

Ⅲ 各領域における最新MRI技術の臨床応用

5. 乳腺MRI：最先端のイメージング技術

飯間 麻美*¹ / 石垣 聡子*² / 佐竹 弘子*²

*1 名古屋大学大学院医学系研究科新規低侵襲画像診断法基盤開発研究寄附講座

*2 名古屋大学医学部附属病院放射線科

乳腺MRIは技術の進歩が急速に進んでいる領域の一つであり、BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System) の新版もおよそ10年ぶりに間もなく出版される予定である。乳腺MRIにおける診断は、形態 (morphology) と動態 (kinetics) の2本柱を核とするが、中でもこの2本柱に直接、または、追加してさらに有用性が見込まれる、人工知能 (AI)、拡散強調画像 (DWI)、省略MRI (abbreviated MRI) と超高速MRI (ultrafast MRI) の最先端のイメージング技術について概説する。

AI

放射線医学におけるAIと言えば、マンモグラフィへの応用がいち早く取り組まれた。乳房MRIへの応用はやや遅れをとっているものの、本邦からの報告¹⁾ 含め、良悪性鑑別などへの応用についての報告がされてきた。乳房領域のAI研究では、スクリーニングの効率化やMRI検査のトリアージなど、より臨床に特化した最先端の応用が検討されている。

1. 乳がんリスク予測

乳がんリスク予測は、特に乳房MRIによる検診の適応を決めるために重要である。本邦ではリスクを評価するモデルの開発自体がまだ遅れているが²⁾、現在、米国では生涯リスクが20%を超える女性のみが乳房MRIによる検診を受けており、そのリスク評価には、主にTyrer-Cuzickモデルが用いられている。しかし、このモデルの予測精度には限界があるた

め、より正確なリスク予測方法が求められている。

Portnoiらは、1000人以上の患者から収集した1600症例の乳房MRIを用いて、5年以内の乳がん発症リスクを予測する深層学習モデルを構築した³⁾。このうち161症例が陽性であった。研究では、2D-MIP画像とImageNetで初期化したResNet18モデルを使用し、10分割交差検証により性能を評価した。その結果、このMRIモデルは、Tyrer-Cuzickモデルや臨床リスク因子のみを使用したロジスティック回帰モデルよりも優れた性能を示した。しかし、サンプルサイズが少ないため、マンモグラフィモデルほどの性能には達しなかった (MRIモデルのAUCは0.64、マンモグラフィモデルは0.70台)。今後、十分なデータを収集することで、MRIモデルの性能向上が期待できる。将来の乳がんリスク予測において、MRIとマンモグラムを組み合わせることは有望な方向性であると考えられる。

また、強い背景乳腺の造影効果 (background parenchymal enhancement: BPE) を有する女性において、高時間分解能・高空間分解能 breast MRI protocol (HTHS プロトコル) の診断精度を、標準的な breast MRI プロトコルと比較した研究もある⁴⁾。HTHS プロトコルでは、1000人あたりのがん検出率が23.6と、標準プロトコルの7.9に比べ有意に高く、生検の陽性反応適中度も16.0%と、標準の6.3%に比べ有意に高かった。これは、HTHS プロトコルにより、1000人あたり15.7人

のがんが追加で発見され、同時に不要な生検が9.8%減少したことを意味する。HTHS プロトコルでは、BPEが高い場合に造影早期のタイミングで撮像することで、背景乳腺の造影に邪魔されることなくがんが描出されやすくなると考えられる。高BPEの女性に対する breast MRI のスクリーニングにおいて、HTHS プロトコルはがん検出率の向上と不要な生検の減少をもたらす可能性があり、さらなる臨床導入に向けた多施設前向き試験が望まれる。

2. 検出

乳房MRIは高い感度を有する一方で、特異度は比較的低いという課題がある。AIを活用することで、不要な生検を減らせる可能性が期待されている。2万1000症例を超える大規模なデータセットを用いて、深層学習モデルによる乳がんの予測を行った研究では、造影前後の3D画像を入力とし、修正3D-ResNetモデルを用いて良悪性の判別を行った⁵⁾。その結果、内部のテストセットでAUC 0.92、外部データでも高い性能を示した。さらに、放射線科医を対象とした読影者研究でも、深層学習モデルは放射線科医の平均と同等の性能を示し、一部の医師を上回った。YOLOv5xモデルとLSTM (Long Short Term Memory) ネットワークを組み合わせた深層学習システムにより、超高速MRIスクリーニングにおける乳房病変の高感度 (95~99%) 自動検出と偽陽性予測の減少 (15.5%減少、陽性適中率0.22から