

○松浦 健一郎¹⁾、大野 誠一郎¹⁾、田原 誠司¹⁾、中原 龍一²⁾、西田 圭一郎³⁾、尾崎 敏文²⁾

1) 岡山大学病院 医療技術部 放射線部門

2) 岡山大学病院 整形外科教室

3) 岡山大学医学部 人体構成学

【背景&目的】 高齢化社会の進展に伴い骨折症例が増加し、インプラントの入った患者が増加している。これまでインプラントの材質はステンレス鋼、チタン合金などの非磁性金属が主で、牽引・脱落に対しては安全とされてきた。しかし近年、RF 照射によるインプラント周囲発熱が問題視されるようになってきた。そこで、「日本整形外科学会基礎学術集会2012」、「JSRT2013」にて、ゲルファントム表面への埋め込みが深さ1cmの時、インプラント長を変えてインプラント周囲の発熱について報告したところ、MRI 検査を行う際インプラント素材のみならず、長さにも留意する必要があることが示唆された。

また、MRI 装置や撮像技術の発展、進歩に伴い様々な部位を撮像するようになった。当院でのインプラント埋入患者のMRI 件数は多く、撮像部位も下肢、股関節など多岐にわたる。また画質改善のためのポジショニングにより、通常の仰臥位以外での撮像も増えている。

そこで今回我々は、配置角度によるインプラント周囲発熱をインプラント長を変えて測定することで、どのように発熱分布が変化するかを1.5T 装置と3.0T 装置で測定したので報告する。さらにインプラントの材質の違い(ステンレス製およびチタン合金製)についても測定したので報告する。

【実験方法】 MRI 装置は Philips Achiva 1.5 T、SIEMENS MAGNETOM Skyra 3.0T を用いた。ASTM 規格に則りアクリル樹脂製の容器にポリアクリル酸ゲルを入れたファントムとインプラント(SUS316L φ 10 mm, Ti-6-4 φ 10 mm) を用いてファントム表面より1cmの深さに配置して経時的に温度測定をした。その時インプラント長は49mm～392mmとし、配置角度は静磁場方向に対し平行配置の時を0° および180° とし、45° 毎に角度を変化させ、インプラント両端部に測定を行った。また、温度測定は蛍光ファイバー式温度計測器を用いた。

【結果&考察】 1.5T 装置では静磁場方向に垂直に配置した時に発熱傾向があった。1.5T 装置における結果を図1に示す。これは、コイルを流れる電流と同じ向きに配置したとき、最も電流が流れ温度上昇が顕著に起こったと考えられる。さらには、RF ロッド(ガントリ内で実際にRF を発生させる装置)は均等に16本

あり、インプラント両端部に近いロッドの影響が推測される。その他、局所的な磁場の乱れの影響も考えられる。

次に、3.0T 装置では静磁場方向に平行に配置した時に発熱傾向があった。これは、テレビのアンテナで例えると、電波に対して垂直にアンテナを設置した時に最も感度が良くなる現象に類似している。また、X 軸方向から出されるRF に対して最も感度が良くなり、温度上昇も顕著に起こったと推測される。

これらに関して、インプラント-ファントム表面の深さによる表面電流が影響したと考えられる。

インプラントの位置が浅いほど発熱しやすく、熱伝導による放熱の影響によるRF 波の表皮効果を反映している。また、人体内にRF 波が照射されることで電磁誘導が起こり、インプラント両端部に渦電流が発生、ジュール熱に変換され発熱となる。

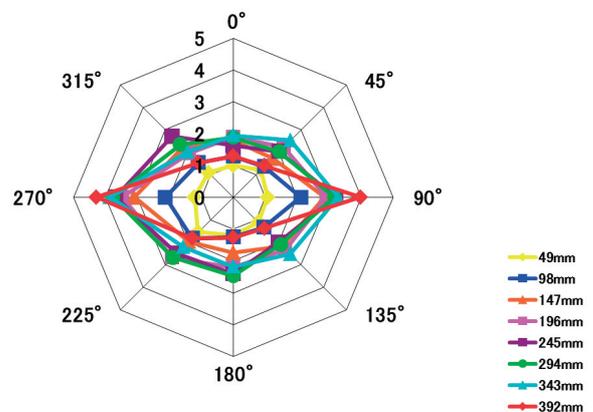


図1 The angle of implant and the calorific value in 1.5 T-MRI

【結語】 2つの装置間で異なる角度に温度上昇のピークが現れた。1.5T 装置と3.0T 装置で発熱傾向が異なる。インプラント埋入患者の検査時は、ポジショニングにより発熱リスクが異なる可能性があり、注意して検査を施行する必要がある。

【参考文献】

- 1) Shellock FG et al.: Evaluation of magnetic resonance safety for heart valve prostheses and annuloplasty rings. Shellock R & D Services, Los Angeles, 2002.
- 2) Knafl E 著/妹尾敦史 訳: MRI 検査の安全性に関する Q & A. 日磁医誌 29(7), 482-489, 1999.

