

## 副腎腫瘍の MRI — 信号強度比および T<sub>2</sub> 値の検討 —

伊 東 久 雄<sup>1</sup>, 高 橋 範 雄<sup>1</sup>, 北 田 雅 久<sup>2</sup>  
齊 藤 雅 之<sup>2</sup>, 五 島 英 一<sup>2,3</sup>, 石 原 重 樹<sup>3</sup>  
加 納 宣 康<sup>3</sup>, 松 波 英 一<sup>3</sup>, 河 村 正<sup>4</sup>  
片 岡 正 明<sup>4</sup>, 村 瀬 研 也<sup>4</sup>, 浜 本 研<sup>4</sup>

<sup>1</sup>松波総合病院放射線科

<sup>2</sup>松波総合病院内科

<sup>3</sup>松波総合病院外科

<sup>4</sup>愛媛大学放射線科

### はじめに

近年, MRI による副腎の腫瘍性病変の tissue characterization に関する報告がなされており, 腺腫と非腺腫の鑑別の可能性が示唆されている<sup>1)~5)</sup>. Glazer ら<sup>1)</sup>は 0.35 tesla 装置を使用し, 繰り返し時間 (TR) 0.5 sec, エコー時間 (TE) 56 msec のスピンエコー像における副腎腫瘍と肝との信号強度比により, 腺腫と転移性腫瘍を含む非腺腫との鑑別に有用であったとしている. 0.5 tesla 装置を使用した Reinig らの報告<sup>2)</sup>では T<sub>2</sub> 強調像における肝との信号強度比により, 腺

腫と非腺腫との鑑別が可能であったとしている. しかし, 最近の高磁場装置を使用した報告では T<sub>2</sub> 強調像において高信号強度を示す良性病変が存在すること<sup>6)</sup>, T<sub>2</sub> 強調像における信号強度比は, 腺腫と非腺腫の鑑別には有効でなかったとする報告<sup>7)</sup>もあり, 現状では MRI による tissue characterization についての明確な結論は得られていない.

今回著者らは, 高磁場装置による副腎腫瘍性病変の MRI について, T<sub>1</sub> 強調像, T<sub>2</sub> 強調像における信号強度比, 副腎腫瘍の T<sub>2</sub> 値および腫瘍の大きさとの関連についての検討を行った.

---

キーワード MR imaging, adrenal gland, adrenal tumor, adrenal metastasis

対象および方法

1988年4月より1989年9月までの18ヵ月間に松波総合病院放射線科にてMRIが施行された副腎腫瘍性病変23例を対象とした。男性13例、女性10例、年齢は42歳より77歳に分布し、平均59歳であった。疾患の内訳は非機能性腺腫11例、機能性腺腫4例（原発性アルドステロン症1例、Cushing症候群3例）、結節性過形成1例、転移性腫瘍3例および褐色細胞腫4例で、診断は23例中15例では手術あるいは剖検による病理組織学的検索によりなされたが、8例では副腎静脈採血を含む各種血中ホルモンの定量およびCT画像による経過観察によった。転移性腫瘍の原発はいずれも肺癌で組織型は腺癌2例、

扁平上皮癌1例であった。MRIにおける副腎腫瘍の大きさは、T<sub>1</sub>強調像の体軸横断像における最大径とした。最大径の平均は非機能性腺腫21mm、機能性腺腫15mm、結節性過形成13mm、転移性腫瘍35mmおよび褐色細胞腫60mmであった。

使用したMRI装置はSIGNA(GE社製)、磁場強度は1.5teslaである。撮像パルス系列はスピネコー(SE)法を用い、T<sub>1</sub>強調像としてTR/TE=600msec/20msec、T<sub>2</sub>強調像としてTR/TE=2000msec/60msecとした。また、T<sub>2</sub>強調像撮像時にfirst echoとしてTE=20msecを使用した。撮像matrixは256×256、加算回数はT<sub>1</sub>強調像で4回、T<sub>2</sub>強調像で2回、スライス幅は5mm、スライス間間隔、2.5mmとし、全例に呼吸体動補正respiratory compensation<sup>8)</sup>を併

