

CAIPIRINHAによる画像特性の検討

- 撮像時間短縮による小児の検査負担軽減を目指して -

宮城県立こども病院 放射線部 ○富永 亜彩(Tominaga Aya)
佐々木 正臣 町井 祐輔 板垣 良二

【背景・目的】

小児の脳血管奇形描出のため、当院では造影MRAと同時に造影3D撮像を行っている。当初、IV鎮静を行う前提で依頼科より面内の高解像度画像を求められ撮像してきたが、患者の成長に伴い鎮静せずに検査を行える事例があり、撮像時間の短縮が求められる状況となった。また、手術ナビゲーション用の画像として使用するため、等方向Voxelでの撮像を依頼科が重要視している現状である。今回、MR装置更新によりAera 1.5T (SIEMENS社)が導入され、新しいパラレルイメージング法であるControlled Aliasing In Parallel Imaging Results IN Higher Acceleration (CAIPIRINHA)が使用可能となった。CAIPIRINHAはGRAPPAに比べSNRの低下が少ない画像の取得が可能であることが知られている。しかし、現在頭部の撮像条件に対して最適なReduction factor (ReF)とReordering Shift 3D (RS3D)の組み合わせの自動抽出はできない。そこで、CAIPIRINHAの画像特性を理解し、等方向Voxelでの最適な術前造影3D撮像シーケンスを得るため検討を行った。

【方法】

Volumetric Interpolated Breath-hold Examination(VIBE)法を用い、TR=9.55 ms、TE=4.76 ms、Ave=1、Slice thickness=0.9 mm、Slices=192枚、Reference scan mode=Integrated、Ref lines=40は固定し、至適なFlip Angle (FA)、Bandwidth(BW)を検討し、撮像条件を決定する。

次に、面内方向と奥行き方向のReFとRS3Dを組み合わせ、均一ファントムを各2回ずつ撮像し、日本放射線技術学会学術研究班「MR画像のparallel imagingにおけるCNR測定法の標準化」によるSNR測定プログラムを使用し、差分法によるsignal-to-noise ratio (SNR) map、g-factor mapを作成した。その算出された値よりSNRとg-factorのcolor mapを作成し、またSNR mapの中心にROIを設定し得られた値のグラフを作成した。これらより、組み合わせ方による画質の違いを検討した。

検討結果より、同意の得られた健常ボランティアを撮像し、MRAの撮像時間と同程度を目標に最適な組み合わせを決定した。

【結果】

FAを1 (min) ~ 36 (max) 度まで可変させ、signal intensity(SI)が最大となる17度に決定した (Fig.1)。

次に、BWを150 (min) ~ 675 (max) Hz/pixelまで可変させ、subtracted root mean square contrast-to-noise ratio (CNR (subtracted RMS)) が最大となる150 Hz/pixelを今回の撮像条件とした (Fig.2)。

ファントム結果では、面内方向と奥行き方向のReFとRS3Dの組み合わせ方 (Fig.3) により、同一のReFでもSNR、g-factor color mapに違いが見られ、k-spaceの充填パターンが均等であるほど、画質が向上する傾向を示した (Fig.4,5)。

ファントム結果と同様に、健常ボランティア画像でも組み合わせ方により画質に違いが見られた (Fig.6)。

撮像時間やmap、健常ボランティア画像等を比較検討した結果、面内方向のReFを1、奥行き方向のReFを4、RS3Dを2とする組み合わせが、最適な術前造影3D撮像シーケンスであった。 (Fig.7,8)

