

1. MRIの技術進歩で変わる臨床の今と未来

4) 臨床現場におけるグラジエントシステムと撮像法の最新動向

高山 幸久*1/西江 昭弘*1/牛島 泰宏*1/中山 智博*2
久保雄一郎*2/石松 慶祐*1/赤嶺 雄太*3/小原 真*3

*1 九州大学大学院医学研究院臨床放射線科学分野

*2 九州大学大学院医学研究院分子イメージング・診断学講座

*3 (株) フィリップス・ジャパン

MRIは、1973年にLauterburにより考案された画像化技術を基礎にして開発され、約50年の経過で、日常臨床において必要不可欠な画像診断装置の一つとなった。画質の向上や撮像時間の短縮など、臨床現場からの要求に応えるべく、技術の進化に終わりはない。本稿では、九州大学病院に導入されたフィリップス社製MRI装置「Ingenia Elition 3.0T」に搭載されている“Vegaグラジエント”と、高速撮像法の1種である“Compressed SENSE”に関して、腹部領域の臨床症例を提示しながら、臨床現場における最前線の技術を概説する。

Vegaグラジエント

Ingenia Elition 3.0Tの最大の特徴は、発熱と渦電流(eddy current)の発生を効果的に抑制することを目的に開発されたVegaグラジエントと呼ばれるグラジエントシステムである¹⁾。MRI装置は複数のハードウェアにて構成されるが、グラジエントコイルは画質向上に大きく関与する。表1に、グラジエントシステムのパフォーマンスに影響を与える因子を示す¹⁾。その因子のうち、特に最大傾斜磁場強度(Gmax)と最大スリューレート(SRmax)が重要な指標である。グラジエントはGmaxとSRmaxの積で示されるが、これをさらに紐解くと、グラジエントシステムのパフォーマンスは最大電力(Vmax)と最大電圧(Imax)、コイル効率(ε)により決定される(グラジエントシステムのパフォーマンス = Gmax × SRmax = Vmax × Imax × ε)。グラジエントシステムのパフォーマンスを向上させる近道は、最大電力を上げることである。ただし、コイル内の発熱量が上昇するため、オーバーヒートやコイル自体の電気抵抗上昇による傾斜磁場への影響などの問題が生じてくる。高いb値を用いる拡散強調画像(diffusion weighted image: DWI)など、最大傾斜磁場のスイッチが必要な撮像法では、オーバーヒートを予防するために繰り返し時間(repetition

time: TR)が延長する必要が生じ、結果として撮像時間を延長させる要因となる。多くの検査を行っている今日の臨床現場においては、検査時間を短縮するための撮像パラメータ設定の制限や撮像シーケンス削減などの妥協を強いられるのが現状である。グラジエントシステムのパフォーマンスを向上させるためには、最大電力を上げることはもちろんだが、そのみではなく排熱性などを含めた包括的なグラジエントコイルの設計、開発を行う必要があった。それらの問題を解決すべく、新たな設計思想の下に、Vegaグラジエントという新たなグラジエントコイルが開発された。これは、高いGmaxとSRmax、高い直線性(どの程度均一に傾斜磁場を印加できるか)、被検者の快適性(広いボア)などがバランス良く得られるように構造設計されている。

1. 発熱の抑制

Vegaグラジエントは、高い排熱効率を得るために、ダイレクトクーリングシステムを搭載している。Z軸コイル内に直接冷却パイプを通し、各軸コイルの間隔を極限まで近づけ、かつコイルを熱伝導性の高い絶縁体を介してシート状に密着させることで、3軸すべてのコイルを冷却する。冷却パイプを減らすことで、コイル自身の断面積を確保するスペースができる。コイルの抵抗軽減効果が得られることで、コイルの抵抗により生じる発