

脂肪抑制 MR 画像による下垂体及び傍下垂体病変の評価： Fat-saturation (FATSAT) 法の有用性

磯田 治夫¹, 増井 孝之¹, 望月 隆男¹, 牛見 尚史¹,
太田 敦子², 白河 豊美², 滝沢 修², 高橋元一郎¹,
金子 昌生¹

¹浜松医科大学放射線医学教室

²シーメンス旭メディテック

はじめに

人体の脂肪組織は T₁値が短いため MRI では相対的に高信号として描出される。これは特に T₁強調像で顕著である。このため、通常の T₁強調像で window 幅を広げて高信号の脂肪組織を含めて表示しようとするすると正常組織と信号強度差の少ない病変のコントラストは低下する。従って、下垂体近傍に高信号の骨髄が存在し、しかも正常下垂体と腺腫または他の病変との間に極く僅かなコントラストしかない場合は病変が見逃される恐れがある。

そこで、脂肪の信号を低下させれば、window 幅を狭くし、画像のダイナミックレンジを広げて表示することが可能で、正常部位と信号強度差の少ない病変のコントラストを高めることが可能である。また、脂肪の信号が低下することにより、病変の存在を不明瞭にする可能性のある chemical shift artifact が消失する。

このような脂肪抑制画像法の一つに frequency-selective saturation pulse を用いた chemical-shift-selective (CHESS) 法による fat-satu-

ration (以下 FATSAT) 法がある^{1),2)}。これは脂肪の共鳴周波数の選択励起パルスを印加することにより、脂肪組織の信号を選択的に低下する手法である。

本研究の目的は下垂体及びその近傍の病変検索時にこの FATSAT を用いることが有用かどうかを検討することである。

対象及び方法

1) 対象

対象は下垂体及びその近傍に腫瘍性病変などが疑われて MRI 検査を施行した 23 例で男性 14 例、女性 9 例、平均年齢 40.1 歳であった。症例の内訳は下垂体腫瘍及び術後の経過観察 12 例、ラトケ嚢胞 1 例、胚芽腫及びその照射後 2 例、特発性尿崩症 1 例、Tolosa-Hunt 症候群の疑い 2 例、思春期早発症 1 例、下垂体性小人症の疑い 1 例、異常なし 3 例であった。

2) 撮影方法

a) 装置とコイル 撮影には 1.5T 超伝導 MR 装置 (Magnetom H15, Siemens) を用い、頭部用コイルを使用した。

キーワード fat suppression MR Imaging, frequency-selective saturation pulse technique, pituitary gland, pituitary tumor, parasellar lesion

b) scout view scout view を得る目的で spin echo (SE) 法を用いて TR=200ms, TE=15ms, FA=90 degrees, thickness=10mm, number of slices=3, slice gap=5mm, FOV=300mm, matrix=128×256, 1 acquisition, acquisition time=29s で横断像を撮影した。

c) SE 法 conventional T₁強調像 (以下, T₁強調像) 下垂体の矢状断像及び冠状断像を造影前後に TR=500ms, TE=15ms, FA=90 degrees, Band width=130Hz/pixel, thickness=3mm, number of slices=11, slice gap=0.3mm, FOV=230mm, matrix=256×256, 3 acquisitions, acquisition time=6m 28s で撮影した。周波数方向は頭尾方向であり, この場合は頭側に 1.69 pixel (1.52mm) の chemical shift が生じた。造影検査では gadolinium diethylenetriamine pentaacetic acid (Gd-DTPA) 0.1mmol/kg を静注し, 約 10 分後に撮影を開始した。

d) SE 法 fat-saturation T₁強調像 (以下, FATSAT-T₁強調像) 矢状断, 冠状断のうち少なくとも一方を造影前後で TR=600ms, TE=15ms, FA=130 degrees, Band width=130Hz/pixel, thickness=3mm, number of slices=11, slice gap=0.3mm, FOV=230mm, matrix=192×256, 3 acquisitions, acquisition time=5m 49s で撮影した。磁場の均一性の調整及び脂肪抑制のための周波数は, 予め, ボランティアで Shim 調整や周波数調整した条件を用いて施行した。また, 造影検査は造影剤静注約 16 分後から開始した。従って, 今回の造影 T₁強調及び FATSAT-T₁強調像ともに造影剤静注 10 分後以降であり, 造影剤の分布はほぼ平衡状態になっていると考えられた。

