

呼吸停止下三次元肝 black blood MRA の試み

周藤裕治¹, 松尾敏和¹, 加藤照美¹, 島谷康彦¹,
 大内泰文¹, 山根武史¹, 藤原裕之¹, 木村敏彦²,
 水内宣夫², 滝沢 修², 太田吉雄¹

¹鳥取大学医学部放射線科

²シーメンス旭メディテックス

目 的

肝臓に対するMRA (Magnetic resonance angiography) は主に2D-TOF (Time of flight) 法¹⁾が用いられているが、この方法では呼吸の停止下撮像を多数回数繰り返す必要があり、位置ずれによる画像劣化のため読影が不可能になることも時々あり、特に比較的重症な患者では施行不可能である。

木村²⁾は3D-Super FLASH (fast low angle shot) 法 (Fig.1,2) を開発し、これにより、呼吸停止下に三次元撮像が可能となった。今回肝臓に対してこの方法を適用し、呼吸停止下三次元肝MRAをblack blood法にて作成し、その初期経験を報告する。

対象及び方法

対象は8例で、その内訳はnormal volunteer 5例、肝細胞癌1例、肝嚢胞1例、転移性肝癌1例、年齢は20-35歳(平均年齢30歳)である。

使用装置はMAGNETOM H15 (静磁場強度1.5T)を用いた。撮像方法は3D-Super FLASH法を用い、冠状断をTR10ms, TE4.5ms, Flip

angle (FA) 18度, Matrix 128×256, スラブ厚64mm, 16 partition, 実効スライス厚4mm, FOV 350mmにて呼吸停止下撮像 (1回の撮像時間20秒)を2回 (overlap 16mm) 施行した。尚呼吸停止に際し酸素11を吸入しながら行った。得られた三次元データを最小値投影法にて、再構成を行った。

結 果

全例に門脈本幹, 右第一次, 二次分枝まで、位置ずれの少ないMRAが得られた (Fig.3,4)。尚、全検査時間は位置設定を含めても3分以内であった。

考 察

MRAは最近急速に普及されつつある検査法であり、頭部³⁾, 頸部⁴⁾, 四肢⁵⁾等の動きの少ない部分では、良好な画像が得られているが、上腹部 (特に肝臓) に対するMRAの臨床応用の報告は、極めて少ない。この原因として、まず、肝臓のMRAでは、主に2D-TOF法が用いられているが、この方法では呼吸の停止下撮像を繰り返す必要があり、位置ずれによる画像劣化が必

キーワード MRI, liver, 3D-MR angiography, black blood angiography, breath-holding image

発であること、また良好な画像が得られたとしても、TOF等の流れる血流を白く描出する bright blood 法は乱流に起因する位相の乱れや遅い血流や再循環する血流に起因する飽和効果のため血管の狭窄を過大評価する傾向があること⁸⁾の二つの問題点が挙げられる。後者の問題点を解決するために、血流を黒く描出する black blood 法^{9)~10)}が試みられているが、三次元の呼吸停止下で肝臓に行った報告はない。そこで我々は 3D-Super FLASH 法を基にした肝臓の三次

元 MRA を試みた。

この撮像法は、三次元データ収集の利点(高 S/N, 薄いスライス)を腹部領域に適用するために、FLASH 法¹¹⁾を基として TR, TE のさらなる短縮化を行い、呼吸停止下での三次元撮像を可能にしたものである。TE は非対称データ収集法にて短縮し、1.5T システムでの脂肪と水のケミカルシフトを考慮して、in phase の状態である 4.5ms に設定している。また TR も RF パルスとスポイラー傾斜磁場パルスの最適化によ

