

4. 心血管領域における研究の最前線

立川 圭彦 唐津赤十字病院放射線技術課

心血管領域における研究は、深層学習(ディープラーニング)の登場や、圧縮センシングや体動補正の技術の発展に伴い、高速・高分解能撮像や自由呼吸下撮像などの研究が多く行われている。また、近年、4D flow imagingやbright blood画像とblack blood画像を同時取得するmulti-contrast blood imagingの研究も多く見られ、臨床での応用が進んでいる。

本稿では、ISMRM 2021にて筆者が発表したmulti-contrast blood imagingの解説、および注目した演題をいくつかピックアップして紹介する。

Multi-contrast blood imaging : BRIDGE

大動脈の脆弱性プラークは、脳梗塞、心筋梗塞、末梢動脈塞栓症などの、全身性塞栓症の重要な危険因子である¹⁾。特に、胸部大動脈の脆弱性プラークは、人工心肺を必要とする手術や頸動脈ステント留置術(以下、CAS)の際に、脳塞栓症の大きなリスクとなることがわかっている^{2), 3)}。この胸部大動脈の血管解剖や脆弱性プラークを評価するためには、MRAとvessel wall imaging(以下、VWI)の撮像が必要であり、代表的な撮像法に、MRAではbalanced SSFP法^{4), 5)}、VWIでは可変再収束フリップ角を用いた高速スピネコー(以下、VRFA-TSE)法^{6), 7)}など、ほかにもさまざまな撮像法が報告されている。しかし、これらの従来法は、MRAとVWIの

画像をそれぞれの撮像で取得するため、合計の撮像時間が長くなってしまふ。そこで、1回の撮像でMRAとVWIを同時に取得する、新しいmulti-contrast blood imagingであるBRIDGE(bright and dark blood images with multi-shot gradient-echo echo-planar imaging)を考案した。

1. パルスシーケンス

BRIDGEは、peripheral pulse unit (PPU)でのtriggeringおよび横隔膜でのnavigator gatingを用いた3D multi-shot gradient-echo echo-planar imaging (MSG-EPI)によるデータ収集と、T2-preparation(以下、T2-prep)パルスと非選択的 inversion recovery(以下、IR)パルスによるプレパレーションパルスで構成される。また、脂肪抑制には水選択励起技術であるprinciple of selective excitation technique (ProSet)を用いている。まず、T2値の短い背景組織からの信号を抑制するために、4つの再収束パルスからなるT2-prepパルスを印加する。その直後に非選択的IRパルスを印加し、短いinversion time(以下、TI)でデータ収集することで、筋肉などのT1およびT2値が短～中程度の背景組織を抑制したbright blood画像を得ることができる⁸⁾。さらに、長いTIでデータ収集することで、血液信号を抑制したblack bloodやgray bloodのdark blood画像を得ることができる⁹⁾。BRIDGEでは、これらの

プレパレーションパルスを心周期の各時相で共有することにより、心時相ごとに異なるTIのデータ収集となり、bright・black・grayのマルチコントラストの画像を得ることができる(図1)。

2. 画像再構成

BRIDGEで取得した画像は、任意の心時相データでMPRやMIPなどの画像再構成が可能である。MPRにて各時相の画像を多面的に評価することで、bright bloodでは血管解剖や血管内腔を、dark bloodでは血管壁や脆弱性プラークを評価でき、1回の撮像でこれらの評価を同時に行うことができる。また、任意の心時相データを足し合わせてMIP画像を作成することで、MRAに脆弱性プラークを強調した画像を作成可能である(図2)。これにより、1つの画像で血管解剖と脆弱性プラークの位置を同時に評価することができる。

3. 臨床での応用

筆者らによる胸部大動脈におけるBRIDGEと従来法(MRA:spoiled gradient echo法、VWI:VRFA-TSE法)の比較の検討では、SNR、CNR、均一性、視覚評価において、BRIDGEは従来法と同等な画質を約28%短い撮像時間で取得できることが示された(#0194)。また、BRIDGEは、各組織の緩和時間の違いを利用した撮像法であり、血液のinflowやflow speedの影響を受けにくいいため、臨床応用に関して