MRIの電磁波被曝に関する一考察

山口弘次郎、織部祐介、大徳尚司
新潟医療福祉大学 診療放射線学科

【背景・目的】医用機器を使用した医用画像診断での最大の問題点は放射線による医用被曝である。近年、医用機器は医用被曝低減を重視した医用機器の開発が行われている。医用機器のうち放射線を使用しない医用画像診断装置にMRI（Magnetic resonance imaging）装置がある。しかし、MRI装置も人体に対して電磁波（RF: ラジオ周波数帯域:42MHz/1T） を印加して人体の水素原子核の信号を画像化している医用機器である。この為、MRI装置では人体に印加する電磁波の出力 （電力） を体重あたりで制限 ［Watt/kg］ を行っている。この制限指標を SAR（Specific absorption rate: 比吸収率） と呼んでいる。MRI 装置が人体に印加する電磁波 （RF） の印加時間は長時間連続印加するのでは無く電磁波形状を sinc 関数にして短時間［ms］で間欠（パルス）的に印加されるのでRFパルスと呼ばれている。SAR値はこの人体に印加するRF パルス量を制限する指標である。MRI 装置での SAR値評価は電磁波被曝を理解する為にも重要な指標である。今回、SAR 値の考え方について検討を行ったので報告する。

【方法】MRI装置のSAR値計測をおこなうには人体等価誘電率を有する測定用ファントムを使用して行った。測定用ファントムは、硫酸銅水溶液を使用した負荷ファントムとベビーオイルを使用した無負荷ファントムを使用した。RFパルス測定には、サーチコイルを使用しRFパルス波形をデジタルオシロスコープで観察を行った。得られたRFパルス波形よりπ数、τ長、振幅値を測定し、この値からRFパルスのエネルギー密度、矩形換算を用いたSAR比較を行った。測定に使用した1.5TMRI装置を使用した。サーチコイルによって得られた RF パルスは基準換算方式を使用してsinc関数形状に換算して各π数に応じた変換係数を使用して矩形形状に変換して比較を行った。SAR測定は負荷ファントムと無負荷ファントムで入力体重を可変として表示SAR値を比較した。負荷ファントムでも無負荷ファントムでも RF パルスを印加することで得られる信号強度は同じとなるので入力する体重によってSAR 値の変化を比較検討した。使用したサーチコイルはセミリジットケーブル線材を使用した。計測条件はTR/TE=200 ms/15 ms で一回加算とした。RFパルス形状計測用オシロスコープは Lecroy Waverunner LT374L 500 MHz を使用した。

【結果】計測をしたMRI装置で使用されているRFパルスのπ数、τ長及び振幅値は各MRI装置で全て異なっていた。また、MRI装置システムで表示されるSAR値は負荷ファントムと無負荷ファントムで表示値が異なっていた。RFパルスを基準矩形波に換算した場合でも換算値に違いが出た。

【考察】MRI装置のSAR表示値はMRI装置毎に異なる結果を示した。これは SRA 表示方法に関して MRI 装置各社で独自の考え方を示している結果である。しかし、この結果から MRI 装置を使用する診療放射線技師が SAR表示特性を理解してMRI撮像を行う必要がある。

【結論】MRI装置で表示される SAR 値は、MRI装置各社でSAR計測方法と表示方法が異なっていた。このことを理解してMRI撮像を行う必要がある。

【文献】

1) Hinshaw WS, Lent AH: An introduction to NMR imaging From the Bloch equation to the imaging equation, Proceedings of the IEEE, 71: 340-345, 1983.
2) Bottomley PA, Redington RW, Edelstein WA, et al.: Estimating radiofrequency power deposition in body NMR imaging, Magn Reson Med, 2: 336-349, 1985.