

1. MRIの技術進歩で変わる臨床の今と未来

6) 腹部領域における最近のMRIの進歩

片平 和博 / 野田誠一郎 / 豊成 信幸 熊本中央病院放射線科

近年のMRI装置において、ハードウェア・ソフトウェアいずれの点に関しても、その進歩は著しい。ハードウェアでは、傾斜磁場/スリューレート向上の両立、渦電流オフ設計、ガントリに組み込まれたカメラによる呼吸同期システムなど、ソフトウェアでは圧縮センシング、多種の拡散強調画像(以下、DWI)の撮像法、自由呼吸下造影ダイナミック検査をはじめ、多彩である。本稿では、この中でもハードウェアおよびソフトウェアの進歩により、格段に画質が向上した腹部領域のDWI、ソフトウェアの進歩により、自由呼吸でも造影ダイナミック検査が容易となったフィリップス社製「Ingenia Elition 3.0T」に搭載された“4D FreeBreathing(以下、4D-FB)”に関して、臨床的有用性を概説したい。

腹部DWIの進歩

DWIは、言うまでもなく頭部領域において普及してきたが、腹部領域では多くの解決すべき問題点がある。その問題点とは、呼吸などによる動きへの対策、隣接する肺野や腸管ガスからの磁化率アーチファクト対策、ボディコイルを用いることによる信号雑音比(以下、SNR)の担保である。一般的に普及しているDWIは、single shot echo planar imaging(以下、ss-EPI)であり、SNRが高いことや撮像時間が短いことで汎用されている。ところが、ss-EPI-DWIは、隣接する腸管ガスなどによる磁化率アーチファクトの影響を受けやすいデメリットを併せ持つ。このため、その対策とし

て、multi-shot-EPI(以下、ms-EPI)やEPIC(EPI geometry correction), turbo spin echo(以下、TSE)-DWIなどが開発されてきた。

1. ss-EPI-DWIの進歩

EPI-DWIの画質は、傾斜磁場/スリューレートというハードウェア上のスペックに大きな影響を受ける。詳細は専門書に譲るが、要はmotion probing gradient(以下、MPG)が大きく設定できることで短時間印加が可能となり、その結果としてecho time(以下、TE)やecho space(以下、ES)を短く設定できることが、最終的にはSNR向上の要因となっている。なお、MPGを大きくすることでeddy currentの影響が大きくなるが、グラディエントコイル設計を見直すことでeddy currentの影響をもともと小さくしているハードウェアの進歩も見逃せない。さらに、water fat shift(WFS)も小さく設定可能となり、磁化率アーチファクト改善やブラー軽減にも役立つ。これらのことから、現在のMRIでは、以前から腹部DWIが持っている弱点を補強する要素が多く、臨床的には有用性が高い。また、SNR向上により、さまざまな工夫が可能となってきた。例を挙げると、上腹部における $b = 1500 \sim 2000$ 程度のultra-high b DWIの撮像(病変の性状をより詳細に評価可能)や、高分解能DWIの撮像(微小病変の評価)、息止めEPI-DWIの撮像(想定外病変時のDWI追加撮像や長時間検査が難しい場合のDWI画質担保)、さらにはTSE-

DWIの撮像(臨床的有用性は後述)など、従来であれば、SNRの限界から撮像自体を諦めていた各種DWIの応用撮像も可能となってきた(図1)。なお、EPI系撮像では、DWIに限らず有用性が高いので、MR胆管膵管撮像(MRCP)でもGRASE(TSE/EPI)法を用いることで、従来と比較して短時間かつ高画質で画像が得られるようになった(図2)。

2. multi-shot EPI DWI (ms-EPI-DWI)

ms-EPI-DWIでは、EPI factorが分割されることによる位相誤差が減少し、歪みが減少する(図3)。ss-EPI-DWIにて歪みが大きい場合において、ms-EPI-DWIを撮像することで、EPI-DWIにもかかわらず歪みが少ない画像を取得できるメリットがある。さらに、multi-shot化することにより、SNR向上(TE短縮による)や画像がsharpになるメリットを併せ持つ。ms-EPI-DWIのデメリットとしては、multi-shot化するための撮像時間延長がある。さらに歪みを回避したい場合は、本質的に歪みにくいTSE-DWIを選択すればよいという一面もある。ただし、3T MRIではもともとSNRが高いためTSE-DWIを選択しやすいが、1.5T MRIではSNRが高いms-EPI-DWIの方が選択肢しやすい側面もある。今後の検討課題である。

3. EPIC(EPI geometry correction)

EPICとは、ss-EPI-DWIにおいて歪