○井隈 美鶴、森広 雅史、奥田 香子、下川 敏春
マツダ病院

【背景】肩関節腔造影 MRI は希釈したガドリニウム造影剤を関節腔に注入し、T1 強調像を撮影する。当院では関節腔造影 MRI の場合でも T2 強調像を撮影しており肩腱板断裂等の診断に使用している。肩関節腔造影 MRI において、注入した希釈造影剤の信号強度が T1 強調像では高信号で問題ないが T2 強調画像で低信号となる場合があった。造影剤濃度が高すぎるためと思われた。関節液が低信号を示すと正確な画像診断ができなくなる恐れがある。

【目的】関節腔内の信号強度が T1 強調像・T2 強調像ともに高信号となる造影剤濃度を模索する。(比較対象は水の信号強度とする)

【方法】使用機器・GE 社製 MRI・Signa horizon 1.5T、造影剤・コニカミノルタ・ガドペンテト酸メグルミン静注液。ガドリニウム造影剤を 50～500 倍に希釈した試料を作り、注射器に入れる。臨床で使用する条件の T1 強調 (TR500/TE15)・T2 強調 (TR3000/TE100) にて撮像する。その信号強度から至適濃度を検討した。肩用コイルは感度均一性が悪いので、まずは感度均一性のよい頭部用コイルでスキャンした。

【結果】T1 強調像では造影剤濃度が下がると信号値はあがっていくが、350～400 倍で信号値が下がり始めた。T2 強調像では造影剤濃度がさがるにつれ信号強度は上がっていった。

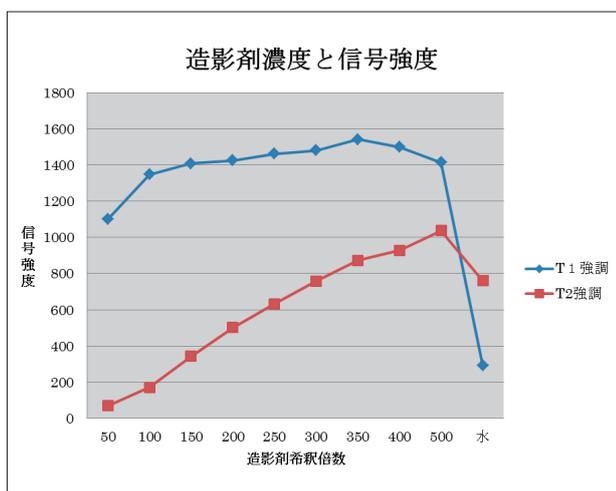
【考察】グラフより、T1 強調像で高信号を保ち、T2 強調像の信号も高い濃度は 400 倍と判断した。T2 強調像にて、350～500 倍の希釈造影剤が水の信号強度を上回った。これは TR を伸ばすことにより希釈造影剤の信号値がさがったので、T1 の影響であると考えられた。

肩用コイルにて 400 倍希釈の試料をスキャンしたが、T1 強調・T2 強調ともに高信号の画像となった。

【結論】造影剤希釈は 400 倍程度が最適であった。

【参考文献】

- 1) 佐志隆士, 井樋栄二, 皆川洋至. 『肩関節の MRI- 撮像と読影の基本テクニック』 2000.10.1. メジカルビュー社出版



○岩角 至子、穂山 雄次、久米 伸治、横町 和志、山岡 秀寿、高橋 佑治、秋田 隆司、石風呂 実

広島大学病院 診療支援部 高次医用画像部門

【背景】MRIは被曝がないため、検査を受ける子供には安全で、親にとっても安心な検査である。一方で、子供にとって検査は基本的に嫌なこと、怖いことであるため、検査時間が長く大きな音をするMR検査において長時間安静を保つことは非常に難しい。小児のMR検査の役割は大きいですが、これまで検査を終えることが優先され、その過程で生じる子どもの精神的・身体的苦痛を緩和するための手段、方法などが十分に考慮されていなかった。また、MRIで小児の検査を行う際、鎮静薬の投与によって呼吸停止などの重い合併症が報告されているとして、日本小児科学会・など3学会による子どもの見守りに専念できる医師や看護師の配置を求めた『MRI検査時の鎮静に関する共同提言』が発表され、MRI検査時の鎮静のリスクへの関心が集まっている。Preparation(心の準備)とは、小児への検査を行うに当たって、患児自身が納得できるような方法で説明し、患児および両親の理解を得て積極的に検査に参加できるように患児の不安・緊張・恐怖心などを最小限に抑えるケアをいう。

