



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 副腎腫瘍診断におけるMRIの役割  |
| Author(s)    | 本田, 浩; 鬼塚, 英雄; 内藤, 誠二 他   |
| Citation     | 日本医学放射線学会雑誌. 1991, 51(6), p. 617-625  |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/15377">https://hdl.handle.net/11094/15377</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 副腎腫瘍診断におけるMRIの役割

九州大学医学部放射線科学教室，\*同 泌尿器科学教室  
本田 浩 鬼塚 英雄 内藤 誠二\*  
村上 純滋 荒木 昭輝 鳥井 芳邦  
増田 康治 上田 豊史\* 熊沢 浄一\*

（平成2年4月11日受付）  
（平成2年9月27日最終原稿受付）

### Role of MRI in Diagnosis of Adrenal Tumors

Hiroshi Honda, Hideo Onitsuka, Seiji Naitou\*, Junji Murakami,  
Akiteru Araki, Yoshikuni Torii, Kouji Masuda,  
Toyoshi Ueda\* and Jouichi Kumazawa\*

Department of Radiology and Urology\*, Faculty of Medicine, Kyushu University

Research Code No. : 523.9

Key Words : Adrenal gland, Neoplasms, MR imaging,  
Tissue characterization

The authors evaluated the ability of magnetic resonance imaging (MRI) at 1.5 T to characterize 33 adrenal masses, using visual analysis and the following quantitative variables: signal intensity ratios of tumor/liver, tumor/muscle, and (tumor - muscle)/(fat - muscle) on  $T_2$ - and  $T_1$ -weighted images, and the calculated  $T_2$  relaxation time of the adrenal masses. All 15 tumors of less than 3 cm in diameter were visually homogeneous on all pulse sequences, whereas the other 18 tumors of over 3 cm appeared to be inhomogeneous. The signal intensity ratios of tumor/liver and tumor/muscle and the calculated  $T_2$  relaxation time were not helpful in distinguishing tumors from one another. The ratios of tumor/fat and (tumor - muscle)/(fat - muscle) were useful in distinguishing pheochromocytoma and myelolipoma from other tumors on  $T_2$ - and  $T_1$ -weighted images, respectively. However, differentiation among other adrenal tumors appeared to be difficult. The authors concluded that, although MRI might have considerable potential in characterizing adrenal masses, the use of conventional MRI in such analysis is still quite limited.

#### はじめに

MRIの開発以来、そのtissue characterizationに対して多くの期待がもたれた。副腎腫瘍においても、良性腫瘍と悪性腫瘍、腺腫と非腺腫の鑑別に主眼がおかれて、種々の報告がなされている。早期の報告においては、特に $T_2$ 強調画像にて、腺腫と非腺腫<sup>1,2)</sup>、腺腫と転移性悪性腫瘍を<sup>3)</sup>鑑別可能であるとして大いに期待された。即ち、 $T_2$ 強調画像で腺腫は肝より低信号から等信号強度として、

転移性及び原発性悪性腫瘍は等信号から高信号強度として、さらに褐色細胞腫は高信号から非常に高い信号強度を示すと報告されている<sup>4)</sup>。しかしながら、これらは必ずしも恒常的な所見とは言いがたく、 $T_2$ 強調画像にて高信号強度を示す良性腫瘍も報告された<sup>5,7)</sup>。さらに、我々もこのようなことを日常臨床の場でいくつか経験しており、その診断に苦慮することもしばしばである。そこで、MRIの副腎腫瘍診断における位置づけを目的と

して、副腎腫瘍の質的な鑑別診断がMRIで果たして可能か否かを検討したので報告する。

### 対象および方法

対象は、1987年4月から1989年10月までの期間に九州大学医学部付属病院にてMRIを施行し、副腎に腫瘍性病変を認めた48例のうち、手術、剖検あるいは生検にて病理学的確診の得られたもの22例、臨床経過および他の画像診断により、ほぼ確診の得られたもの11例の計33例である。年齢は13~77歳で平均51歳、男性20例女性13例であり、腫瘍組織型別内訳は、褐色細胞腫10例、非機能腺腫6例、Cushing症候群6例、Conn症候群(原発性アルドステロン症)5例、骨髄脂肪腫3例、転移性腫瘍3例である。

