

# 1. 条件付きMRI対応ペースメーカーの 現状と臨床現場での対応

## —製品別の運用条件と施設基準を中心に

川光 秀昭 神戸大学医学部附属病院医療技術部放射線部門

MRI検査では、従来からペースメーカーを植え込んだ患者は禁忌として取り扱われてきた。現状のペースメーカーのほとんどの製品は、添付文書の中で原則禁忌としてMRI検査の併用が掲げられているが、MRI装置の添付文書では絶対禁忌として取り扱われてきた。従来のペースメーカーをMRI検査と併用したことで生じる不利益は、ペースメーカー本体の故障や誤動作と、リード線による心筋の熱損傷や神経刺激である。一方、2012年3月に条件付きではあるが、MRI検査で利用される静磁場、RF磁場、変動磁場から受ける影響を許容できる程度にまで減少させたペースメーカーも本邦に導入され、現在では複数のメーカーの製品が利用できるようになってきた。

本稿では、それらの個々の製品についてMRI検査を併用できる条件を解説するとともに、日本磁気共鳴医学会などが定めた施設基準を紹介し、MRI検査を行うための注意点と課題について述べる。

### 静磁場がペースメーカーに 与える影響

磁性体の構成部品による移動や振動のほかに、多くのペースメーカーは、磁石を利用して設定を変更してバッテリーなどの状態を調べる、マグネットモードと呼ばれる機能を有している。2枚の金属片でできたリードスイッチを利用した従来のペースメーカーでは、MRI装置が発生する高い磁場の中では、不用意にマグネットモードに移行して設定が変化するばかりか、このスイッチ自体が破損してペースメーカーの本体を交換しなければならないような事態も発生する。そこで近年、磁性体の接点を利用したスイッチから、ホールセンサと呼ばれる磁力の検出部品を利用することにより、このような事態を回避するような工夫がなされた。

### 変動磁場(RF、傾斜磁場)が 従来のペースメーカーに 与える影響

変動磁場は電気回路に電流を誘導するため、MRI検査で用いられるRFによる回転磁場や、画像再構成のために利用される傾斜磁場によって、さまざまな影響が発現する。ペースメーカーは体内に植え込まれるために体外から設定条件を変更する必要がある。そこで、電波を用いたプログラマーが用意され、ペースメーカーはその信号を受信するためのアンテナをはじめとしたテレメトリ回路を内蔵している。MRI検査でスピンの励起に利

用されるRFによる回転磁場は、この回路に異常な電流を誘導し、ペースメーカーのパワー・オン・リセットを生じる。この動作は、ペースメーカーを植え込んだ患者が除細動器などの処置を受けた場合の安全機構として組み込まれているが、MRI検査でRFを受けた場合も同様の動作が発生することが知られている<sup>1)</sup>。これらは、従来のペースメーカーでMRI検査をした場合に見られる現象であるが、テレメトリ機構に備わっているEMI(electro-magnetic interference)回路の改良により、規定された条件下では誤動作は抑制される。

また、心筋を電気的に刺激するためのリード線と電極は、RFによる回転磁場と傾斜磁場により誘導電流が発生し、心筋の温度上昇と神経刺激を誘発する。リード線を電流が誘導しにくく、発熱しにくい構造にするとともに、リード線の体内での取り回しやMRI検査時のRF出力(SAR)と傾斜磁場強度(dB/dt)に条件を加えた検証ではあるが安全が確保された。

### 条件付きMRI対応 ペースメーカーの実際

MRI検査に対応するためにMRI装置やパラメータに制限(条件)が課せられるが、条件付きMRI対応ペースメーカーでは安全に検査を行うことができる。それらの中でMRI検査に対応した条件は、静磁場強度、SAR、傾斜磁場強度である。現状では、条件付きMRI対応ペースメーカーを販売しているメーカーは4社あるが、