

心電図同期 SE 法およびシネ MRI による心筋梗塞の診断

西村恒彦 (国立循環器病センター 放診部) 土師一夫 (国立循環器病センター心内)
山田直明 (同上) 宮武邦夫 (同上)
松尾剛志 (同上)

キーワード

ECG-gated spin echo method Cine MR imaging Myocardial Infarction

1. 緒 言

心電図同期スピネエコー (SE) 法の導入により心内腔と心筋壁が明瞭に区別して描出できることから心筋梗塞における壁厚のひ薄化や先天性疾患における短絡の検出など心形態の評価が行なえるようになった¹⁻³⁾。一方、スピネエコー法と異なり小さなフリップ角度とグラジエントエコーを用いたシネ MR 法の開発により心内腔における血流動態、局所壁運動や弁逆流の検出など心機能の評価が行なえるようになった⁴⁻⁶⁾。したがって、両法を併用することにより、心形態および機能の同時評価が可能である。そこで、心筋梗塞症例に、両法を施行、梗塞部位における心筋壁厚と局所壁運動の評価、および、左心室瘤、左室壁在血栓など心筋梗塞合併症における形態、機能診断の有用性につき検討した。

対 象

対象は心筋梗塞 42 例で平均年齢は 56 才 (45 才から 72 才)、男 35 例、女 7 例である。心電図

所見により前壁梗塞 30 例、下壁梗塞 12 例に分類した。なお、発症からの期間は 1~3 ヶ月以内、22 例および 3 ヶ月以上、20 例であった。心筋梗塞における合併症は、心カテーテル検査、X 線 CT、超音波、心臓核医学検査により確認されたものであり、その内訳は、左心室瘤 4 例、右室梗塞 2 例、左室壁左血栓 3 例、心のう液貯溜 3 例、僧帽弁逆流 11 例および虚血型心筋症 9 例である。

3. 方 法

用いた装置はシーメンス社製 Magnetom H 15 (1.5 Tesla 超電導型) である。心電図同期スピネエコー法はくり返し時間 600~1000 msec (心拍数に依存)、エコー時間 30, 70 msec のパルス系列を用い、スライス巾 10 mm、アベレージング 2 回にてスキャンを行なった。体軸断層に加え、冠状、短軸断層を適宜併用した。また、拡張末期、収縮末期像の撮影は、R 波および T 波をめやすとして、左室中央部レベルにおける断面にて体軸断層を用いて施行した。1 回のスキャンに要した時間は約 10 分であった。

一方、シネ MR 法は FLASH (fast low angle shot) を用いた⁶⁾。くり返し時間 30~40 msec, エコー時間 16 msec, フリップ角 30° のパルス系列を用い、スライス巾 10 mm, アベレーシング 1 回にてスキャンを行なった。体軸断層にて、左房レベル、左室レベルにてそれぞれ 2~3 断面を選び複数回のスキャンを行なった。1 回のスキャンに要した時間は約 5 分であった。

4. 結 果

1) 心筋梗塞における心筋壁厚, 局所壁運動の評価

代表的な前壁梗塞症例における心電図同期 SE 法 (拡張末期, 収縮末期像) および同断面のシネ MR 法における画像を示す。心電図同期 SE 法では梗塞部位に一致して前壁中隔から心尖部にて壁厚のひ薄化を明瞭に認めた。また後側壁が収縮末期に壁厚の増加が認められたのに比し前壁部位では認めない (図 1)。一方、シネ MR 法

心電図同期 SE 法およびシネ MRI による心筋梗塞の診断では、壁厚のひ薄化を示した梗塞部位にて akinesis を、後側壁では良好な収縮を認めた (図 2)。