MRIはGE社製Signa(1.5T)を用い、次の条件で撮影した。撮影パルス系列は、short spin echo( $TR=600ms$ ,  $TE=20\sim25ms$ )による $T_1$ 強調画像、long spin echo( $TR=2,000ms$ ,  $TE=20\sim25, 70\sim80ms$ )によるプロトン密度画像、 $T_2$ 強調画像で、使用コイルはボディコイルを用い、スライス厚10mm、スライス間隔12.5mmとし、撮影方向は横断位とした。なお、31例で $T_1$ 、プロトン密度、 $T_2$ 強調画像を、2例ではプロトン密度、 $T_2$ 強調画像のみを撮影している。

検討は、得られたMRI画像上の評価と計測された信号強度による評価を行った。即ち、画像上の評価として、副腎腫瘍の信号強度が周囲臓器、特に肝と比較して、“非常に高い”、“高い”、“同程度”、“低い”、“非常に低い”の5段階評価法を採用した。また、MRI画像上の最大径を測定し、腫瘍径とした。さらに、腫瘍内信号強度の均一性について均一あるいは不均一のいずれかに分類した。

信号強度による評価としては、副腎腫瘍が最も良好に描出されたMRI画像同一面における腫瘍の信号強度(TU)と同腫瘍に最も近接した後腹膜脂肪(F)、傍脊椎筋群(M)、肝(L)の信号強度の比を使用し、各腫瘍間で比較した。腫瘍の信号強度測定は、その内部で最も強い信号強度を示した部位で3回行い、その平均値を求めた。使用機種の性格上、得られたすべての信号強度より、バッ

クグラウンドである1,024を減じた値を求め、それぞれの比を算出し( $TU/F$ ,  $TU/M$ ,  $TU/L$ )それに100を乗じた値で比較した。さらに磁場の不均一性が原因で生じる、個体間あるいは皮膚表面から腫瘍までの距離等の違いによる信号強度のばらつきを補正する目的として、補正式:( $TU-M)/(F-M)$ ) $\times 100$ を作成した。即ち、筋肉を0、脂肪を100とした場合腫瘍の信号強度がどの位置に存在するかを求めた。

信号強度による検討は、腫瘍の鑑別に有効とされる $T_2$ 強調画像にのみ施行した。ただし補正式による検討は $T_1$ ,  $T_2$ 両画像に施行した。 $T_2=(TE_2-TE_1)/\ln(TU_1/TU_2)$ に基づき、プロトン密度、 $T_2$ 強調画像上の腫瘍信号強度より、 $T_2$ 緩和時間を求め比較した。

### 結果

#### I. 画像上の検討

6種の副腎腫瘍の $T_1$ ,  $T_2$ 強調画像における評価をTable 1, 2に示す。骨髄脂肪腫3例全例が $T_1$ 強調画像にて、褐色細胞腫10例中8例(80%)

Table 1 Visual analysis of adrenal tumors  
— $T_1$ -weighted image—

|                        | n  | HH | H | I  | L | LL |
|------------------------|----|----|---|----|---|----|
| Pheochromocytoma       | 9  | —  | 1 | 4  | 4 | —  |
| Nonfunctioning Adenoma | 5  | 1  | — | 4  | — | —  |
| Cushing's Adenoma      | 6  | —  | — | 6  | — | —  |
| Conn's Adenoma         | 5  | —  | — | 3  | 2 | —  |
| Metastatic Tumor       | 3  | —  | 1 | 1  | 1 | —  |
| Myelolipoma            | 3  | 3  | — | —  | — | —  |
| Total                  | 31 | 4  | 2 | 18 | 7 | 0  |

Table 2 Visual analysis of adrenal tumors  
— $T_2$ -weighted image—

|                        | n  | HH | H  | I | L | LL |
|------------------------|----|----|----|---|---|----|
| Pheochromocytoma       | 10 | 8  | 2  | — | — | —  |
| Nonfunctioning Adenoma | 6  | 2  | 4  | — | — | —  |
| Cushing's Adenoma      | 6  | —  | 6  | — | — | —  |
| Conn's Adenoma         | 5  | —  | 5  | — | — | —  |
| Metastatic Tumor       | 3  | 1  | 2  | — | — | —  |
| Myelolipoma            | 3  | —  | 2  | 1 | — | —  |
| Total                  | 33 | 11 | 21 | 1 | 0 | 0  |

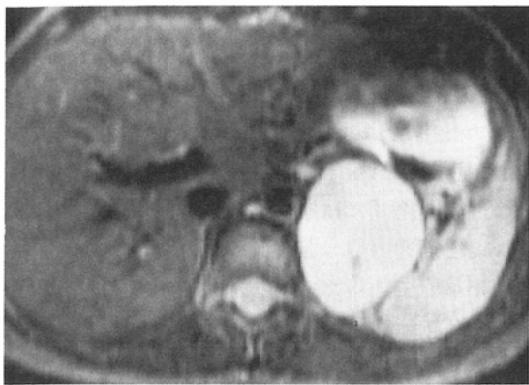


Fig. 1 SE 2,000/80 image shows a left adrenal pheochromocytoma, which is very high in signal intensity to the liver.