表1 副腎腫瘍の信号強度比およびT<sub>2</sub>値の平均値

	非機能性腺腫 (n=11)	機能性腺腫 (n=4)	結節性過形成 (n=1)	転移性腫瘍 (n=3)	褐色細胞腫 (n=4)
腫瘍/脂肪 (T <sub>1</sub> 強調像)	0.38±0.07 (mean±s.d.)	0.41±0.04	0.41	0.29±0.04*	0.61±0.21
腫瘍/肝 (T <sub>1</sub> 強調像)	0.99±0.24	1.10±0.12	0.91	0.94±0.15	1.08±0.23
腫瘍/筋 (T <sub>1</sub> 強調像)	2.04±0.37	2.18±0.43	2.11	1.72±0.39	2.81±1.06
腫瘍/脂肪 (T <sub>2</sub> 強調像)	0.63±0.10	0.69±0.20	0.79	0.67±0.08	1.10±0.29*
腫瘍/肝 (T <sub>2</sub> 強調像)	1.81±0.55	2.13±0.68	2.00	1.71±0.43	2.82±0.28**
腫瘍/筋 (T <sub>2</sub> 強調像)	2.81±1.01	3.18±1.44	2.94	3.60±1.34	4.57±1.00*
腫瘍T <sub>2</sub> 値(msec)	50.0±7.4	45.5±8.2	58.1	70.0±9.64*	86.0±20.3*

\*p<0.05, \*\*p<0.01

受付年月日 1990年1月29日

別刷請求先 (〒501-61) 岐阜県羽島郡笠松町田代185-1 松波総合病院放射線科 伊東久雄

用した。

検討の方法は各症例のT<sub>1</sub>強調像およびT<sub>2</sub>強調像の体軸横断像において、肝、脂肪、筋および副腎腫瘍にartifactを避け、できる限り大きく関心領域を設定し、各々について信号強度を測定する。SIGNAのソフトウェアでは各voxel

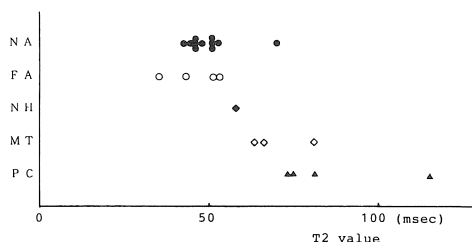


図1. 副腎腫瘍のT<sub>2</sub>値. NA:非機能性腺腫, FA:機能性腺腫, NH:結節性過形成, MT:転移性腫瘍, PC:褐色細胞腫.

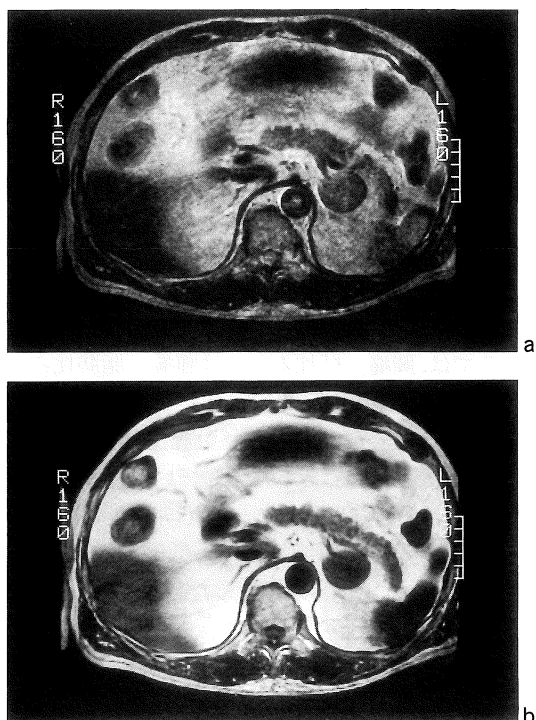


図2. a) 非機能性副腎腺腫T<sub>1</sub>強調像, b) 非機能性副腎腺腫T<sub>2</sub>強調像 (T<sub>2</sub>値=46msec.).