3) 評価方法

下垂体が評価しやすいような適切な window 幅と window level を設定しフィルムに焼き付けた画像について 2 名の放射線科医 (T.M., T.

M.) がそれぞれの症例の造影前後の T₁強調像と FATSAT-T₁強調像についてどちらのシーケンスで下垂体前葉, 後葉, 下垂体柄, 下垂体の腫瘍性病変が認識しやすいかを判定した。この時 1) FATSAT-T₁強調像が T₁強調像よりも良好である, 2) FATSAT-T₁強調像と T₁強調像が同等である, 3) FATSAT-T₁強調像が T₁強調像よりも劣っているの 3 段階に分けた。また, T₁強調像の正中矢状断像でトルコ鞍底に接する脂肪織がない場合を A 群, トルコ鞍底後ろ 1/3 に脂肪織が接する場合を B 群, トルコ鞍底後ろ 2/3 に脂肪織が接する場合を C 群, トルコ鞍底全体に脂肪織が接する場合を D 群と分類し, これら脂肪織の位置による描出の違いを検討した。関心域の構造や病変がスライスに含まれていないなど十分に評価できない場合は判定できないと判断した。

結 果

蝶形骨脂肪織の位置による分類で A 群は 8 例, B 群は 7 例, C 群は 5 例, D 群は 3 例であった。FATSAT-T₁強調像と T₁強調像の比較では 1 例において下垂体柄が単純 T₁強調像で同定しやすかったこと以外は造影前後ともに FATSAT-T₁強調像は T₁強調画像と同等以上であった (Table 1, Fig.1~3)。蝶形骨脂肪織の位置による分析ではトルコ鞍底に脂肪織が近接する B, C, D 群で単純 FATSAT-T₁強調像の前葉, 後葉, 次いで造影 FATSAT-T₁強調像の前葉, 腫瘍の評価が優れていた (Table 1, Fig.1, 3)。後葉は単純 FATSAT-T₁強調像で良好に認識できるが (Fig.1, 3), 造影後では前葉とのコントラストが失われ, T₁強調像と描出能の差が少なくなった (Table 1, Fig.3)。下垂体柄は造影前で FATSAT-T₁強調像で良好に認識できるが (Table 1, Fig.1, 3), 造影後では T₁強調像とほとんど変わらなかった (Table

1993年12月2日受理 1994年7月19日改訂

別刷請求先 〒431-31 静岡県浜松市半田町3600 浜松医科大学放射線医学教室 磯田治夫

Table 1. Detection of the Pituitary Gland and Pituitary Tumors on Conventional and Fat Suppression T₁-weighted MR Images

	precontrast MR images												postcontrast MR images																			
	anterior lobe			posterior lobe			pituitary stalk			pituitary tumor			anterior lobe			posterior lobe			pituitary stalk			pituitary tumor										
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D				
FATSAT-T ₁ WI>T ₁ WI	2	2	2	3	4	3	1	1	3	3	-	1	1	1	1	1	1	4	2	1	1	-	1	-	-	-	1	-	-	2	1	2
FATSAT-T ₁ WI=T ₁ WI	3	3	-	-	-	1	-	-	4	3	2	2	3	1	2	1	2	1	-	1	1	3	-	-	5	6	2	2	4	1	2	-
FATSAT-T ₁ WI<T ₁ WI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
unable to evaluate	3	2	3	-	4	3	4	2	1	1	2	-	4	5	2	1	5	2	3	1	6	4	4	3	3	1	2	1	4	4	2	1

Number indicates the number of subjects.