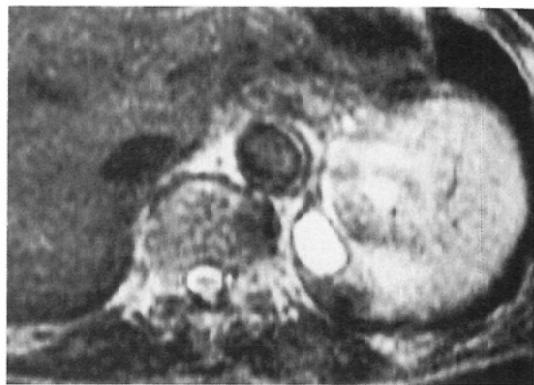


Fig. 3 SE 2,000/80 image reveals a left adrenal metastasis from small-cell carcinoma of the lung is very high in signal intensity to the liver.

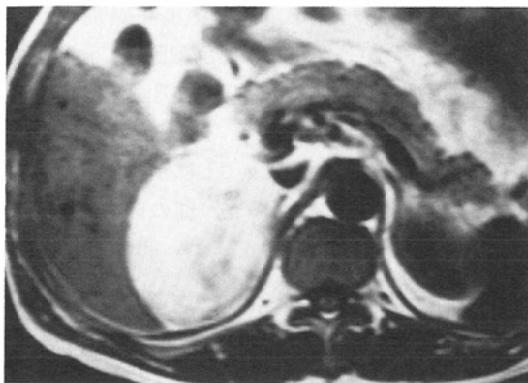


Fig. 2 On SE 600/20 image, the right adrenal myelolipoma displays very high signal intensity.

が  $T_2$  強調画像にて (Fig. 1, 2), ともに “非常に高い” 信号強度を示した。また, 非機能腺腫, Cushing 症候群, Conn 症候群, 転移性腫瘍では  $T_1$  強調画像の撮像された19例中17例 (89.5%) が肝より低いまたは同程度の信号強度を,  $T_2$  強調画像の撮像された20例全例が, 肝と同程度あるいはそれ以上の信号強度を示した (Fig. 3)。次いで, 腫瘍径と信号強度の均一性を比較した (Fig. 4)。Conn 症候群における腺腫は全例腫瘍径2cm以下であり, 均一な信号強度を示したが, 他の腫瘍では均一なものと不均一なものがみられた。特に褐色細胞腫では, 10例中8例 (80%) で不均一な信号強度を

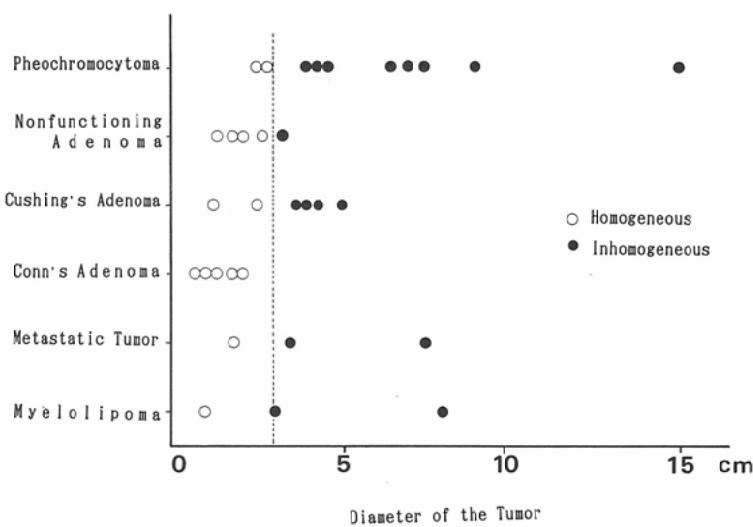


Fig. 4 Homogeneity and diameter of adrenal tumors.

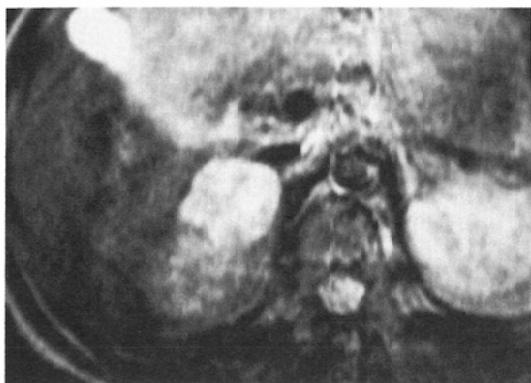


Fig. 5 SE 2,000/80 image demonstrates that the right adrenal pheochromocytoma is very high and inhomogeneous in signal intensity.

