

4. 肝臓MRIの定量化

玉田 大輝 / 舟山 慧 / 本杉宇太郎 山梨大学医学部放射線医学講座

肝がんの大部分は、慢性肝炎や肝硬変などを背景にした肝細胞がんである¹⁾。慢性肝疾患では、炎症による肝組織の破壊が繰り返されることで、肝硬変・肝細胞がんへと進展する。慢性肝疾患は、脂肪肝、アルコール性肝障害、ウイルス性肝炎や非アルコール性脂肪性肝疾患 (non-alcoholic fatty liver disease : NAFLD) などを伴う。近年の抗C型肝炎ウイルス薬による治療が奏功し、日本国内ではウイルス性の慢性肝疾患を背景とした肝がんは減少している。その一方で、NAFLDと呼ばれる肝脂肪化を原因とした慢性肝疾患の罹患頻度が増加している¹⁾。日本国内におけるNAFLD推定患者数は100万人を超えており、NAFLDを画像的に評価する重要性が増している。

肝臓領域のMRI検査は、NAFLDを非侵襲的に評価するのに有望なツールである。これまで、腹部MRI検査では、T1, T2強調画像や拡散強調画像 (以下, DWI) に代表されるコントラスト画像に基づいて診断が行われてきた。肝硬変の評価においては、形態学的な手法や信号輝度比率に基づいた手法が提案されている。これらの従来手法は主観的であり、感度・特異度共に限界がある²⁾。近年、MRIを用いたさまざまな定量化手法によって、NAFLDのマネジメントに必要な情報、すなわち脂肪含有率、鉄沈着症や肝線維化を正確に知ることが可能となった。

本稿においては、肝臓領域における代表的な定量化手法であるMRIを用いた脂肪含有率^{3), 4)}、鉄含有量の定量化手法⁵⁾、およびMR elastography⁶⁾の解説を行う。

脂肪含有率

脂肪肝は、主に生活習慣病やアルコールの多量摂取に起因する脂質代謝異常によって、肝細胞に顕著な脂肪滴の蓄積が生じる病態である。代表的なMRIを用いた脂肪含有率の定量化手法として、プロトンMR spectroscopy (以下, MRS)⁴⁾とDixon法^{3), 7)~9)}を挙げることができる。ここでは、主にDixon法による脂肪含有率の定量化手法を解説する。

Dixon法⁷⁾とは、分子構造によるプロトンの共鳴周波数のシフト (化学シフト) を利用し、水脂肪成分を分離した

MR画像を取得する手法である。脂肪は、水に対して約-3.3ppmの化学シフトがあり、3T MRIにおいては水に対して-420Hz程度の共鳴周波数の違いが存在する。この現象を利用し、水と脂肪成分の同位相画像 (in-phase) と逆位相画像 (out-of-phase) を収集し、水脂肪画像を生成する。この時の水と脂肪のプロトン密度比、つまり脂肪含有率は、(脂肪の信号強度) / (水の信号強度 + 脂肪の信号強度) で算出することができる。実際には、単純なDixon法で収集した信号強度にはさまざまなバイアスや誤差が含まれるため、いくつかの修正が必要である (図1 a)。

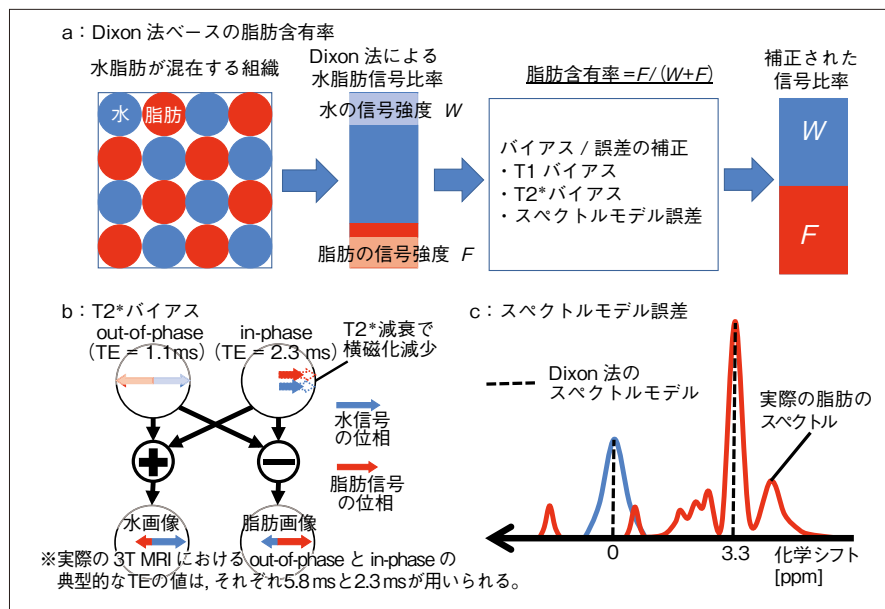


図1 Dixon法を用いた脂肪含有率の推定
a: Dixon法の脂肪含有率計測概略
b: T2*バイアスによる水脂肪分離のエラー
c: Dixon法におけるスペクトルモデルと実際の脂肪のスペクトル