5. 下腹部領域

2) 子宮・卵巣

— 3Tにおいて有用な撮像シーケンスを中心に

堀 雅敏/金
坪山 尚寛/巽東石/大西
光朗/富山裕満/中本 篤
憲幸

大阪大学大学院医学系研究科放射線医学講座

われわれの施設では、2005年春に全身用3T装置を導入し、腹部骨盤領域での臨床応用を開始した。その後、いく度かのバージョンアップと新機種導入を経て、2009年春からは「Signa HDxt 3.0T」(GE社製)と「Achieva 3.0T X-series」(フィリップス社製)という異なる2台の3T MRI装置を使用している。このほか、1.5T装置として「Signa HD 1.5T」(GE社製)も有しており、これら3台のMRI装置で病院の検査を行っている。3T装置の使用経験は5年となり、また、1.5T装置も使用しているのがわれわれの現状である。3T MRIの導入当初は、十分な画質が得られず苦勞することもあったが、現在では、腹部骨盤領域の検査についても良好な画質が得られている。こうした経験を踏まえて、本稿では、子宮・卵巣のMRI検査を3T MRIで行う理由について改めて考えてみたい。

3T MRIの特性

— 1.5Tと比較して

3T MRIの特性についてはこれまで多くの文献で述べられており^{1), 2)}、次のようなものが挙げられる。①高い信号雑音比(SNR)、②高周波(RF)の均一性が1.5Tに比べて不良、③臓器・組織の緩和時間が1.5Tと異なる、④比吸収率(SAR)が高くなりやすい、⑤化学シフトが大きい、⑥磁化率効果が強い。これらのうち、3T MRIによる日常臨床を考える上で、高SNRとRF不均一の問題が特に重要であろうと考える。

簡単な理論では、3TでのSNRは、

1.5Tでの値の2倍となるが、広く知られているように「SNRが2倍」というのは現実的には誤りである^{1), 2)}。これは、3Tで強く現れるさまざまな現象・効果が、3T MRIの画質に悪影響を与えることがあり、これらの解決のためにSNRを犠牲にしなければならないことが多いなどのためである。子宮のT2強調MRIについてわれわれが検討したところでは、3TでのSNRは、1.5Tに比べて12~24%高い程度であった^{3), 4)}。2倍に比べるとかなり低いとは言え、3Tでは実際に高いSNRを実現できる。これは、高分解能撮像あるいは高速撮像に有用である。

RF均一性は、3Tでは1.5Tに比べて不良になる。これは、励起パルスとして加えられるRF(あるいはB1磁場)の強度分布が体内で不均一となる現象であり、骨盤部3T MRIの画質低下をもたらす。このような現象が起こる原因として、2つの効果が考えられている。1つは定在波効果であり、もう1つは伝導率効果である。これらをまとめて、誘電効果と呼ぶこともある¹⁾。これは、3T MRI導入当初はきわめて大きな問題であり、1.5Tに比べて3Tでの画質が大きく劣っていた主要な原因であった。当初の対応法は、誘電率の高い溶液を封入したパッド(誘電体パッド)を、患者の腹部あるいは骨盤部の上に置いて撮像することであった⁵⁾。2009年ごろからは、RF送信の多チャンネル化によりRF均一性を高める技術(EllipTX: GE社, MultiTransmit: フィリップス社, TimTX: シーメンス社など)が実用化され^{6), 7)}、現在ではRF不均一

性は臨床で大きな問題とならない程度に抑えられつつある。この問題の重要性は、この5年間に大きく低下してきたと言える。RF均一性の改善は、単に画像の均一性を高めるのみではない。SNR向上にも寄与し、フリップアングルの均一性を高めることによって、画像コントラストやガドリニウム造影剤の造影能を高める効果も期待できる^{4), 8)}。

3T MRIは、1.5T MRIと比べて望ましい特性と望ましくない特性があるが、望ましくない特性を抑える手法が現在では発達しており、最も期待されてきた特性である高SNRを有効に利用できる状況になってきた。

3T装置による
子宮・卵巣MRI検査

1. 子宮頸がん・子宮体がん

3T装置による子宮がん術前評価能を調べたこれまでの報告によると、1.5T装置で使用されているのと同様の空間分解能・撮像シーケンスを用いた場合は、1.5T装置と同程度の能力を有すると結論づけられている^{3), 4), 9)}。一方で、3Tの高SNRを利用して子宮の高分解能画像を得る試みも行われており、良好な結果が報告されている^{10), 11)}。前述のように、3T MRIの画質改善は近年急速に進んでおり、高SNRを有効に利用することが可能な環境になってきた。これに伴い、1.5Tと同様の撮像法でなく、3Tの特性を生かした撮像法を採用することで、