

## 副腎腫瘍に対する dynamic MRI —中磁場 MRI 装置における検討—

那須克宏<sup>1</sup>, 藤本 肇<sup>1</sup>, 市川智章<sup>2</sup>, 安田茂雄<sup>1</sup>,  
田内美喜雄<sup>1</sup>, 望月 茂<sup>1</sup>, 有水 昇<sup>3</sup>

<sup>1</sup>沼津市立病院放射線科  
<sup>3</sup>千葉大学放射線科

<sup>2</sup>山梨医科大学放射線科

### はじめに

近年, gradient field echo 法 (以下 FE 法) の一般化に伴い息止めスキャンによる腹部領域の dynamic MRI が試みられつつある<sup>1)~3)</sup>。

過去において副腎腫瘍に対する dynamic MRI は高磁場 MRI 装置による検討の報告はなされているが<sup>4),5)</sup>中磁場 MRI 装置におけるまとまった報告はまだない。

今回, われわれは CT ないしは超音波検査にて指摘された副腎および副腎近傍の腫瘍に対して, MRI 造影剤である meglumine gadopentetate (以下 Gd-DTPA) の静注による dynamic MRI を実施しその有効性を検討したので報告する。

### 対象と方法

Dynamic MRI が実施された副腎腫瘍および副腎近傍腫瘍は症例 19 症例 20 部位であった。検討対象は男性 12 例, 女性 7 例であり, 年齢は 16~77 歳 (平均 48.2 歳)。腫瘍径は 1.5~9cm, 平均 2.9cm であった。その内訳は Table 1 に示すごとく, 褐色細胞腫 5 例 (パラガングリオーマ,

1 例を含む), 副腎皮質腺腫 4 例, 副腎近傍の神経鞘腫 3 例 (神経線維腫, 1 例を含む), 転移性腫瘍 7 症例 8 病変であった (症例 16 のみ両側性)。転移性副腎腫瘍の原発部位は腎癌 1 例, 肝癌 1 例のほかはすべて肺癌であった。

それぞれの疾患の診断は手術および剖検による病理学的検討の他に血中・尿中のホルモンおよびその代謝産物濃度測定および臨床症状によった。明かな臨床症状を示さない症例のうち 2 年間の経過観察にて症状を示さず内分泌学的にも異常を示さない 2 症例 (症例 6, 7) については非機能性腺腫として扱った。

使用機種は東芝製 0.5T 超伝導装置 (MRT-50A) である。撮像条件は TR を 28~100ms, TE を 14ms, flip angle を 40~60° に設定した FE 法を用いた。平均加算回数 (NEX) は 1 ないし 2, 撮像マトリクスは 256×256 または 256×192 であり, 一回の撮像に要する時間は 15~26 秒であった。

実際の撮像にあたっては Krestin らの方法<sup>5)</sup>に準じてスライス厚は 10mm とし息止め下に腫瘍の中央を通る横断像を得た後, 次に 0.1mmol/kg の Gd-DTPA を右肘静注よりボラス注入し, その 1 分後から 2 分おきに連続して 21 分ま

Table 1. Data on Patients with Adrenal or Juxta-Adrenal Lesion

Case	Age & Sex	Clinical diagnosis	Method to diagnosis	Histology	Site	Size (cm)
1	24/F	paraganglioma	operated	paraganglioma	left	3
2	39/M	pheochromocytoma	operated	pheochromocytoma	right	4
3	43/M	pheochromocytoma	operated	pheochromocytoma	left	2
4	67/F	pheochromocytoma	hormonal	—	right	1.5
5	16/M	pheochromocytoma	hormonal	—	right	3
6	56/F	non-hyperfunctioning adenoma	—	—	left	1.5
7	65/M	non-hyperfunctioning adenoma	—	—	right	2
8	50/F	functioning adenoma	operated	adenoma	left	1.5
9	48/M	functioning adenoma	operated	adenoma	right	1.5
10	36/M	neurinoma	operated	neurinoma	right	4.5
11	36/M	neurofibroma	biopsied	neurofibroma	left	3
12	65/F	neurinoma	operated	neurinoma	left	3.5
13	77/M	bronchogenic carcinoma	biopsied	adeno ca <sup>1)</sup>	right	1.5
14	59/M	bronchogenic carcinoma	biopsied	S.C.C. <sup>2)</sup>	left	2.5
15	39/M	bronchogenic carcinoma	biopsied	adeno ca	left	9
16a	51/F	bronchogenic carcinoma	autopsied	small cell ca	left	2.5
16b					right	2
17	41/M	bronchogenic carcinoma	biopsied	adeno ca	left	2
18	51/M	hepatocellular carcinoma	biopsied	H.C.C. <sup>3)</sup>	left	2
19	53/F	renal cell carcinoma	autopsied	clear cell ca	right	4

