5. 血管領域

MR画像による血行動態解析と血流定量法

寺田 理希 磐田市立総合病院放射線診断技術科
竹原 康雄 浜松医科大学医学部附属病院放射線部

近年，磁気共鳴（MR）画像は，周辺技術の進歩により画質が向上してきており，画像診断で重要な位置を占めている。機能画像としても，古くから評価されてきた各組織のT1およびT2緩和時間に加えて，血流動態（灌流），代謝，拡散，弾性など，各種機能情報も積極的に利用されつつある。

本稿では，その機能画像の中でも血管領域に関する機能画像として，研究段階ではあるが，体幹部の三次元シネ位相コントラスト法“4D Flow”（スタンフォード大学開発）と，非造影撮像で無侵襲に血流量が解析できるASL（arterial spin labeling）について，臨床的有用性を交えて紹介する。

4D Flow

1. 撮像シーケンス，プロトコール

位相コントラスト（phase contrast：PC）法は，双極傾斜磁場を用いてプロトンの位相差から速度を計測する撮像法である（**図1**）。三次元シネ位相コントラスト法（3D cine PC法）は，これを心電図同期することにより，心周期のさまざまな時間に複数の画像を収集し，心周期の各ポイントの画像を得る手法である。本撮像法では，*x*，*y*，*z*方向に，おのおの位相エンコードを行うretrospective ECG gatingの3D cine PC MRIにてデータ収集を行う。リファレンスのエンコードと3軸方向の速度エンコードを合わせた時間の4TRが，撮像の最小単位である[1]（**図2**）。TRを5ms程度と短くするので，撮像時間の短縮が可能となる。最近は，パラレルイメージングを併用することやk空間の高周波領域のデータを省くことで，さらに撮像時間が短くなり，原法と比較して1/2程度の撮像時間が可能となっている[2]。短いTRでのRF印加は，gradient amplifierの負担も軽減できるので，撮像時間の短縮は必須である。また，体幹部領域では，呼吸性アーチファクト対策として呼吸補正も可能となっている。

心拍数や目的血管の流速にも依存するが，体幹部3D cine PC MRIの撮像条件を**表1**に示す。この撮像法により，マグニチュード画像と，*x*，*y*，*z*方向にそれぞれvelocity encoding（VENC）を

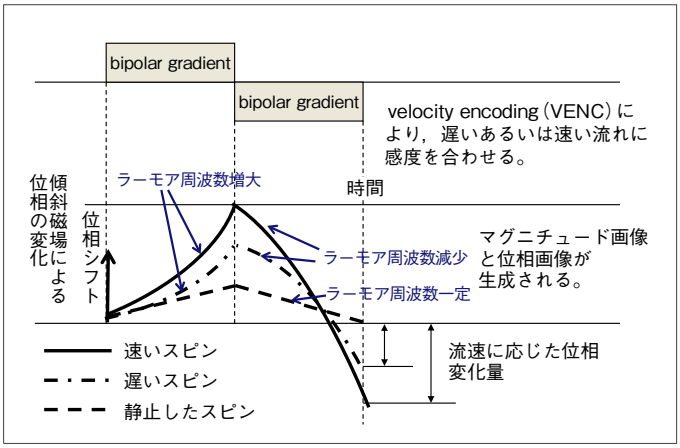

図1 phase contrast（PC）MRIの原理
流速に合わせて正負均等なbipolar gradientを印加することで，流速に応じた位相変化量が生じて，流速の違いによるマグニチュード画像と位相画像を得ることが可能となる。

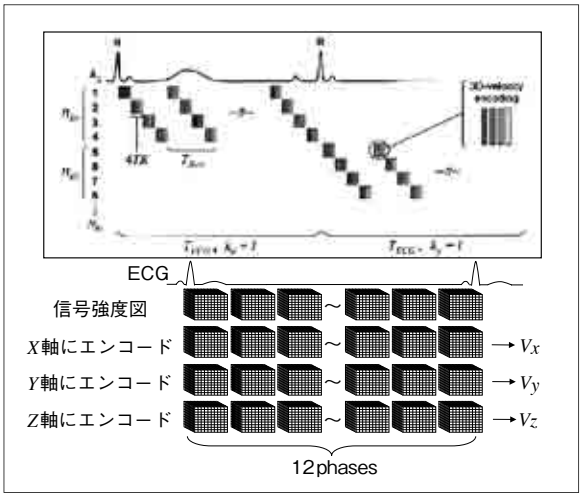

図2 4D Flowの原理
（シェーマは参考文献1）より改変）