

Title	口腔領域のMRI画像診断におけるIDEAL法の有用性
Author(s)	藤浪, 庸介
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/55538
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	藤 浪 庸 介
博士の専攻分野の名称	博士 (歯学)
学位記番号	第 25795 号
学位授与年月日	平成 25 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 歯学研究科分子病態口腔科学専攻
学位論文名	口腔領域の MRI 画像診断における IDEAL 法の有用性
論文審査委員	(主査) 教授 古川 惣平 (副査) 教授 由良 義明 准教授 寺岡 文雄 准教授 社 浩太郎

論文内容の要旨

結 言

臨床 MR 画像では、水と脂肪に含まれる水素原子核が対象となる。悪性腫瘍をはじめとする病的状態の多くは水を含むことが多いので、病変の検出には水の水素原子核を高信号として描出することが必要となる。このため、脂肪に含まれる水素原子核からの信号を抑制すること(脂肪抑制)は大変重要となる。その脂肪抑制法には、Dixon 法に代表される位相差法、Inversion Recovery に代表される T1 緩和時間差法、CHESSE 法に代表される周波数差法などがあるが、それぞれ長所と短所を有し、最適な脂肪抑制法についてのコンセンサスは得られていない。

最近になって Reeder らが水の水素原子核からの信号を選択的に取り出すことが可能な IDEAL 法を開発した。この IDEAL 法は磁場フィールドマップによる位相補正をほどこした非対称型の 3 点型 Dixon 法で、広範囲で均一な脂肪抑制による水画像の取得が可能となる。さらに、空気層や金属付近での磁化率アーチファクトの軽減の可能性も指摘されており、歯科口腔領域では有用と考えられるが、これらに関する詳細な報告はなされていない。

そこで本研究では、IDEAL 法の歯科口腔領域における有用性を基礎的・臨床的に検討することを目的とした。

対象と方法

1) 基礎的検討

口腔領域には、磁化率の異なる物質が隣接するため、口腔領域の MR 画像取得の際に、局所磁場が歪むことにより周波数エンコードと位相エンコードにエラーが生じ、画像が歪み、不均一な脂肪抑制や磁化率アーチファクトが生じる。これらの中でも最も磁場を歪ませる可能性のあるものが金属であるため、各種歯科用金属を標準水溶液中に設置し各種スキャンを行い、磁化率アーチファクトと脂肪抑制について検討した。

ファントム: 20×15×20 cm 大のポリスチレン容器に、蒸留水 2.4 リットルとサラダ油 2.4 リットルを入れ、各種試料を深さ 8 cm の水と油の境界レベルに設置しスキャンした。

スキャン: スキャナは GE 社製 Signa HDxt で、送受信コイルに 8-ch 頭頸部用コイルを用いた。撮像シーケンスは、ASTM の推奨する SE 法および GRE 法による T1 強調画像、T2 強調画像、FSE 法による T2 強調画像、CHESSE 法併用の FSE 法による T2 強調画像 (FS-T2)、IDEAL 法による水画像 (IDEAL-water) の 6 種類で、水平断、矢状断、前頭断画像を、周波数エンコードと位相エンコードをそれぞれ入れ替えながら、6 回ずつスキャンした。

各種試料は、1cm 立方の金、銀、アルミニウム、チタン、ニッケル・クロム合金、コバルト・クロム合金の 6 種の金属と、光重合レジン の 7 試料とした。

評価方法: ASTM の推奨する方法に基づき磁化率アーチファクトの体積を測定した。脂肪抑制の程度は、試料の設置位置からの距離が 20 mm、40 mm、80 mm、160 mm の位置に ROI の中心を設定し、直径 10 mm の円状 ROI の信号強度を測定し、試料設置前の信号強度に対する割合を求めた。