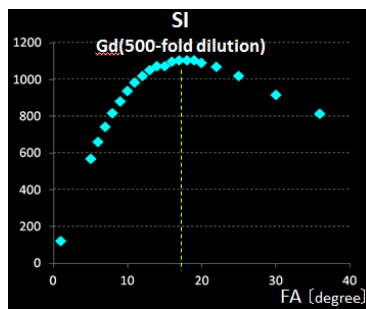


Fig.1 FAにおけるSI

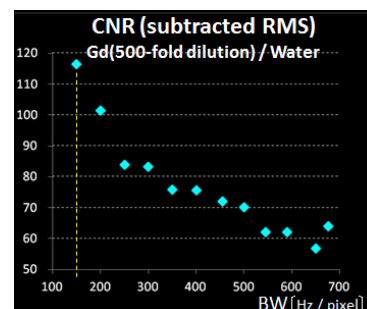


Fig.2 BWにおけるCNR

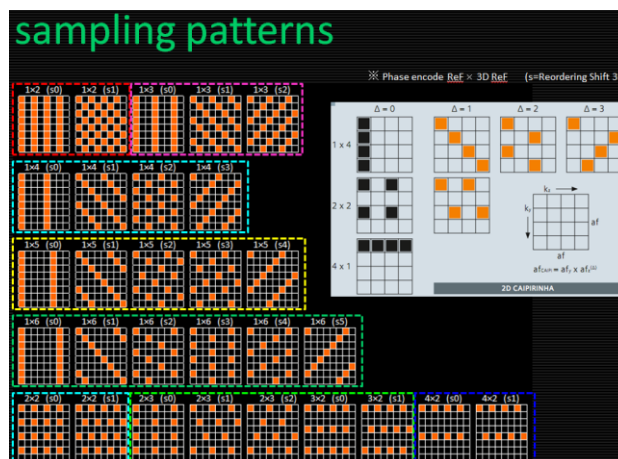


Fig.3 ReFとRS3Dの組み合わせ

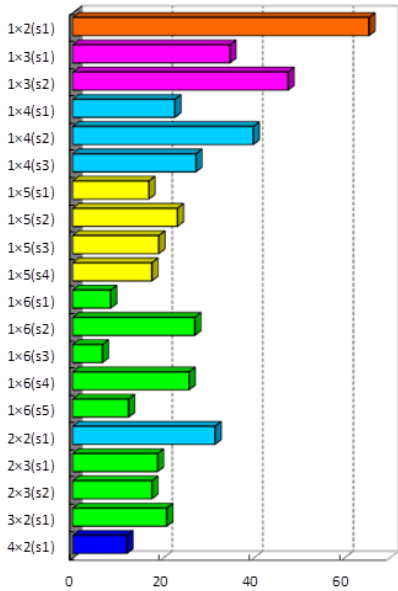


Fig.4 SNR map中心ROIのSI

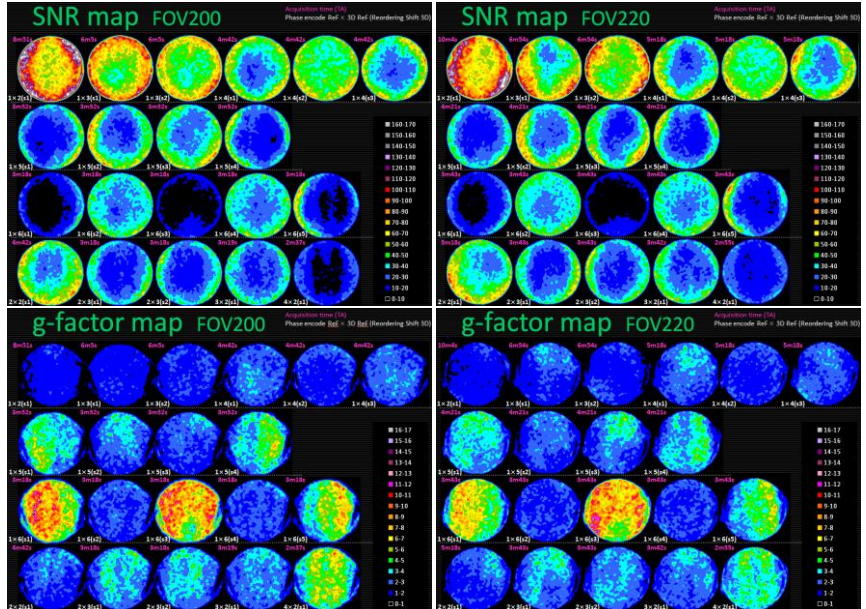


Fig.5 color map

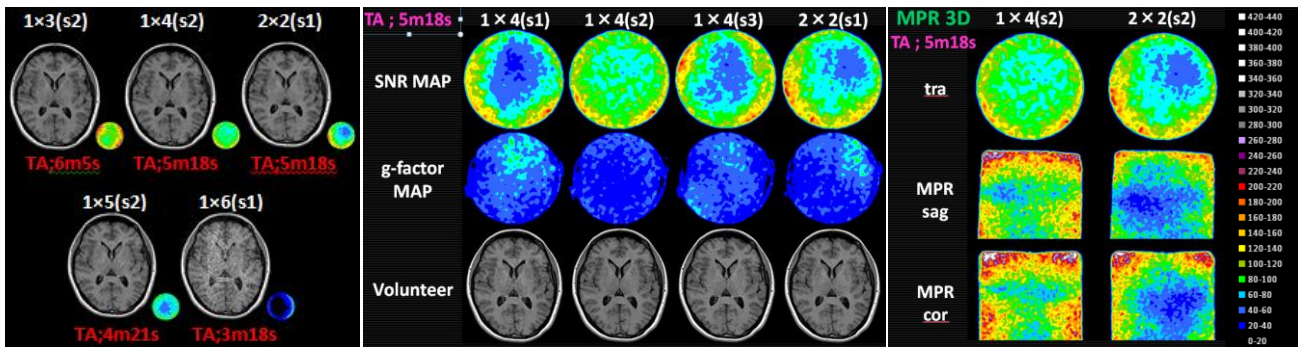


Fig.6 健常ボランティアと color map の比較

【考察】

今回の撮像条件において、面内方向と奥行き方向のReFとRS3Dの組み合わせ方による画像特性が理解でき、臨床におけるCAIPIRINHAの有用性が示された。

