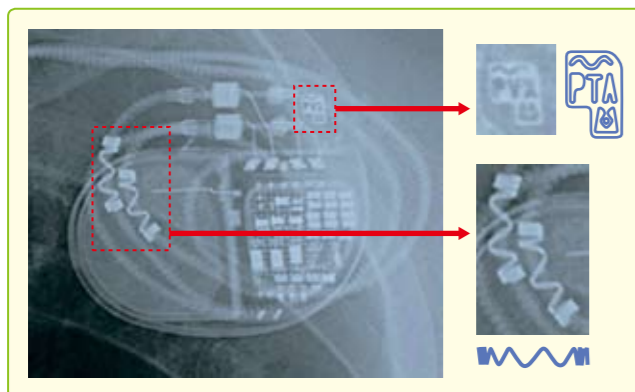




**図1 UCS (Medtronic 社提供)**  
これは動物実験中に記録された頻脈刺激である。スキャン開始でRF照射を行ったところ異常な刺激が発生した。頻脈周期約220 msで、ノイズトラッキングなどのペースメーカーの設定パラメータからは考えられない頻度の刺激である。これらの刺激は傾斜磁場やRFによって電極に異常電位が発生することによって生じると推測されている。



**図2 Radiopaque marking**  
条件つきMRI対応を示すためにX線不透過マーカーが装着されている。これはデバイスとリードそれぞれに装着されているが、写真は実際にMedtronic社製Advista MRI®とCapSureFix MRI®リードが植込まれた患者の胸部写真であるが、それぞれのマーカーが確認できる。

る。そこで、関係学会である日本医学放射線学会、日本磁気共鳴医学会そして日本不整脈学会は2012年8月、「MRI対応植込み型デバイス患者のMRI検査の施設基準」を策定した<sup>30-32)</sup>。今後、MRI対応システムを植込まれた患者はこの施設基準を満たした施設でのみMRI検査が可能となる。

施設基準を要約すると、①放射線科と循環器科を標榜、②1.5 T MRI装置（通常の円筒型ボア装置）を有する、③植込み型デバイスがMRI対応機種であることを確認するためのX線透視あるいは撮影装置が使用可能、④日本磁気共鳴専門技術者（MRI専門技術者）あるいはそれに準ずる者が常時配置され、MRI装置の精度および安全を管理、⑤植込み型デバイスの十分な診療経験がある循環器科医師とデバイスのプログラミングなどに精通した臨床工学技士が常勤、⑥放射線科医師とMRI検査を行う放射線技師、ならびに循環器科医師と臨床工学技士は所定の研修を修了、という6項目からなる。注意しなければならないのは、MRI装置の条件である。この基準では、1.5 T MRI円筒型ボア装置に限られる。普及が始まっている3.0 Tには対応していない。X線透視あるいは撮影装置は、植込まれたデバイスが条件つきMRI対応であるという確信が持てない場合にX線透視あるいは撮影装置を用いてデバイスやリードの条件つきMRI対応マーキング（図2）を確認するために用いる。この施設基準は実施条件をも定めている点がある。

## 施設基準

現在植込まれているデバイスやリードのほとんどはMRI非対応であり、MRI検査は禁忌である。ここにMRI対応システムを植込まれた患者が混在することになり、この状態は今後すべての植込まれたシステムがMRI対応となるまで長く続くことになる。当然、臨床現場での混乱が予想され、また最悪事態の事故も想定される。また、十分に事態を理解していない撮影現場で、撮像条件を確認しないまま検査が遂行される可能性もある。



**図3 条件つきMRI対応ペースメーカー植込み患者に提供されるカードおよびペースメーカー手帳のMRI照射記録 (Medtronic 社提供)**

## 施設基準が定める実施条件

患者にMRI検査の必要が生じた場合、通常では各科の医師が放射線科に検査の依頼を行う。他院からの紹介でも同様に検査依頼は放射線科に行く。しかし、MRI対応植込み型デバイス装着患者に検査の必要が生じた場合には、所定の研修を修了した循環器医がMRI検査の安全性を確認した後、循環器医から放射線科に検査依頼を行う点が通常と大きく異なる。他院からの紹介窓口も循環器医となる。この理由は、条件つきMRI対応システムはデバイスに定められたMRI検査前の確認と検査のための設定変更および検査後のデバイスのリプログラミングの確認を循環器医師が行う必要があるためである。さらに患者の取り違えを避けるために検査マニュアルの整備やチェックシートの運用を定めるとともに、患者には「MRI対応植込み型デバイス」が明示されたカード（図3）をペースメーカー手帳とともに携帯提示することが定められている。また、検査中の事故を早期発見するためにパルスオキシメータや心電図モニターの連続的な監視が定められ、検査中の不測の事態に即座に対応できる循環器医師を含めた体制が求められている。さらに特筆すべき点は、放射線診断専門医やそれに準ずる放射線科専門医がMRI検査依頼に関するリスクとベネフィットを検討することを明記すること、とされている点である。

## MRI対応ペースメーカーが準拠すべき撮像条件

### MRI検査装置の条件

今回の基準では、使用可能な装置は1.5 T MRI円筒型ボア装置に限られる。さらに、機種によって撮像条件が細かく規定されている点に注意が必要である。撮像条件とは、①最大比吸収率（specific absorption rate；SAR）、②頭部SAR、③最大傾斜磁場スルーレート、④追加コイルの可否、⑤スキャン時間、⑥アイソセンター除外領域、⑦撮像対象領域の7項目からなり、これらの条件はデバイスの機種によって異なる。

### デバイスの設定条件

MRI撮像中にはさまざまな干渉が起こりうる。そこで、条件つきMRI対応デバイスでは、MRI撮像中に可能なかぎり干渉を受けない設定に変更し、検査中は干渉の早期発見を、そしてMRI撮像後には有意な干渉を受けていないかを検証する必要がある。デバイス本体への干渉防御はすでに発売前に試験が終了しており、臨床現場で問題となる干渉はリードへの力学的な干渉と温熱効果による刺激閾値の上昇と、UCSである。力学的な干渉を防御するために、植込み直後の検査は避けなければいけない。今回発売された機種では植込み後6週間以上たっていることが撮影条件となっている。また、術前の刺激閾値測定は、推測される最大閾値上昇が起こった場合に対処できるかを判断する根拠となり、また術後の刺激閾値測定は、推測以上のMRI曝露を発見して刺激閾値上昇による事故を未然に防ぐ手段となる。MRI検査前に固定刺激モードあるいは刺激停止による自己脈への変更は、UCSによる頻脈を予防し、オーバーセンシングによる刺激の抑制を回避できる。MRI検査中のモニターはUCS、致死性不整脈あるいは心停止の早期発見を可能とする。同様に徐脈によって誘発された致死性不