



MRI対応デバイスの対応と注意点

日本大学医学部内科学系循環器内科学分野
中井俊子 渡辺一郎

I. 条件付き MRI対応デバイスの出現

従来、MRI検査は禁忌とされていた心臓植込みデバイスであるが、2012年10月から条件付きMRI対応のペースメーカーが使用可能となり、さらに、現在では植込み型除細動器(ICD)、およびCRTにおいても、MRI対応機種が出現した^{1)~3)}。また、過去に植込みが行われたリードについても、MRIに耐えるか否かの試験が行われ⁴⁾、MRI可能と承認されたリードを使用している患者においては、本体交換後にMRI対応のシステムに生まれ変わる、という夢のようなことが現実となった。デバイス患者の50~75%においてMRI検査が必要であったとの報告があるが⁵⁾、日本では、欧米以上にMRI検査が好まれる傾向があり、MRI対応デバイスへの期待は大きい。

しかし、MRI対応といっても、あくまで“条件付き”MRI対応であって、そのままの状態でもMRI検査室に入室できるということではない。MRI検査が可能な条件を満たしているか否かのチェックに加え、デバイスの設定変更は必須である。しかも、MRIモードという非同期のペーシングモード、あるいは治療を中断する設定を選択しなければならないため、一時的ではあるが、“検査中は危険にさらされる”ということを十分に理解しておく必要がある。

II. 条件付き MRI対応デバイス患者におけるMRI検査の注意点

MRI対応デバイスが導入されてから3年以上が経過し、現在ではMRI対応デバイスがスタンダードとなっているが、MRIの撮像に関する情報は十分に周知されていないのが現状である。

たとえば、MRI対応機種であるからといって、認定施設ではない病院でMRI検査を施行しようとした事例や、他の診療科からMRI検査が予約され、検査直前の問診票記載の際に初めてペースメーカーが植込まれていることに気がつき、慌てて循環器医師が駆けつけてMRIモード設定と立ち会いを行った事例などがある。逆に、MRI対応機種であることを知らないために、MRI検査が行えずに治療方針が決定できない、と患者が嘆くケースもあった。いずれの病院においても、医師・ナースを含め、各部署の従事者の入れ替わりは常であり、情報を周知したつもりでも、また人が入れ替わった時点で途絶えてしまう。より多くの患者がこの新しいデバイスの恩恵を受けられるよう、院内のさまざまな職種・従事者に、継続して情報の周知を行っていく努力が必要である。

当施設において、これまで約70件のMRI撮像を行っており、幸い大きな問題はなかったものの、ヒヤリとした症例や、設定に苦慮した症例も少なからず経験した。これまでの経験をもとに、条件付きMRI対応デバイス患者において、安全にMRI検査を行うための注意点をまとめておく。

表 各社 MRI 対応デバイスの MRI モード

	Medtronic	St. Jude Medical	Boston	Biotronik	SORIN
MRI Mode	AOO	AOO	AOO	AOO	(No AOO)
	VOO	VOO	VOO	VOO	VOO
	DOO	DOO	DOO	DOO	DOO
	ODO(OFF)	OFF	OFF	OFF	OFF
Rate (bpm)	30~120	30~120	30~100	80 (FIX) / 70~160	50~120
AV delay (ms)	110	25~120	100	110	パラメータ設定
output	Auto ouput /1.0msec	5.0 or 7.5v /1.0msec	2~5.0v/1.0msec	4.0v/1.0msec	5.0v/1.0msec

メーカーによって、あるいは、同じメーカーでも機種によって、異なる設定となっているため、注意が必要である。

1. 検査を行う際の MRI モード選択

MRIモードには AOO, VOO, DOO, OFFモードがあるが、機種によっては、4つのモードすべてを備えていないものもある。また、ペーシングモード以外の設定(出力や AV delay など)は変更できないものが多いため、注意が必要である(表)。