の信号に1024を加算して表示しているため<sup>6),7)</sup>, 測定した信号強度より1024を減算して副腎腫瘍/肝, 副腎腫瘍/脂肪, 副腎腫瘍/筋の信号強度比を求めた. 副腎腫瘍のT<sub>2</sub>値の算出は, Kierらの方法<sup>7)</sup>に従った. すなわち, T<sub>2</sub>時間は2つのエコー時間(TE<sub>1</sub>, TE<sub>2</sub>)における信号強度(SI<sub>1</sub>, SI<sub>2</sub>)より, 次式で導かれる.

$$T_2 \text{ (msec)} = \frac{TE_2 - TE_1}{\ln SI_1 / SI_2}$$

## 結 果

T<sub>1</sub>強調像, T<sub>2</sub>強調像における信号強度比およびT<sub>2</sub>値の平均値±標準偏差を表1に示す. 非機能性腺腫と転移性腫瘍との間に, T<sub>1</sub>強調像における副腎腫瘍/脂肪信号強度比およびT<sub>2</sub>値において統計学的有意差(t検定)を認めた. また, 非機能性腺腫と褐色細胞腫との間に, T<sub>2</sub>強調像における全ての信号強度比およびT<sub>2</sub>値において統計学的有意差を認めた.

副腎腫瘍のT<sub>2</sub>値を図1に示す. 非機能性腺腫(図2)と比較し, 転移性腫瘍(図3)および褐色細胞腫で延長する傾向を認めた. 非機能性腺腫と転移性腫瘍との鑑別において, T<sub>2</sub>値60msecを境界値とすると, 60msec以上を示す腫瘍は転移性腫瘍の3例および非機能腺腫11例中1例であり, 60msec未満を示す腫瘍は非機能腺腫11例中10例であった. 褐色細胞腫のT<sub>2</sub>値はすべて70msec以上を示した. 非機能性腺腫と機能性腺腫との鑑別は困難であった.

副腎腫瘍の大きさ(最大径)とT<sub>2</sub>値との関係を図4に示す. 腫瘍の大きさとT<sub>2</sub>値の間に相関係数r=0.83の正相関を認めた. 径20mm以上を示した腫瘍は, 非機能性腺腫4例, 転移性腫瘍3例および褐色細胞腫4例の計11例あり, うち8例でT<sub>2</sub>値は60msec以上を示した.



図3. a) 転移性副腎腫瘍 T<sub>1</sub> 強調像,  
b) 転移性副腎腫瘍 T<sub>2</sub> 強調像  
(T<sub>2</sub> 値=81 msec.)

### 考 案

MRI は他の画像診断にはない優れた組織間コントラストをもつことより、診断精度の向上が期待されている。副腎の MRI については、腫瘤と肝、脂肪、筋あるいは腎との信号強度比による tissue characterization, 特に腺腫と非腺腫の鑑別の可能性に関していくつかの報告がなされている。当初、T<sub>2</sub> 強調像における副腎腫瘤／肝の信号強度比が鑑別に有用であったとする肯定的な報告がなされたが<sup>1),2)</sup>、最近の高磁場装置による検討では T<sub>2</sub> 強調像にて高い信号強度を示す良性病変がかなりの頻度で存在することが知られてくるようになり<sup>6),9)</sup>、低磁場装置とは異なった診断の基準が必要となってきた<sup>7)</sup>。副腎

