平成27年度
超基礎講座

アーチファクトとその対策

大阪医科大学附属病院　中央放射線部　山村　憲一郎

MRIは静磁場，傾斜磁場，RF，コイルで得られた信号を処理装置で画像に変換する．静磁場は限りなく均一な状態に保たれ，位置信号を得るために傾斜磁場が動作する．臨床で用いられるMRI装置は，人体を撮像するために活用される．この時，均一に保たれた静磁場は，人体が入ることによって乱されることになる．

さらにRF送信コイル，受信コイルも必要である．また，人体は呼吸，心拍，血流など，止めることのできない生理的活動がある．このことからわかるように，人体を撮像するMRI装置から得られる信号は常にアーチファクトを伴った画像となる．MRI 画像からアーチファクトをなくすことは難しいが，さまざまな方法で回避することは可能である．

一方，人体とは関係なく傾斜磁場，RFコイル，処理装置が原因となって発生するアーチファクトもある．MRI 業務でよく見かけるアーチファクトを発生原因別に分けて解説し，その対策の方法をできるだけわかり易く解説した．

アーチファクトとその対策

大阪医科大学附属病院　中央放射線部　　山村 憲一郎

MRI は静磁場，傾斜磁場，RF コイルで得られた信号を処理装置で画像に変換する．静磁場は限りなく均一な状態に保たれ，位置信号を得るために傾斜磁場が動作する．一般に臨床で用いられる MRI 装置は，人体を撮像するために活用される．均一に保たれた静磁場は，人体が入ることによって乱され，また，人体は呼吸，心拍，血流など，止めることのできない生理的活動があるため，人体を撮像する MRI 装置から得られる信号は常にアーチファクトを伴った画像となる．人体を撮像する上でアーチファクトをなくすことは難しいが，様々な方法で回避することは可能である．一方，人体とは関係なく傾斜磁場，RF コイル，処理装置が原因となって発生するアーチファクトもある．MRI 業務でよく見かけるアーチファクトについて発生原因をわかりやすく解説し，対策の方法についても解説した．

Ⅰ　人体からのアーチファクト

1）呼吸：呼吸に伴う胸腹部の動きが原因となって，位相方向にモーションアーチファクトを引き起こす．周期的な動きは，TR が長い T2 強調画像の場合，同期することによって回避できる（Respiration Trigger）．TR が短い時 T1 強調画像では，呼吸波形の大きい部分を画像コントラストに影響の少ない k space の辺縁に割り振ることで回避する（Respiratory Compensation）．さらに短時間で撮像できるシーケンス（FSPGR, FLASH）を用いて呼吸停止下で撮像することもできるが，コントラスト等の特徴が変化することを把握する必要がある．

2）心拍：心拍に伴う胸腔内の動きが原因となる．さらに血液の脈動，脳脊髄液の拍動も位相方向にモーションアーチファクトを引き起こす．心拍の周期的な動きは呼吸と同じように，同期させることで回避できる．T1 強調画像の場合，TR が延長することでコントラストに影響する．

呼吸，心拍ともに周期的な動きが不規則になると，逆にゴーストが発生する．

3）血流：血管中を流れる拍動を持つ血流が原因となる．フローアーチファクトとして位相方向に出現する．スライス面に流入する血液はそれまで励起されていないため，繰り返し時間を無限に延長したものと等しくなり，大きな信号が出る．この場合，流入する側にサチュレーションパルスを与えることにより抑制できる．

4）ケミカルシフト：人体を構成する水と脂質で構成される組織間で周波数方向に発生するアーチファクトである．水と脂質の共鳴周波数の差によって，各々読み出し方向に配置される位置がずれ，信号の重なった高信号と欠落した低信号が生じる．水と脂質の周波数差は 3.5ppm あるので，静磁場強度が高いほど共鳴周波数が増加し，ケミカルシフトアーチファクトは顕著となる．ケミカルシフトアーチファクトであるかの真偽は，信号収集時の位相方向を変更することで確認できる．これを利用して診断の一助となることがある．

Ⅱ　静磁場からのアーチファクト

1）磁化率，金属：極端に磁化率の異なる部位の境界に局所的な磁場勾配が生じて位相分散のために信号が消失し，周波数方向にアーチファクトが出現する．金属アーチファクトの場合，周波数方向を変更し，診断目的に重複しないようにする他，スピンエコーシーケンスを用いることで，ある程度抑制できる．

また，ⅰ）エコー時間を短縮する，ⅱ）ピクセルサイズを縮小する，ⅲ）受信バンド幅を広くする，などパラメータを調整することにより軽減できる．

2）折り返し：被写体が有効視野（FOV）を示す F_{min} から F_{max} を超えて収集されるとき，位相方向に折り返しアーチファクト（aliasing artifact）が出現する．種々の抑制法があるが，サンプリング周波数を高くし，オーバーサンプリングする方法が最も効果的な方法である．

Ⅲ　RF からのアーチファクト

ブラーリング：高速スピンエコーで 180°パルスを増やすことで，撮像時間を短縮することができるが，信号の減衰と k space の埋め方によって発生する．主に位相方向に出現する．限界はあるが，180°パルス間のエコースペースを調整することによって軽減することが可能である．

Ⅳ　処理装置からのアーチファクト

打ち切り：データの有限性によるフーリエ変換のエラーによって，信号強度が大きく変化する境界で周波数方向と位相方向の両方に発生するが，通常問題になるのは時間短縮のために位相方向のサンプリング数を減らした場合に位相方向で目立つ．抑制することはできないが，サンプリング数を増やすことによって軽減できる．