FATSAT-T₁WI : fat suppression T₁-weighted image using frequency-selective presaturation pulse ; T₁WI : conventional T₁-weighted image

A : Cases in which there was no sphenoid bone marrow adjacent to the sellar floor.

B : Cases in which the sphenoid bone marrow was adjacent to the posterior one-third of the sellar floor.

C : Cases in which the sphenoid bone marrow was adjacent to the posterior two-thirds of the sellar floor.

D : Cases in which the sphenoid bone marrow was adjacent to the whole sellar floor.

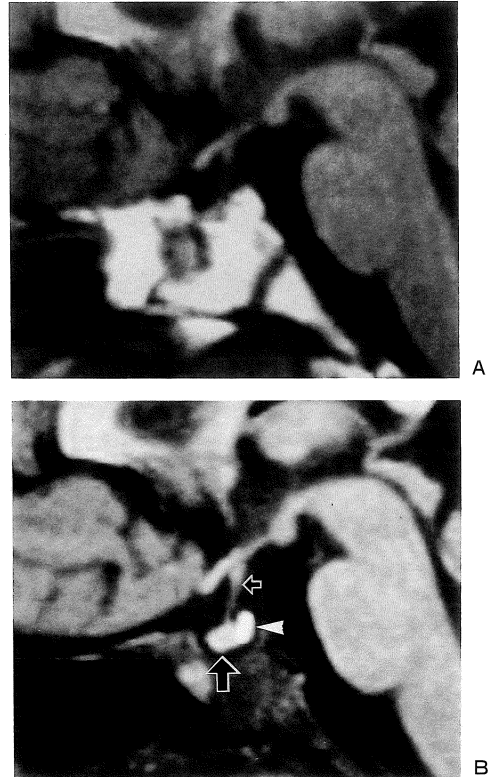


Fig.1. A twelve-year-old male with clinically suspected pituitary dwarfism.

- A. A sagittal conventional precontrast T₁-weighted image.
- B. A sagittal fat suppression precontrast T₁-weighted image.

This patient was classified as D group, because sagittal T₁-weighted images show sphenoid bone marrow adjacent to the whole sellar floor. On a sagittal conventional precontrast T₁-weighted image (A), the anterior and posterior pituitary gland are not completely visible due to surrounding high signal fatty marrow and its chemical shift artifact. However, a fat suppression T₁-weighted image (B) does not have these demerits. The anterior (arrow) and posterior pituitary gland (arrowhead) and the pituitary stalk (small arrow) are more clearly shown on a fat suppression precontrast T₁-weighted image (B) than on a conventional T₁-weighted image (A), because a decreased area with high signal intensity fatty tissue enables fat suppression T₁-weighted images to be displayed with a narrower contrast range.

