

1. Arterial spin labeling MRI技術の最新動向

梶尾 理^{*1} / 山下 孝二^{*2} / 菊地 一史^{*3}
小原 真^{*4} / 石神 康生^{*3}

*1 九州大学大学院医学研究院分子イメージング・診断学講座

*2 九州大学大学院医学研究院放射線医療情報・ネットワーク講座

*3 九州大学大学院医学研究院臨床放射線科学分野 *4 (株) フィリップス・ジャパン

arterial spin labeling (以下, ASL) は動脈血中のプロトンのスピンをラベルし, それを内因性トレーサーとして画像化に利用する非侵襲的手法である。近年, 臨床現場では, pseudo-continuous ASL (以下, pCASL) の導入により, ASLを用いた脳灌流画像の使用が普及しつつある。臨床で用いられる ASL は, 通常 1つの label duration (以下, LD) と 1つの post-labeling delay (以下, PLD) の組み合わせによる 1 時相での撮像であるが, ラベルされた血液がラベル面から脳組織に到達するまでの時間 (arterial transit time : ATT) が長く, ラベルされた血液が到達していない場合には, 正しく脳血流量 (cerebral blood flow : CBF) を評価することができない。最近では, 多時相撮像を行うことで ATT の影響を考慮した CBF

の定量化が行われるようになってきている。また, ASL は脳灌流画像のみでなく, MR angiography (以下, MRA) にも応用することができる。臨床で用いられる time of flight (以下, TOF) -MRA は撮像スラブへの inflow 効果に依存しているため, 上方向以外の血流, 乱流, 遅い血流などの描出は不良であることや, 時間情報を持っていないという欠点がある。ASL による 4D-MRA は, TOF-MRA の弱点を克服しつつ時間情報を有する画像法である。さらに, 血管選択的画像も取得することができ, 選択的 digital subtraction angiography (以下, DSA) の代替となるような画像も得られる。本稿では, 多時相 ASL 灌流画像と ASL を用いた 4D-MRA の開発の最近の動向と, それらの臨床的有用性を概説する。

多時相 ASL 灌流画像

脳主幹動脈閉塞性疾患などにおいて血流が遅延している場合, ATT が PLD よりも長くなりうる。1 点の PLD の撮像の場合, PLD が短い場合には, 組織にラベルスピンの到達せず, 動脈内信号として観察される。PLD を長くすることでラベルが到達するが, PLD が長いほど信号雑音比は低下する。このような場合には, 多時相撮像による ATT の測定とそれによる CBF の補正が必要となる。

多時相撮像の ASL には, 大きく分けて① sequential 法と, ② time-encoded (Hadamard-encoded) 法¹⁾の 2 種類の手法がある。sequential 法では LD と PLD を変更しながら複数の撮像を順番に行う。報告のほとんどは, PLD の長さを変えるだけのシンプルな手法を用いている。ただし, 設定する PLD の数に応じて撮像時間が延長するため, 時間効率が悪い。また, 長い LD を設定した場合には短い時相の撮像ができない。time-encoded 法は, 1 つの pCASL ラベルボースを複数のサブボースに分割し, サブボースごとにラベルとコントロールを切り替えて符号化した画像を収集する。各ラベルボースは, アダマール行列の各行に相当し, アダマール符号化された画像に decode を行い, サブボースごとの異なる PLD の画像を再構成する。標準の ASL ではコントロー