

【2】MRIの高周波電流ループによる熱傷

(1) 発生状況

MRI検査の際、患者の人体の一部で高周波電流ループが生じ、熱傷にいたったと考えられる事例が平成22年4月1日～6月30日において2件報告された。本事業開始から平成22年3月31日までに報告された類似の事例は2件であった。

(2) 事例概要

MRI検査の際、患者の人体の一部で高周波電流ループが生じ、熱傷に至ったと考えられる事例4件の概要を以下に示す。

事例1

【内容】

精巣腫瘍の疑いにてMRI検査が施行された(造影剤は使用されていない)。MRI検査中の誘導電流による熱傷事故が両側の大腿部内側に生じたと思われる。検査にあたってはマニュアルに準じケーブルやコイル付属機器との接触を避けるように十分に配慮し、熱感があればすぐに押しボタンで連絡するよう患者に伝えていたが、検査中に皮膚と皮膚が触れてしまったと思われる。

【背景・要因】

MRI検査中の誘導電流による熱傷事故対策を行っていたが、緩衝材(タオル)が十分でなかった、あるいは検査中に位置が変わって皮膚が触れてしまった可能性はある。また、皮膚のピリピリ感を感じていたにも関わらず患者が押しボタンで連絡しなかったのは、少しでも異常を感じたらボタンを押すようにとの説明が不十分であった可能性もある。

事例 2**【内容】**

骨盤部のMRI造影検査中、両下腿が熱いと訴えあり、MRIによる加熱を疑い、インプラントや皮膚面の異物、刺青などを探したが何もなく、皮膚反応も見られなかった。患者には、また何かあればブザーを押してもらおう事とし、検査を続行した。検査終了後、患者から検査中にまた下肢が熱かったと訴えがあった、検査中、下肢の熱さはあったが、我慢できる程度であった為、患者はブザーを押さなかった。視診にて両側下腿内側に1×2cmほどの紅斑を認めた。まれな事象ではあるがMRIによる熱傷を考えた。しかし軽微な紅斑であり、次の検査（CT検査）が同じ中央放射線部である為、少し経過をみた。その後CT検査に立ち会った看護師が、両下腿内側の病変部に水泡が出現した事に気づき、医師に報告した。両側下腿内側の紅斑及び水泡形成があり、表皮剥離はなかった。

【背景・要因】

腓腹筋の発達した患者で、検査台に臥床した際、両側のふくらはぎが僅かに接触し、両下肢にループ状の電流回路が形成された事による熱傷が考えられた。MRI検査時のインプラントや刺青、汗などの加熱による熱傷には注意をしていたが、皮膚の接触での熱傷を予見できなかった。

事例 3

【内容】

GE社製 MRI装置 Signa Horizon Echospeed LX 1.5Tにて、患者の大腿部を撮影した。撮影は、内蔵 Body coil を用い、患者はガントリー内に腹臥位となり位置決めした。患者はMRI 備え付けの検査着を着装し検査部位である下肢を、自然に伸ばした。また、検査内容は、一般的な撮影方法（Spin Echo 法、Fast Spin Echo 法）を用いた。検査中、検査終了後は患者から何も訴えは無かった。次回診療科外来受診時、患者からMRI 撮影時、下腿部ふくらはぎにかなりの熱感を覚えたが報告せず帰宅した。帰宅途中の車内で、ふくらはぎ部に違和感を覚え確認すると、両側ふくらはぎに水疱が出来ていた。との連絡があった。皮膚科受診し、熱傷と診断された。

【背景・要因】

今回の熱傷発生をGE社に連絡したところ、世界で2003年から2005年の間に、MRI 検査時の熱傷発生件数は223件。そのうち、内蔵 Body coil での発生は2件である。また、このうちの1件は、皮膚が、内蔵 Body coil のカバーに直接接していたため該当部位に熱傷が発生、もう1件は、ふくらはぎ内側が接していたため、患者の下腿にループができ、電流が発生しふくらはぎ内側に熱傷を引き起こしたと考えられるとの回答を得た。当院での熱傷発生は後者の場合に該当すると思われる。患者本人にお願いして、検査時の位置決めの様子を再現した。再現した位置決めにより、ふくらはぎ内側は完全に接しており、ループによる熱傷と考えられた。

事例 4

【内容】

MRI 検査のため検査室に来室。当該患者は下肢の腫れがひどく、単独で移動できないため、数人で検査ベッドに搬送した。このとき、下肢に触れると疼痛を訴えた。また、下半身が寒いと言われたため膝掛けを使用し、MR Venography を開始した。検査中に熱くなってきたと言われたのでひざ掛けを外し、検査を続行した。さらに熱いといわれるため、大腿を見ると両側に発赤、水疱が認められたので放射線科、主治医に連絡し、検査を中止した。両大腿部が接触していたことに起因する高周波熱傷と推測された。受傷当日皮膚科を受診し、熱傷Ⅱ度の診断となった。以後、軟膏処置他フォローアップを受けている。現在熱傷Ⅲ度の状況にあり、近日中に手術（両大腿内側デブリードマン＋縫縮術）を予定している。

【背景・要因】

このMRI 検査では、2D-TOFの手法を使用することが予定されており、実際に使用された。この方法で用いられるグラジエントエコー法は通常の検査（SE法）のRFパルスの出力であり、検査実施者はRF熱傷の知識は有していたが、当該患者が両下肢の疼痛を訴えていること、下肢に触れることを嫌がったことなどから、大腿の皮膚接触面にタオルを挟むなどの処置をほとんど考慮しないで検査を開始した。