・各デバイス(ペースメーカ・ICD・CRT-P/CRT-D)における MRI モード設定の考え方

①ペースメーカ

MRI検査室に入る際には、磁場の影響を受けることのないよう、MRIモードへの設定変更が必要である。考え方は、手術中における電気メス使用時の対処と似ている。たとえば、洞不全症候群において自己の心房レートが遅い、あるいは洞停止の危険があるが房室伝導が保たれている場合には、心房のみのペーシングを確実に確保できる AOOモードに設定する。この際に、心房・心室両方のペーシングを行う DOOモードの選択も可能であるが、発作性心房細動(発作性 AF)を合併している症例においては、検査中に AFが発生した場合にレートが速くなり、心室の非同期モードによるペーシングによって Spike on Tから心室細動へ移行する危険があるので、注意が必要である(図)。われわれの施設でも、MRI検査中に AFに移行した症例があったが、AOOモードに設定していたため胸をなでおろした経験がある。房室ブロックにおいては、主に VOOと DOOモードの選択が可能であるが、患者によっては、心房・心室の同期の保てない VOOモードにより強い不快感を訴えることがあるため、可能であれば(心房レートが比較的遅くペーシングによるコントロールをできるようにであれば)、DOOの選択が望ましい。また、非同期モードを設定する場合には、自己脈との競合を避け、できるだけ完全にペーシングによるコントロールができるように、80 ppmなど、少し高めのレートを設定する。

②ICD

ICD患者は、通常、ペーシング依存ではないため、頻拍の検出機能、ATP/除細動治療、ペーシングをすべてオフとしてMRI検査を行うことが多い。もし、徐脈性不整脈を合併している症例の場合には、ペースメーカ患者と同様の考え方でMRIモード設定を選択する。

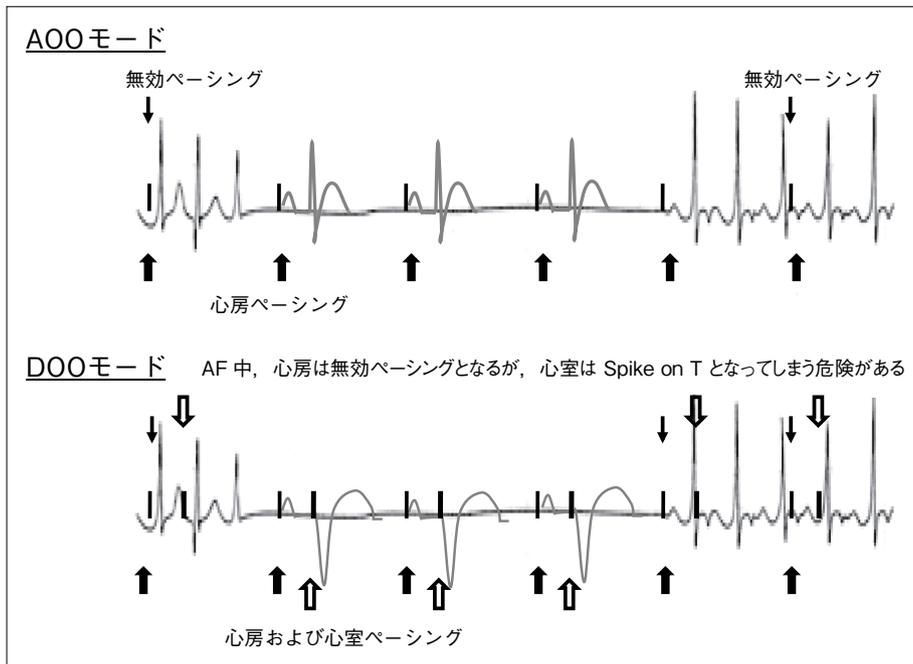


図
心房細動を合併している患者におけるMRIモード設定
AOOモード設定：AF中の心房ペースティングは無効となるが、洞停止の際には心房ペースティングにより心拍が確保できる。
DOOモード設定：洞停止となった際には心房・心室ともにペースティングとなり心拍が確保できる。しかし、頻拍性AFが発生した場合には、Spike on Tのタイミングで心室ペースティングが入る危険がある。

③ CRT-P/CRT-D

MRI検査はCT検査とは違い、検査にやや長い時間を要する。部位や検査目的により撮像に要する時間は異なるが、MRIモードを設定してからMRI検査が終了してデバイスをもとの設定に戻すまで、少なくとも40分以上を要する。CRT患者では心機能が低下しており、ペースティング設定の変化により血行動態に影響を及ぼす可能性もあるため、できる限りCRTペースティングを維持した状態でMRI検査を行いたい。CRT-DではICD同様、頻拍の検出機能およびATP/除細動治療をオフとする。