前壁梗塞 30 例において心室中央レベルにおける体軸断層像を 5 区分に分け、一方、左室造影

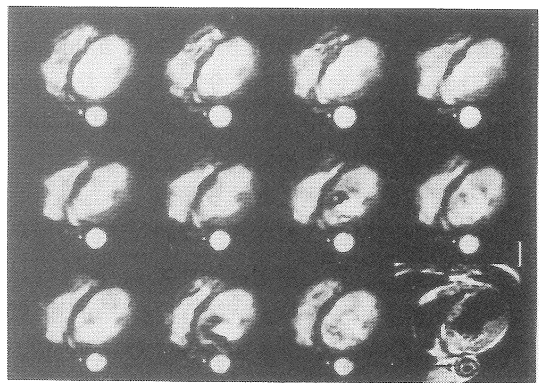


図 2 図 1 と同断面における cine MR. 前壁中隔から心尖部にかけて akinesis を認める。

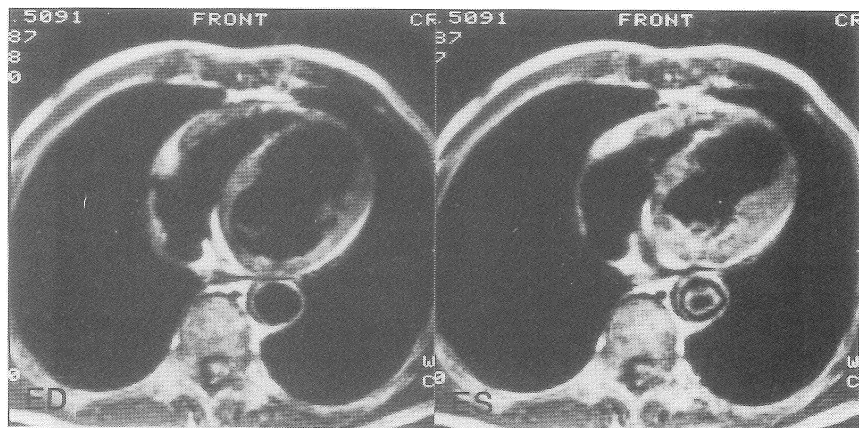


図 1 心電図同期スピネエコー法による前壁心筋梗塞症例の MRI. 前壁中隔から心尖部にか

け壁厚のひ薄化が明瞭である。ED, ES はそれぞれ拡張末期, 収縮末期を示す。

にて右前斜位像を5区分に分け、一方、左室造影にて右前斜位像を5区分に分け、収縮部位、様式についてそれぞれ比較検討した。両者における壁運動様式の一致率は150区分中127区分(85%)であり、とくに部位では心尖部で93%と、壁運動では akinesis で91%と一致率が高かった。一方、hypokinesis は70%と一致率がやや低下した(表1)。全症例において akinesis, dyskinesis を示した症例の93%に、また hypokinesis を示した症例の12%に、梗塞部位における壁厚のひ薄化を認めた。

2) 心筋梗塞合併症における評価

心筋梗塞合併症における代表的な症例を呈示する。図3は、左心室瘤症例である。図3 a は心電図同期 SE 法で前壁から心尖部にかけて壁厚のひ薄化を認め、シネ MR 法では、同部位の左心室瘤を明瞭に認める。一方、図3 b は心室中隔下部に心電図同期 SE 法で壁厚のひ薄化を認め、シネ MR 法では同部位の左心室瘤を認め

る。心電図同期 SE 法のみでは、心筋壁厚と同部位に隣接する血流信号を認めるのみで左心室瘤の判定は困難である。図4は左室壁在血栓を合

表1 前壁心筋梗塞30症例(150 segments)における左室造影、シネ MR 法による局所壁運動の評価

segment	accordance
upper-septal	23/30 (77%)
lower-septal	24/30 (80%)
apical	28/30 (93%)
lower-lateral	25/30 (83%)
upper-lateral	27/30 (90%)

wall motion	accordance
normal	40/44 (91%)
hypokinesis	28/40 (70%)
akinesis	51/56 (91%)
dyskinesis	8/10 (80%)

127/150(85%)