【目的】本研究では、これまで鎮静下でMR検査を行っていた脳腫瘍患児に対して非鎮静下で検査可能となることを目的とし、小児Preparationの概念を導入することで、子供に検査のイメージをつけさせ、体験ツアーによって検査への不安や恐怖心を軽減させることを試みた。

【方法】鎮静下でMR検査を行っていた脳腫瘍患児5名(4~7歳)に対して、トレーニング前、トレーニング中、検査前、検査中の4つの時期において患児の行動や反応、周りのスタッフの感触や可能であった行為の段階を記録した。トレーニングは家族付き添いのもと、MR検査室で約15分間装置に触れる体験ツアーを行った。ベッドを動かす・横になる・コイルをかぶる・トンネルの中に入るなどの行為を子供のペースに合わせて無理のないよう行った。その後一旦病室に戻り数時間間隔をあけて本人の意思を確認した。

【結果】全6例(初回5例、2回目1例)中、3例で最後まで撮像が可能であった。残りの3例は非鎮静下で撮像を開始することができたが、途中から鎮静を行った。ほとんどの子供がトレーニング中には緊張した様子で、始めは装置に触れることをためらっていたが、家族と一緒に遊ぶ感覚で接することにより、トレーニングが終わるころには少し環境に慣れた様子であった。ト

レーニング終了後の感触では鎮静なしで検査するのは難しいと思われる患児が多かったが、再び検査室を訪れた際には全例において自らベッドに上がり、検査に協力的であった。

初回に検査途中で鎮静した患児が、2回目には最後まで鎮静なしで検査を終ることができた。これは前回の経験を覚えている様子で、2回目のトレーニングには1回目にはできなかったことができるようになっていた。

【考察】トレーニング中には検査困難だと思われた症例でも、本番では鎮静なしで検査することができた。これは、トレーニング後に数時間の間隔を与えることで、検査のイメージを定着させ、本番に向けて気持ちの整理ができたのではないかと考えられる。

3名は検査途中までであったが成功体験に近い経験ができ、次回の非鎮静下での検査への第一歩につながったと考える。

【まとめ】Preparationで子供にイメージをつけさせ、体験ツアーによって検査への不安や恐怖心を軽減させ、成功体験を経験させるようにかかわることが重要である。今回MR検査において、子供の恐怖心を取り除くためのわかりやすい検査の説明・Preparationの実施を行い、鎮静なしにMR検査ができるようになった。

今回の取り組みは、優しく安全で確実な検査の実施に向けた大きな前進と考えられる。小児の検査を円滑に実施できれば、業務全体の効率化も進み、患者サービスの質の向上につながると考えられる。今後も他部署との連携を深め、Preparationの概念を浸透させ、小児に優しい検査環境を作っていきたいと考えている。



使用装置：東芝社製 Vantage Titan 3T

○藤原 郁也¹⁾、林 慎一郎²⁾、上中 治¹⁾、杉本 貴志¹⁾

1) JA 尾道総合病院

2) 広島国際大学

【背景・目的】 これまでポリマーゲル線量計と MRI 装置を用いた放射線治療における 3次元吸収線量分布の評価に対し、0.3T や 1.5T MRI での深部線量分布や軸外線量分布の放射線治療計画装置との比較を行ってきた。本研究ではより精度の高い線量の評価が期待できる 3T MRI の R_2 特性を 1.5T MRI と比較、評価した。

【方法】 本研究では増感剤として塩化マグネシウムを含む PAG タイプのポリマーゲルを用いた。放射線治療装置 6MV の X 線を用いて 0~6Gy まで 2Gy 間隔でガラス容器 (ϕ 40 mm, 110 ml) に封入した試料に照射し、2種類の MRI により撮像し R_2 特性を評価した。得られた Dose- ΔR_2 応答特性から吸収線量分布を評価し、より大きなファントム ($10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$) のアクリル容器に対しても同様に吸収線量分布を評価した。