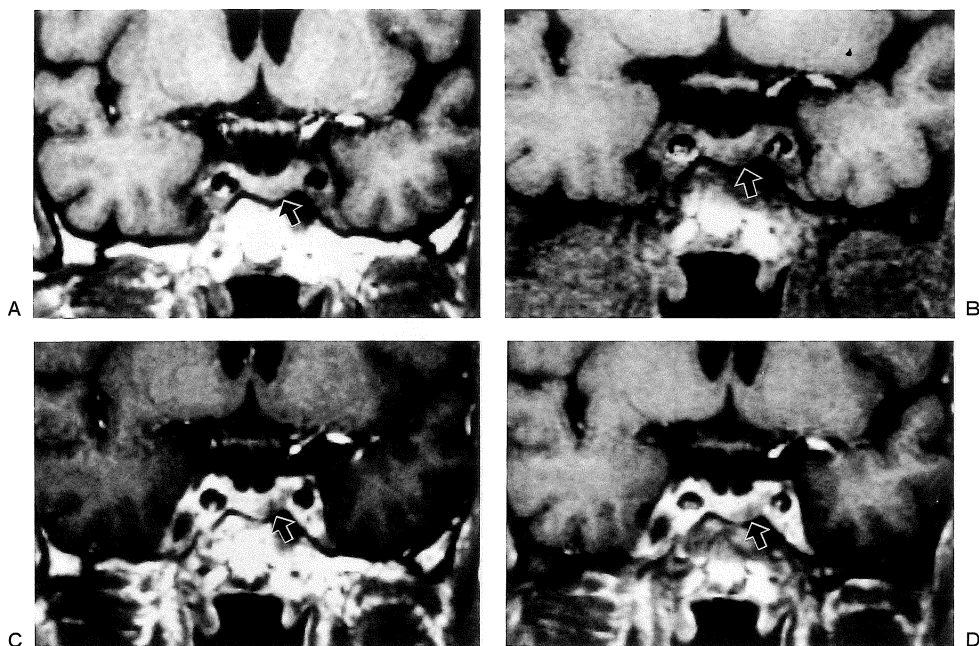


Fig.2. A forty four-year-old male with postoperative recurrent pituitary adenoma.

- A. A coronal conventional precontrast T₁-weighted image.
- B. A coronal fat suppression precontrast T₁-weighted image.
- C. A coronal conventional postcontrast T₁-weighted image.
- D. A coronal fat suppression postcontrast T₁-weighted image.

In this case, the whole sellar floor was surrounded by fatty tissue (classified as D group). Before the intravenous administration of the contrast medium, a recurrent pituitary adenoma located at the left side of the pituitary gland (arrow) was more clearly identified on a coronal fat suppression precontrast T₁-weighted image (B) than on a conventional image (A). After the intravenous administration of the contrast medium, the adenoma was visualized well with both imaging techniques (C, D).

1, Fig.3).

考 察

今までに脂肪抑制 MR 画像を得る方法として水と脂肪の共鳴周波数の違いを利用する frequency-selective saturation pulse [fat-saturation (FATSAT)] 法^{1),2)}, 水と脂肪の緩和時間の差を利用する STIR 法³⁾, 水と脂肪の位相差を利用する Dixon 法⁴⁾とその変法 chopper fat suppression 法⁵⁾が報告されている。今回このうちの FATSAT 法を用いた。これは脂肪と水の

共鳴周波数が約 3.5ppm 異なるため、データ収集前に脂肪と共鳴する周波数の選択励起パルスをかけることにより、脂肪組織の信号を選択的に低下する手法である。

脂肪抑制画像の利点は chemical shift artifact を消失させることができ、さらに脂肪の信号強度を相対的に低下させ、関心領域の近傍に脂肪組織がある場合などにも window 幅を狭くした画像表示が可能で、正常部位と信号強度差の少ない病変もコントラストを付けて描出が可能となる⁶⁾⁻⁸⁾。これらの利点を利用した臨床的有用性の報告には視神経を含めた眼窩内の評価^{9),7)},