2. 検査中のモニタリング

MRI検査中は、心拍が確認できるよう、心電図モニターあるいはパルスオキシメーターなどを用いて患者を監視し、不測の事態に備えて、除細動器をMRI室のすぐ前に準備しておく。幸い、これまでに除細動器を使用した経験はないが、自己レートが上昇したことにより、設定したペースティングレートと自己レートが競合しSpike on Tを招きそうになった症例に遭遇し、ヒヤリとした経験がある。

日本医学放射線学会、日本磁気共鳴医学会、日本不整脈心電学会の3学会合同で作成されたMRI対応植込み型不整脈治療デバイスのMRI検査実施指針において、「必要に応じて循環器医師が検査に立ち会う」と記されている。全例における循環器医師の立ち合いは困難であると思うが、MRI検査におけるさまざまな事例の経験から、AOO, VOO, DOOなどの非同期のペースティングモードを設定した症例においては、自己脈との競合や不整脈発生などの危険があるため、不測の事態に備えMRI検査中の循環器医師の立ち会いを励行することが望ましい。

3. 検査終了後のデバイス設定の確認

MRI検査終了後には、できるだけ速やかにデバイスをもとの設定に戻した後、ペースティング閾値、リードインピーダンスなど、一通りのチェックを必ず行う。もし、測定値の異常が見られた場合には、遠隔モニタリングや、デバイス外来を一週間後に予定するなどして、慎重なフォローアップを行う。ただし、

これまでのところ、MRI検査の前後において測定値の大きな変化は見られていない⁵⁾。

4. MRI検査を想定した機種選択と植込み術

これまで、MRI対応デバイスにおけるMRI検査の安全性に関する報告は数多くあるが、なかでもMRI検査を安全に行うためのKeyは適切なMRIモードの選択といえよう。MRI対応機種の選択の際には、安全にMRI検査が行えるよう、実際のMRI撮像を想定した機種選択と植込みを考える。たとえば、発作性AFを合併している洞不全症候群の患者では、安全にMRI検査が行えるよう、AOOの設定が可能な機種を選択する、また、心サルコイドーシスなどで定期的に心臓MRIのフォローアップを予定している患者においては、可能であれば右側胸部への植込みを行って、本体による画像への影響を極力少なくする工夫なども有効と思われる。

Ⅲ. さいごに

これまで「MRI禁忌」とされていた心臓植込みデバイスに「MRI対応」が出現し、世の中が大きく変わった。現時点では、非対応機種と対応機種が混在していること、機種によって撮像部位に制限があったり撮像条件が異なったり、また1.5テスラ対応のもの、3テスラにも対応できるものなどさまざまであり、管理が非常に複雑で、「正直、面倒だ」という声も聞かれる。しかし、脳神経・整形外科領域のみならず、あらゆる領域においてMRIの有用性は高く、MRI検査が行えたことで、治療方針の決定や病気の原因究明に至り、安心を得られた患者は非常に多い。デバイス患者が他の患者と同様によりよい医療を受けられるよう、このデバイスを安全に取り入れ、活用していくことが重要である。

【文 献】

- 1) Kaasalainen T, Pakarinen S, Kivistö S, Holmström M, Hänninen H, Peltonen J, Lauerma K, Sipilä O : MRI with cardiac pacing devices - safety in clinical practice. *Eur J Radiol*, 2014 ; 83 : 1387 ~ 1395
- 2) Wollmann CG, Thudt K, Kaiser B, Salomonowitz E, Mayr H, Globits S : Safe performance of magnetic resonance of the heart in patients with magnetic resonance conditional pacemaker systems : the safety issue of the ESTIMATE study. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2014 ; 16 : 30
- 3) van der Graaf AW, Bhagirath P, Götte MJ : MRI and cardiac implantable electronic devices : current status and required safety conditions. *Neth Heart J*, 2014 ; 22 : 269 ~ 276
- 4) Shenthur J, Milasinovic G, Al Fagih A, Götte M, Engel G, Wolff S, Tse HF, Herr J, Carrithers J, Cerkenik J, Nähle CP : MRI scanning in patients with new and existing CapSureFix Novus 5076 pacemaker leads : randomized trial results. *Heart Rhythm*, 2015 ; 12 : 759 ~ 765
- 5) Kalin R, Stanton MS : Current clinical issues for MRI scanning of pacemaker and defibrillator patients. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2005 ; 28 : 326 ~ 328