【結果】 Fig.1 に Dose- R_2 応答特性曲線を示し、Fig.2 にそれぞれの線量に対する R_2 分布を示す。1.5T、3T ともに R_2 分布はそれぞれの線量に対して平坦な分布を示し、それぞれの結果を比較しても大きな違いがないことが分かる。さらにそれぞれの R_2 分布から線量分布にしたものを Fig.3 に示す。線量分布を比較すると 3T の方が線量のばらつきが少なく、平坦になっていることが分かる。

Fig.4 にアクリル容器の 0-2Gy と 4-6Gy の線量分布を示す。1.5T と 3T の結果を比較すると 3T では容器の辺縁で線量の過小評価を見ることできる。

【考察】 これらの結果からガラスバイアルのような小さな線量計では R_2 分布の大きな違いはないが、線量分布では 3TMRI の方が線量をより良く評価できている。これは、3T の方が S/N が良いためだと考えられる。

しかし、アクリル容器では 3T で容器辺縁での線量の過小評価が見られた。これらは静磁場の不均一が考えられる。

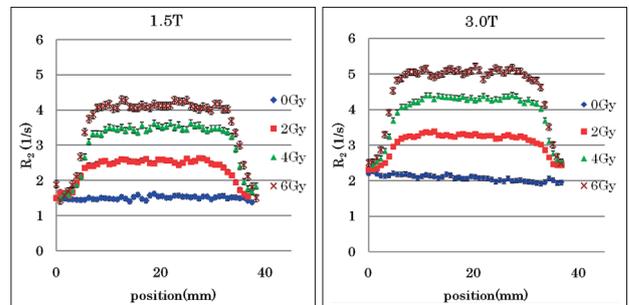


Fig.2 R_2 profiles in vials

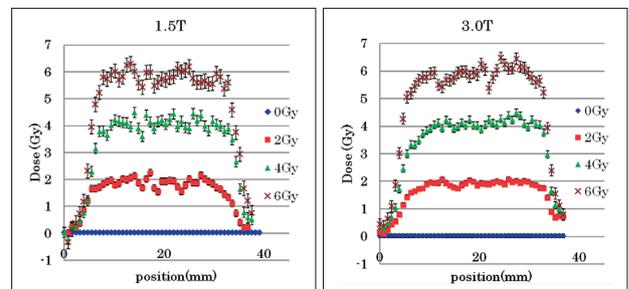


Fig.3 Dose profiles in vials

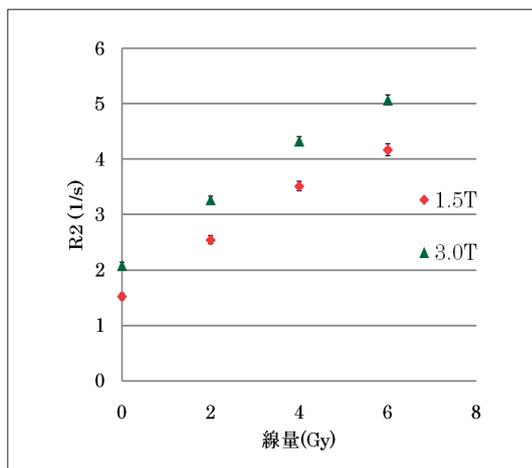


Fig.1 Dose- R_2 response curve

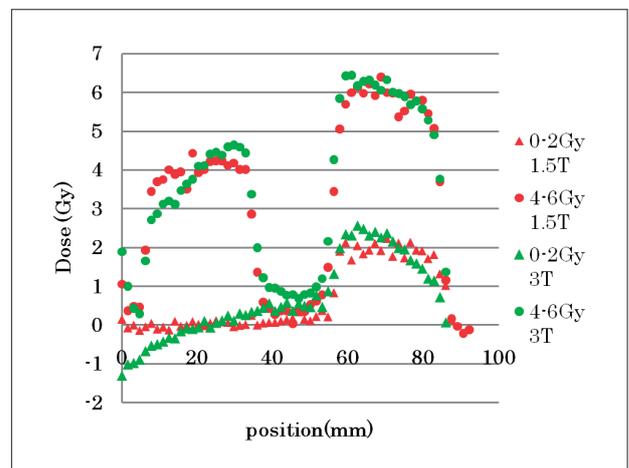


Fig.4 Dose profiles in acryl box