

高速撮像法SENSE(sensitivity encoding)を用いた 肝拡散強調画像の画質改善

堀 正明¹⁾ 市川 智章¹⁾ 曹 博信¹⁾ 塚本 達明¹⁾ 北村 敬利²⁾
大久保敏行¹⁾ 荒木 力¹⁾ 雨宮 良治³⁾ 岡本 英司⁴⁾ 小原 真⁴⁾

1)山梨大学医学部放射線科/放射線部 2)山梨大学医学部第一内科
3)山梨県厚生連健康管理センター 4)フィリップスメディカルシステムズ

Improving Diffusion-weighted Imaging of Liver with SENSE Technique: A preliminary study

Masaaki Hori¹⁾, Tomoaki Ichikawa¹⁾,
Hironibu Sou¹⁾, Tatsuaki Tsukamoto¹⁾,
Takatoshi Kitamura²⁾, Toshiyuki Okubo¹⁾,
Tsutomu Araki¹⁾, Yoshiharu Amemiya³⁾,
Eiji Okamoto⁴⁾ and Makoto Obara⁴⁾

Diffusion-weighted imaging (DWI) has not commonly been performed for assessment of the liver because of technical and physiologic problems. The sensitivity-encoding (SENSE) technique enables the acquisition time to be shortened and reduces artifacts on DWI. We compared the DWI without SENSE, with SENSE only, and with SENSE and half-Fourier technique using a 1.5 Tesla MRI unit. In general, imaging quality was improved and fewer artifacts were observed in DWI with SENSE. DWI of liver with SENSE is expected to be a useful tool for clinical application.

はじめに

拡散強調画像(以下, DWI)は, その特異的な画像コントラストがさまざまな領域で臨床応用されている。肝においても, みかけの拡散係数(以下, ADC)を測定することにより, 正常肝組織と病変, または病変間の鑑別が可能であるという結果が示されており, 鑑別診断や病態の解明がある程度可能であるという報告がある^{1)~4)}。しかし, 肝における一般的なMRI検査として, DWIが臨床的に普及しているとは言い難いのが現状である。従来の撮像方法では常に病変の評価可能な画質が得られるとは限らず, 信頼性や再現性に乏しいというのが最も大きな理由であろう。近年話題となっているSENSEは複数のコイルを用いたparallel imagingであるが, SENSEをEPIの拡散強調画像に使用することで, EPI factorを減じ, データのread-out timeが縮小可能となる。その結果, 拡散強調画像において撮像時間の短縮および画像のゆがみの改善が期待でき, 常に安定した画質の画像が得られる可能性がある。今回われわれはSENSEを肝のDWIに応用し, その画質に関して評価を行った。尚, 今回は純粋に画質についてのみの評価であり, ADCは検討の対象としていない。

対象と方法

対象は肝に病変が疑われた19名(男性9名, 女性10名, 平均年齢65.8歳)。使用機種はInterval 5T Master(フィリップスメディカルシステムズ)。通常のルーチンの撮像の後, 造影前に1)SENSEおよびHalf Fourierのないもの, 2)SENSEのみ使用したもの, 3)SENSEおよびHalf Fourierの両方を併用したものの3種類のSingle shot EPI法(Spin-echo系)のDWIを撮像し, その画質を比較した。撮像条件は以下のとおり: 1)TR/TE = 3500前後(心電同期併用, 以下同様)/131ms, 2)TR/TE = 2700前後/100ms, 3)TR/TE=2500前後/66ms, その他の条件は共通で flip angle = 90, matrix = 128×128を256再構成。FOV = 340×340mm前後(体格によって若干異なる), slice thickness/gap = 10/0.1mm, b値 = 400s/mm², Motion probing gradientは3軸に印加, 加算

Research Code No.: 514.9

Key words: Liver, MRI, EPI, Diffusion weighted MR images, SENSE

Received Oct. 7, 2002; accepted Feb. 4, 2003

- 1) Department of Radiology, Faculty of Medicine, Yamanashi University
- 2) 1st. Department of internal Medicine, Yamanashi University
- 3) Yamanashi Koseiren Health Management Center
- 4) Philips Medical systems

別刷請求先

〒400-0027 山梨県甲府市富士見 1-1-1

山梨県立中央病院放射線科

堀 正明

E-mail: masahori-ky@umin.ac.jp or mrdsa@yahoo.co.jp

回数=1. SENSE body coilを使用し2), 3)ともにSENSE factor = 2, この条件下でaxial画像を呼吸停止下に20スライス撮像し, 撮像時間はそれぞれ1)21秒, 2)16秒, 3)14秒. TR, TEがそれぞれの条件で異なるが, 今回はこの機種, この条件での最低の数値として, 実際の臨床応用を考慮してこのまま撮像した. (例: SENSEおよびHalf Fourierを併用しない場合, TR/TE = 3500前後/131msが最低であり, それ以下には短縮不可能である)

得られた画像より, 病変のない肝実質, 脾実質の信号強度を測定し, 同一スライスのバックグラウンドノイズの標準偏差を測定した. (SENSE法を用いた場合, 画像構成上バックグラウンドノイズの測定は通常の方法とは異なるが, 今回は得られた画像上の撮像対象物外にそのままROIを置いて計測し, みかけのバックグラウンドノイズとした. なぜなら, 臨床的に実際に各診療科にわたす実際の画像での画質評価を目的としているからである. ROIは円形で20ピクセル以上とした.) 肝および脾の信号強度をこのみかけのバックグラウンドノイズの標準偏差で割った値をみかけのSNRとし比較した. また, 画質およびアーチファクト(折り返しや磁化率に起因すると思われる異常信号等)について放射線科3名によりそれぞれ4段階, 3段階評価を行った. 評価基準は, 以下のとおり. 画質; 1: poor, 2: fair, 3: good, 4: excellent, アーチファクト; 1: absence, 2: equivocal, 3: presence.