1) ca : carcinoma 2) S.C.C. : squamous cell carcinoma 3) H.C.C. : hepatocellular carcinoma

で10回の撮像を行った。

えられた画像上で腫瘍の中央でかつ明かな壊死などの不均一な領域を避けて最低16mm<sup>2</sup>の関心領域(以下ROI)を設定し、同一横断面の後腹膜ないし皮下の脂肪に同じ大きさのROIを得、腫瘍の信号強度( $I_M$ )と脂肪の信号強度( $I_F$ )を計測し、さらに $I_M$ を $I_F$ で割った商を相対的信号度( $I_M/I_F$ )とし、各疾患ごとにその時間経過による $I_M/I_F$ の変化を検討した。

## 結 果

褐色細胞腫およびパラガングリオーマのうち、症例1, 2, 3, および症例5においては $I_M/I_F$ は造影1分後に大きな上昇を示しその後の低下はほとんどみられないか、あるいは極めて緩慢であった。一方、症例4については造影剤投与直後に $I_M/I_F$ の軽度増加を示し、その後は緩慢に低下したが、造影前の $I_M/I_F$ には戻らなかった(Fig.1 a)。

副腎皮質腺腫においては $I_M/I_F$ は造影直後に最大値を示し、その後時間経過とともに低下する傾向が見られた。このうち症例6は造影剤投与直後に大きな $I_M/I_F$ の上昇を示したが、その後の低下は速やかであった。また症例7および症例8については造影直後にわずかに $I_M/I_F$ の増加を示したのちに、造影前のレベルまで低下しているのが観察された。しかし症例9については $I_M/I_F$ の低下は緩慢である上に、造影後21分が経過しても造影前のレベルまで低下しなかった。

副腎近傍に発生した神経鞘腫および神経線維腫3例(症例10-12)においては $I_M/I_F$ は造影直後よりも造影後5-9分の方が高値を示し、その後に緩慢な低下が見られた(Fig.1 c)。

転移性腫瘍7例8部位(症例13-19)の $I_M/I_F$ の変化を示す(Fig.1 d)。造影直後に $I_M/I_F$ の著明な上昇を示す症例がある反面、 $I_M/I_F$ の時間的变化がほとんど見られないものもあり、その他の疾患のように一定のパターンは認められなかった。

症例を供覧する

症例2: 36歳男性 褐色細胞腫

右副腎に4cm径の腫瘍が認められ造影前の $I_M/I_F$ は0.46であった(Fig.2 a)。Gd-DTPA投与1分後に腫瘍には明かな造影効果が認められ $I_M/I_F$ は0.65に上昇した(Fig.2 b)。造影剤投与9分後の像においても $I_M/I_F$ は0.60と造影効果の持続が認められている(Fig.2 c)。

症例8: 50歳男性 機能性腺腫

左副腎に1.5cm径の腫瘍が認められその $I_M/I_F$ は0.44であった(Fig.3 a)。造影剤投与1分後には軽度の増強効果を示し、 $I_M/I_F$ は0.59に上昇した(Fig.3 b)。造影剤投与5分後、腫瘍の $I_M/I_F$ は0.45に低下している(Fig.3 c)。

