

## II 腹部画像診断におけるMRIの技術革新と挑戦

### 1. 腹部領域におけるMRI画像診断の最新動向

# 1) 肝臓MRIに関する最新情報

小野田 農\*1/ 佐藤 吉海\*2/ 山田 晴耕\*3  
山田 哲\*4/ 岡田 真広\*5

\*1 金沢大学附属病院放射線科 \*2 さいたま市立病院放射線科 \*3 NTT 東日本関東病院放射線科  
\*4 信州大学医学部附属病院放射線科 \*5 日本大学医学部附属板橋病院放射線科

## Gd-EOB-DTPA を用いた肝臓MRIの可能性

近年、肝細胞がんに対する治療の選択肢が広がり、それぞれの患者や腫瘍の状態に応じて最適な治療を行う個別化診療の時代を迎えている。その中で、2008年1月より臨床使用が開始された肝特異性造影剤Gd-EOB-DTPA (gadoteric acid disodium : EOB) は15年使用され、肝細胞がんや転移性肝がんの精査のための肝臓MRI検査において欠かすことができない造影剤である。

EOBは肝細胞膜トランスポーターであるOATP1B3によって肝細胞に取り込まれると報告されており<sup>1)</sup>、肝細胞がんでは多段階発がんの過程において、早期の段階からOATP1B3の発現が徐々に減少するため<sup>2)</sup>、EOB肝細胞相で低信号の結節として同定することができる。つまり、肝細胞相における信号増強はOATP1B3の発現と有意な相関を示すことから、EOBはOATP1B3の発現を反映した間接的分子イメージングとしての役割も果たすと言える。

悪性度が高いproliferative classのTP53変異型肝細胞がんはOATP1B3の発現が低く、肝細胞相の信号低下および動脈相における拡張した血管構造が見られるのに対し、non-proliferative classである $\beta$ -catenin活性化型の肝細胞がんは肝細胞相で高信号を示す傾向にある<sup>3)</sup>。ただし、肝細胞がんにおけるOATP1B3の発現は $\beta$ -cateninと

HNF4 $\alpha$ の相互作用が関与しており、それにより悪性度の低下が誘導されている可能性があると報告されている<sup>4)</sup>。今後、ダイナミックおよび肝細胞相の画像が肝細胞がんの分子亜型分類における悪性度や予後予測に寄与し、EOBを用いた肝臓MRI検査が分子標的薬や免疫チェックポイント阻害剤療法を含めた個別化治療へ大きく貢献する可能性がある。

## ダイナミック造影検査のポイント

ダイナミック造影検査は、肝腫瘤性病変の鑑別診断に欠くことができない検査であり、Liver Imaging Reporting and Data System (LI-RADS) では肝細胞がんを疑う主たる所見として、動脈相の濃染、washout、被膜濃染、および腫瘍サイズ、サイズの経時的変化をmajor imaging featuresとして挙げている<sup>5)</sup>。

EOBは緩和度が高く、強いT1短縮効果を示すが、細胞外液性のGd造影剤と比べると投与量が少ないため、適切な撮像タイミングを逃してしまうことがあり、ダイナミック検査ではbolus tracking法を用いて至適タイミングを取ることが推奨されている。LI-RADSでは、肝動脈と肝門部付近の門脈が造影される後期動脈相は肝細胞がんが最もよく濃染する時相としており、ダイナミック画像で濃染ピークをとらえるためには、コントラストを決定するk空間の中心(k0)をサンプリングするタイミングと濃染ピークを合わせる必要がある。

肝細胞がんの濃染ピークは、造影剤が腹部大動脈に到達してから14秒後と報告されているが<sup>6)</sup>、金沢大学附属病院では腹部大動脈がよく濃染してから10秒後に肝細胞がんの濃染ピークが来ると予測して、撮像の設定を行っている。k0をサンプリングするタイミングは、sequentialかcentricかで大きく異なり、装置によってはk0をサンプリングする時間が表示されるので確認することが望まれる。また、compressed sensing (CS) やview sharingを用いて動脈相を多時相撮像することで、肝細胞がんの診断能が向上することが示されている。

## 呼吸性体動アーチファクト (TSM) への対策

TSMは動脈相に生じる一過性の激しい呼吸性体動アーチファクトで、息止め症例の5~22%程度で生じると報告されており<sup>7)</sup>、そのアーチファクトの程度は腹部の動き度合に相関している<sup>8)</sup>。なぜこのような現象が生じるのかはまだ詳細は不明であるが、リスク因子として、閉塞性肺疾患の既往、高BMI、造影剤の過剰投与、以前のEOB-MRI検査でのTSMの出現などが報告されており<sup>9)</sup>、リスクがある患者への対策が必要となる。

対策として多時相撮影や自由呼吸下撮影があり、golden-angle radial sparse parallel (GRASP) に代表されるようなCSを併用したradial samplingの有用性が数多く報告されている<sup>10)</sup>。golden angleと言われる角度で均等にradial