（3）事故の発生経過について

本事業において、MRI検査の際、患者の人体の一部で高周波電流ループが生じ、熱傷に至ったと考えられる事例は4件とも両下肢の接触によるものであった。また事例1、事例2、事例3において、患者は皮膚の違和感、熱感を感じている。事例1～4の熱傷の状況について図表Ⅲ-2-14に示す。

図表Ⅲ-2-14

事例	熱傷の状況	熱傷の原因	検査中の患者の自覚症状
事例1	不明	両大腿部内側の接触	皮膚の違和感があった
事例2	両側下腿内側の紅斑及び水疱形成	両側ふくらはぎの接触	下肢の熱さはあったが、我慢できる程度であった
事例3	両側ふくらはぎに水疱形成	両ふくらはぎ内側の接触	下腿部ふくらはぎに熱感があった
事例4	大腿にⅢ度の熱傷	両大腿部の接触	なし

（4）MRIにおける高周波電流ループについて

MRIはラジオ波（RF：radio frequency）により患者に接触しているケーブルやコイル等に高周波電流が生じ、発熱する場合がある。人体も伝導体であり、皮膚の接触部分で形成された高周波電流ループによる熱傷の可能性がある。

人体が血流や体温調節機能である程度の温度上昇には対応できること、熱傷に至る前に患者から熱感の訴えで発見できることなどから、皮膚の接触部分で形成された高周波電流ループによる熱傷は少ないとしている文献もある。

（5）MRIの高周波電流ループへ対する注意

MRIの添付文書では、高周波電流ループによる熱傷や末梢神経への刺激を招くおそれがあること、高周波電流ループを作らない患者の衣服について、皮膚と皮膚が接しないように絶縁材を使用して工夫することなど、注意すべき事項を掲載している。

《使用上の注意》添付文書 一部抜粋

1. 重要な基本注意

（4）第一次水準管理操作モードにおける検査中では、患者は低周波と高周波（RF）の電磁場に曝される為、低周波電磁場（dB/dt）による神経の刺激、高周波磁場（RF）による体温の上昇が起こる可能性があります。患者のポジショニング、撮影室の温度、患者の状態等十分な注意を払うようにしてください。

（9）患者を撮影時にポジショニングする場合は、両腕と両足が接触しないようにしてください。この接触を防ぐため、四肢の間隔を5cm以上あけてください。又、人体又は四肢が送信用コイル表面に直接触れないようにしてください。

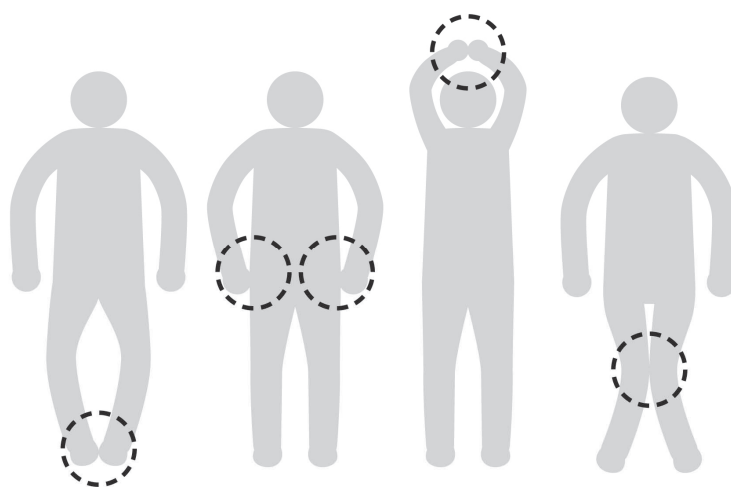
また、MRI検査の際の患者の高周波電流ループを作らないポジショニングについて具体的に図で紹介している取扱説明書もあるので参考にしていきたい。

《MRの安全性に関する注意事項》取扱説明書 一部抜粋

RF磁場および傾斜磁場の安全性に関する注意事項

患者の体が接触すると、危険な電流ループが発生することがあります。このループにより、火傷や末梢神経への刺激を招くおそれが高まります。

電流ループは、患者の皮膚がマグネット開口壁やRFコイルケーブルに接触したときにも発生します。



! 図のように患者をポジショニングしないでください。

(6) 当該事例が発生した医療機関の改善策について

当該事例が発生した医療機関の改善策として、以下が報告されている。

1) 高周波電流ループを作らない体位の工夫

- ① 両手、両足の位置、接触状態などに注意して、皮膚が接する部分には、必要に応じてタオルなどの緩衝物を使用し、直接に皮膚が触れないようにする。
- ② 導電体である人体が高周波電流ループを作るような体位で検査を実施しない。
- ③ ズボン式の検査着を用意する。

2) 患者への教育

- ① 検査中に異常を感じたらボタンを押してもらうことを十分に伝える。

3) 状況に応じた観察

- ① 患者が「熱さ」を訴えた際、皮膚面と皮膚面、RF コイルとの皮膚面の接触がないか注意し、観察する。

(7) まとめ

MR I の際、人体の接触により高周波電流ループが発生し、熱傷を生じる可能性がある。報告された事例から、MR I の際に、絶縁材を使って高周波電流ループを作らない工夫や、患者に注意事項として周知することの必要性が示唆された。

(8) 参考文献

- 1) MAGNETOM アバント添付文書. シーメンス・ジャパン株式会社, 2010 年 7 月 (第 6 版).
- 2) インテラアチーバ 1.5 T 添付文書. 株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン. 2007 年 10 月 (第 3 版).
- 3) MAGNETOM Avanto 取扱説明書—MR システム. SIEMENS, 2009 年 5 月
- 4) Achieva リリース 2.5 シリーズ Intera リリース 2.5/12.5 シリーズ 取扱説明書日本語. PHILIPS,