

論 文 要 旨

Diffusion-weighted echo-planar imaging of the head and neck using 3-T MRI:
investigation into the usefulness of liquid perfluorocarbon pads and choice
of optimal fat suppression method

(3-T MRI による頭頸部領域の拡散強調画像 :

過フッ化化合物パッドの有用性と脂肪抑制法の選択についての検討)

関西医科大学放射線科学講座
(指導 : 谷 川 昇 教授)

前 原 稔

【はじめに】

MRIは低侵襲で放射線被ばくのない検査であり、頭頸部領域の画像診断には欠かせない検査である。このMRI画像のうち拡散強調画像は細胞密度を鋭敏に反映するため、腫瘍の質的診断、悪性腫瘍の再発・転移の検索などに有用な撮像法の一つとなっている。しかしながら、拡散強調画像は他の撮像方法に比べ、磁化率アーチファクトが出現しやすく、良好な画像を得るためには様々な工夫が必要である。磁化率アーチファクトは、頭頸部領域のように解剖学的に磁化率の大きく異なる物質が接している部位で生じやすい。このような部位では、静磁場内において磁力線が曲がり磁場不均一となる。その結果、信号位置の誤りやスピンの位相分散による信号低下をきたし、画像の歪みや信号の不均一が生じる。近年、3~7-Tの高磁場MRI装置が開発され、これまでの1.5-T MRI装置に加え臨床的に使用されるようになってきた。高磁場MRIでは信号雑音比の上昇という利点がある一方で、磁化率アーチファクトが増強されるという欠点がある。そのため頭頸部領域の高磁場MRIによる拡散強調画像で良好な画像を得るには、低磁場に比べ、さらにアーチファクトが少ないことが要求される。これまでに、1~1.5-T MRIでは過フッ化化合物パッド (Sat Pad) という生体に近い磁化率を有し、かつ水素原子を含まないパッドを被験者に装着することにより局所磁場の均一性が改善し、良好な画像が得られることが報告されているが、高磁場MRIの拡散強調画像に関するSat Padの有用性を検討した報告はない。また、拡散強調画像において高信号の病変を検出しやすくする脂肪抑制は必須の技術である。ただし、頭頸部領域のような磁場が不均一な部位では脂肪抑制効果が不均一になりやすい。そこで最適な脂肪抑制法を見出すため、選択的脂肪抑制法 (CHESS法)、水選択励起法 (WEX法)、非選択的脂肪抑制法 (STIR法) の機序の異なる3種類の脂肪抑制法を選択し、その効果を比較検討した。すなわち、本研究では3-T MRIにおける頭頸部領域の拡散強調画像で、i) Sat Padは有用であるか、ii) 脂肪抑制法はCHESS法、WEX法、STIR法のいずれが適切か、iii) Sat Padとどの脂肪抑制法の組み合わせが最も有用であるか、iv) これらについての視覚的・定量的評価、以上の4項目を評価した。

【研究方法】

GE社製3-T MRI (Signa Excite HD) 及び8ch Neuro Vascular Array coilを使用し、頭頸部領域の拡散強調画像を撮像した。全ての被験者25名に対して、Sat Pad装着及び非装着状態で、CHESS法、WEX法、STIR法の3種類の脂肪抑制法を撮像した。視覚的評価は、画像をアーチファクトの程度や脂肪抑制の均一性についてスコア化し、病変の描出能も評価した。定量的評価は、耳下腺レベルで描出された構造物全体・頭半棘筋・皮下脂肪・周囲の空気を関心領域として設定の上、信号雑音比とコントラスト雑音比を測定し、統計学的に解析した。

【結果】

視覚的評価では、Sat Pad 装着状態が非装着状態と比較して、いずれの脂肪抑制法においても有意にスコアが高かった ($P<0.05$)。Sat Pad 装着状態及び非装着状態のいずれにおいても、STIR 法が 3 種類の脂肪抑制法のうち有意にスコアが高かった ($P<0.05$)。総合的に、Sat Pad 装着状態に STIR 法を組み合わせることで最も良好な画像が得られることが確認され、病変も明瞭に描出される傾向にあった。定量的評価では、描出された構造物全体の信号雑音比は Sat Pad 装着状態及び非装着状態のいずれにおいても、STIR 法で有意に低かった ($P<0.05$)。また、頭半棘筋と皮下脂肪とのコントラスト雑音比も Sat Pad 装着状態及び非装着状態のいずれにおいても、STIR 法で有意に低かった ($P<0.05$)。

【考察】

頭頸部領域の拡散強調画像において Sat Pad を装着することで良好な画像が得られたのは、Sat Pad を頸部に巻きつけることで首周囲の空気をパッドで置換することになり、局所磁場の均一性が改善したためと考えられた。STIR 法が 3 種類の脂肪抑制法のうち最適であった理由としては以下のことが考えられた。MRI は水に共鳴周波数を合わせて撮像を行っており、水と脂肪のプロトンの周波数差は 3.5ppm である。CHESS 法や WEX 法はそのわずかな周波数差を利用して、このため、磁場不均一な部位では水と脂肪のプロトンの周波数に変動が生じ、脂肪抑制効果が不均一になりやすい。ところが、STIR 法は周波数非選択的に水と脂肪のいずれにも 180 度の反転パルスを印加させた後、脂肪の信号がゼロになる時点で励起パルスを印加する。このため、磁場の不均一に強いとされている。以上の理由と今回の結果より、3-T MRI による頭頸部領域の拡散強調画像では、i) Sat Pad を装着すること、ii) 脂肪抑制法は STIR 法を選択すること、iii) それらを組み合わせることで良好な画像が得られることが結論付けられた。iv) STIR 法において信号雑音比やコントラスト雑音比が低いにもかかわらず、視覚的には良好な画像が得られたことが示すように、アーチファクトが多く脂肪抑制が不均一な画像を評価する場合は、信号雑音比やコントラスト雑音比が高い画像が臨床的に良いとは限らないことに留意する必要がある。今回の結果に基づいて検査を行うことで、頭頸部領域の MRI の正診率がさらに向上するものと考えられた。