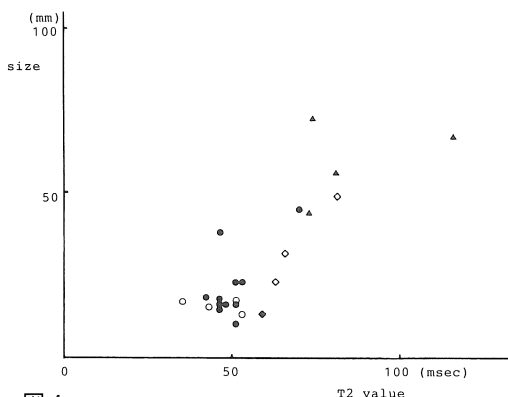


図4. 副腎腫瘤の大きさ(最大径)と T<sub>2</sub> 値との関係。  
(●):非機能性腺腫, (○):機能性腺腫, (◆):結節性過形成, (◇):転移性腫瘍, (▲):褐色細胞腫。

腫瘤性病変の診断においては、内分泌学的に異常のない良性の非機能性腺腫であるか、転移や癌のような悪性病変であるかを鑑別することは、臨床上重要と考えられるが<sup>9)</sup>、自験例では癌を含まなかったため、非機能性腺腫と転移性腫瘍との鑑別を中心に検討を行った。

T<sub>1</sub> 強調像における信号強度比は、腫瘤／脂肪比で転移性腫瘍が非機能性腺腫に比較して低い傾向を認めたが、非機能性腺腫の信号強度比が広範に分布するため、両者の鑑別は不可能であった。0.5 tesla 装置を使った Chezmar らの報告<sup>6)</sup>では、腫瘤／肝比あるいは腫瘤／脂肪比により約7割の腫瘤の良悪の鑑別が可能であり、腫瘤／肝比で0.71 以下は転移性腫瘍、0.78 以上はすべて良性腫瘍であったとしている。また、T<sub>2</sub> 強調像の信号強度比についても非機能性腺腫と転移性腫瘍との鑑別は難しく、低磁場 MRI 装置における検討<sup>1),2)</sup>とは異なった結果であった。要因としては Kier ら<sup>7)</sup>の指摘にもあるように信号強度比の比較では、肝や脂肪の信号強度が脂肪肝、肝硬変、あるいは浮腫等の病態により変化すること、各施設あるいは各装置におけるパルス列 (TR および TE) の違いにより信号強度が大きく変化すること、また、特に高磁場装置で

は緩和時間の変化により、T<sub>1</sub>強調像あるいはT<sub>2</sub>強調像の信号強度に大きな影響が出るために、低磁場装置と比較して腺腫と非腺腫の信号強度比の差がつきにくくなっていること等が推察される。

T<sub>2</sub>値は非機能腺腫と転移性腫瘍との鑑別に最も有用であった。検討した転移性腫瘍3例はすべてT<sub>2</sub>値60 msec以上を示し、また、非機能腺腫11例中10例はT<sub>2</sub>値60 msec未満であった。結節性過形成1例を除く腺腫と非腺腫の鑑別においても、非腺腫7例はすべてT<sub>2</sub>値60 msec以上、腺腫では15例中14例でT<sub>2</sub>値60 msec未満を示している。さらにT<sub>2</sub>値60 msecを境界値とした場合の非腺腫の診断におけるsensitivity, specificityおよびaccuracyはそれぞれ100%, 93%および95%となり、T<sub>2</sub>値が有用な診断パラメータであることが示唆された。T<sub>2</sub>値の応用に関しては、磁場強度により変化すること、multiple echoによる撮像を行っているため、真のT<sub>2</sub>値と比べてunderestimateしていること等<sup>10)~12)</sup>に留意する必要がある。すなわち、今回検討したT<sub>2</sub>値は1.5 tesla装置、two echo sequenceによる測定においてのみ有効であると言える。

腺腫・非腺腫を含めた副腎腫瘍の大きさとT<sub>2</sub>値の関係では、良好な正の相関を認めている。しかしながら、それはたんに褐色細胞腫および転移性腫瘍の腫瘍径が腺腫の腫瘍径に比較して大きいことを表しているにすぎないと見ることも可能であり、厳密には疾患別の検討を必要とする。T<sub>2</sub>強調像における信号強度と腫瘍径との関連について検討した八代らの報告<sup>9)</sup>では、腺腫・非腺腫を含めて副腎腫瘍全体では、T<sub>2</sub>強調像の信号強度は腫瘍径に依存しており、腺腫でも直径20 mmを越えると信号強度の高いものが多い傾向があるとしている。今回の検討例で腺腫のみに限ってみると、最大径で20 mmを越える腺腫は15例中4例あり、T<sub>2</sub>値70 msecを示

