The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	歯科用金属によりMR画像に生じるメタルアーチファクトとその有限要素電磁場解析
Author(s)	康, 智秀
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49226
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【22】

氏　　名	康（コウ）　智（トモ）　秀（ヒデ）
博士の専攻分野の名称	博　士（歯　学）
学　位　記　番　号	第　２１９２４　号
学位授与年月日	平成 20 年３月 25 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 歯学研究科統合機能口腔科学専攻
学　位　論　文　名	**歯科用金属によりMR画像に生じるメタルアーチファクトとその有限要素電磁場解析**
論文審査委員	（主査） 教　授　荘村　泰治 （副査） 教　授　古川　惣平　　准教授　社　浩太郎　　講　師　池邉　一典

論　文　内　容　の　要　旨

［緒言］

近年３次元的診断が盛んに行われるようになり、軟組織および組織性状を把握する上では MR 画像がよく用いられる。歯科の場合大きな問題となるのが、金属修復物によるアーチファクトである。特に磁性体金属が磁場を歪ませその原因となることはよく知られているが、歯科用の非磁性体金属の場合でもアーチファクトが生じることがある。例えば非磁性の矯正用のバンドを装着した患者で強いアーチファクトが認められたことがあった。一方、整形外科においてもループ状の非磁性体金属製の頚部固定装具を装着した患者において、アーチファクトが発生したという報告がある。しかし、この場合は金属装具の連続性を断ち切ることでそれは軽減され、さらにその金属装具の RF（高周波）磁場に対する方向性がメタルアーチファクトに影響していた。

そこで今回は、コンパクト MRI を用いてループ状歯科用金属を装着した手指および中性脂肪試料を計測し、金属の連続性および撮像方向を変えることで MR 画像アーチファクトの発生状態を実験した。さらにその原因を検討するために、有限要素法により金属周辺の電磁場解析を行い、MRI 撮像時のアーチファクトと金属との関連を考察したので報告する。

［材料および方法］

撮像に用いた MRI は、2T 希土類永久磁石 NEOMAX を搭載したコンパクト MRI（NEOMAX 社製）で、RF コイルは直径 30 mm である。さらに、実験に用いた試料用金属は、非磁性金銀パラジウム合金、タイプⅣ金合金、およびコバルトクロム磁性合金である。

実験１：指に装着した金属リングによるアーチファクトの検討

各金属製の指輪（外径 9 mm、内径 7 mm、幅 2 mm）を人差し指に装着後、RF 磁場に対して平行（X 軸方向）にガントリーに挿入し MR 撮像を行なった。また、一ケ所にスリットを入れた指輪を装着した場合におけるアーチファクトの発生状態を比較検討した。

実験２：中性脂肪にリング状金属を装着した試料のアーチファクトに対する磁場方向依存性

直径 13 mm 高さ 15 mm のアクリル製の円柱容器に動物性（ブタ）の中性脂肪を流し込んだ試料を作り、各金属製のリング（外径 15 mm、内径 13 mm、幅 1 mm と 3 mm）とリングの一ケ所をスリット状に切断したものを作製し、

試料に装着した。試料の縦軸を RF 磁場に対して平行（X 軸方向）および垂直（Y、Z 軸方向）に置いて撮像を行ない、各方向におけるアーチファクトの変化を比較検討した。

実験３：有限要素電磁場解析ソフトによるアーチファクト発生時の電磁場シミュレーション

有限要素電磁場解析ソフト JMAG-STUDIO（日本総研製）を用いて金属リング試料の有限要素モデルを作成し、RF コイルで生じる交流磁場（86.3 MHz）により金属表面に発生する渦電流の磁場方向依存性と金属周囲に発生する信号磁場の乱れをシミュレートし、実験２で得た結果と比較検討した。

［結果と考察］

実験１：指輪装着前の人差し指の MR 画像では、筋肉および脂肪の像がみられアーチファクトは認められなかったが、タイプⅣ金合金の指輪を装着した場合、2 mm の指輪の幅を上回る領域において像の消失が認められた。しかし、スリットを入れた指輪を装着したところアーチファクトは消滅した。

実験２：中性脂肪を流し込んだ試料に各金属製のリングを装着し、X 軸、Y 軸、Z 軸方向に平行に置き MRI 撮像を行った画像では、RF 磁場に平行に置いた場合にのみリング近傍の脂肪の像に明らかなアーチファクトが見られたが、他の方向ではアーチファクトは減少していた。

実験３：金合金製のリングの有限要素モデルに、交流磁場をかけた場合に発生する渦電流をシミュレートした結果、Y および Z 軸方向に平行に磁場をかけた場合では、リングの左右に弱い渦電流が分布していた。一方、X 軸に平行に磁場をかけた時は、リング辺縁に均一に強い渦電流が分布しており、強いアーチファクトの発生が予測された。さらに、この渦電流により発生する磁束密度の状態をシミュレートした結果では、X 軸方向に平行に磁場をかけた場合、渦電流に起因する磁場によって金属の周辺に方向が不均一な高い磁束密度が生じ、信号磁場が乱されていることが確認できた。一方、Y 軸に平行に磁場をかけた状態においては磁場の強さと方向は一定であり、信号磁場の乱れがほとんど認められなかった。

［結論］

非磁性体金属によるアーチファクトの原因としては RF 磁場により金属に渦電流が発生し、それに起因して発生した磁場が MRI の信号を乱すことが考えられる。ループ状の歯科金属材料は渦電流を発生し易いのでアーチファクトが現れ、ループを遮断することでそれが軽減された。また RF 磁場に対する歯科金属材料の方向性も渦電流の発生さらにはアーチファクトに影響したものと考えられる。これらの結果は有限要素電磁場解析シミュレーションによって裏付けることができた。

論文審査の結果の要旨

本研究は、歯科領域で軟組織診断に適応される MR 画像において金属修復物により発生するアーチファクトの特性とその原因を追及したものである。

金属製リングを用いたモデル実験では、非磁性金属においてもアーチファクトが発生したが、リングの連続性や方向性に依存することが明確になった。その原因を有限要素電磁場シミュレーションによって解析した結果、撮像時の RF 信号磁場が金属リング上に表面電流を誘導し、その電流によって励起された磁場が信号磁場を乱すためにアーチファクトが発生することを確認した。

以上の結果より、この知見は MRI のアーチファクトの低減にも有用であると考えられ、本研究は博士（歯学）の学位授与に値するものと認める。