

瀬藤 隆司 赤川 拓也

徳島赤十字病院 放射線科部

要 旨

近年、心臓 MRI 検査による心機能評価や、シネ MRI による局所壁運動の評価、心筋 Perfusion 検査による虚血心筋の評価、そして遅延造影による梗塞心筋の壁内伸展の程度による血行再建後の壁運動回復の程度の評価などが可能となり、臨床上有用な情報を得ることが出来るようになってきた。

当院でも2009年3月より施行し、現在10数例撮像を行ったが、実際に検査を行う上で検査手法・運用等留意しなければならない点も多い。

今回当院で行っている心臓 MRI 検査の内容と今後の展開についてまとめたので報告する。

キーワード：心臓 MRI 検査，シネ MRI，心筋 Perfusion，遅延造影

はじめに

心臓血管疾患の診療において、心臓カテーテル検査以外の画像診断も重要な役割を担っている。冠動脈狭窄に伴う心筋虚血の診断には、心筋シンチグラフィが主に用いられてきたが、近年の MRI 撮影装置の進歩と新しい撮像シーケンスの開発によって心筋灌流や心筋バイアビリティなどの機能的診断における心臓 MRI 検査の有用性が高まり、心内膜下虚血や心内膜下梗塞の診断などについては心臓核医学を上回る診断能が得られている¹⁾。また撮像法の高速度化や技術的發展により、高い空間分解能と時間分解能によって心臓の形態や機能を安定して捉えることが可能となってきた。しかし、心臓 MRI は検査法や手順が複雑で、撮影に関する習熟が必要不可欠である。検査時間も40分から60分と他の検査に比べて長くルーティン MRI 検査枠内実施することがなかなか難しいのが現状である。

当院でも2009年1月より心臓 MRI 検査を実施しているが、今回は急性心筋梗塞発症10日前後の患者に行っている検査内容と今後の展開について報告する。

使用機器等

MRI 装置：Achieva 1.5 T (PHILIPS 社製)

注入器：MRI 造影剤注入装置ソニックショット50(根本杏林堂社製)

ワークステーション：AZE Virtual Place Lexus(AZE 社製)

心臓 MRI 検査の流れ

- ・事前準備
検査内容について患者へ十分に説明を行う。
- ・ポジショニング
 - ① VCG 心電同期電極の装着
 - ②呼吸センサーの装着
 - ③左腕を持ち上げる（折り返しアーチファクト抑制のため）
- ・撮像内容
プロトコルは心臓 MRI 検査の標準化を目的として SCMR により作成されたものである²⁾。

位置左室形態・機能を評価するシネ MRI の撮像について

最初に位置決め撮像を行う（図1）。次に位置決め画像をもとに、左室形態・機能を評価するシネ MRI を四方向撮像する。まず体軸水平断像を用いてプランを行い、僧帽弁の中心と心尖部を結ぶラインに角度をあわせた垂直長軸像（図2）の撮像を行う（1断面でスライス厚8mm 息止め約5秒）。次