示した(Fig. 5)。但し、直径3cm以下の腫瘍は組織型とは無関係に均一な信号強度を、3cm以上の腫瘍は不均一な信号強度を示した。

## II. 信号強度による検討

腫瘍と肝、後腹膜脂肪、傍脊椎筋群、それぞれのT<sub>2</sub>強調画像における信号強度比をFig. 6~8に示す。腫瘍と肝の信号強度比においては、褐色細胞腫は腺腫群(非機能腺腫、Cushing症候群、Conn症候群)と識別可能( $p<0.05$ )であったが、転移性腫瘍との鑑別は不可能であった。

腫瘍と後腹膜脂肪の信号強度比により、褐色細

胞腫は他の腫瘍(Cushing症候群、転移性腫瘍、骨髓脂肪腫: $p<0.05$ 、非機能腺腫、Conn症候群: $p<0.01$ )と有意差をもって区別可能であった。その他の腫瘍では、骨髓脂肪腫は非機能腺腫及びConn症候群と区別可能であった( $p<0.01$ )が、その他の腫瘍間には有意差は認められなかった。

腫瘍と筋肉の信号強度比からはいずれの腫瘍も鑑別不可能であった。

T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>強調画像において補正式:(TU-M)/(F-M)×100を用いた結果をFig. 9、10に示す。T<sub>2</sub>強調画像にて、褐色細胞腫は有意差をもって他の腫瘍(Cushing症候群、転移性腫瘍、骨髓脂肪腫: $p<0.05$ 、非機能腺腫、Conn症候群: $p<0.01$ )と鑑別可能であった。また、T<sub>1</sub>強調画像において、骨髓脂肪腫が、他の腫瘍と識別された( $p<0.01$ )。しかしながら、褐色細胞腫、骨髓脂肪腫以外の腫瘍の鑑別はT<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>強調画像とともに不可能であった。

T<sub>2</sub>緩和時間の比較をFig. 11に示す。転移性腫瘍はその値にばらつきが多く、他のいずれの腫瘍とも識別不可能であった。

## 考 察

### I. 画像上の検討

MRI上正常の副腎は、その周囲に後腹膜脂肪が存在するため、両側共に90%以上の症例で明瞭に

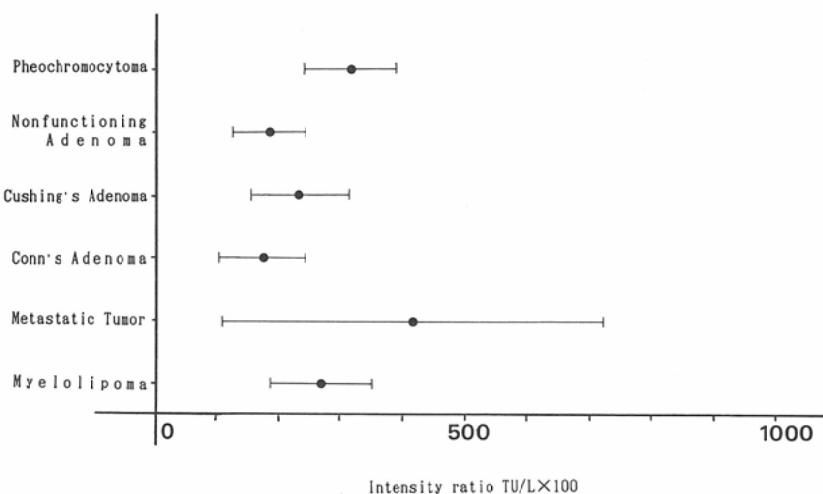


Fig. 6 TU/L × 100 of adrenal tumors on T<sub>2</sub>-weighted image. (TU, L: signal intensities of the tumor and liver)