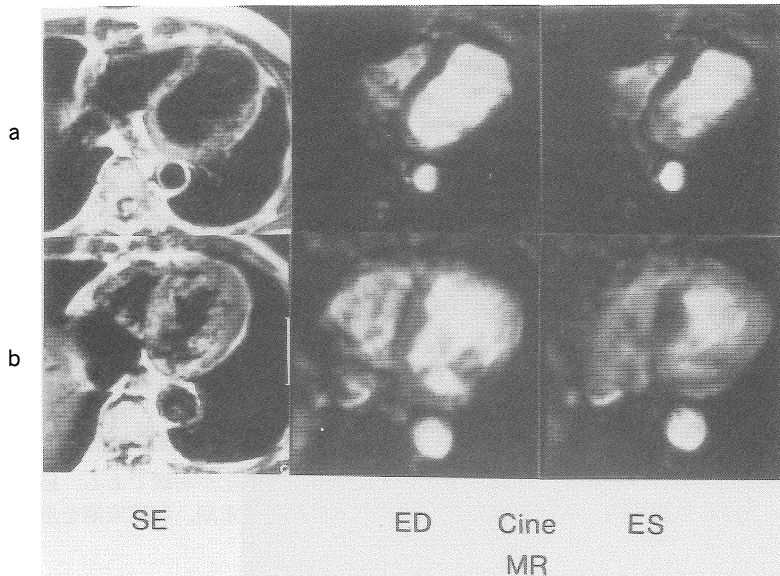


図3 左心室瘤症例における心電図同期 SE および cine MR 法。図3 a は前壁から心尖部にかけて、図3 b は心室中隔下部にシネ MR にて瘤形成を認める。

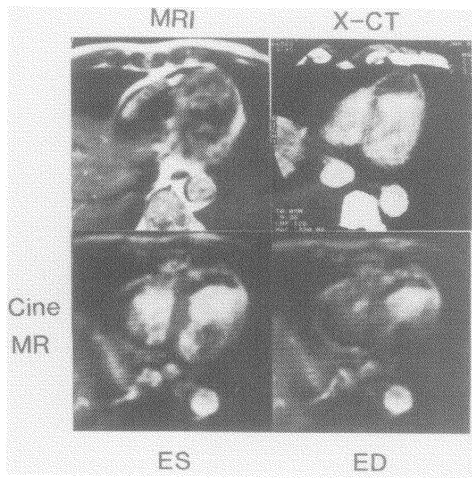


図4 左室壁に血栓症例における心電図同期 SE および cine MR 法。心電図同期 SE 法では心尖部を中心に壁厚のひ薄化と血流信号を認める。一方、シネ MR では X 線 CT と同様に心尖部において akinesis と、壁在血栓による低信号領域を認める。

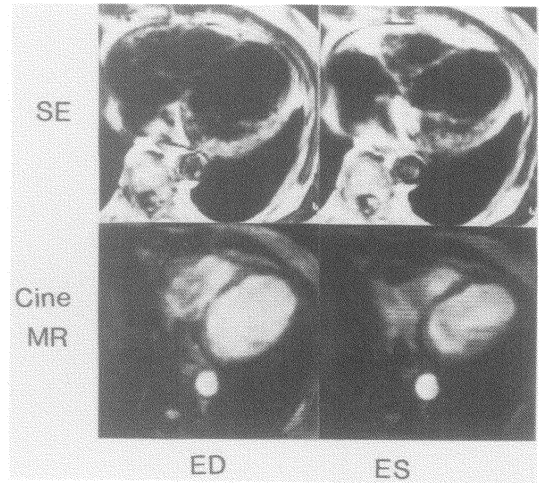


図5 虚血型心筋症例における心電図同期 SE および cine MR 法。心電図同期 SE 法では心内腔が拡大し、前壁から心尖部に壁厚のひ薄化を認める。シネ MR では左心室において同部位の akinesis と全体に収縮低下を認める。

併した症例であり、心電図同期 SE 法では、心尖部に血流信号と鑑別不可能な高信号領域および同部位の壁厚のひ薄化を認める。シネ MR 法では心尖部に akinesis を、また低信号領域を示す壁在血栓を認める。X 線 CT で、同部位に一致して広汎な壁在血栓による充盈欠損像を認める。シネ MR 法の併用により左室壁在血栓の検出が可能であった。図5は心電図同期 SE 法で心内腔は拡大し、心尖部から前壁中隔にかけ明瞭な壁厚のひ薄化を認める。一方、シネ MR 法では同断面において、梗塞部位に一致して akinesis ~ dyskinesia を認める。また、後側壁の収縮も図1、2に示した症例に比し低下していた。左室造影では左室駆出分画 21% と低下、虚血型心筋症と考えられる。図6は、図5と同様に心内腔が拡大し、前壁部位の壁厚のひ薄化を認める。

