

磁化率強調画像における位相マスク処理の有用性

神原 芳行¹, 佐々木真理², 松村 豊¹, 阿部清子³
松田 豪³, 塚元鉄二³, 江原 茂²

¹岩手医科大学超高磁場 MRI 研究施設 ²同医学部放射線科
³GE 横河メディカルシステム㈱

はじめに

3T MRI の強い磁化率効果を利用した磁化率強調画像 (susceptibility-weighted image : SWI) が注目されているが, その信号変化率は必ずしも大きくないため, 位相マスク処理を併用することが多い^{1)~4)}. しかし, 位相マスク処理の特性については十分明らかになっていない. 今回, 位相マスク処理における Hamming 窓サイズの影響について検討し, 磁化率強調画像の画質改善を試みた.

対象および方法

対象は健常ボランティア 11 名, 脳血管障害患者 2 名で, 使用装置は 3T 超伝導 MRI 装置 (SignaVH/i, GE) を用いた. 撮像条件は水平断 3D-FSPGR (TR48, TE30, FA18, FOV 22 cm, スライス厚 1.5 mm, Matrix 512×224×90, 1Nex) とし, 位相画像 (実像, 虚像) とマグニチュード画像を取得した. 自作の解析ソフトを用い, 位相画像に Hamming 窓フィルタを適用したものを元画像と差分処理し (折り返し除去+高域通過), 位相 $-\pi \sim 0$ を $0 \sim 1$ に, $0 \sim \pi$ を 1 に変換して (強度変換), 位相マスク画像を得た. マグニチュード画像に位相マスク画像を数回乗算して位相マスク処理画像を得た¹⁾. 位相マスク処理画像より 15~20 mm 厚

の minimum intensity projection (MinIP) 画像を作成した. 位相マスクの Hamming 窓サイズを 16~256 と変化させて, 位相マスク処理をしない画像と比較検討した.

結 果

位相マスク処理画像では, 処理をしない画像に比べ, 生理的鉄沈着部位, 髄質静脈, 深部静脈における位相変化に基づく信号低下が強調された.

小さな Hamming 窓 (16,32) では, 基底核, 皮質の信号低下がとらえられた. しかし, 背景の位相補正が不十分なため, 著明な画質劣化を来した. 中程度の Hamming 窓 (64) では髄質静脈, 深部静脈の信号低下が強調され, MinIP 画像における静脈の描出能が向上した. 一方, 基底核, 皮質の信号低下は不明瞭となった. 大きな Hamming 窓 (128,256) では, 比較的太い深部静脈の信号低下は不明瞭となり, 髄質静脈の低信号のみが強調された.

静脈奇形では, 中程度の Hamming 窓 (64) で位相マスク処理をすることで, 拡張した髄質静脈や幹静脈のコントラストが改善した. なお, 微小出血においては, 位相マスク処理により静脈の低信号が強調されるため, 病変の視認性はむしろ低下した.

キーワード susceptibility-weighted image, phase mask, Hamming window, venography, high field MRI

考 察

今回、位相マスク処理フィルタの Hamming 窓サイズによって強調される構造が異なることが明らかになった。Hamming フィルタは低域通過型フィルタであるため、位相マスク処理では Hamming 窓が大きいほどより高周波領域の位相変化のみが保持されることとなる。

基底核や皮質の位相変化は低周波領域に分布するため、Hamming 窓が小さい場合のみ信号低下を強調することができたと考えられる。同様に、深部静脈の位相変化は中域に分布するため、中等度の Hamming 窓で描出能の改善がみられ、髄質静脈の位相変化は高域に分布するため、大きい Hamming 窓でも信号低下が強調されたと解釈できる。強調したい組織に最適な Hamming 窓を選択することが重要であり、例えば MR venography では中程度の Hamming 窓を用いるべきであろう。

位相マスク処理は簡便な後処理であるにもかかわらず、画質改善効果は高く、微細な静脈の描出能を向上させるなど磁化率強調画像の画質改善に大きな役割を果たすといえる。ただし、Hamming 窓が小さい場合、背景の位相補正が不十分となるため、脳底部などでの磁化率アーチファクトが顕著となる点が弱点と考えられる。また、微小出血病変の視認性が相対的に低下する点は留意する必要があると思われる。

結 語

位相マスク処理を用いることで、磁化率強調画像における髄質・深部静脈系や鉄含有構造の低信号化を強調することができた。また、Hamming 窓サイズによって目的構造のコントラストを選択的に強調することが可能であった。位相マスク処理は磁化率強調画像の画質改善に有用と考えられた。

文 献

- 1) Reichenbach JR, Barth M, Haccke EM, et al. : High-resolution MR venography at 3.0 Tesla. J Comput Assist Tomogr 2000 ; 24 : 949-957
- 2) Reichenbach JR, Venkatesan R, Schillinger D, et al. : Small vessels in the human brain : MR venography with deoxyhemoglobin as an intrinsic contrast agent. Radiology 1997 ; 204 : 272-277
- 3) Barth M, Nöbauer-Huhmann IM, Reichenbach JR, et al. : High-resolution 3D contrast-enhanced BOLD MR-venography of brain tumors at 3 Tesla : fast clinical experience and comparison with 1.5 Tesla. Invest Radiol 2003 ; 38 : 409-414
- 4) Lee B, Vo K, Kido D, et al. : MR high-resolution blood oxygenation level-dependent venography of occult (low-flow) vascular lesions. AJNR Am J Neuroradiol 1999 ; 20 : 1239-1242

Phase Mask Processing in Susceptibility-weighted Imaging : Effects of Hamming Window Size

Yoshiyuki KANBARA¹, Makoto SASAKI², Yutaka MATSUMURA¹,
Sumiko ABE³, Tsuyoshi MATSUDA³, Tetsuji TSUKAMOTO³,
Shigeru EHARA²

¹*High-Field MRI Institute, ²Department of Radiology, Iwate Medical University
19-1 Uchimaru, Morioka, Iwate 020-8505*
³*GE Yokogawa Medical Systems*

This study aimed to elucidate the influence of the size of the Hamming window on phase mask processing during susceptibility-weighted imaging (SWI). Phase and magnitude images of volunteers and patients were obtained using a 3T MR scanner and a long echo-time, 3D, RF-spoiled gradient echo technique. Phase mask processing that included unwrapping and high-pass filtering was carried out using original software to enhance signal attenuation of the basal ganglia and deep cerebral and medullary veins. Structures with contrast enhancement depended on the window size of the Hamming filter. Although there was notable image deterioration from phase errors, hypointensity of the basal ganglia and cortices was observed using a small window. Only minute medullary veins were enhanced when a large window was used. Phase mask processing is a promising technique that can improve the image quality of SWI. However, it strongly depends on the size of the Hamming window.