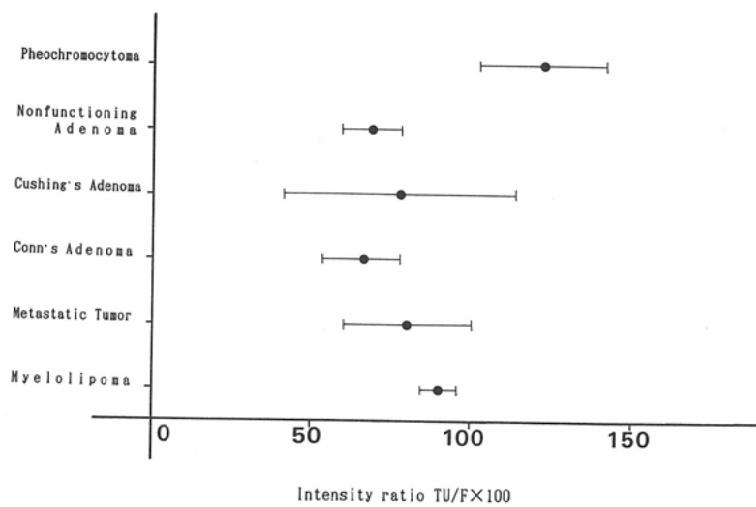


Fig. 7 TU/F × 100 on T<sub>2</sub>-weighted image. (TU, F: signal intensities of the tumor and retroperitoneal fat)

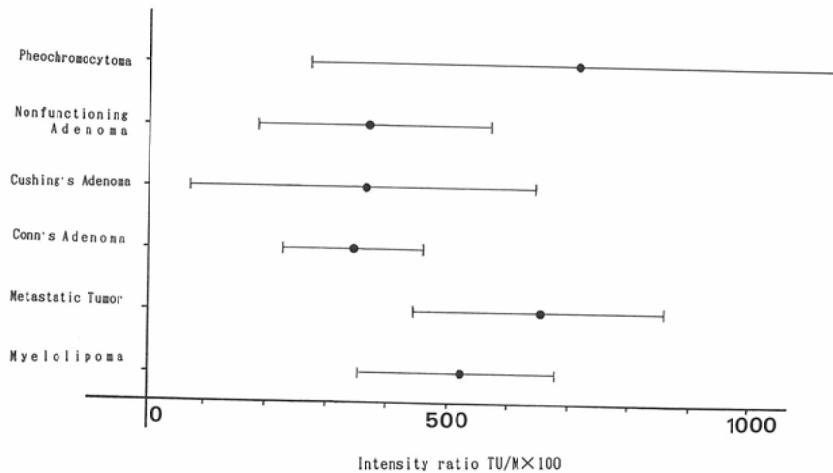


Fig. 8 TU/M × 100 on T<sub>2</sub>-weighted image. (TU, M: signal intensities of the tumor and retroperitoneal fat)

描出される<sup>6)8)9)</sup>。特にアーチファクトが少なく解剖学的情報が正確に認識され、また脂肪と実質臓器の信号強度の差が明瞭となるT<sub>1</sub>強調画像にてその検出は容易である<sup>6)</sup>。さらに、T<sub>2</sub>強調画像において、褐色細胞腫及び原発性、続発性（転移性）悪性腫瘍が腺腫群と鑑別可能であると報告された<sup>2)3)10)</sup>。

画像上評価において、褐色細胞腫はT<sub>2</sub>強調画像上80%の症例で“非常に高い”信号強度を示し、

従来の報告<sup>11)12)</sup>とよく一致した。この原因として、壞死巣、出血巣の存在が報告されているが、通常出血巣はT<sub>1</sub>強調画像にても高信号を示し、比較的容易に認識される。我々の症例においても1例でT<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>強調画像ともに高信号を呈し、手術にて出血巣が確認された。しかしながら、他の8例ではT<sub>1</sub>強調画像にて肝より等から低い信号強度を示した。これらの中にも病理学的検索にて出血巣を認められた症例は存在したが、それらにはいずれ

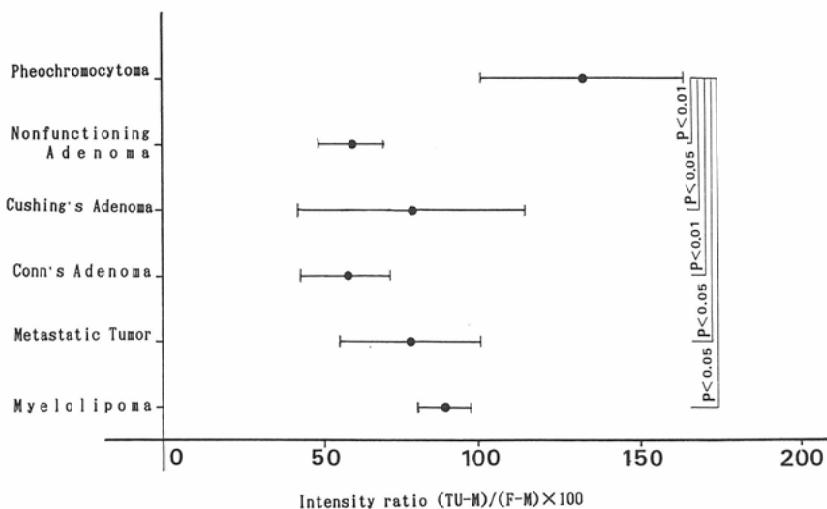


Fig. 9  $(TU-M)/(F-M) \times 100$  on  $T_2$ -weighted image. (TU, F: signal intensities of the tumor, muscle and fat)