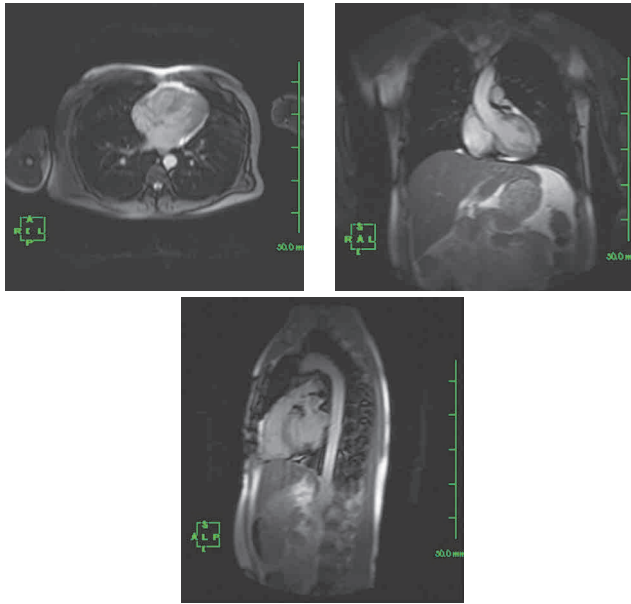


図1 位置決め撮像

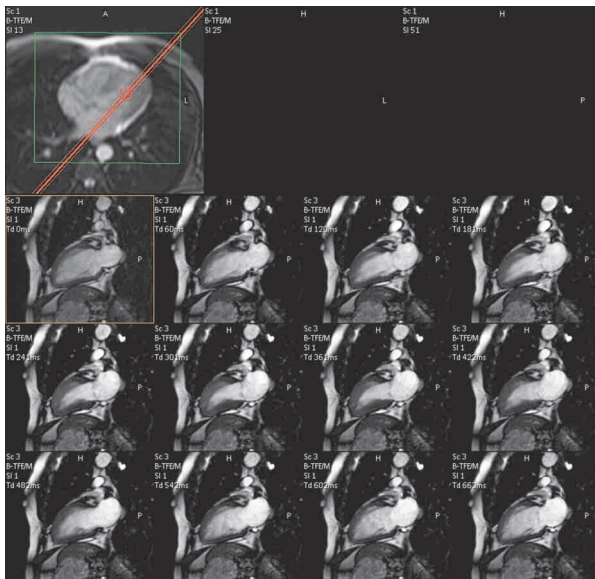


図2 垂直長軸像

に垂直長軸像を用いてプランを行う。僧帽弁の中心と心尖部を結ぶラインに角度をあわせた水平長軸像（図3）の撮像を行う（1断面でスライス厚8mm 息止め約5秒）。次に水平長軸像を用いてプランを行う。水平長軸像に対して垂直となる角度にあわせた左室短軸像（図4）の撮像を行う（12断面でスライス厚8mm 息止め三断面で約15秒を2回行う）。最後に左室短軸像を用いてプランを行う。心基部よりの左室短軸像にて、左室中心と右室角を結ぶライ

ンに角度をあわせ四腔長軸像（図5）の撮像を行う（3段面でスライス厚8mm 息止め約15秒）。

心筋虚血を診断する心筋 Perfusion の撮像について プランニングは水平長軸像を用いる。虚血を確認したい心筋の範囲を設定する（図6）（Perfusion は収縮期のタイミングでデータ収集する）。