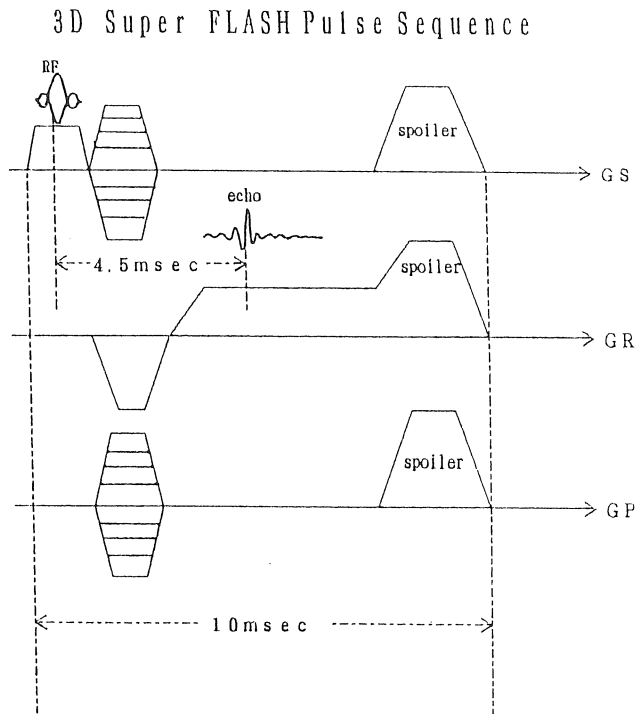


Fig. 1. 3D-Super FLASH pulse sequence.

3D-Super FLASH pulse sequence is a gradient echo sequence in which an additional gradient pulse called a "spoiler" is applied following data-collection. Data collection occurring during the period in which GR is positive. The spoiler pulse in this case is the large positive along GS, GR and GP.

GS : slice selection gradient. GR : read out gradient.

GP : phase-encoding gradient.



Fig.2.
Healthy volunteer (30 year-old men).
3D-Super FLASH MR imaging shows nearly perfect signal void within portal vein (arrow).

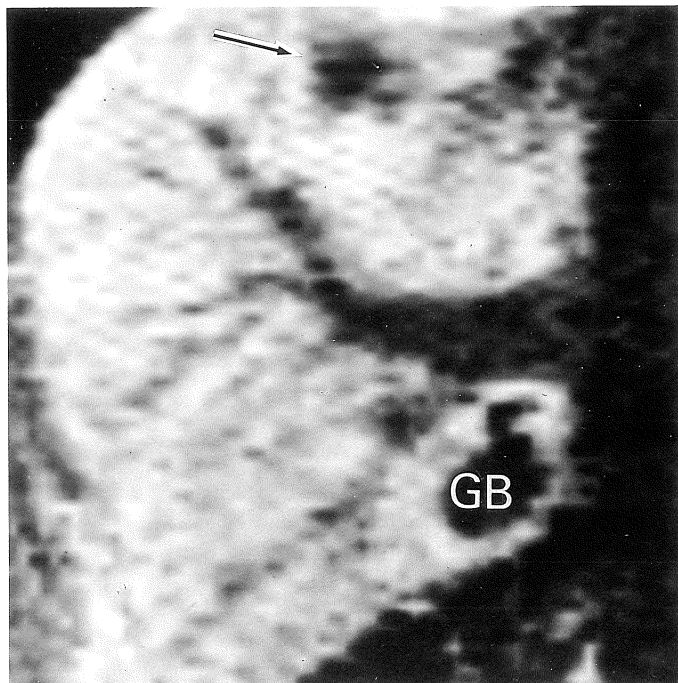


Fig.3.
Hepatic MR black blood angiography under a breath hold in 35 year-old men with liver cyst (arrow).

て10ms.まで短縮されており、従ってこの方法で撮像された画像はT₁強調画像となる¹²⁾。

各 black blood 法^{9)~10)}の報告において、血管の信号部を欠落させる方法として dephasing を利用したものと飽和効果を利用したものに大きく分けられるが、本法では、非常に短いTRでコロナル方向への広範囲なボリューム励起を行うために、撮像スラブ内の血流信号が後者の飽和効果により黒く描出され、T₁値が比較的短い肝組織との高いコントラストが得られている (Fig.2,3,4)。

従来、筆者らの施設において、2D-TOF 法は、19秒の呼吸停止下に5枚ずつの撮像 (スライス厚4mm, 2mm overlap, 横断像又は矢状断) を、10-12回繰り返して行われているが¹³⁾、頻回の呼吸停止による患者の疲労を考慮して、各撮

像の間隔を30秒以上あけるようにしているため、全検査時間は、位置ぎめを含めて一方向につき最短でも10分程度の時間を要していた。本撮像法での全検査時間は位置設定を含めても3分以内であり、検査時間の短縮化により、routineの検査と併用して行える。

本法による再構成像では、位置ずれの少ないMRAが得られているものの、空間分解能という点では今後の改善が必要である。しかし、本報告は preliminary なものであり、今後、至適条件の検討及び画像再構成法の改善により良好な画像が得られる可能性がある。

肝臓に black blood 法を応用する際、肋骨等の骨の信号や肺の信号も同時に拾うため、画像データの選択描出が必要であるという欠点を有する⁹⁾。しかし、各問題点が解決されれば、本法



Fig.4. Hepatic MR black blood angiography under a breath hold in healthy volunteer (28 year-old men).