2) 臨床応用

IDEAL 法の歯科口腔領域での MR 画像診断の有用性が基礎的検討にて示唆されたので、臨床例に応用した。本研究では、1.5 テスラの高磁場 MRI 検査で最も普及している FS-T2 と IDEAL-water を用い、磁化率アーチファクトの大きさと脂肪抑制の程度について比較検討した。

2010 年 4 月から 2012 年 3 月までの 2 年間に当科にて MRI 撮像した患者のうち、本研究に関するインフォームドコンセントが得られ、同一平面の FS-T2 と IDEAL-water の両画像を取得した 128 名 (男性 76 名、女性 52 名、28-77 歳、中央値年齢: 51 歳) を対象とした。スキャナとコイルは基礎的検討と同様とし、FS-T2 と IDEAL-water 画像の取得において、TR を 3600 ms 程度とした。FS-T2 の撮像時間は 60 秒程度、IDEAL-water は 3 分程度となった。基礎的検討と同様の方法を用いて、磁性体と考えられる金属付近の磁化率アーチファクトの体積を計測し検討した。脂肪抑制の程度の検討は、基礎的検討と同様の方法を用いて、磁場中央、±25 mm オフセット、±50 mm オフセットにおける 4 点の皮下脂肪における脂肪抑制程度を求めた。

結 果

1) 基礎的検討

<磁化率アーチファクトの体積>

磁化率アーチファクトの体積は、同一撮像シーケンスでは、概ねレジン、金、銀、アルミニウム、チタン、ニッケル・クロム合金、コバルト・クロム合金の順に大きくなった。レジン、金、銀、アルミニウムでは各撮像シーケンス間での体積に、統計学的な有意差を認めなかった。チタン、ニッケル・クロム合金、コバルト・クロム合金においては、GRE 法による T1 強調画像が最も大きく、IDEAL-water が最も小さかった。

<脂肪抑制の程度>

レジン、金、銀、アルミニウム、チタンを設置した場合は、IDEAL-water の脂肪抑制効果が最も高かった。しかしながら、ニッケル・クロム合金、コバルト・クロム合金を設置した場合に、IDEAL-water の一部の画像では、脂肪抑制がされないばかりか、脂肪と水の信号が逆転する現象を確認した。

2) 臨床応用

128 名中 53 名に明らかな磁化率アーチファクトが認められた。この 53 名では、51 名 (96.2%) において IDEAL-water での磁化率アーチファクトが有意に小さかった。脂肪抑制の程度に関しては、全症例中 117 名 (91.4%) において IDEAL-water の優位性を認めた。特に、金属が存在するスライスや、磁場中心から離れたスライスで、IDEAL-water の高い脂肪抑制効果を認めた。

考察と結論

頭部を模したファントム実験において、IDEAL 法を用いた場合、金属周囲の磁化率アーチファクトは最も小さく、一部を除いては脂肪抑制効果も高かった。臨床応用では、多くの症例で有用性が確認され、従来の CHESSE 法を用いた T2 強調画像に代替可能と判断した。ただし、撮像時間は従来の 3 倍となるため、小児、高齢者、不随意運動のある患者においては、時間の短い従来法を用いるべきであると考えた。また、ニッケル・クロム合金、コバルト・クロム合金が装着されている場合は、いずれの撮像シーケンスでも磁場が大きく歪むため、大きな磁化率アーチファクトが生じ、脂肪抑制の程度も低く、現時点での対処方法はなかった。

論文審査の結果の要旨

MRI の脂肪抑制法の一つである IDEAL 法による歯科口腔領域への適用について、基礎的・臨床的に検討したものである。

基礎的検討では、MRI の IDEAL 法による画像は金属周囲の磁化率アーチファクトが小さく、脂肪抑制効果が高かった。臨床的検討でも、最も普及している CHESSE 法を用いた T2 強調画像に比較して磁化率アーチファクトは小さく、脂肪抑制効果にも優れていた。

上記結果は、MRI の IDEAL 法の歯科口腔領域における有用性を明らかにするものであり、博士 (歯学) の学位に値すると認める。