

MRI装置用リアルタイム温度計測システムの試作

東北大学病院 診療技術部 ○永坂 竜男 (Nagasaka Tatsuo) 梁川 功
東北大学大学院医学系研究科 千田 浩一

【はじめに】

MRI検査では、RF(Radio Frequency)パルスの影響により撮像中に体温が上昇することが知られている。そして生体の温度上昇は、比吸収率(SAR:Specific Absorption Rate)の値を用いて評価されている。しかし、実際の生体の形状や電気伝導率等は一定でないため、SARを用いて計算した局所的な温度上昇の計算値と実際の温度上昇とは異なる。特に、3T(tesla)以上の高磁場のMR装置は、磁場強度が大きくなるだけでなく、RFパルスの周波数も倍増するため、RFパルスの不均一な照射に起因にする不規則な温度ムラが生じやすく、著しく温度が上昇するホットスポットが発生する危険性がある。そのため高磁場であるほど、MR検査時に温度を実測する必要性が高い。

MR検査時における局所的な温度を測定する装置として、蛍光ファイバー式温度計が知られている。¹⁾また、MRIパラメータである緩和時間(T1)やプロトン化学シフトの測定値を用いて生体の温度変化を推定する方法が開示されている。²⁾いずれも温度を直接測定するものではなく、間接的な測定方法であり、測定精度が低いといった問題がある。そこで今回我々は、高周波の電磁波の照射を伴う高磁場の環境下における測定対象の局所的な温度を高速サンプリング周期で精度よくリアルタイムに測定することができる温度測定プローブ及び温度測定ケーブルによる温度計測システムの試作を試みた。

【方法】

- 1) リアルタイムに測定することができる温度計測システムを試作した。(Fig. 1)
- 2) MR画像への影響を確認する為、3T-MR装置(Achievaフィリップス社製)を用い装置管理用ファントムにプローブ端子を取り付け、グラジエントエコー(T2*)シーケンスにて視覚的に確認を行った。
- 3) 温度計測を検証する為、チタンプレートをファントムに取り付け、高速スピンエコー(TSE)シーケンスの連続スキャンを行い、実際の温度変化を表示記録した。

【結果】

- 1) 温度測定プローブは、銅-コンスタンタンの熱電対を非浸潤処理された非磁性の絶縁体で被覆した。温度測定ケーブルは、絶縁性の磁気シールド材で被覆した。
- 2) 熱電対先端の保護や非浸潤処理の為使用したシリコンやハンダなどに含まれる不純物により画像に影響が出るものがあった。最終的には非磁性プローブは磁化率アーチファクト等の画像に影響がでることはほとんどなかった。
- 3) チタンプレートを使用した温度計測の検証では、リアルタイムな温度変化を捉えることができた。(Fig.2, Fig.3)

【考察】

- 1) 非磁性プローブは先端の保護材、被覆材に含まれる不純物により磁化率アーチファクトが出る場合があるので慎重に材質を選ばなくてはならない。
- 2) 撮像シーケンスによっては非磁性ケーブルがノイズを拾う場合があった。電波シールド材で覆うとノイズが減少することから今後検討が必要と思われる。
- 3) チタンプレートによる温度変化の計測実験では、チタンプレートが小さい為、温度上昇が少なかった。今後より温度変化の大きい環境、また、実際の人体に近い環境(PVAゲルを使用したファントム)での温度測定実験を行ってきたい。

【まとめ】

試作した「非磁性体プローブを用いたリアルタイム温度計測システム」は、MR画像に悪影響をほとんど与えることなく、MR撮像中における温度測定が十分可能であることが確かめられた。

【参考文献】

- 1) 「3T-MR装置の安全性」、川光秀昭ほか、日本放射線技術学会JSRT, Vol. 64, No12, pp. 1575-1599, 2008
- 2) 「0.3TオープンタイプMR装置による温度計測」、土肥美智子ほか、MEDIX, Vol. 32(2000年3月発行)。

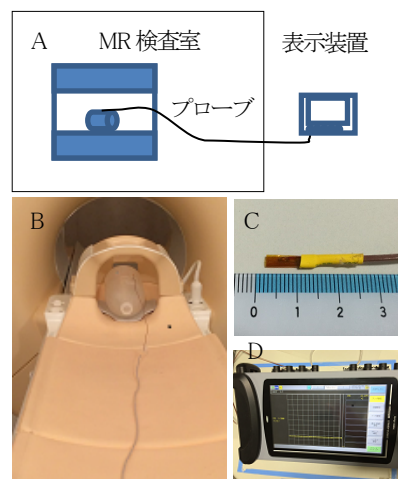


Fig.1 リアルタイム温度計測システム
(A:模式図 B:プローブ設置風景 C:プローブ先端 D:表示記録装置)

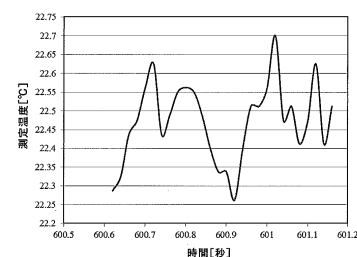


Fig.2 スキャン 600 秒後の測定結果
(サンプリング周期 50 μ s)

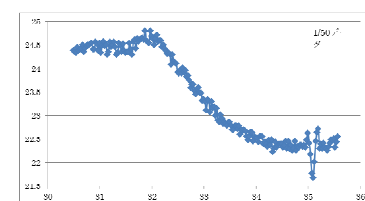


Fig.3 スキャン終了後、チタンプレートから取り外した時の温度変化