

6. ASL

1) pCASL

木村 浩彦 福井大学医学部病態解析医学講座放射線医学領域

ASLは、頸部の血管に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、perfusion weighted画像として利用する。図1はCASLの基本的な原理であり、図2は健常者の脳からの典型的な灌流強調画像である。

ASLの臨床応用には、いくつかの課題があった。SNRが低いことに加え、動きに弱く、撮像断面が限定されていた。しかも、susceptibility artifactにより頭蓋底部の評価が困難といった課題があった。しかし、最近のASL撮像法では、以下に述べるいくつかの技術がキーとなり、これらの点が改善された。本稿では、pCASL

をはじめとするこれらのキーとなる技術の概要を述べる。

最新のASL撮像技術

1. pCASL

SNRの向上につながるcontinuous ASL (CASL) のラベリング技術として考え出されたのが、pseudo continuous ASL、あるいはpulsed continuous ASL (pCASL) とも呼ばれる手法である¹⁾。この手法の原型となるCASLでは、持続的にスピンの反転を生じさせるために一定のグラディエントを印加し続け、血流方向に磁場勾配を作り、一定の持続的RFを印加する。この状態で、スピンの血流に乗って一定速度で移動すると、スピンの感じる有効磁場によりスピンが自発的に反転する原理 (velocity driven

adiabatic inversion) を利用している(図3)。この手法は、3T MRI装置では比吸収率 (SAR) の増大により、十分なRFパワーを用いることができなかった。そこで、RFを細かくして、グラディエントをプラスとマイナスに振り、この間の位相を調整することで、CASLと同様のflow induced adiabatic inversion効果が生じるように工夫したのがpCASLである。この位相の微調整は、平均の傾斜磁場強度を0から少し変化させることで実現している。

図4は、その概略図である。この手法は、きわめて巧みなラベル法であるが、ラベル効率は磁場不均一の影響を受けやすく、磁場の均一性がきわめて重要となる。細かく分割したRF間の時間は1500 μ s程度で、この間のスピンの位相を正確にコントロールすることが求められる。理論上は、RF間隔が狭いほど反

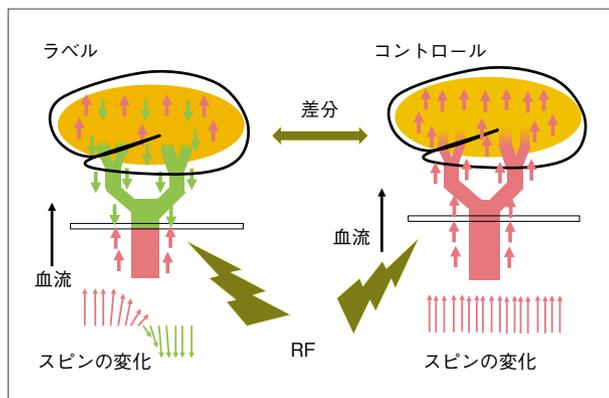


図1 CASLの原理

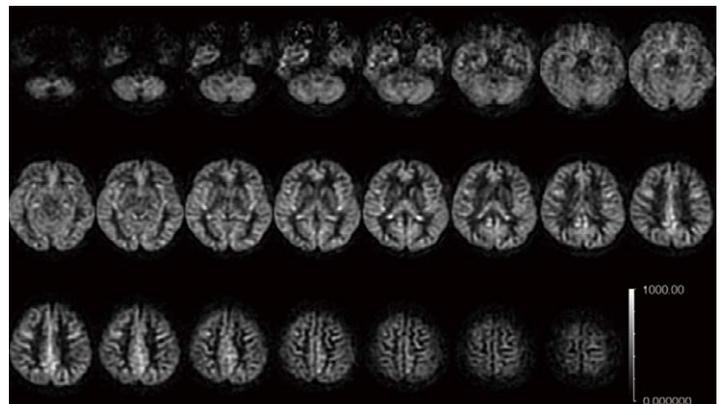


図2 正常ボランティアのpCASL灌流強調画像
撮像条件：pCASL、スライス厚：5mm、36スライス、LD=1.5秒、PLD=1.5秒、3D spiral FSE法、収集時間：約3分。