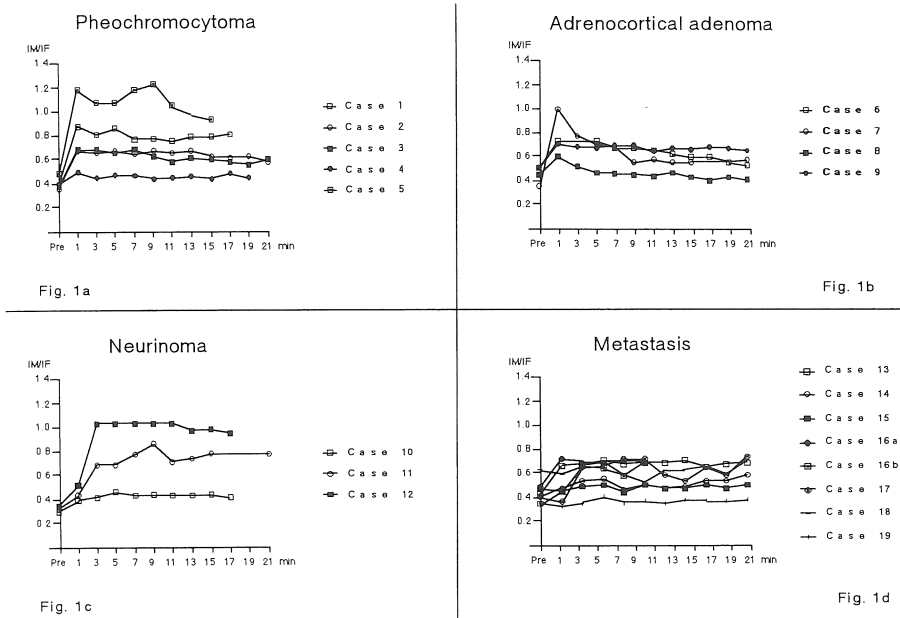
症例10: 36歳男性 神経鞘腫

右副腎近傍に4.5cm径の腫瘍が認められ、 $I_M/I_F$ は0.27であった(Fig.4 a)。造影剤投与1分後に軽度の増強効果を示し $I_M/I_F$ は0.36に上昇した(Fig.4 b)。造影剤投与5分後、腫瘍の $I_M/I_F$ は0.43とさらに増加している(Fig.4 c)。

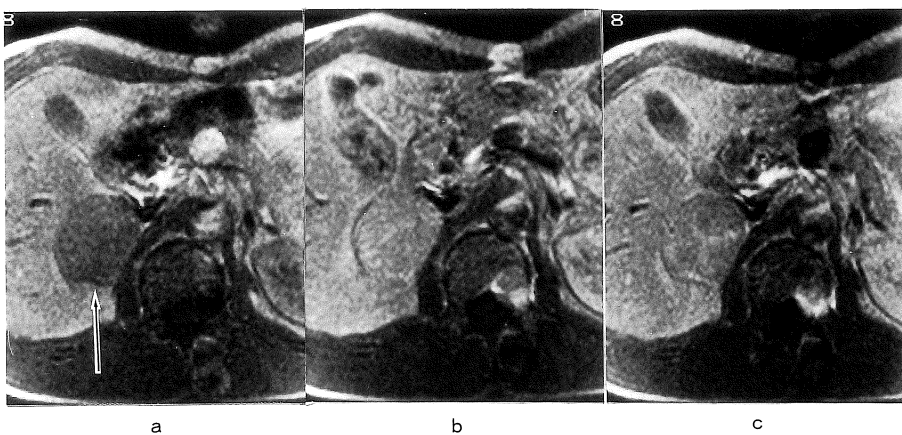
## 考 察

副腎には悪性腫瘍の転移を含め様々な種類の腫瘍が発生することが知られている。このうち頻度が多くかつ臨床的に問題となるのは転移性腫瘍と明かな臨床症状を示さない副腎皮質腺腫や褐色細胞腫との鑑別であり、内分泌学的異常がない限りそれはしばしば容易ではない。画像診断においてもCTにおける報告では60%の症例で鑑別が可能であったにすぎない<sup>6),7)</sup>。

MRIはその優れた組織間コントラストにより非侵襲的に副腎腫瘍の鑑別が可能になるのではないかとの期待がもたれていた。高磁場MRI装置においては $T_2$ 値の計測が副腎皮質腺腫を褐色細胞腫および転移性腫瘍から鑑別するのに有用であったという報告があるが<sup>8),9)</sup>、中磁場における検討においてはこの方法による腫瘍の鑑別は困難であるとされている<sup>10),11)</sup>。一方、副腎腫瘍に対するdynamic MRIはKrestinらによる報告



**Fig.1.** Time-related curves of IM/IF (relative signal-intensity values of mass/fat) in each entity  
 a : Pheochromocytomas. Except case 4, significant enhancement is shown one minute after the administration of Gd-DTPA, and the washout is very slow. The IM/IF remains high even more than 10 minutes after the administration.  
 b : Adrenocortical adenomas. The increase of IM/IF is moderate, and a faster washout is observed than that is noted in pheochromocytomas. Case 6 exhibited much slower decrease of IM/IF, compared with other cases of adrenocortical adenomas.  
 c : Neurinomas. The IM/IF increases gradually after the administration of Gd-DTPA. The IM/IF value is highest between 5 to 9 minutes.  
 d : Metastatic adrenal tumors. No particular pattern of time-related curves of IM/IF is noted.