シネ MR 法では、左室中央部における断面では同部位の akinesia が明瞭であった。一方、左房における断面では、弁輪拡大のため、弁接合部から左房内に紡錘形の僧帽弁逆流を認めた。左室造影にて Sellers 1/4 の逆流度であった。図7は、下後壁梗塞に伴ない僧帽弁後内側の乳頭筋障害が生じ、弁接合不全による左房の拡大を認める症例である。シネ MR 法では、弁接合部から左房内前側壁に沿って僧帽弁逆流による低信号領域を認める。カラー Doppler 法では僧帽弁後内側における弁逸脱による 2/4 の逆流度であった。図6、7に示すような弁逆流の評価はシネ MR 法の併用にて初めて可能であった。

以上の症例の他に、右室梗塞、心のう液貯留の有無など心電図同期 SE 法とシネ MR 法の併用により診断可能であった。

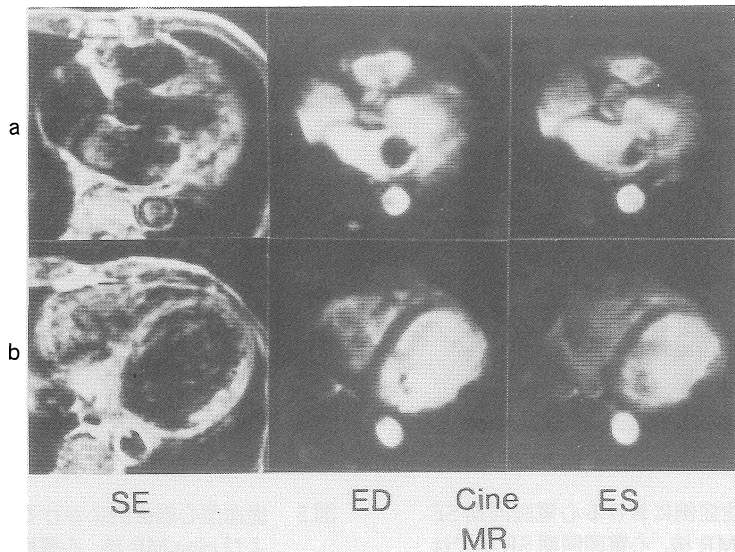


図 6 僧帽弁逆流を伴う前壁心筋梗塞における心電図同期 SE および cine MR 法。左房レベル(a)においてシネ MR では僧帽弁逆流に

よる低信号領域を、左室レベル(b)において左室の拡大と収縮低下を認める。

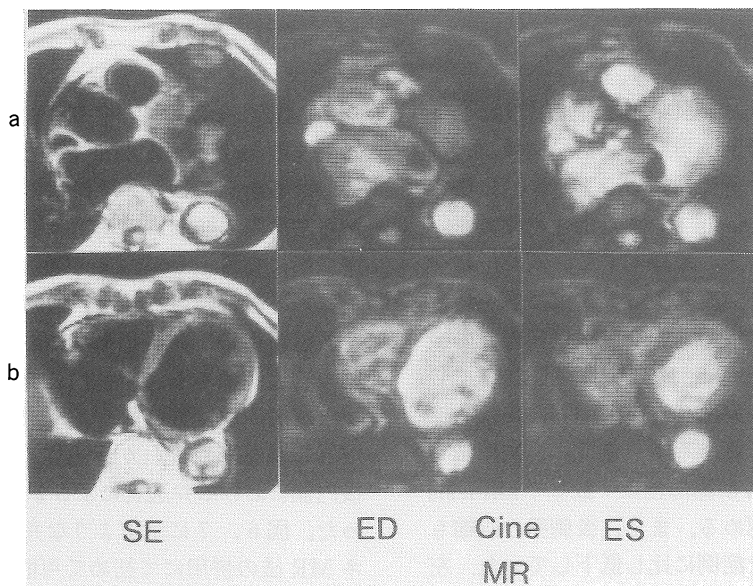


図 7 僧帽弁逸脱を伴う下後壁心筋梗塞における心電図同期 SE および cine MR 法。左房レベル(a)において僧帽弁後内側の乳頭筋障

害のため僧帽弁逆流は左房内前側壁に沿って低信号領域を認める。左室レベル(b)において収縮は良好である。

表 2 心筋梗塞合併症における心電図同期 SE および cine MR 法による診断精度

Cath, Echo/CT, Doppler	n	SE	SE+cineMR
LV aneurysm	4	2	4
RV involvement	2	2	2
LV thrombus	3	1	3
Pericardial effusion	3	3	3
MR (relative)	9	0	9
MR (prolapse)	2	0	2
Ischemic cardiomyopathy	9	9	9