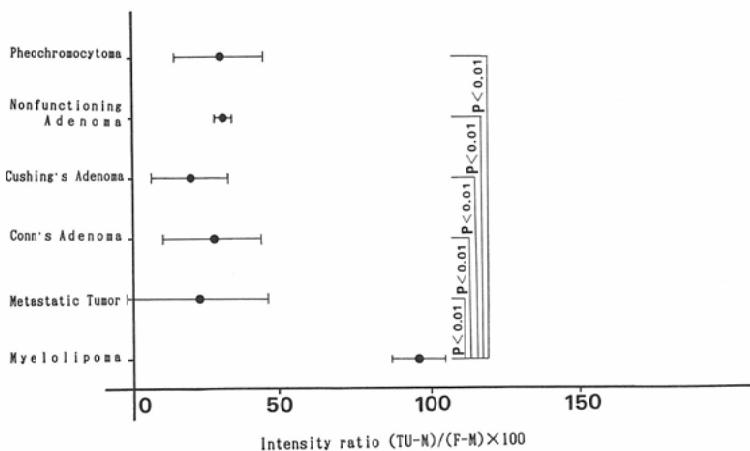


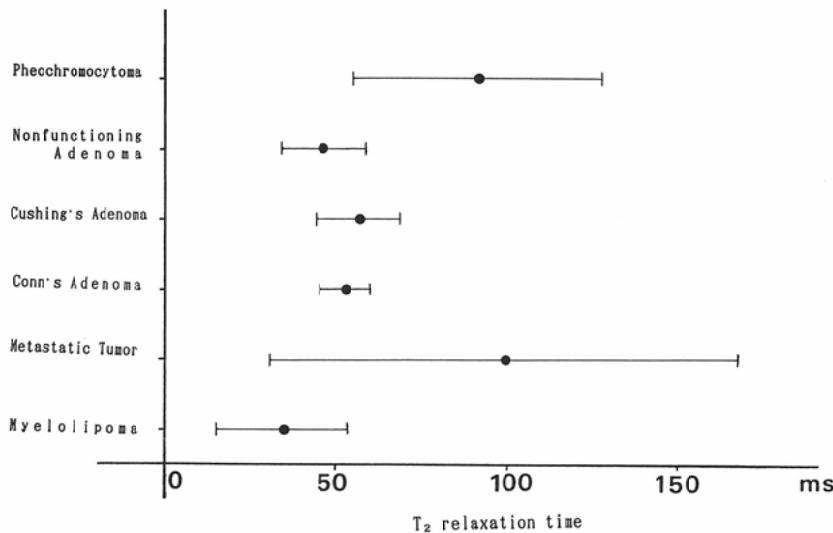
Fig. 10  $(TU-M)/(F-M) \times 100$  on  $T_1$ -weighted image. (TU, M, F: signal intensities of the tumor, muscle and fat)

も顕微鏡的な小出血巣であり、むしろ、囊胞状変化、うっ血性変化、壊死巣等が、 $T_2$ 強調画像上高信号を呈した原因と思われる。

骨髄脂肪腫は、組織学的には成人の造血骨髄と類似構造をもち、骨髄細胞と脂肪を含む。特に、多量に含まれる脂肪成分により、 $T_1$ 強調画像にて高信号腫瘍として認められ、MRIによる診断が可能と思われる。

腫瘍径と信号強度の均一性は、腫瘍径と腫瘍の内部構造の関係を反映する。即ち、腫瘍径の増大

に伴い、内部の壊死巣、出血巣、囊胞状変化、石灰化等の発生頻度が増加する<sup>13)</sup>ために、大きいものほどMRI上不均一な信号強度を呈する傾向がある。また腫瘍径の増大とともに生じる腫瘍内の血流分布の不均一さもその要因になると思われる。一方、小さな腫瘍では呼吸運動や、partial volume effectにより、僅かな信号強度の変化が描出されない可能性があり、小さな腫瘍がより均一な信号強度を呈する原因になっていると思われる。我々の症例においては、腫瘍径3cm未満と3

Fig. 11 Calculated  $T_2$  relaxation time of adrenal tumors.