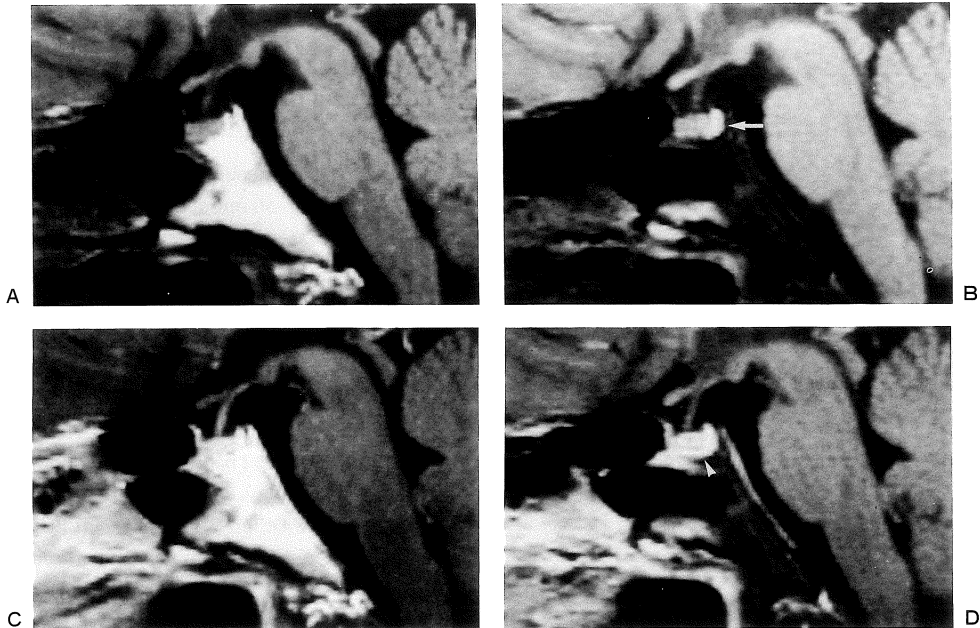


Fig.3. A thirty-year-old female with suspected pituitary adenoma.

- A. A sagittal conventional precontrast T_1 -weighted image.
- B. A sagittal fat suppression precontrast T_1 -weighted image.
- C. A sagittal conventional postcontrast T_1 -weighted image.
- D. A sagittal fat suppression postcontrast T_1 -weighted image.

In this case, the posterior two-thirds of the sellar floor was surrounded by bone marrow (classified as C group). Before the intravenous administration of the contrast medium, a sagittal fat suppression T_1 -weighted image (B) shows the pituitary posterior gland (arrow) more clearly than a conventional precontrast T_1 -weighted image (A). After the intravenous administration of the contrast medium, a fat suppression postcontrast T_1 -weighted image (D) shows the pituitary gland (arrowhead) more clearly than a conventional postcontrast T_1 -weighted image (C). However, the posterior lobe is not clearly recognized because there is less difference in signal intensity between the posterior lobe and the anterior lobe.

頭頸部^{7),9)}, 下垂体¹⁰⁾, 脊髄及び椎体・椎間板¹¹⁾, 腹部¹²⁾などがある。

今回の検討では下垂体前葉, 後葉, 下垂体柄及び下垂体腫瘍は FATSAT- T_1 強調像で T_1 強調像と同等以上に同定しやすかった。これは脂肪の信号を低下させることにより, window を狭くして画像を表示することが可能で, 全体的にコントラストを高めることができたためと考えられる。特に FATSAT 法の方が優れていたのは蝶形骨脂肪織がトルコ鞍底に近接している B, C, D 群の下垂体前葉, 後葉及び下垂体腫瘍の

評価であった。造影後では下垂体自身が高信号となるので後葉や下垂体柄の同定は FATSAT- T_1 強調像と T_1 強調像では差が見られなくなった。

FATSAT 法は磁場の均一性が保たれていて, 適切な周波数を選べば撮影時間や画像処理時間の延長なく, 脂肪抑制画像を得ることができる。しかし, FATSAT 法では選択励起パルスの適切な周波数設定と磁場の均一性が要求され, 被験者や撮影部位が異なる場合にそれぞれ調整する必要があるが, 今回の検討ではボランティアで Shim 調整や周波数調整した条件を用いて良好な

結果を得た。

臨床の現場では T₁強調像で脂肪の情報が必要な場合もあるので、著者らの現在の下垂体及び下垂体近傍病変検査は単純 T₁強調矢状断像を撮影した後、単純 FATSAT-T₁強調矢状断像及び冠状断像、造影剤を用いた dynamic study、造影 FATSAT-T₁強調冠状断像及び矢状断像を施行している。