**Fig.2.** Pheochromocytoma, in a 39-year-old man (case 2)  
 a : Precontrast MR image shows a right adrenal mass which measures 4 cm in diameter (arrow). The IM/IF is 0.46.  
 b : 1 minute after bolus injection of Gd-DTPA, the IM/IF reaches 0.65.  
 c : 9 minutes after injection, the IM/IF is still 0.60.

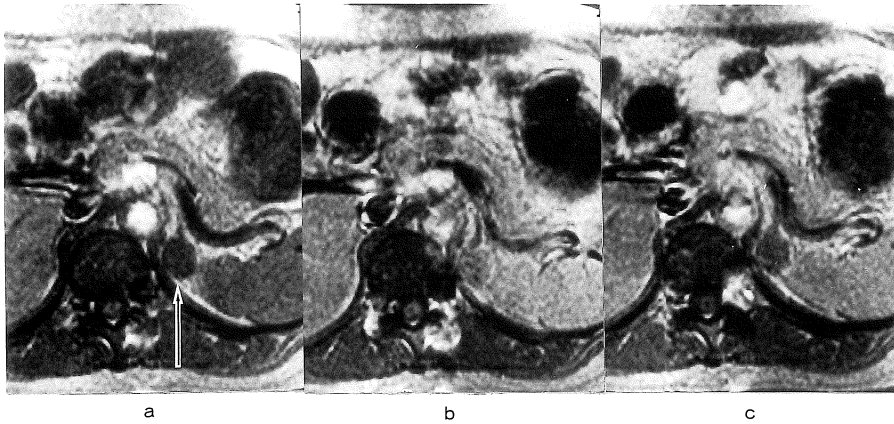


Fig.3. Hyperfunctioning adrenocortical adenoma, in a 50-year-old man (case 8)  
a : Precontrast MR image shows a left adrenal mass which measures 1.5cm in diameter (arrow). The IM/IF is 0.44.  
b : 1 minute after bolus injection of Gd-DTPA, the IM/IF reaches 0.59.  
c : 5 minutes after bolus injection, the IM/IF decreases to 0.45.

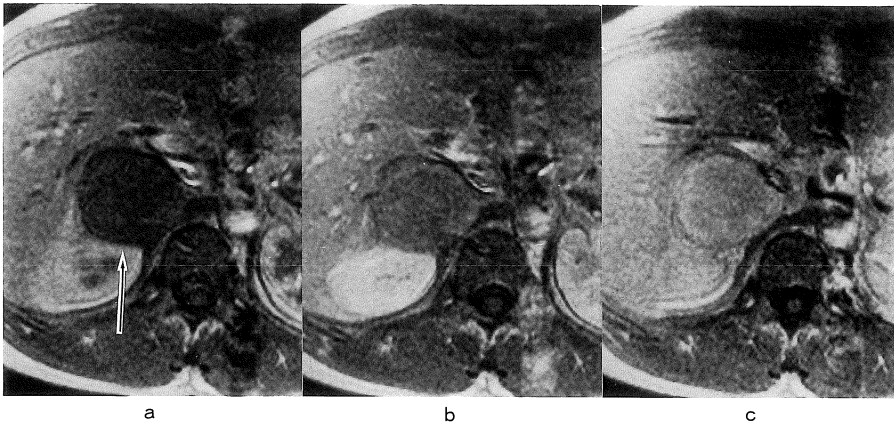


Fig.4. Neurinoma, in a 36-year-old man (case 10)  
a : Precontrast MR image shows a mass which measures 4 cm in diameter adjacent to the right adrenal gland (arrow). The IM/IF is 0.27.  
b : 1 minute after bolus injection of Gd-DTPA, the IM/IF reaches 0.36.  
c : 5 minutes after bolus injection, the IM/IA increases to 0.43.