心筋梗塞合併症の診断が他の検査法でなされている 32 例について、心電図同期 SE 法、シネ ME 法併用の有用性について検討した。前者では、左心室瘤 4 例中 2 例、左室壁在血栓 3 例中 1 例で診断可能であったが後者を併用することにより全例にて可能であった。僧帽弁逆流では、シネ MR 法の併用によりはじめて可能であった。このように全症例において、両者併用により心筋梗塞合併症の診断が可能であった (表 2)。

5. 考 察

心臓領域における MRI は、心電図同期 SE 法により心形態¹⁻³⁾、シネ MR 法により心機能の計測⁴⁻⁶⁾が可能になり、その高分解能、非侵襲性に加え、任意の断層面における立体的な把握が行なえることから臨床的に広く用いられるようになってきた。心筋梗塞症例においては、心筋壁厚および局所壁運動の同時評価が可能である。しかも、図 1, 2 に示したように大部分の症例で心筋壁厚のひ薄化を示す部位と局所壁運動における akinesis~dyskinesis の部位はよく一致した。また、シネ MR 法と左室造影法における壁運動異常の検出に関してその断層面の対応には多少の問題はあるが、良好な結果が得られた。今後、シネ MR 法が、体軸断層のみならず斜位断層で満足できる画像が得られれば臨床その

有用性は増加する。これらの画像診断に加え、左右両心室の辺縁描出により両心室の容積、駆出分画などの算出も可能になろう⁷⁻⁸⁾。この意味において、心筋梗塞において心電図同期 SE 法とシネ MR 法の併用は、必要不可欠なものである。

つぎに、心筋梗塞合併症の検出において、両法の果たす役割について検討した。心筋梗塞急性期における合併症として、心不全、心室自由壁破裂、中隔穿孔などがある⁹⁻¹⁰⁾。これらの患者を、急性期に MRI のカントリー内に入れて検査することはかなり困難である。したがって、本研究では、これらの急性期の重篤な合併症を除いた左心室瘤、左室壁在血栓、右室梗塞などにおける診断について行なった。心電図同期 SE 法において、左心室瘤、左室壁在血栓を有する症例では、壁厚のひ薄化を示す部位に一致して血流信号を認め、血栓との鑑別が困難なことが多い¹¹⁾。シネ MR 法を併用することにより、両者の鑑別が容易であった。とくに血栓の検出に関しては X 線 CT 同様、全心周期にわたりシネ MR 法にて低信号領域を認めることから容易となった。この他に、右室梗塞では、シネ MR 法にて右室内腔の拡大と壁運動異常を、心のう液貯留では、両者の併用により精度高い評価が行なえた。

シネ MR 法は、局所壁運動に加え、弁逆流の評価が行なえる。僧帽弁逆流は、弁接合部から

左房内にかけて収縮時相にて低信号領域として表現され、この成因は逆流による乱流と血流速度の差異のためとされている¹²⁾。心筋梗塞においても、僧帽弁逆流は左室拡大による弁輪のズレや乳頭筋断裂による僧帽弁逸脱により生じることが示されている¹³⁻¹⁴⁾。心電図同期 SE 法に比し、シネ MR 法により、弁逆流を有する全症例にて検出可能であった。

心筋梗塞において心不全を合併するとき、時として拡張型心筋症との鑑別が困難なことがあり、虚血型心筋症として総称される¹⁵⁾。両法を併用することにより、拡張型心筋症では、心筋壁厚が一様に薄化し、generalized hypokinesisを示すことが、虚血型心筋症では、梗塞部位の薄化と同部位の akinesis を示すことが多いことから、ある程度鑑別することが可能である。虚血型心筋症例において、両者の併用により診断可能であった。しかし、今回の検討では経験しなかったが冠動脈造影にて初めて鑑別可能な症例があることも銘記しておく必要がある。

