

3. 脳腫瘍 — ASL を用いた脳灌流画像

木村 浩彦 / 山元 龍哉
福井大学医学部病態解析医学講座

arterial spin labeling (ASL) 法は、脳血流を直接計測可能な一方法としてパーフュージョン MRI に導入されてきた。当初は実験用 MRI 装置で提案された手法であるが、臨床機にも導入されている¹⁾。本法は、脳血管内血液の磁化状態を内因性のトレーサーとして利用する、MRI 本来の特性を生かした非侵襲的手法である。しかし、原理的に SNR が低く、撮像に時間がかかり、これが臨床応用を遅らせてきた。近年、3T MRI 装置の普及と ASL 法の技術的發展により、臨床応用が可能となってきた^{2),3)}。臨床の現場で、すぐにパーフュージョンの評価ができ、繰り返し撮像可能な点など、造影剤を利用しなくても済むことの利便性はきわめて大きい。

本稿では、ASL 法の基本的概念と脳腫瘍への臨床応用を中心に、どのように利用可能かについて、実際の症例を挙げながら問題点を明らかにし、その限界と将来の発展についても述べる。

Continuous ASL (CASL) の基本的概念

ASL 法は、頸部の血管に一定時間 RF 照射を行い血液のスピンを反転させ、この磁化状態を造影剤代わりのトレーサーとして利用する。脳実質は反転したスピンを受けると、その血流の多寡により信号変化が生じる。これを正確に測定するために、スピンを変化させない状態で画像を撮像してコントロールスキャンとし、ラベリングした画像との間で差分をとり、灌流強調画像として利用する。図1は、CASL 法の基本的な原理である。

3D-ASL 灌流強調画像と定量画像について

最近、臨床に急速に広がっている3Tの高磁場MRIでは、T1時間の延長と

MR 信号そのものの増強から、臨床応用の際の ASL 灌流画像法の問題点が改善されてきている。従来は EPI を基本シーケンスとしていたが、最近では 3D-FSE を信号収集の基本シーケンスとして、全脳を対象として ASL 灌流画像が得られるようになってきている。標準的 MRI 装置で 5 分程度で灌流強調画像が得られていたが、最新の 3T MRI 装置で 32 チャンネルの表面コイルシステムを利用すると、さらに短縮できる。図2は、3D-ASL 血流画像の例である。全脳をカバーし、収集時間は約3分である。血流を受ける脳組織を1つのコンパートメント (single compartment) として考え、トレーサー (ASL 法では磁化状態) による信号変化は、流入する動脈側の MR 信号、流出する静脈側の MR 信号、T1 緩和の3つで説明する比較的簡単なモデルを用い、血流の定量化も可能である⁴⁾。定量的解析の際に最も大きな問題は、ラベル面から観測面までのスピンの到達時間 (arterial transit time : ATT) である⁵⁾。脳腫瘍の場合は ATT に大きな違いはないことが多いが、血管床の大きさが背景の正常脳組織と大きく異なると、単純なモデルでは定量的ための仮定が成立しない場合があるので注意が必要である。

ASL 灌流画像法と T2DSC 灌流画像法の違い

腫瘍病変の血液量 (TBV) の評価の目的では、T2 dynamic susceptibility

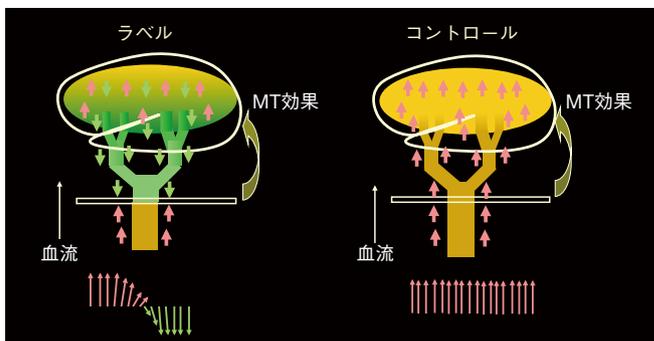


図1 CASL 法の原理

ラベル画像とコントロール画像の差分から灌流強調画像を作る。ラベル画像収集時は血管内のスピンが反転し、コントロール画像の収集時には、血管内のスピンは反転しない。両画像の差分より、血流の多寡に応じて生じる灌流強調画像が得られる。