

頸部領域の脂肪抑制 spin-echo MR 画像の撮像 —過フッ化化合物のボース (Sat Pad N) による局所磁場の補正—

川光秀昭¹, 杉村和朗², 君野勝治¹

¹島根医科大学医学部附属病院放射線部 ²同 医学部放射線医学教室

はじめに

MRI は磁場強度と各々の核種の持っている共鳴周波数を巧妙に利用して画像を得ている。しかしながら、MRS を施行する場合のほかは、日常的に臨床利用するには磁場の均一性を考慮する必要はほとんどなかった。近年になり、chemical shift 法による脂肪抑制¹⁾や傾斜磁場を利用した tagging 法²⁾等が広く臨床に用いられるようになり静磁場、特に被検者が磁場内に存在している場合の関心領域内の局所磁場の均一性が問題となってきた。MR 装置によっては automatic shimming 機構をそなえたものもあるが肩、頸部や体表面などのように被写体の形状が複雑で磁化率が極端に変化するような部分を十分に補正することはできない。

我々の施設では、Gd 製剤を用いた造影 MRI 検査を施行する場合には、Gd の T₁時間の短縮効果をより強調するため、chemical shift を利用した脂肪信号の抑制 (chemSAT) を付加した Spin echo (SE) 法による T₁強調画像を撮像している³⁾。しかし、咽頭から頸部にかけての部位が対象の場合には良好な脂肪抑制画像は得られ

ず、必要に応じて他の方法を使用しなければならなかった。このような領域では過フッ化化合物のボースを使用すると画質が向上することが報告されている^{4),5)}。今回我々は、chemSAT による良好な脂肪抑制画像を得るためこの過フッ化化合物のボースを利用し、さらに磁化率の差に起因する局所磁場の不均一の補償について検討したので報告する。

対象および方法

1994 年 7 月より 10 月までの間に、中咽頭から頸部の領域を過フッ化化合物のボース (商品名: Sat Pad N, 堀井薬品工業株式会社) (Fig.1) を使用して chemSAT による脂肪抑制画像を撮像した 13 症例を対象とした。Gd-DTPA を静注後、同一撮像条件で T₁強調脂肪抑制画像を撮像し、頸部に使用したボースの有無により関心領域内の脂肪信号が抑制されている症例 (Complete) と不完全な症例 (Failed) に分類した。さらに脂肪信号の抑制が不完全な症例では、頸部の脂肪信号が残存している症例 (A type) と咽頭部の脂肪信号が残存している症例 (B type) の 2 種類に分類した。MR 装置

キーワード neck, magnetic susceptibility difference, SAT Pad, fat suppression

はGYROSCAN (ACS-II, Ver.3.2; Philips社) を使用し, 650/15ms (TR/TE), FOV は20~22cm, neck coil (quad) により spin echo 法で撮像した。脂肪抑制には chemSAT の一種である SPIR (spectral presaturation with inversion recovery) 法⁶⁾を用い gradient shimming による automatic shimming を併用した。さらに, 3症例については SPAMM (spatial modulation of magnetization) sequence による tagging 法²⁾を追加し, tag の歪みから局所磁場の均一性の改善の程度についても検討した。この時, データ収集は 8.4kHz, 128point, FOV は 28cm で行ない, 20mm 間隔の格子 (grid) を撮像した。

結 果

過フッ化化合物のボラスを使用したものは全症例でほぼ完全な脂肪抑制画像が得られたが, 使用しないで撮像した画像は脂肪信号の抑制は不十分であった (Table 1)。頸部の脂肪信号が残存している A type (11例, 85%) 症例では, 咽頭部の脂肪信号ばかりでなく頸部の水の信号も抑制されているため, 同部の読影は困難である (Fig.2)。また, B type (2例, 15%) の症例では咽頭部の脂肪信号が抑制されていないた

め, Gd による顎下腺等の造影効果は判定しにくい (Fig.3)。しかし, ボラスを装着すると画像は顕著に改善され, 撮像領域内がほぼ均一に脂肪抑制された良好な画像が全症例で得られた。

Tagging 法による撮像例を Fig.4 に示す。ボラスを使用しないで撮像した画像では横 (RL) 方向に tag の歪みが認められるが, ボラスを装着して撮像した画像ではほぼ水平に保たれている。この現象は前後 (AP) 方向にも同じ程度認められるが, 頭尾 (CC) 方向には発生しなかった。この tag の歪みは MR 画像上, 咽頭部と頸部との間で平均 3.8pixel (最大 4.3 pixel) 存在するが, ボラスを装着すると同一部位で平均 1.0pixel (最大 1.5pixel) に改善される。

Table 1. Comparison of Fat-suppression with and without Perfluoro Compound Bolus (Sat Pad) in Head to Neck Region

Fat Suppression	Perfluoro compound bolus (SAT Pad)	
	without	with
Complete	0	13
Failed	A type	0
	B type	0

Fat signal of the neck (A type) and pharyngeal (B type) regions were persistent.