このように、両法を併用することにより、他の診断法を組合わせて可能であった心筋梗塞合併症の診断も容易に行なえることが示された。ところで、前述したように、今回の検討では主として体軸断層像を用いているが、MRI の利点の 1 つとして任意断層面のアプローチが可能なることから、針位断層を併用することによりさらに診断精度が向上すると考えられる。そして、心容積、駆出率など心機能諸値の算出も簡便に行なえれば、現行の心プールシンチグラフィ、心エコー図などのモダリティに少なからずインパクトを与えることが予想される。

文 献

- 1) 西村恒彦; Magnetic Resonance Imaging (MRI) による心大血管の画像診断 呼吸と循環 34: 607-

- 614, 1986
- 2) 西村恒彦; 心疾患における MRI の有用性 画像診断 6: 1236-1244, 1986
- 3) 西村恒彦, 植原敏勇, 林田孝平他; 心電図同期 MRI による心筋梗塞の診断 心臓 19: 378-383, 1987
- 4) 関原謙介, 河野秀樹; 高速核磁気共鳴イメージング NMR 医学 7: 3-23, 1987
- 5) 小塚隆弘, 西村恒彦; MR イメージングと心運動画像診断 6: 816-823, 1986
- 6) 西村恒彦, 山田直明; 短時間撮像法を用いた心大血管の MRI 診断 臨床画像 4: 68-78, 1988
- 7) Schtem U, Pflugfelder PW, Gould RG et al; Measurement of right and left ventricular volumes in healthy individuals with cine MR imaging Radiology 163: 697-702, 1987
- 8) Rehr RB, Malloy CR, Filipchuk NG et al; Left ventricular volumes measured by MR imaging Radiology 156: 717-719, 1985
- 9) 阿部泰宣, 細田達一; 心筋梗塞合併症の臨床とその頻度分析 日本臨床, 冠動脈疾患 (1987 年増刊): 690-701, 1987
- 10) 阿部 裕編; 心臓病 (南山堂) 東京: 315-349, 1980
- 11) Dooms GC, Higgins CB; MR imaging of cardiac thrombi JCAT 10: 415-420, 1986
- 12) Schiebler M, Axel L, Reickek N et al; Correlation of cine MR Imaging with two-dimensional pulsed Doppler echocardiography in valvular insufficiency JCAT 11: 627-632, 1987
- 13) Izumi S, Miyatake K, Beppu S et al; Mechanism of mitral regurgitation in patients with myocardial infarction. A study using real-time two dimensional Doppler flow imaging and echocardiography Circulation 76: 777-785, 1987
- 14) Burch GE, Depasquale NP, Phillips JH; The syndrome of papillary muscle dysfunction Am Heart J 75: 399-405, 1968
- 15) Burch GE et al; Ischemic cardiomyopathy Am Heart J 79: 291-296, 1970

Assessment of Myocardial Infarction by ECG-gated Spin Echo and Cine MR Imaging

Tsunehiko Nishimura

(Dept. of Radiology, National Cardiovascular Center)

Naoaki Yamada

(Dept. of Radiology, National Cardiovascular Center)

Takeshi Matsuo

(Dept. of Radiology, National Cardiovascular Center)

Kazuo Haze

(Dept. of Cardiology, National Cardiovascular Center)

Kunio Miyatake

(Dept. of Cardiology, National Cardiovascular Center)

ECG-gated spin echo (SE) and cine magnetic resonance (MR) imagings were performed in 42 patients with myocardial infarction. MR imaging was carried out by using Magnetom (1.5 Tesla, superconductive type). SE pulse sequence was consist of TR with 600-1000 msec and TE with 30 and 70 msec. Cine MR was consist of TR with 30-40 msec and TE with 16 msec. In 30 patients with anterior infarction, regional wall motion by cine MR and left ventriculography showed good agreement. Wall motion abnormality by cine MR was corresponded with wall thinning by SE method. The complications of myocardial infarction were also diagnosed correctly by both method in 32 patients. Cine MR was useful to evaluate left ventricular aneurysm, thrombus and mitral regurgitation, and to differentiate ischemic cardiomyopathy from dilated cardiomyopathy. In conclusion, the combination of both method was proven to be useful for the assessment of cardiac structure and function in myocardial infarction.