

5. MRIファントム作りのHOW TO

—基本テクニックと失敗しないコツ

福澤 圭 国家公務員共済組合連合会虎の門病院放射線部

近年のMRIの著しい進歩は、ハードウェア・ソフトウェアの進歩に伴う新しい技術の登場および日常検査の中で生まれるアイデアや課題に基づいた撮像方法の洗練という2つによって、成し遂げられている。これらの臨床的な有用性を明らかにし、画質向上や被検者の負担軽減へと発展させていくために多くの研究が行われているが、生体のみを対象とするのではなくファントムを有効に活用することで、さまざまなメリットが期待され、研究の幅を広げることへとつながる。本稿では、ファントム作製の実例を紹介しながら、今日の検査に役立つオリジナルファントム作製の基本的なテクニックやコツについて解説する。

ファントムを使う利点

MRIは放射線被ばくのない侵襲性の低いモダリティであるため、研究倫理の観点からも生体を対象とした研究を比較的容易に行うことができる。しかし、MRIの特徴とも言える多種多様なパラメータの検討には、膨大な時間を要する。また、信号強度はCT値のように絶対的なものではなく相対的であるため、個体差のある生体で定量的な評価を行うことには限界がある。このような場合に「生体の代わり」となるのがファントムである。表1に、研究においてファントムを使う利点を示す。ファントムを使うことで膨大なデータが無侵襲かつ、真値や基準値など生体では取得困難なデータも得られるため、生体への応用の下地となる研究を行うことが可能である。

目的に合ったファントムの作製

研究目的に合ったファントムを作製する上で最も重要なのが、ファントムのT1値とT2値である。MRIでは緩和時間(T1, T2)および拡散係数(D)などに起因するスピンの挙動によって信号が得られるため、研究対象となる生体組織に近いT1値、T2値を持ったファントムを作製する必要がある。T1値、T2値は水などの液体をベースにガドリニウム造影剤やagar(寒天)などを混ぜることでコントロール可能であるが、水溶液や測定試料を作るこれらの作業こそがファントム作りで最も重要な工程であり、目的の生体組織を再現するレシピを発見し正確に調整する手技が必要となる。以下、実際にファントムを作りながら基本テクニックと失敗しないコツを解説する。

ファントムの作り方

図1に、今回作製したファントムのデザインを示す。このファントムは、ガドリニウム造影剤の希釈溶液と造影剤希釈溶液+ α の成分からなる試料を配置したマルチセクションのファントムである。撮像は、3T装置でヘッドコイルを使用した。ファントムの材料はガドリニウム造影剤の原液、水、agar、グリセリンなど、使用機材はマイクロピペット、電子ばかり、シリンジ、プラスチック容器、ピーカーなどである。作業時間は約2時間を要した。

1. ファントムのデザイン

デザインを決める上で重要なことは、ファントムのサイズと構造である。サイズは、実験にて使用するコイルおよび撮像シーケンスのFOVによって決定する。コイルに対してファントムが小さすぎると、装置が被写体を認識せず撮像ができない

表1 研究にファントムを使う利点

「生体の代わり」として膨大なデータや正確な定量値の取得に役立つ。

●無侵襲である

- ⇒長時間かつ何度も実験が繰り返せる。
- ⇒研究倫理上の問題点が少ない。

●客観性・定量性がある

- ⇒SNR, CNRなどの定量値を個体差の影響を受けずに求められる。
- ⇒真値や基準値を決められる。

●完全同一なものを複数作れる

- ⇒装置間・施設間の比較や標準化に適している。