従来と同等の画質を維持しつつ、撮像時間を3~4割短縮させ、さらに、等方向撮像が可能となった。これにより、小児の負担を軽減した高分解能画像の取得ができるため、良好な手術支援が行えると考えます。

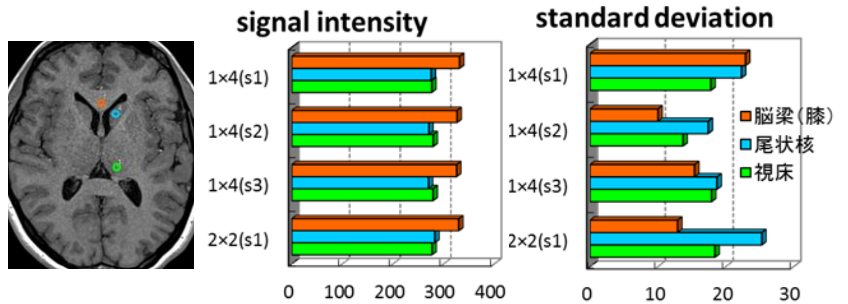
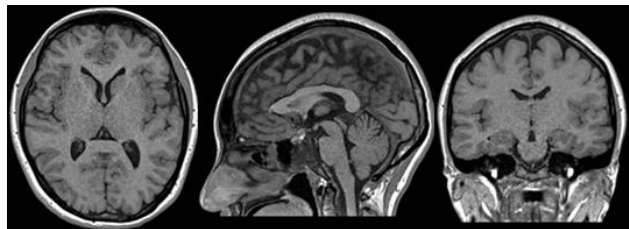


Fig.7 各ROIにおける臨床画像のSIとSD(Ref;4)



FOV220

Fig.8 面内方向のReFを1、奥行き方向のReFを4、RS3Dを2で撮影したボランティア画像

【参考文献・図書】

- 1) 岡杖俊也、山下栄二郎、他：パラレルイメージングCAIPIRINHAによる画質特性の検討
- 2) 小倉明夫 他：パラレルMRIにおけるCNR測定法の提案：RMS-CNR法
- 3) Felix Breuer, Martin Blaimer, et al. :Technology Simultaneous Multi-slice CAIPIRINHA, MAGNETOM Flash, (63)3, 2015