

1. MRIによる腹部画像診断の最新動向と未来への展望

1) 肝臓を中心とした 上腹部MRIのトピックス

佐野 勝廣 / 藤田 翔平 / 青木 茂樹

順天堂大学医学部・大学院医学研究科放射線診断学講座



肝臓を中心とする上腹部MRIにおいて、近年のMRI技術の向上は、圧縮センシングをはじめとする高速化技術、multiparametric MRIによる定量化技術、深層学習（ディープラーニング）をはじめとする人工知能（AI）など、多岐にわたる。さらに、近年では、ultra gradientシステムによって基本性能が大幅に向上し、非常に高い最大傾斜磁場やスリューレートの大きなMRI装置が使用可能になっており、上腹部のMRIは新たなステージに突入していると言っても過言ではない。今回は、これら多岐にわたる上腹部領域の最先端撮像技術のうち、定量化技術を中心に執筆し、拡散強調画像（以下、DWI）の今後の展開についても簡単に紹介する。

MRIの定量化技術

肝に限らず、各組織はそれぞれ固有のT1値やT2値などを持っており、それらの定量値を取得するMR relaxometryの手法など、MRIの定量化については上腹部でも長年研究されてきた。2007年には、北米放射線学会でQuantitative Imaging Biomarker Alliance (QIBA)が設立され、本邦でも2015年に日本医学放射線学会によってJapan Quantitative Imaging Biomarker Alliance (J-QIBA)が組織化されて以降、日常診療だけでなく、新規治療技術や治療薬の評価指標として利用するための“標準化”の活動が進められている。従来のようなMRIの信号強度による視覚的評価に加えて、定量値による情報が増えることで、MRIによる画像診断は質的にかなり向上する。例えば、T1値は肝線維化と脂肪沈着、T2値やT2*値は肝内鉄沈着、脂肪含有率は脂肪沈着を反映した指標になることが示されている^{1)~3)}（図1 a~c）。近年では、複数のパラメータを組み合わせて評価するmultiparametric MRIが注目されている。ほかにも、proton density fat fraction（以下、PDFF）による脂肪含有率定量化の有用性については、多数の報告がある。従来、MRIにおける脂肪定量化にはMR spectroscopy（以下、MRS）が用いられてきたが、PDFFによる脂肪定量化はMRSと同等の診断能であることが報告されており⁴⁾、現在ではより簡便な

PDFFが主流になっている（図1 d）。本邦の「NAFLD/NASH診療ガイドライン2020（改定第2版）」⁵⁾では、非アルコール性脂肪性肝疾患（NAFLD）/非アルコール性脂肪肝炎（NASH）患者における肝脂肪量の定量化において有用な画像検査として推奨されている。

近年、上腹部の領域において注目されている最先端の定量化技術として、MR fingerprintingがある。これはMaraが2013年に*Nature*誌に発表した技術であり、1回の撮像でT1値やT2値を含む複数のパラメータを同時に取得できる画期的な技術である⁶⁾。従来、T1緩和時間やT2緩和時間を定量する際には緩和曲線推定を原則としてきたが、MR fingerprintingでは緩和曲線を推定せず、あらかじめシミュレーションした結果を参照して内的パラメータを推定する。脳神経領域では以前より研究が進んでいる手法であるが、上腹部の領域では呼吸や心拍動のアーチファクトを受けやすいため、実装には高難度の技術が必要とされる。2022年1月の時点において、肝臓MR fingerprintingを実現できているのは、世界的に見てもいくつかの施設のみである^{7),8)}。このMR fingerprintingの特長は、複数のパラメータを同時に取得できることである。従来の定量化技術では、T1値、T2値、T2*値、fat fractionなど、パラメータごとに撮像する必要があったため、multiparametric MRIとして一通りのパラメータをそろえるにはどうしても撮像時間が長くなってしまい、臨床の現場で使用するにはかなりの