は、三次元 MRA を呼吸停止下で撮像可能なことより、今後の MRA の有力な方法の一つとなりえる可能性がある。

本論文の要旨の一部は、第 78 回日本医学放射線学会中国、四国地方会 (1992 年 6 月) にて発表した。

文 献

- 1) Gullberg GT, Wehrli FW, Shimakawa A, et al. : MR vascular imaging with a fast gradient refocusing pulse sequence and reformed images from transaxial sections. *Radiology*, 165 : 241-246, 1987.
- 2) 木村敏彦, 山田実, 松浦元, 他 : 息止め三次元撮像法. *日磁会誌*, 11 (S-1) : 289, 1991.
- 3) Ross JS, Masaryk TJ, Modic MT, et al. : Intracranial aneurysms : Evaluation by MR angiography. *AJNR*, 11 : 449-456, 1990.
- 4) Masaryk TJ, Modic MT, Ruggieri PM, et al. : Three dimensional (volume) gradient-echo imaging of the carotid bifurcation : Preliminary clinical experience. *Radiology*, 171 : 801-806, 1989.
- 5) 藤川隆夫 : 下肢の MR angiography. *日磁会誌*, 10 : 537-545, 1990.
- 6) Le Bihan G, Schellinger D, Radjan S, et al. : Black blood MR angiography of slow flow in brain and spine. *Abstracts 9th Soc Magn Reson Med* : 8, 1990.
- 7) Edelman RR, Mattle HP, Wallner B, et al. : Extra cranial carotid arteries; evaluation with black blood MR angiography. *Radiology*, 177 : 45-50, 1990.
- 8) Edelman RR, Chien D, Kim D : Fast selective black blood MR imaging. *Radiology*, 181 : 655-660, 1991.
- 9) Pernicone JR, Siebert JE, Potchen EJ : Demonstration of an early draining vein by MR angiography. *J Comput Assist Tomogr*, 15 : 829-831, 1991.
- 10) 水内宣夫, 御代田周平, 太田敦子, 他 : Black blood 法による腹部 3D MR-angiography. *日磁会誌*, 11 (S-2) : 141, 1991.
- 11) Haase A, Frahm J, Matthaei D, et al. : FLASH imaging; rapid NMR imaging using low flip angle pulses. *J Magn Reson*, 67 : 258-266, 1986.
- 12) 木村敏彦 (私信).
- 13) 周藤裕治, 山根武史, 藤原裕之, 他 : Gd-DTPA 併用化学塞栓術による肝細胞癌の MR angiography : 腫瘍血管同時描出の臨床応用. *日磁会誌*, 12 : 135-140, 1992.

Initial Trial of Breath Holding 3 Dimensional Hepatic Black Blood MR Angiography

Yuji SUTO¹, Toshikazu MATSUO¹, Terumi KATO¹,
Yasuhiko SHIMATANI¹, Yasufumi OHUCHI¹, Takefumi YAMANE¹,
Hiroyuki FUJIHARA¹, Toshihiko KIMURA², Nobuo MIZUUCHI²,
Osamu TAKIZAWA², Yoshio OHTA¹

*¹Department of Radiology, Tottori University Faculty of Medicine
36-1 Nishimachi, Yonago 683*

²Siemens Asahi Medical Technologies LTD

3D-hepatic MR angiography (MRA) was obtained by a black blood method. Coronal 3D-super FLASH MR imaging, which shortened TE by using a data set of asymmetric off-center sampling with a broad bandwidth, was performed during breath-holding (20 seconds per one image) in 5 healthy volunteers and 3 patients with liver tumor.

MRAs were postprocessed by a minimum intensity projection algorithm.

It has been recognized that our hepatic black blood MR angiography minimized artifacts caused by respiratory motion in benefit of 3D image acquisition under a breath hold.