cm 以上の症例群間で信号強度の均一性に明らかな差があったが、3cm の腫瘍径が病理学的にどのような意味を持つのか、あるいはこの腫瘍径は腫瘍内の微細な変化を検出できる限界なのか、さらに検討が必要と思われる。

## II. 信号強度による検討

信号強度測定の結果、従来の報告とは異なり、 $T_1$ 強調画像にて骨髄脂肪腫が、 $T_2$ 強調画像にて褐色細胞腫が有意差をもって他の腫瘍と鑑別できたのみで、その他の腫瘍間の鑑別は不可能であった。Reinig らは0.5T 超電導装置を用い、 $T_2$ 強調画像において、腫瘍と肝の信号強度比より、腺腫、転移性腫瘍、褐色細胞腫の鑑別が可能であると報告している<sup>2)3)5)10)</sup>。しかしながら、肝の信号強度は、脂肪肝、ヘモクロマトーシス、肝硬変等種々の瀰漫性肝疾患で容易に変化するものであり<sup>14)</sup>、特に Cushing 症候群及びステロイド剤を使用された症例においては、脂肪肝は高頻度に認められる。さらに、 $T_2$ 強調画像では、肝は低い信号強度を示すため、これら瀰漫性肝疾患における僅かな信号強度の変化が、 $TU/L \times 100$ の値を大きく変化させる可能性があると思われる。

一方脂肪は、その信号強度が高く、また脂肪組織自体、疾病による変化が少なく比較的安定した構造物であるため、腫瘍と脂肪の信号強度の比を

求めることは、肝との比をとることより意味あることと思われる。Chan らは、0.5T 超電導装置を用いて、 $T_2$ 強調画像で腫瘍と後腹膜脂肪の信号強度比を測定し、 $TU/F < 0.6$ であれば良性腫瘍と判定可能と報告している<sup>11)</sup>。しかしながら同時に 31% の症例で鑑別が不可能であったとも報告しており、その診断の困難さを示唆している。我々の検討でも、褐色細胞腫の診断が可能と思われたのみで、他の腫瘍間の鑑別は不可能であった。

筋肉の信号強度を測定し腫瘍の信号強度と比較した報告も見られる<sup>1)</sup>が、筋肉の信号強度は肝よりもさらに低いため、その誤差が大きく適当でないと考えられる。このことは我々の検討の結果でも証明された。

我々の考案した補正式： $(TU-M)/(F-M) \times 100$ は、前述のように磁場の不均一性を原因とする種々のばらつきを補正するのを目的としている。即ち、MRI における信号強度は CT における CT 値 (H.U.) とは異なり、一定していない。そこで CT 値が水と骨皮質(石灰化成分)を、それぞれ 0, 1,000 として設定されたように体内の大半の部分に存在する比較的安定な構造物であり、信号強度に差があると思われる筋肉と脂肪をそれぞれ 0, 100とした時に腫瘍の信号強度がどの位置にくるのかを表すのを目的として考案された。さらに、

機種によってはback groundが0 (Siemens社) のものと1,024 (GE社) のものがあり、この補正式はいずれの機種においても使用可能であると思われる。

この補正式はT<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>強調画像両者において使用されたが、これにおいてもT<sub>1</sub>強調画像で骨髓脂肪腫が、T<sub>2</sub>強調画像にて褐色細胞腫が診断可能であったのみで他の腫瘍間の鑑別は不可能であった。

Kierらは1.5T超電導装置を用いプロトン画像とT<sub>2</sub>強調画像上の腫瘍の信号強度と、それぞれの異なったTE時間よりT<sub>2</sub>緩和時間を求め、T<sub>2</sub>緩和時間が60ms以下のものはすべて腺腫であったと報告している<sup>15)</sup>。しかしながら我々の症例においては、転移性腫瘍、褐色細胞腫にも60ms以下を示すものがあり、鑑別は困難であると思われる。