があるがそれらは高磁場 MRI 装置においてのものであった<sup>4),5)</sup>。Krestin らの報告によれば FE 法を用いた dynamic MRI において褐色細胞腫と転移を含む悪性腫瘍は造影早期から比較的強い増強効果を示し、wash out は遅いとされている。これに対し副腎皮質腺腫の場合造影早期に増強効果は見られるものの速やかに造影前のレベル

に戻るとして、90%以上の正確度で副腎皮質腺腫をその他の腫瘍と鑑別することが可能であったと記載している。

今回のわれわれの検討においても、いくつかの症例でそれらの報告と一致した所見が認められた。褐色細胞腫のうち、症例 1, 2, 3 および 5 では造影直後の  $I_M/I_F$  の強い上昇とその後の緩

慢な wash out が観察されており、また副腎皮質腺腫においては症例 6, 7 および 8 で造影直後に  $I_M/I_F$  の最大値が、その後速やかな低下が認められた。このような典型的なパターンを示す症例においては我々の方法は褐色細胞腫や副腎皮質腺腫の診断の一助になるのではないかと思われたが、実際には症例 4, 9 のように非特異的なパターンを示すものもあり、これらの症例においては診断が極めて困難であった。

また転移性腫瘍においては造影直後に  $I_M/I_F$  の明かな上昇を示した症例も見られるが、 $I_M/I_F$  の変化が不規則なもの、ほとんど造影効果を示していないものもあり、しかも造影効果の見られなかった 2 例は本来 hypervascular であるはずの腎癌や肝癌の転移が含まれていた。このように転移性副腎腫瘍が一定のパターンを示さぬ以上、転移が鑑別診断として考慮されねば成らない大部分の症例において我々の方法は最も重要な情報を臨床に提供できないといわざるを得ない。

Krestin らの報告との相違点はこの検討が中磁場の FE 法を用いているためコントラスト分解能、時間分解能ともに高磁場における検討よりも劣っていることが原因の一つとして考えられる。また転移性腫瘍においては一般に壊死を伴っている可能性が高く、腫瘍の内部が病理学的に不均一である。得られた画像上で明かな壊死が指摘できない部位で ROI を設定しているにもかかわらず、われわれの検討においてその  $I_M/I_F$  の変化に一定のパターンを見いだせなかった原因の一つとしてわれわれの撮像方法では指摘できないような壊死の存在があるのではないかと推察される。

今回われわれは副腎近傍に発生した神経鞘腫について検討する機会を得た。それらは造影直後よりも造影後 5-9 分に  $I_M/I_F$  のピークを認め、その後  $I_M/I_F$  には明かな低下が認められなかった。これは造影 CT や中枢神経領域の dynamic MRI などにおいてすでに報告されている知見と一致するものであると思われた<sup>13),14)</sup>。

以上のように我々の方法による中磁場におけ

る副腎腫瘍に対する dynamic MRI は有効な診断手段とは成り得ないと考えられる。この結果の改善のためには、よりコントラスト分解能や空間分解能の良好でかつ短時間で撮像できる新しいシークエンスにおける検討が必要となるかもしれない<sup>3),12)</sup>。

## ま と め

中磁場における副腎腫瘍の dynamic MRI の有効性について報告した。褐色細胞腫、副腎皮質腺腫、および近傍の神経鞘腫の中には造影剤投与直後の像だけでなくその後の  $I_M/I_F$  の変化のパターンを観察することで鑑別が可能になる症例もあると考えられた。しかし 1.5T 装置における従来の報告とは異なり、褐色細胞腫および副腎皮質腺腫のなかには極めて診断は極めて鑑別の難しい症例が存在し、また転移性腫瘍をその他の疾患と区別するのも困難であった。このため大部分の症例においては転移性腫瘍を鑑別診断から除外することができず、我々の方法では十分な臨床情報が得られないように思われた。

本論文の要旨は第 20 回日本磁気共鳴医学会大会 (札幌, 1992 年 10 月) にて発表した。

## 文 献

- 1) Edlmann RR, Siegel JB, Singer A, et al. : Dynamic MR imaging of the liver with Gd-DTPA : Initial clinical results. *AJR*, 153 : 1213-1219, 1989.
- 2) Eilenberg SS, Lee JK, Brown JJ, et al. : Renal masses : Evaluation with gradient-echo Gd-DTPA-enhanced dynamic MR imaging. *Radiology*, 175 : 333-338, 1990.
- 3) Edlmann RR, Wallner B, Singer A, et al. : Segmented turboFLASH : Method for breath-hold MR imaging of the liver with flexible contrast. *Radiology*, 177 : 515-521, 1990.
- 4) Krestin GP, Steinbrich W, Friedmann G : Adrenal masses : Fast gradient echo MR imaging and Gd-DTPA-enhanced dynamic studies.