Component ; Perfluoro compound (C₅₋₈) --- 100% (non-protonated)

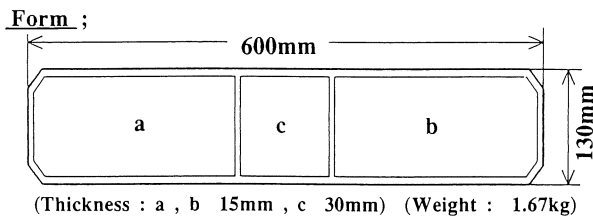


Fig.1. Outline of perfluoro compound bolus (Sat Pad N)

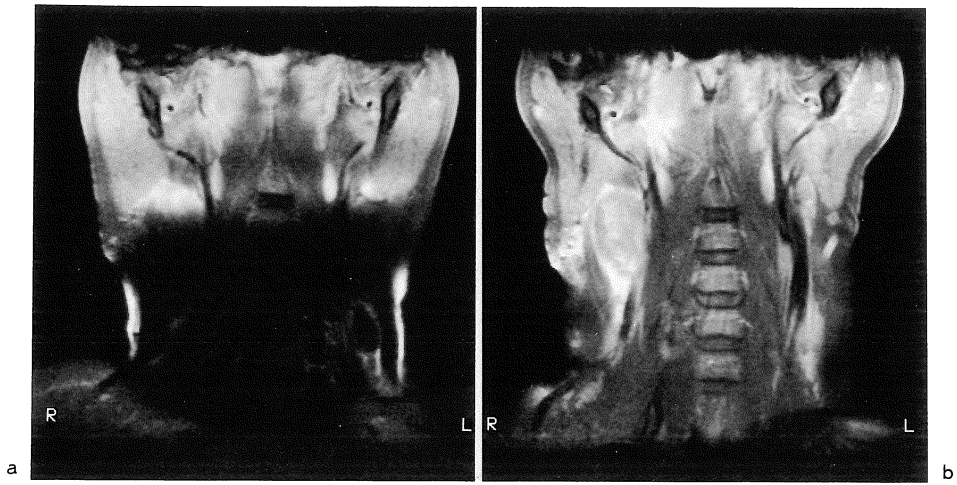


Fig.2. Fat suppression of the pharyngeal region is good, but failed fat-suppression of neck region and inappropriate water suppression occurred (a) (A type). Complete fat-suppression images can be obtained by the application of perfluoro compound bolus (Sat Pad) at identical scanning techniques (b).

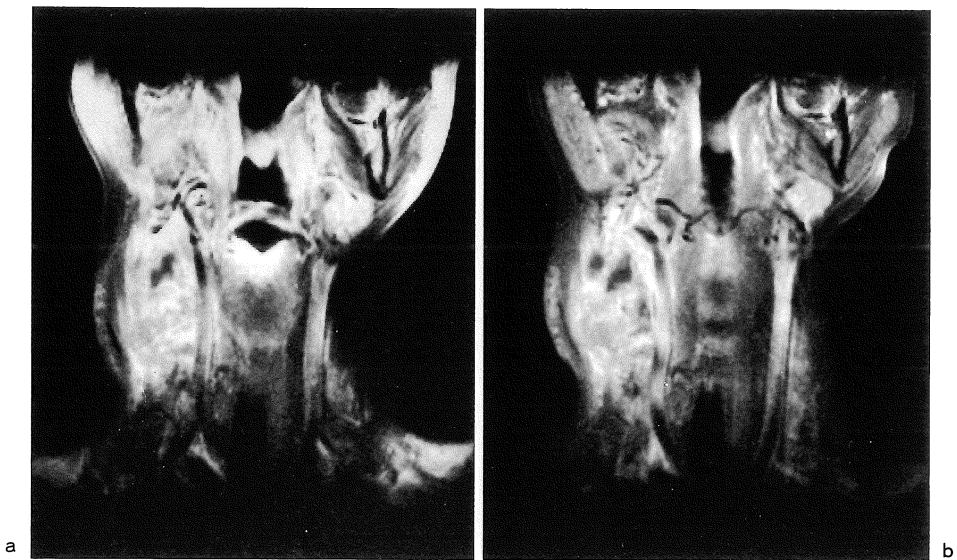


Fig.3. Fat suppression of the neck region is good, but fat signal of the pharyngeal region is persistent (a) (B type). Complete fat-suppression images can be obtained by the application of perfluoro compound bolus (Sat Pad) at identical scanning techniques (b).