造影剤の注入はソニックショット50にて行い造影剤注入開始と同時に撮像開始する。

撮像時の造影剤注入条件を以下に示す（表1）。

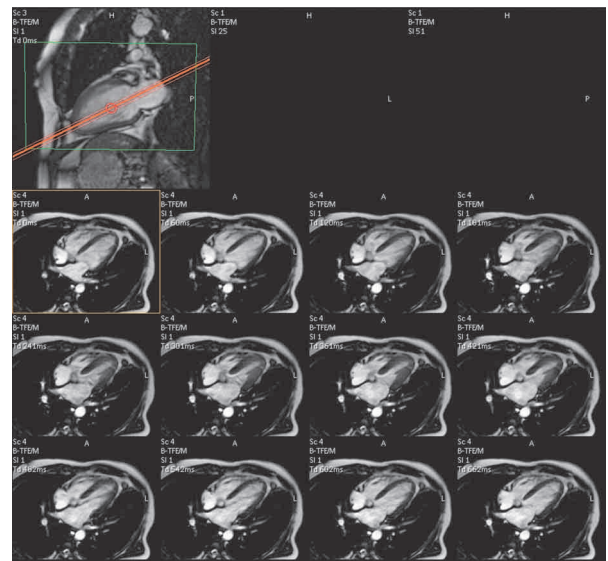


図3 水平長軸像

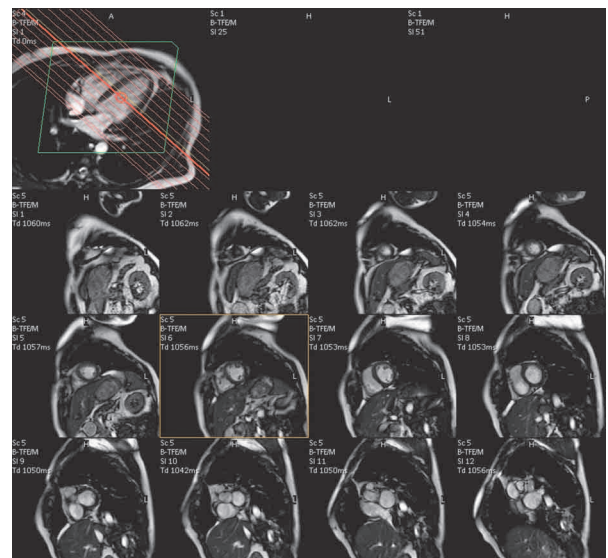


図4 左室短軸像

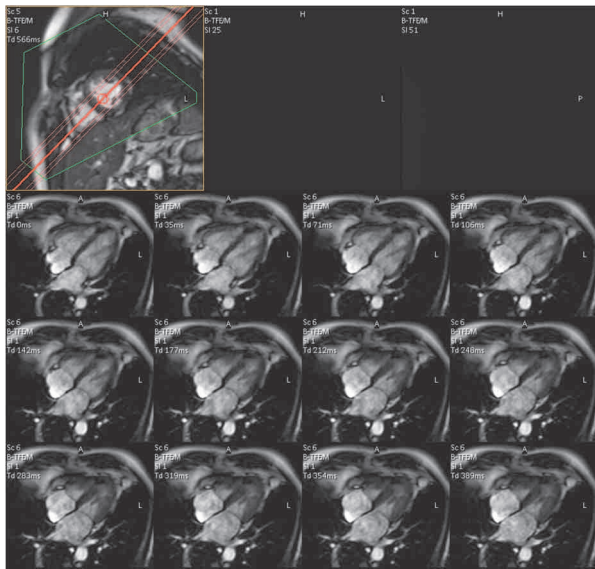


図5 四腔短軸像

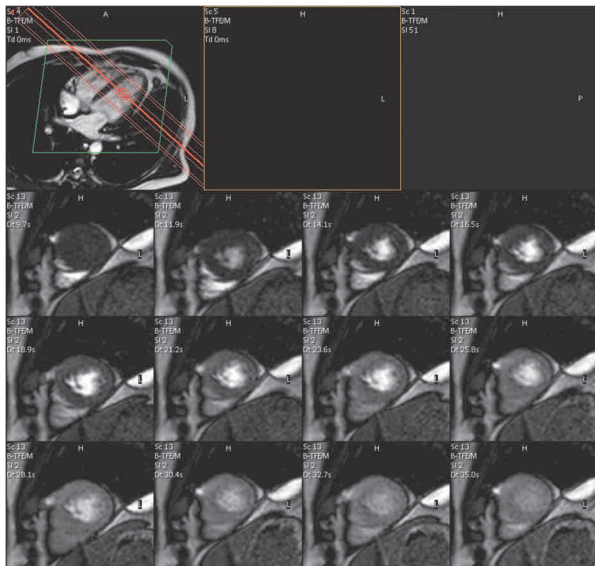


図6 心筋 Perfusion 画像

表1 心筋 Perfusion 撮像時のGd造影剤投与条件

| 造影剤投与量 (mmol/kg) | 注入速度 (ml/sec) | 生理食塩水 (ml) | 注入速度 (ml/sec) |
|---------------------|------------------|---------------|------------------|
| 0.1 | 3 | 30 | 3 |

梗塞心筋を診断する遅延造影の撮像について

造影剤の注入は心筋 Perfusion を撮像した後、看護師に注入してもらう。

造影剤投与後5～10分後、まず正常心筋の Null Point を調べるための Look Locker の撮像を行う。

プランニングは左室短軸像と同様の角度で、左室中心位置に設定する(図7)。遅延造影左室短軸像の撮像(図8)は水平長軸像を用いてプランを行う。水平長軸像に対して垂直となる角度にあわせる(12断面でスライス厚8mm 息止め6断面で約15～20秒を2回行う)。遅延造影垂直長軸像の撮像(図9)は体軸水平断像を用いてプランを行う。僧帽弁の中心と心尖部を結ぶラインに角度をあわせる(9断面でスライス厚8mm 息止め約15～20秒)。