CTによる副腎腫瘍の診断率は褐色細胞腫で90%, Cushing症候群で79%, Conn症候群で82%であり、超音波検査による診断率よりやや高いと報告されてた<sup>16)</sup>。一方、超音波検査の診断率93%, CT 91%と超音波検査優位の報告も見られるが<sup>17)</sup>、総合的にはCTが超音波検査よりその診断率はやや高い印象である。これは超音波検査がCTに比較し、腸管ガス、肋骨、肥満などの影響を受け易く副腎腫瘍の描出が充分に得られないことに起因すると思われる。しかしながら、これらの診断率はいずれも臨床的に副腎腫瘍が疑われた上で存在診断に関するものであり、充分な臨床情報が与えられていない場合のCTによる副腎腫瘍の質的診断率は66%と明らかに低くなる<sup>18)</sup>。即ち、副腎腫瘍の画像による鑑別診断は必ずしも容易ではなく、特に転移性腫瘍と非機能性腺腫の鑑別は困難である<sup>19)</sup>。そこで、MRIに大いに期待されたが、今回の検討ではT<sub>1</sub>強調画像にて骨髓脂肪腫が、T<sub>2</sub>強調画像にて褐色細胞腫が他の腫瘍より高い信号強度を示したものの、他の腫瘍においては、T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>強調画像及びプロトン密度画像を中心とした通常のMRI検査ではその質的診断は困難と思われた。部位診断においては、横断像のみならず、矢状断、冠状断像まで得られるMRIはCT以上の情報が得られるものの、その質的診断において

は、従来の超音波検査、CTと同等に位置づけられるものと思われる。

### まとめ

副腎腫瘍のMRI所見について、画像上評価と、信号強度による評価を行った。その結果腫瘍径3cm以下の腫瘍は不均一な信号強度を示した。

T<sub>1</sub>強調画像にて骨髓脂肪腫が、T<sub>2</sub>強調画像にて褐色細胞腫が他の腫瘍より高い信号強度を呈し、他の腫瘍と鑑別可能であったが、その他の腫瘍間の鑑別は困難と思われた。

### 文献

- Glazer GM, Woolsey EJ, Borrello J, et al: Adrenal tissue characterization using MR imaging. Radiology 158: 73-79, 1986
- Reinig JW, Doppman JL, Dwyer AJ, et al: Adrenal masses differentiated by MR. Radiology 158: 81-84, 1986
- Reinig JW, Doppman JL, Dwyer AJ, et al: Distinction between adrenal adenoma and metastases using MR imaging. J Comput Assist Tomography 9: 989-901, 1985
- Falke THM, Bloem JL, Te Strake L, et al: Magnetic resonance imaging of the adrenal glands. Radiographics 7: 343-370, 1987
- Reinig JW, Doppman JL, Dwyer AJ, et al: MRI of indeterminate adrenal masses. AJR 147: 493-496, 1986
- Chang A, Glazer HS, Lee JKT, et al: Adrenal gland: MR imaging. MR imaging. Radiology 163: 123-128, 1987
- Baker ME, Spritzer C, Blinder R, et al: Benign adrenal lesions mimicking malignancy on MR imaging: Report of two cases. Radiology 163: 669-671, 1987
- Moon KL, Hricak H, Crooks LE, et al: Nuclear magnetic resonance imaging of the adrenal gland: A preliminary report. Radiology 147: 155-160, 1983
- Schulz CL, Haaga JR, Fletcher BD, et al: Magnetic resonance imaging of the adrenal glands: A comparison with computed tomography. AJR 143: 1235-1240, 1984
- Reinig JW, Doppman JL: Magnetic resonance imaging of the adrenal. Radiologie 26: 186-190, 1986
- Fink IJ, Reinig JW, Dwyer AJ, et al: MR imaging of pheochromocytomas. J Comput Assist Tomogr 9: 454-458, 1985
- Quint LE, Glazer GM, Francis IR, et al: Pheo-

- chromocytoma and paraganglioma: Comparison of MR imaging with CT and I-131 MIBG scintigraphy. Radiology 165: 89-93, 1987
- 13) Sommers SC: Adrenal glands. (In) Kissane JM ed: Pathology. 8th ed. 1429-1450, 1985, Mosby, St Louis
- 14) Stark DD: Liver. (In) Stark DD ed: Magnetic resonance imaging. 934-1059, 1988, Mosby, St Louis
- 15) Kier R, MacCarthy S: MR characterization of adrenal masses: Field strength and pulse sequence considerations. Radiology 171: 671-674, 1989
- 16) Abrams HL, Siegelman SS, Adams DF, et al: Computed tomography versus ultrasound of the adrenal gland: A prospective study. Radiology 143: 121-128, 1982
- 17) Sample WF, Sarti DA: Computed tomography and gray scale ultrasonography of the adrenal gland: A comparative study. Radiology 128: 377-383, 1978.
- 18) Kenny PJ, Streeten DP, Anderson GH: Difficulties in the prospective diagnosis of functional adrenal disease by CT. Urol Radiol 8: 184-189, 1986
- 19) Moss AA: Computed tomography of the adrenal glands. (In) Moss AA ed: Computed tomography of the body. 837-876, 1983, Saunders, Philadelphia