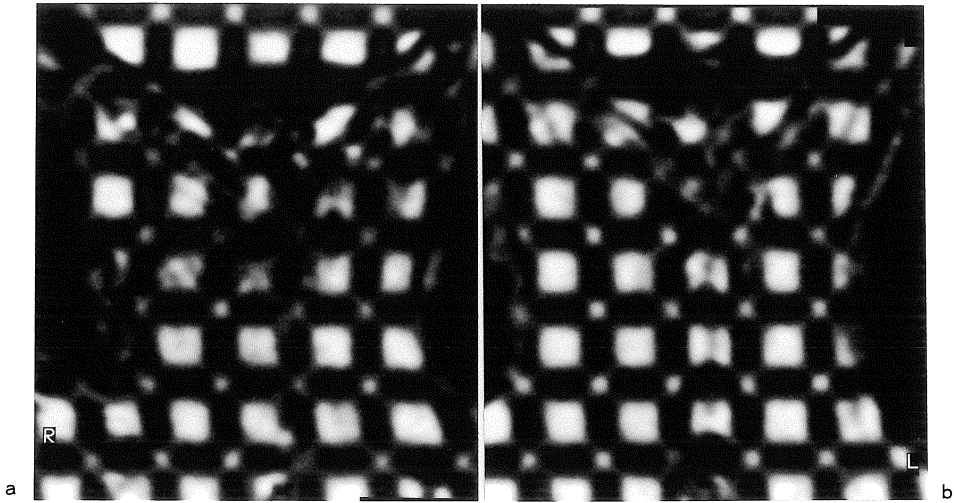


Fig.4. Coronal slices at the head to neck region, 2 cm-interval grids were imaged by tagging method. In the absence of the perfluoro compound bolus(Sat Pad), the neck region presents lateralized inhomogeneity of grids due to uneven local magnetic field(a), compared with a little such inhomogeneity using perfluoro compound bolus(Sat Pad). (b).

考 察

ChemSAT 法は、脂肪の共鳴周波数が水のそれよりも 3.5ppm 低いことを利用し、脂肪の信号を選択的に飽和させる周波数の RF pulse を撮像前に照射する presaturation 法である¹⁾。この方法は STIR 法や Dixon 法等と比較して短時間で脂肪信号を抑制することができ、次に SE 法や FE (Field Echo) 法等の通常のパルス系列で撮像ができるため広く利用されている⁷⁾。一方、磁場の均一性が脂肪抑制の程度や画質を左右するため、関心領域内の静磁場を均一化 (1.5ppm 以下) するため automatic shimming と共に使用されることが多い。

今回、検討した咽頭部から頸部領域は人体の中でも形状が極端に変化し、空気と組織の磁化率の差から局所磁場の不均一が生じ易い部位である⁵⁾。ポーラスを使用しないで撮像した場合には脂肪抑制が完全に行なえた症例は 1 例もなかった。脂肪抑制が不十分な症例では、咽頭部と頸部の脂肪抑制の程度から画像を二種類に分ける

ことができた。これは撮像時の関心領域の設定が異なるために、中心周波数が A type では咽頭部に、B type では頸部に一致しているためと考えることができる。また、A type の画像で咽頭部の脂肪と頸部の水の信号のみが同時に抑制されていることから、咽頭部に比べて頸部の局所磁場は脂肪の chemical shift (3.5ppm) 程度低くなければならない。このことは tagging 法で確認した頸部の磁場の歪みや B type の画像特性にも矛盾を生じない。

過フッ化化合物のポーラスは生体組織の磁化率に近く、一般に皮膚や体表近傍の組織で生じる磁場の傾斜をポーラスが肩代わりすることで局所磁場の均一性を向上させることができると言われている⁵⁾。このポーラスを装着することで簡単に画質を改善ことができ、全例で良好な chemSAT による脂肪抑制画像が得られた。傾斜磁場等の撮像条件が同一であれば tagging 法による縞模様の歪みは磁場の不均一を反映している²⁾。ポーラスの有無による tag の歪みの差は、ポーラスを使用すると磁場の不均一を 1/4