撮像時の造影剤注入条件を以下に示す(表2)。

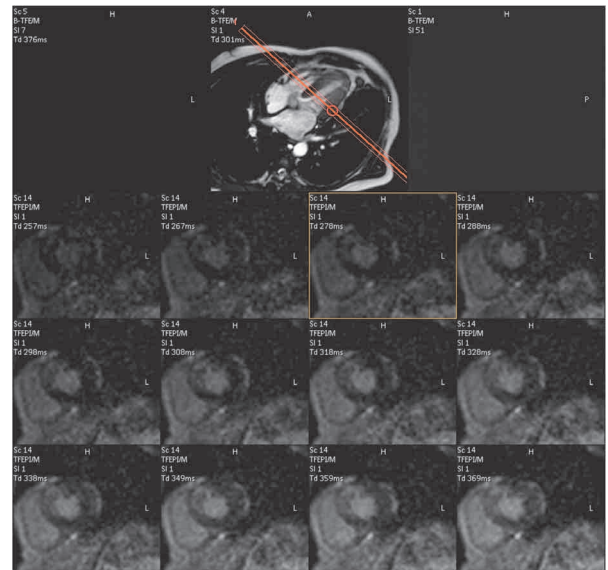


図7 Look Locker の作衛

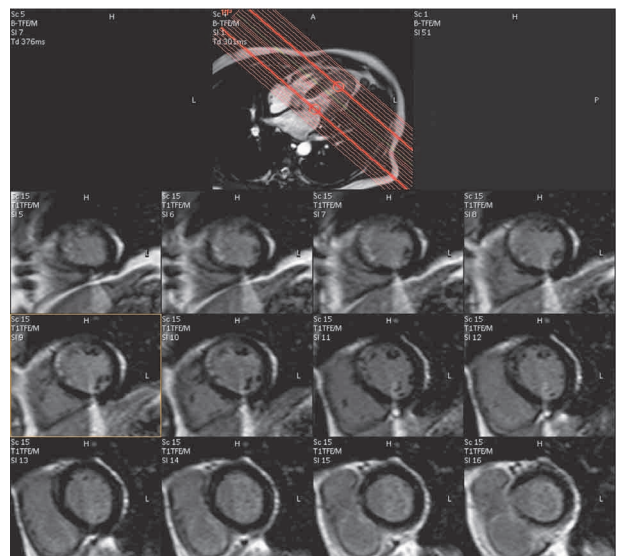


図8 遅延造影左室短軸像

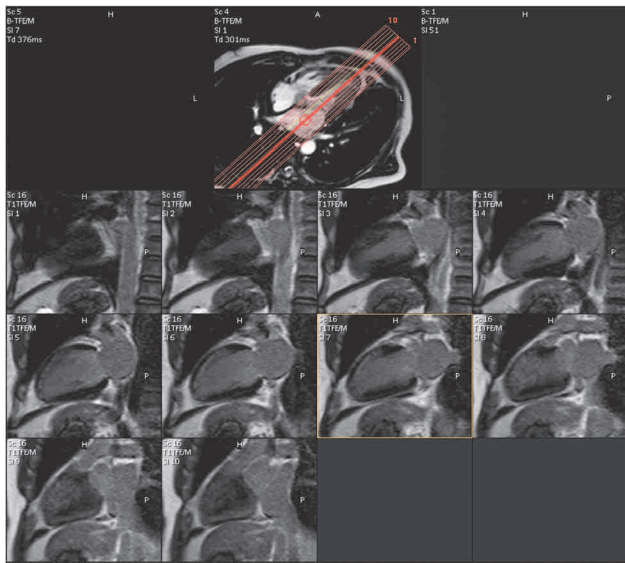


図9 遅延造影垂直長軸像

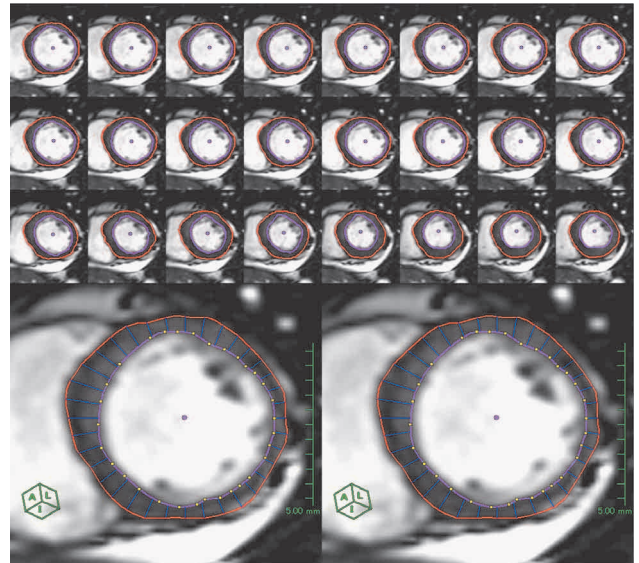


図10 LV解析画像

表2 遅延造影撮像時のGd造影剤投与条件

| 造影剤投与量 (mmol/kg) | 注入速度 (ml/sec) | 生理食塩水 (ml) | 注入速度 (ml/sec) |
|---------------------|------------------|---------------|------------------|
| 0.2 | — | 20 | — |

画像処理について

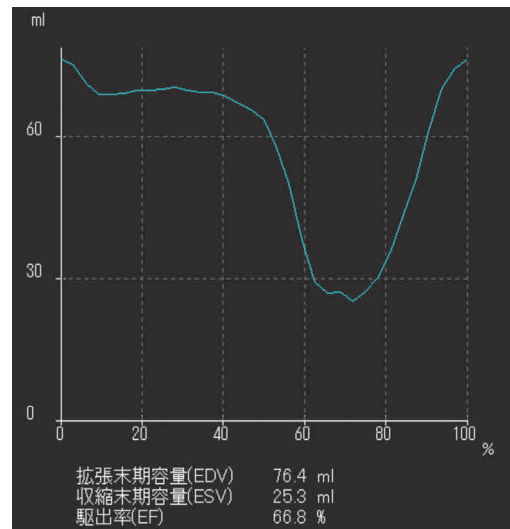
画像処理は、シネMRIの左室短軸像をもとにLV解析を行う。方法は左室内腔と心筋を心尖部付近から大動脈弁付近まで囲む(図10)。画像枚数が約200枚あるので、画像処理にかかる時間は約1時間ほどである。結果として自動解析によりえられた、駆出率(EF)・拡張末期容量(LVEDV)・収縮末期容量(LVESV)などのデータを提供している(図11)。

検査所要時間について

今回急性心筋梗塞発症10日前後の患者様10名に行った検査内容では、検査所要平均時間は約40~80分であった。

考 察

今回行った心臓MRI検査において、心電図同期がうまく出来ず検査を途中で中止となったものが2件



| | |
|--------------|------------------------|
| 拡張末期容量(EDV) | 76.4 ml |
| 収縮末期容量(ESV) | 25.3 ml |
| 一回拍出量(SV) | 51.0 ml |
| 毎分拍出量(CO) | 3.06 l/min |
| 心係数(CI) | — l/min/m ² |
| 駆出率(EF) | 66.8 % |
| 心壁重量 | 96.0 g |
| 最大充満速度(PFR) | 336.9 ml/s |
| 最大駆出速度(PER) | 376.6 ml/s |
| R波~収縮末期(TES) | 719 ms |
| R波~最大駆出(TPE) | 563 ms |
| R波~最大充満(TPF) | 875 ms |
| 身長 | — cm |
| 体重 | 66.0 kg |
| 体表面積(BSA) | — m ² |
| 心拍数(HR) | 60.0 bpm |