- Radiology, 171 : 675-680, 1989.
- 5) Krestin GP, Friedmann G, Fishbach R, Neufang KFR, Allolio B : Evaluation of adrenal masses in oncologic patients : Dynamic contrast-enhanced MR vs CT. JCAT, 15 : 104-110, 1991.
  - 6) Hussain S, Bellgerun A, Seltzer SE, et al. : Differentiation of malignant from benign adrenal masses : Predictive indices on computed tomography. AJR, 144 : 61-65, 1985.
  - 7) Berland LL, Koslin DB, Kenney PJ, et al. : Differentiation between small benign and malignant adrenal masses with dynamic incremented CT. AJR, 151 : 95-101, 1988.
  - 8) Baker ME, Blinder R, Sprinzer C, et al. : MR evaluation of adrenal masses at 1.5T. AJR, 153 : 307-312, 1989.
  - 9) Kier R, McCarthy S : MR characterization of adrenal masses : Field strength and pulse sequence considerations. Radiology, 171 : 671-674, 1989.
  - 10) Remer EM, Weinfield RM, Glazer GM, et al. : Hyperfunctioning and nonhyperfunctioning benign adrenal cortical lesions : Characterization and comparison with MR imaging. Radiology, 171 : 681-685, 1989.
  - 11) Chezmer, JL, Robbins SM, Nelson RC et al. : Adrenal masses : characterization with T<sub>1</sub>weighted MR imaging. Radiology, 166 : 357-359, 1988.
  - 12) Higuchi N, Oshio K, Imai Y, et al. : Clinical application of multishot RARE in abdominal MR imaging, Journal of Magnetic Resonance for Imaging, 1 : 150-151, 1991.
  - 13) 武田憲夫, 田中隆一, 中井 昂 : 脳腫瘍のCT—delayed scan に関する研究—tissue-blood ratio による contrast enhancement の経時的変化の検討. Neuro Med Chir.
  - 14) 小倉祐子, 片田和広, 竹下 元, 他 : 脳腫瘍の鑑別における Dynamic MRI の有用性. Journal of Medical Imaging, 12 : 16-28, 1992.

## Dynamic MR Imaging of Adrenal Masses at 0.5T

Katsuhiro NASU<sup>1</sup>, Hajime FUJIMOTO<sup>1</sup>, Tomoaki ICHIKAWA<sup>2</sup>,  
Shigeo YASUDA<sup>1</sup>, Mikio TAUCHI<sup>1</sup>, Shigeru MOCHIZUKI<sup>1</sup>,  
Noboru ARIMIZU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Radiology, Numazu City Hospital  
550, Harunoki-aza, Higashishijii, Numazu, Shizuoka, 410-03*

<sup>2</sup>*Department of Radiology, Yamanashi University Hospital*

<sup>3</sup>*Department of Radiology, Chiba University Hospital*

The purpose of this study is to determine the clinical efficacy of dynamic MR imaging at 0.5 T to diagnose adrenal masses.

The series consisted of 19 patients with 20 lesions, including five pheochromocytomas, four adrenocortical adenomas, eight metastatic tumors, and three neurinomas of juxtaadrenal regions. We used a superconducting magnet of Toshiba (MRT-50A). Sequential gradient-echo images (TR/TE = 100/14ms, flip angle 60°) were obtained every two minutes after an intravenous administration of Gd-DTPA. Relative mass-to-fat signal intensity ratios (IM/IF) were calculated on all images.

In some cases of pheochromocytomas, the IM/IF values showed significant increase immediately after the administration, with faint washout of the contrast material. Some cases of adrenocortical adenomas also showed maximum IM/IF values just after the administration, but the washout was fast. However, other cases of pheochromocytomas and adrenocortical adenomas, showed neither strong contrast uptake nor rapid washout. In the cases of neurinomas, highest IM/IF values were noted at five to nine minutes. On the other hand, metastatic tumors showed no definite patterns of time related change of IM/IF values, therefore it was difficult to differentiate metastases from other tumors.

In some particular cases, dynamic MR images at 0.5 T may help to specify adrenocortical adenoma, pheochromocytoma, or neurinoma. However, this method does not contribute to differentiate adrenal masses, since metastasis can not be ruled out in all cases.