した径45 mmの非機能性腺腫が含まれるが、平均では55 msec、径20 mm未満の11例の平均は47 msecと径20 mm以上の腺腫でT<sub>2</sub>値が延長する傾向がうかがえるが統計学的な有意差は認められなかった。また、転移性腫瘍では検討症例は3例と少ないが、腫瘍径の小さなものではT<sub>2</sub>値は短い傾向にあり、かつ、腫瘍径の同程度の腺腫と比較して長いT<sub>2</sub>値を示していることより、T<sub>2</sub>値は腫瘍の大きさと組織型の両方に依存していることも十分考えられる。これらについては症例数を増やしてさらに検討する必要があるだろう。

非機能性腺腫と機能性腺腫との鑑別に関しては、Remerらの報告<sup>13)</sup>にもあるようにT<sub>1</sub>強調像およびT<sub>2</sub>強調像における信号強度比あるいはT<sub>2</sub>値のいずれにおいても否定的な結果であった。また、結節性過形成については、今回検討した症例は1例のみであったが、腺腫との鑑別は困難であった。褐色細胞腫はT<sub>2</sub>強調像で強い高信号を示すことが知られており<sup>14)</sup>、今回検討したT<sub>2</sub>強調像における信号強度比でも非機能性腺腫に比較して高い値を示し、また、T<sub>2</sub>値においては最も長い値を示し鑑別は比較的容易と思われた。

## ま と め

23例の副腎腫瘍の1.5 tesla MRIについて、T<sub>1</sub>強調像、T<sub>2</sub>強調像における信号強度比およびT<sub>2</sub>値の検討を行った。

- 1) 非機能性腺腫と転移性腫瘍との鑑別には信号強度比よりもT<sub>2</sub>値が有用であった。
- 2) 褐色細胞腫のT<sub>2</sub>強調像の信号強度比は有意に高く、また、最も長いT<sub>2</sub>値を示した。
- 3) 非機能性腺腫と機能性腺腫との鑑別は困難であった。
- 4) 副腎腫瘍の大きさとT<sub>2</sub>値の間には正の相関が認められたが、T<sub>2</sub>値が腫瘍の大きさに依存するのか、あるいは腫瘍の組織型に依在