図11 LV解析結果

あった。患者様が磁場に置かれた場合、心電図上 T 波の上昇が認められる場合がある。この現象は T 波が QRS 波より大きくなるほど著名な事があり、心電図同期法において誤トリガーの原因となる。この現象は、心臓自体に由来するものでなく、近位大動脈中の血液が磁場を通過する際に発生する電圧が付加されるためである。この誘導低電圧により心電図をゆがませることがある³⁾。今回のある例では息止め撮像の時だけ R 波を認識しなくなり、原因として考えられるのは、心電図の貼り方が悪かったか機械の故障か撮像パラメータに問題があったかなどが考えられる要因ではあるが特定には至ることができなかった。別の例ではもともと心電図上で R 波が非常に弱く、循環器科の医師がいろいろな貼り方を試したが改善されなかった。まだまだ症例件数を重ねている段階であるので今後もこのような心電図に関するトラブルもあると考えられるが、検査を施行できるための技術と知識を養っておきたい。

左室形態・機能を評価するシネ MRI では、心電図同期が問題なければ良好な画像が得られた。だが息止め不良や動きなどによるアーチファクトのため同一画像の再撮像を何度か繰り返し行い検査時間が長くなってしまうケースもみられたため、今後検査前の患者に対する説明をしっかりと行い、またプランニングも慎重に行い検査時間短縮につなげていく必要がある。

心筋虚血を診断する心筋 Perfusion 撮像では、今回は薬物負荷なしで行ったが、より精度の高い検査としていくためには、循環器科医師・放射線科医師・放射線技師・看護師の協力のもとで、薬物負荷検査を行う必要もある。これから症例件数を重ねていき、より安全に行えるようマニュアルを作成するなどしっかりと準備を進めていきたいと考えている。

梗塞心筋を診断する遅延造影では、造影剤投与後の左室内腔と心筋のコントラストがつかず、Look Locker 撮像時正常心筋の Null Point を調べる事が困難なケー

スもみられた。これは患者により造影効果に差があったか、造影剤使用量が適切でなかったか、または心アミロイドーシスなどの症例では心筋全体が淡い造影効果があるため撮影技師が気づけなかったか、原因は多々考えられる。しかし撮像した画像に関しては心内膜下梗塞を示す所見もみられ有用な臨床情報が得られた⁴⁾。臨床症例の所見や画像に関しては今後検査件数を重ねていき報告したいと考える。

まとめ

当院における心臓 MRI 検査は、まだ入り口にたった程度にすぎない。心臓 MRI 検査は機能的診断組織形状の診断に有用性が高く、放射線被曝を伴わない大きな利点がある。今後は循環器科医師と放射線科医師との協力のもとに、虚血性心疾患の患者におけるさらなる検査内容の検討を行っていきたい。また弁疾患・心筋炎・心筋症・心膜疾患・心臓腫瘍などの心疾患に対しても、有用な臨床画像を医師に提供出来るような検査方法や内容についても確立出来るようにしていきたい。

文 献

- 1) 栗林幸夫, 佐久間肇編: 心臓血管疾患の MDCT と MRI, p218-271, 医学書院, 東京, 2005
- 2) SCMR Image Acquisition Protocols Version 1.0 (http://www.scmr.org/assets/files/SCMR_protocols_2007-2.pdf)
- 3) アレン D. エルスター, ジョナサン H. バーデッド: MRI「超」講義, p312-313, メディカル・サイエンス・インターナショナル, 東京, 2003
- 4) 石田七香, 佐久間肇: 遅延造影 MRI と心筋パーフュージョン MRI の有用性. 臨床画像 24(増刊): 128-135, 2008

Current Status of Cardiac MRI at Our Hospital

Takashi SETOU, Takuya AKAGAWA

Radiologist, Tokushima Red Cross Hospital

It is now possible to obtain clinically useful information with recently introduced new techniques such as cardiac MRI (for evaluation of heart function), cine MRI (for evaluation of local wall motions), myocardial perfusion test (for evaluation of ischemic myocardium) and delayed radiography (for evaluation of the degree of wall motion recovery after angioplasty through assessment of the degree of growth of infarcted myocardium within the wall).

At our hospital, cardiac MRI began to be applied in March 2009, and it has been used for 10-odd cases to date. When cardiac MRI is performed, there are many points related to manipulation, procedure, skill, etc. which require attention and carefulness.

We report the current status of cardiac MRI at our hospital and present its perspectives for the future.

Key words: cardiac MRI, cine MRI, myocardial perfusion, delayed radiography

Tokushima Red Cross Hospital Medical Journal 15:123–128, 2010
