

○プロジェクト研究0633-1

研究課題 「リハビリテーションにおける生命科学基盤研究」 サブテーマ 「新たなMRI画像の解析技術の開発とリハビリテーションへの応用」

○研究リーダー 放射線技術科学学科 講師 石森 佳幸

○研究年度 平成18年度

(研究期間) 平成18年度～平成20年度(3年間)

1. 研究目的

近年、一部のMRI装置で撮像可能となったSusceptibility weighted imaging(SWI)はヘモグロビンの動脈血と静脈血の酸化の違いによる磁化率の差を強調して新たな画像コントラストを提唱している。SWIはT2*強調MRIにおいて通常の強度(magnitude)画像に加え位相(phase)情報が得られることが条件となるが、近年臨床に普及している拡散強調画像やfMRIのようにEcho planar imaging(EPI)を用いた手法でないため、特別なハードウェア性能を要求されない。よって現在用いているMR装置にて応用可能であれば広く普及する可能性を持つ。本手法は静脈性疾患などでの報告が主であるが、血液の酸素化を強調して画像に表現できるため、脳血流の状況を間接的に表現しているとも考えられる。SWIの画像コントラスト形成のメカニズムを解明し、リハビリテーションによる脳機能評価の指標等への可能性を検討する前段階として、画像解析システムの構築と基礎的なMR信号の解析を目的とした。

2. 研究方法

(1)SWI処理システムの構築

MR装置は本学付属病院画像診断部で稼働中の装置(Gyrosan ACS-NT 1.5T, Philips)を用いた。SWIでは高分解能T2*強調画像の強度・位相情報を取得するため、1回の撮像で数百枚の画像データが発生する。これを効率よく装置外へ取り出し、解析するために簡易画像サーバーを構築した。ハードウェアには汎用のノート型パーソナルコンピュータ(PC)(LOOX T70SV, Fujitsu)、ソフトウェアにはpublic domain software(Conquest DICOM server 1.4.11)を用いた。MR装置とはイーサネットを介してオンラインで接続し、MR装置から直接転送が出来るように設定した。得られた各データは学内の解析用PC(Dimension 9100, DELL)に転送し、SWI作成アルゴリズムは開発言語(C++ Builder, Borland)で自作した。装置上で再構成されたmagnitude, phaseからのSWI作成. real, imaginaryデータからのSWI作成についてアルゴリズムの正当性を検討した。

(2)SWI作成の処理条件依存性の検証

正の位相変化を起こす物質として濃度を変化させた硫酸銅水溶液、負の位相変化を起こす物質として空気を試料として水ファントム内に封入し、3D FFE(TR/TE=59/40ms, flip angle 20度, matrix=512×512, FOV=220mm, Slice thickness=1mm. Flow comp (+).)にて画像データを取得し、ボクセルサイズ, TE, Flow compの有無, 2D or 3D, 磁場均一性によるSWIの違いを検討した。

3. 研究結果

(1)簡易画像サーバーを構築することで、従来の常設サーバーへの転送、画像ファイルの解凍、MOディスクへの転送の作業が不要となり、画像データの取得作業時間が数分の一に短縮された。SWI処理は装置上で再構成されたphaseでは位相角度の情報がないために最終画像を作成することが出来ず、real, imaginaryから得られる位相情報により一連の処理が可能であった。

(2) 本来のSWIの目的である局所の磁化率変化を画像コントラストとして表現するには、1mm以下のボクセルサイズ、比較的長いTEの設定、Flow comp付加が必要であった。2Dイメージングにおいても3Dとほぼ同様の位相変化が観測されたが、Signal to noise ratio (SNR) の点で2Dは実用的ではなかった。off centerなどで磁場均一性が悪い場合には一連の線形性が崩れ、装置付属のシミングによる改善効果はほとんどなかった。

4. 考察(結論)

SWIは撮像システムとしては特別なハードウェア性能は必要ないが、データ処理アルゴリズムに不明な点が多く一般的ではない。しかし、MR信号のreal, imaginary両チャンネルの信号を取得可能な装置であれば画像処理により実現可能であった。また、本来の目的である局所の磁化率変化を描出するためには適切な撮像条件を選ぶことが必要である一方、対象の状態によっては信号の線形性が崩れるため、あくまで相対変化を捉える強調画像としての理解が重要である。

5. 成果の発表(学会・論文等, 予定を含む)

- 1) 石森佳幸:汎用装置によるsusceptibility weighted imagingの試み. 日本放射線技術学会第53回関東部会研究発表大会. (群馬)2007年2月.
- 2) 石森佳幸:位相変化の処理・撮像条件による影響. 日本放射線技術学会第63回総会学術大会. (神奈川)2007年4月.(予定)

6. 参考文献

- 1) Haacke EM, et al. Susceptibility weighted imaging (SWI). Magn Reson Med. 2004; 52(3): 612-618.
- 2) Reichenbach JR, et al. High-resolution MR venography at 3.0 Tesla. J Comput Assist Tomogr. 2000; 24(6): 949-957.
- 3) Rauscher A, et al. Noninvasive assessment of vascular architecture and function during modulated blood oxygenation using susceptibility weighted magnetic resonance imaging. Magn Reson Med. 2005; 54(1): 87-95.