。我々は、矢状断の SE 像より大動脈を避けて左房、心房中隔および右房を横切るように四腔断面を設定し、この方法でほとんどの例の ASD と短絡血流の描出が可能であった。特殊な断面設定を必要としたのは、冠静脈洞型欠損の ASD 1 例のみであっ

た。

SE 法では心室筋や心房壁の評価ばかりでなく、血管壁の同定も容易であるため、種々の先天性心疾患の診断に有用であるとされている¹¹⁾。すなわち SE 法では大動脈などの大血管ばかりでなく比較的小さい血管も描出でき、かつ多断面を自由に設定しうるために全体の構造を把握しやすい。特に、肺静脈については、その一本一本を同定可能との報告もあり¹²⁾、肺静脈還流異常に関してもっとも有効な診断方法であると思われる。

以上より、ASD およびその合併心奇形の診断上、MRI、とくにシネ法と SE 法の併用は有用であると考えられた。すなわち、ASD 例の MRI 検査に際しては、まず SE 法により心臓の全体像と特に肺静脈の走行を把握し、次いで、シネ法による四腔断面像から心房中隔形態と短絡血流を観察することが必要であると考えられた。

文 献

- 1) McNamara MT, Higgins CB: Magnetic resonance imaging of chronic myocardial infarcts in man. *AJR* 143: 315-320, 1986
- 2) Dider D, Higgins CB: Identification and localization of ventricular septal defect by gated magnetic resonance imaging *Am J Cardiol* 57: 1363~1368, 1986
- 3) Lowell DG, Turner DA, Smith SM, et al.: The detection of atrial and ventricular septal defects with electrocardiographically synchronized magnetic resonance imaging. *Circulation* 73: 89-94, 1986
- 4) Diethelm L, Dery R, Lipton MJ, et al.: Atrial-level-shunt. Sensitivity and specificity of MR in diagnosis. *Radiology* 62: 181-186, 1987
- 5) Higgins CB, Byrd BF, Farmer DW, et al.: Magnetic resonance imaging in patients with congenital heart disease. *Circulation* 70: 851-860, 1984
- 6) 榊原 誠, 小林史朗, 今井 均, 他: 磁気共鳴画像による心房中隔欠損の診断. *Jpn J Cardio* 17:

- 817-829, 1987
- 7) 赤木禎治, 清松由美, 加藤裕久, 他: 先天性心疾患におけるシネMRIの有用性. 日磁医誌 9: 13-19, 1989
 - 8) Dinsmore RE, Wismer GL, Guyer D, et al.: Magnetic resonance imaging of the interatrial septum and atrial septal defects. AJR 145: 697-703, 1985
 - 9) Higgins CB, Holt W, Pflugfelder, et al.: Functional evaluation of the heart with magnetic resonance imaging. Magn Reson Med 6: 121-139, 1988
 - 10) Sechtem U, Pflugfelder PW, White RD, et al.: Cine MR imaging. Potential for the evaluation of cardiovascular function. AJR 148: 239-246, 1987
 - 11) Dider D, Higgins CB, Fischer MR, et al.: Congenital heart disease. Gated MR imaging in 72 patients. Radiology 158: 227-235, 1986
 - 12) Fisher MR, Hricak CB, Higgins CB: Magnetic resonance of developmental venous anomalies. AJR 145: 705-709, 1985

Diagnosis of Atrial Septal Defect by the Combined Use of Spin Echo Method and Cine MRI

ERIKO YOSHIDA,¹ TAISEI MIKAMI¹
TEISUKE ANZAI,¹ HIROYUKI FUKUDA¹
MASAYUKI HASHIMOTO,¹ TAKAYUKI HIRABAYASHI¹
HIROTAKA NISHIJIMA,¹ HISAKAZU YASUDA¹
NOBUYUKI FUJITA²

¹*Department of Cardiovascular Medicine, Hokkaido University*

²*Department of Radiology, Hokkaido University
Kita-15, Nishi-7, Kita-ku, Sapporo 060*

The purpose of this study is to clarify the usefulness of magnetic resonance imaging (MRI), especially of cine MRI, in the diagnosis of atrial septal defect (ASD) with or without associated anomalies. Thirty patients were studied by MRI and they consisted of 15 patients with ASD and 15 control patients with cardiac diseases other than ASD. Horizontal and sagittal sections of the whole heart were obtained using spin-echo sequence (SE) and the multi-phase images of four-chamber plane were obtained using cine MRI.

By SE, the defect of interatrial septum was visualized in all 15 patients with ASD, but the similar pattern was also observed in 3 of 15 control patients. By cine MRI, the shunt flow through the defect was visualized as a relatively high signal area accompanied with low signal areas on both side. When using the criteria of the presence of both the defect and the shunt flow by cine MRI, all of the 15 patients with ASD and the 15 control patients were correctly diagnosed. On the other hand, SE was very useful in the diagnosis of the anomalies associated with ASD, especially in 3 patients with anomalous pulmonary venous drainage. Thus, the combined use of cine MRI with SE is useful for the diagnosis of ASD and its associated anomalies.