結 論

下垂体前葉、後葉、下垂体柄ならびに下垂体腫瘍同定は FATSAT-T₁強調像で T₁強調像と同等以上に可能であり、有用であった。

文 献

- 1) Rosen BR, Wedeen VJ, Brady TJ : Selective saturation NMR imaging. J Comput Assist Tomogr, 8 : 813-818, 1984.
- 2) Frahm J, Haase A, Hanicke W, Matthaei D, Bomsdorf H, Helzel T : Chemical shift selective MR imaging using a whole-body magnet. Radiology, 156 : 441-444, 1985.
- 3) Bydder GM, Young IR : MR imaging : Use of the inversion recovery sequence. J Comput Assist Tomogr, 9 : 659-675, 1985.
- 4) Dixon WT : Simple proton spectroscopic imaging. Radiology, 153 : 189-194, 1984.
- 5) Szumowski J, Plewes DB : Separation of lipid and water MR imaging signals by chopper averaging in the time domain. Radiology, 165 : 247-250, 1987.
- 6) Hendrix LE, Kneeland JB, Haughton VM, et al.: MR Imaging of optic nerve lesions : Value of gadopentetate dimeglumine and fat-suppression technique. AJNR, 11 : 749-754, 1990.
- 7) Tien RD : Fat-suppression MR imaging in neuroradiology : Techniques and clinical application. AJR, 158 : 369-379, 1992.
- 8) Chan TW, Listerud J, Kressel HY : Combined chemical-shift and phase-selective imaging for fat suppression : Theory and initial clinical experience. Radiology, 181 : 41-47, 1991.
- 9) Barakos JA, Dillon WP, Chew WM : Orbit, skull base, and pharynx : Contrast-enhanced fat suppression MR imaging. Radiology, 179 : 191-198, 1991.
- 10) Mark LP, Haughton VM, Hendrix LE, et al. : High-intensity signals within the posterior pituitary fossa : A study with fat-suppression MR techniques. AJNR, 12 : 529-532, 1991.
- 11) Tien RD, Olson EM, Zee CS : Disease of the lumbar spine : Findings on fat-suppression MR imaging. AJR, 159 : 95-99, 1992.
- 13) Semelka RC, Chew W, Hricak H, Tomei E, Higgins CB : Fat-saturation MR imaging of the upper abdomen. AJR, 155 : 1111-1116, 1990.

Fat Suppression MR Imaging of Sellar and Parasellar Lesions : The Usefulness of the Fat-saturation (FATSAT) Technique

Haruo ISODA¹, Takayuki MASUI¹, Takao MOCHIZUKI¹,
Takashi USHIMI¹, Atsuko OHTA², Toyomi SHIRAKAWA²,
Osamu TAKIZAWA², Motoichiro TAKAHASHI¹, Masao KANEKO¹

¹*Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine
3600 Handa-cho, Hamamatsu 431-31*

²*Siemens Asahi Medical Technologies Ltd.*

The purpose of this study was to investigate the utility of fat suppression T₁-weighted MR images using a frequency-selective presaturation pulse when evaluating the pituitary gland and parasellar lesions.

Conventional spin echo T₁-weighted images and fat suppression spin echo T₁-weighted images were obtained in twenty-three patients with clinically suspected pituitary gland diseases or parasellar lesions using a 1.5T superconductive MR imager with a head coil. Both conventional T₁-weighted images and fat suppression T₁-weighted images of the pituitary anterior lobe, posterior lobe, pituitary stalk and pituitary tumors were compared by two radiologists.

The visibility of the anterior lobe, posterior lobe, pituitary stalk and pituitary tumors on fat suppression T₁-weighted images was equal to or better than that on conventional T₁-weighted images. After the intravenous administration of Gd-DTPA, both imaging methods showed little difference in the visibility of the posterior lobe and pituitary stalk.

In conclusion, fat suppression T₁-weighted images using a frequency-selective presaturation pulse can be useful in evaluating the pituitary gland and parasellar lesions.