するのか、それともその両方になのかは今  
後の課題と思われた。

なお、本論文の要旨は第 15 回日本磁気共鳴医  
学会大会（1990 年 2 月，岐阜）にて発表した。

#### 文 献

- 1) Glazer GM, Woolsey EJ, Borrello J, et al.: Adrenal tissue characterization using MR imaging. *Radiology* 158 : 73-79, 1986
- 2) Reinig JW, Doppman JL, Dwyer AJ, et al.: Adrenal masses differentiated by MR. *Radiology* 158 : 81-84, 1986
- 3) Reinig JW, Doppman JL, Dwyer AJ, et al.: MRI of indeterminate adrenal masses. *AJR* 147 : 493-496, 1986
- 4) Chang A, Glazer HS, Lee JKT, et al.: Adrenal gland: MR imaging. *Radiology* 163 : 123-128, 1987
- 5) Chezmar JL, Robbins SM, Nelson RC, et al.: Adrenal Masses: characterization with  $T_1$ -weighted MR imaging. *Radiology* 166 : 357-359, 1988
- 6) 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
- 7) Kier R, McCarthy S: MR characterization of adrenal masses: field strength and pulse sequence considerations. *Radiology* 171 : 671-674, 1989
- 8) Bailes DR, Gilderdale DJ, Bydder GM, et al.: Respiratory ordered phase encoding (ROPE): a method for reducing respiratory motion artifacts in MR imaging. *J Comput Assist Tomogr* 9 : 835-838, 1985
- 9) 八代直文, 鈴木 誠, 飯尾正宏:  $T_2$  強調画像による副腎腫瘍の鑑別診断は可能か? - 副腎腫瘍の  $T_2$  信号強度の腫瘍径依存性について - . *臨放* 34 : 1465-1468, 1989
- 10) Majumdar S, Gore JC: Effects of selective pulses on the measurement of  $T_2$  and apparent diffusion in multiecho MRI. *Magn Reson Med* 4 : 120-128, 1987
- 11) Majumdar S, Orphanoudakis SC, Gmitro A, et al.: Errors in the measurements of  $T_2$  using multiple-echo MRI techniques. I. Effects of radiofrequency pulse imperfections. *Magn Reson Med* 3 : 397-417, 1986
- 12) Majumdar S, Orphanoudakis SC, Gmitro A, et al.: Errors in the measurements of  $T_2$  using multiple-echo MRI techniques. II. Effects of static field inhomogeneity. *Magn Reson Med* 3 : 562-574, 1986
- 13) Remer EM, Weinfeld RM, Glazer GM, et al.: Hyperfunctioning and nonhyperfunctioning benign adrenal cortical lesions: characterization and comparison with MR imaging. *Radiology* 171 : 681-685, 1989
- 14) Quint LE, Glazer GM, Francis IR, et al.: Pheochromocytoma and paraganglioma: comparison of MR imaging with CT and I-131 MIBG scintigraphy. *Radiology* 165 : 89-93, 1987

## MR Imaging of Adrenal Masses : Analysis of Signal Intensity Ratio and T<sub>2</sub> Value

HISAO ITOH,<sup>1</sup> NORIO TAKAHASHI<sup>1</sup>  
MASAHISA KITADA,<sup>2</sup> MASAYUKI SAITO<sup>2</sup>  
EIICHI GOSHIMA,<sup>2</sup> SHIGEKI ISHIHARA<sup>3</sup>  
NOBUYASU KANO,<sup>3</sup> EIICHI MATSUNAMI<sup>3</sup>  
MASASHI KAWAMURA,<sup>4</sup> MASAOKI KATAOKA<sup>4</sup>  
KENYA MURASE,<sup>4</sup> KEN HAMAMOTO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiology, <sup>2</sup>Department of Internal Medicine,

<sup>3</sup>Department of Surgery, Matsunami General Hospital,

<sup>4</sup>Department of Radiology, Ehime University School of Medicine

Signal intensity (SI) ratios and T<sub>2</sub> values of 23 adrenal masses were analyzed using 1.5 tesla MR imaging system to evaluate these capabilities for tissue characterization. They included 11 nonhyperfunctioning adenomas, 4 hyperfunctioning adenomas, 1 nodular hyperplasia, 3 metastatic tumors, and 4 pheochromocytomas. SI ratios of adrenal/fat, adrenal/liver, and adrenal/muscle on both T<sub>1</sub>-weighted images (WI) and T<sub>2</sub>-WI were obtained in each adrenal mass. The T<sub>2</sub> values of adrenal masses were calculated with two echo sequences. In results, SI ratios on both T<sub>1</sub>-WI and T<sub>2</sub>-WI were not useful in the differentiation of metastatic tumors from adenomas. The calculated T<sub>2</sub> value was more reliable. All 14 masses with a T<sub>2</sub> value less than 60 msec were adenomas, and 4 masses with a T<sub>2</sub> value of 60 msec or more included one adenoma and 3 metastatic tumors. The T<sub>2</sub> value of 1 nodular hyperplasia was 58 msec and the T<sub>2</sub> values of all 4 pheochromocytomas were over 70 msec. There were no significant differences in SI ratios and T<sub>2</sub> value between nonhyperfunctioning and hyperfunctioning adenomas. Therefore, the T<sub>2</sub> value is more accurate than SI ratios for tissue characterization of adrenal masses at 1.5 tesla. Although the T<sub>2</sub> value correlated well with the size of mass, whether it depends on mass size or tissue character remains controversial.