結 果

肝実質, 脾実質のSNRはTable 1 に示すとおりである. すなわち, SENSEを用いることで肝および脾実質のS/Nは改善を認めた(Fig. 1). また, 放射線科3名による画質およびアーチファクトの評価は, Table 2 に示すとおりである. SENSEを用いることで画質の向上が認められた. 総じて,

Table 1 Averages for quantitative results: apparent SNR

	(1) without S* and H**	(2) with S only	(3) with S and H
Liver	3.7±1.2	10.2±5.8	15.7±10.1
spleen	13.4±7.8	31.2±18.6	44.8±37.5

Note:—*SENSE, **Half Fourier, Numbers are mean±standard deviation.
***Wilcoxon signed rank test

Table 2 Averages for the qualitative results

	(1)	(2)	(3)
Imaging quality	2.27	3.18	2.72
Artifact	2.36	2.00	2.36

*Friedman test

SENSEを使用した撮像法の方が画質は良好でアーチファクトも少なかった.

考 察

SENSE法の主な利点は, 既存の臨床システムで可能なMRIの撮像法の全てを高速化することであると言われてい. このことは, 腹部領域のMRI撮像においてダイナミック撮像やMRCPの時間分解能の向上で大きく期待されている. しかし, 撮像時間の短縮はphase encoding steps数を減

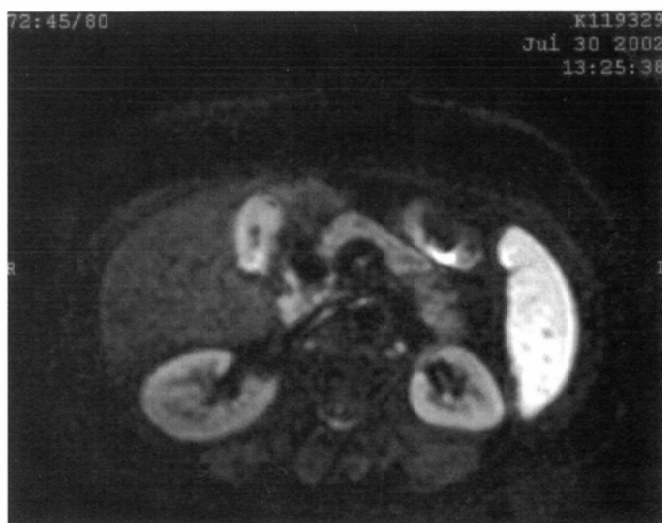


Fig. 1 Diffusion weighted images (b= 400) without (A) and with (B) SENSE. (None of the MR images was acquired with half-Fourier technique.) With the SENSE technique, the signal-to noise ratio of the liver parenchyma was improved.

A

B



Fig. 2 Diffusion weighted images ($b = 400$) without (A) and with (B) SENSE. (None of the MR images was acquired with half Fourier technique.) N half artifact is less prominent with the SENSE technique.

小さくすることにより可能としているので、当然ながらS/N比の低下をもたらし、もともと撮像時間の短いDWIにおいては、メリットが少ないものと思われていた。

今回われわれの検討において、single shot EPI法のDWIとSENSEの併用は、画質の大幅な改善をもたらすことが明らかとなった。この理由としてはread out timeの減少やTEの短縮可能、撮像時間の短縮に伴う体動や呼吸のアーチファクトの減少(Fig. 2)が考えられる。また、フィリップス社のMRIではSENSEを使用し撮像時、リファレンススキャンをもとに画像展開をするとき共にある種の感度補正も行っている。この補正により背景の信号は計算により低く抑制されることが、みかけのS/Nを高くすることに貢献しているものと思う。

さらにHalf Fourier法を併用することで肝実質のS/Nの改善が可能となったが、見た目での改善はあまりなかった。

Half Fourier法を用いるとk-spaceを埋めるローデータを減じられるため、TEは短縮でき、その点での画質の改善は可能である。しかし、実際に収集したローデータ量は減少してしまう。それが上述のような結果となっているのと推測される。従って、Half Fourier法の併用は必ずしも必要なものではないかもしれない。

DWIとSENSEの併用による、DWIの画質の大幅な改善は、今後肝のDWIの臨床応用の普及に寄与するものである。ADC値に関しては、今回検討を行わなかったが、少なくとも、肝のS/Nが良好とはいえない過去の報告と比較しても意義は見出しにくい。

比較的安定した画質が得られるようになり、今後実際の臨床応用を重ねて病変部のADC等についてさらに検討を行いたい。

文 献

- 1) Moteki T, Horikoshi H, Oya N et al. Evaluation of hepatic lesions and hepatic parenchyma using diffusion-weighted reordered turbo FLASH magnetic resonance images. *J Magn Reson Imaging* 15: 564-572, 2002
- 2) Kanematsu M, Kondo H, Matsuo M, et al: Current practice in MR imaging of the liver. *Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi* 61: 781-789, 2001
- 3) Chan JH, Tsui EY, Luk SH et al. Diffusion-weighted MR imaging of the liver: distinguishing hepatic abscess from cystic or necrotic tumor. *Abdom Imaging* 26: 161-165, 2001
- 4) Ichikawa T, Haradome H, Hachiya J. et al: Diffusion-weighted MR imaging with single-shot echo-planar imaging in the upper abdomen: preliminary clinical experience in 61 patients. *Abdom Imaging* 24: 456-461, 1999