～1/3 程度に改善できること示している。またこのことは、ポーラスを使用しない場合の局所磁場の不均一が脂肪の chemical shift 程度であると考えられるため、ポーラスを装着すると automatic shimming を省略できることも示唆している。

今回、ポーラスは頸部に巻き付けて装着したが、このことで二次的に頸部の運動による artifact を軽減することもできた。嚥下や呼吸に由来する喉頭部の動きを制御することは難しいが、このポーラスを使用することで、ある程度被検者の運動を抑制できる。しかし、ポーラス材料の通気性や重さに起因する被検者の不快感が強く、この目的のためだけに使用することは、その効果を考慮しても避けたほうが良い。また、頸部に巻き付ける装着方法では、気管支切開などの処置をした被検者には使用できない。今後、被検者の検査中の快適性なども考慮したポーラスの形状や使用法なども検討しなければならない。

頸部領域を撮像する場合に過フッ化合物のポーラス装着することで、簡単で精度良く局所磁場の均一性が向上し、chemSAT による良好な脂肪抑制が得られるようになった意義は大きい。脂肪抑制法は、Gd による造影 T₁ 強調画像や fast SE 法等と併用すると診断能が向上すると考えられ、過フッ化合物によるこの方法は有用であると考えられる。

結 論

1, 通常の方法では咽頭部から頸部領域の chemSAT による脂肪抑制画像は得られないが、

過フッ化合物のポーラスを装着すると全例で良好な脂肪抑制画像が得られた。

2, Tagging 法を利用して頸部領域の局所磁場の歪みを検討した。ポーラスを装着すると局所磁場の不均一は 1/4～1/3 程度に改善した。過フッ化合物は局所磁場の補正用ポーラスとして有用である。

文 献

- 1) Rosen BR, Wedeen VJ, Brady TJ : Selective saturation NMR imaging. J Comput Assist Tomogr, 8 : 813-818, 1984.
- 2) Axel L, Dougherty L : MR imaging of motion with spatial modulation of magnetization. Radiology, 171 : 841-845, 1989.
- 3) Tien RD, Hesselink JR, Chu PK, et al. : Improved detection and delineation of head and neck lesions with fat suppression spin-echo MR imaging. AJNR, 12 : 19-24, 1991.
- 4) 宮川忠士, 安井 清 : 頸部 MRI および頸部 MR angiography における画質向上の試み—Sat Pad (N) を用いた臨床評価—. INNERVISION, 9 (11) : 77-83, 1994.
- 5) Eilenberg SS, Tartar VM, Mattrey RF : Reducing magnetic susceptibility differences using liquid fluorocarbon pad (SAT PAD) : Results with spectral presaturation of fat. ART. CERRS, BLOOD SUBS., AND IMMOB. BIOTECH., 22 : 1477-1483, 1994.
- 6) Oh CH, Hilal SK, Cho ZH : Selective partial inversion recovery (SPIR) in steady state for selective saturation magnetic resonance imaging (MRI). Abstracts of SMRM 7th annual meeting, 2 : 1042, 1988.
- 7) 畑 雄一, 多田信平 : 脂肪抑制画像. 画像診断, 14 : 48-54, 1994.

**Spin-echo MR Imaging of Neck Region with Fat-Suppression
—Reducing Magnetic Susceptibility Differences using
Perfluoro Compound Bolus (Sat Pad N)—**

Hideaki KAWAMITSU¹, Kazuro SUGIMURA², Katsuji KIMINO¹

*¹Radiological Center, Shimane Medical University Hospital
89-1 Enya-cho, Izumo, Shimane 693*

²Department of Radiology, Shimane Medical University School of Medicine

MR examination with chemical shift fat saturation techniques of the neck to head regions does not provide fat-suppression images due to local magnetic susceptibility differences. However, the application of perfluoro compound bolus (Sat Pad N) gave complete fat-suppression images in all 13 test cases. In three cases were examined for local magnetic field of the neck region by tagging method. The application of the bolus led to an improvement in inhomogeneity of the magnetic field less than $1/3 \sim 1/4$. Perfluoro compound bolus, which can correct local magnetic field simply if only inserted in the neck region, can be useful method for MR examination with fat-suppression of such a region.