

肝細胞癌の肝動脈塞栓術後の MRI

前田美保 (和歌山県立医科大学放射線科)	野村尚三 (同 上)
前田親彦 (同 上)	川端 衛 (同 上)
吉川明輝 (同 上)	佐藤守男 (同 上)
浜地順子 (同 上)	山田龍作 (同 上)
塩山靖和 (同 上)	川原公子 (オリオノ和泉病院)
寺田正樹 (同 上)	三島隆生 (同 上)
津田正洋 (同 上)	守田瑠璃子 (同 上)
岸 和史 (同 上)	

キーワード

hapatoma, MRI, embolization, changes after TAE, T₁ value

1. はじめに

肝細胞癌の肝動脈塞栓術後の治療効果判定については、X線 CT, 血管造影, 超音波などの画像診断, および α -FP などの腫瘍マーカーが広く用いられている。一方, 新しい画像診断法である MRI は, 肝細胞癌の診断に有用なものとして報告されつつある^{1),2),3)}。

今回我々は, 肝細胞癌の塞栓術前後の MRI の経時変化を観察し, その特徴ならびに, MRI による塞栓術の効果判定の有用性について検討したので報告する。

2. 対象および方法

対象は, X線 CT・血管造影・血液化学検査な

どにより肝細胞癌と診断した 10 例である。これらはいずれも門脈閉塞のない単発の結節型で, ゼラチンスポンジにて肝動脈塞栓術を施行した症例である。男性 9 例, 女性 1 例で, 年齢は 45 歳から 77 歳まで平均 62 歳である。うち 1 例は塞栓術 53 日後に手術を施行し, また 1 例は塞栓術 8 か月後に剖検により組織学的検討を行った。塞栓術は, ゼラチンスポンジ細片またはパウダーに抗癌剤や造影剤をしみ込ませたものを使用し, lipiodol は使用しなかった。これら 10 例に, 塞栓術前および塞栓術 7~41 日後にそれぞれ MRI を施行した。このうち特に 2 例については, 塞栓後 2 時間後から最高 72 日後まで数回にわたり MRI を施行し, その経時変化を細かく観察した。また, 比較のために, X線 CT もほぼ同時期に行った。

使用した MRI 装置は, 常電導型 0.15 テスラ

の東芝製 MRT-15 A である。呼吸による motion artifact を軽減するために、air bag 方式による呼吸同期⁴⁾を併用した。パルス系列は T₂ 強調画像として主に SE 2000/50, T₁ 強調画像として主に IR 2000/400/50 を用い横断像を撮像し、これらより T₁ 計算画像を作成した。画像再構成法は投影復元法、スライス厚 10 mm, スライス間隔 20 mm, averaging 回数 2 回である。

まず、塞栓術前の肝細胞癌の信号強度と T₁ 値を、周辺非腫瘍部肝組織のそれと比較した。次に、塞栓術後の腫瘍の信号強度と T₁ 値の変化を、塞栓術前と比較した。なお、腫瘍の T₁ 値は、腫瘍全体の平均値が求まるように、腫瘍全体に ROI を設定して測定した。

3. 結 果

(1) 塞栓術前の肝細胞癌の MRI

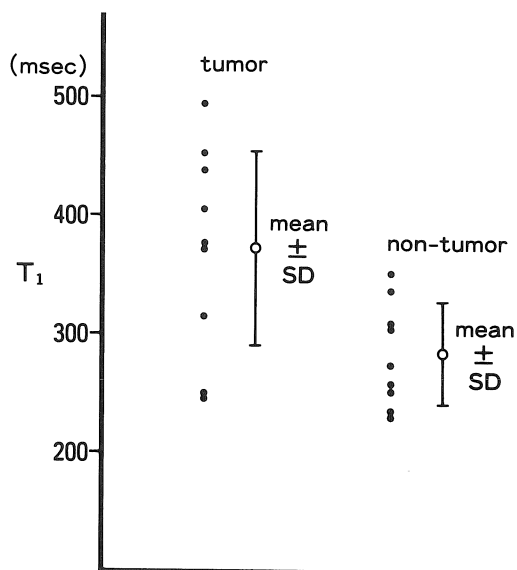
塞栓術前の肝細胞癌の信号強度を非腫瘍部と比較したものを表 1 に示す。塞栓術前の腫瘍部の信号強度が非腫瘍部に比して著明に高信号なものを very high, 高信号なものを high, わずかに高信号なものを slightly high, 等信号のものを iso, わずかに低信号なものを slightly low, 低信号なものを low, 著明に低信号なものを very low として判定した。SE 2000/50 では、非腫瘍部と比較して高信号を呈するものが 5 例, わずかに高信号なものが 2 例, 等信号で腫瘍の存在がはっきりしないものが 3 例で、著明な高信号を呈するものはなかった。IR 2000/400/50 では、低信号のものが 2 例, わずかに低信号のものが 2 例, 等信号のものが 6 例であった (図 1)。

T₁ 値を測定すると、肝細胞癌は 369.9±81.6 msec, 非腫瘍部は 282.1±41.6 msec と、肝細胞癌の T₁ 値の方が有意 (p<0.05) に延長していた (表 2)。

表 1 肝細胞癌 (TAE前) の信号強度

	SE 2000/50	IR 2000/400/50
very high	0	0
high	5	0
slightly high	2	0
iso	3	6
slightly low	0	2
low	0	2
very low	0	0
total	10 cases	10 cases

表 2 肝細胞癌 (TAE前) の T₁ 値



(2) 塞栓術後の変化

塞栓術後の信号強度変化を表 3 に示す。塞栓術前の腫瘍の信号強度と比較して、術後明らかに高信号化したものを +2, 軽度高信号化したものを +1, 不変のものを 0, 軽度低信号化したものを -1, 明らかに低信号化したものを -2 とした。

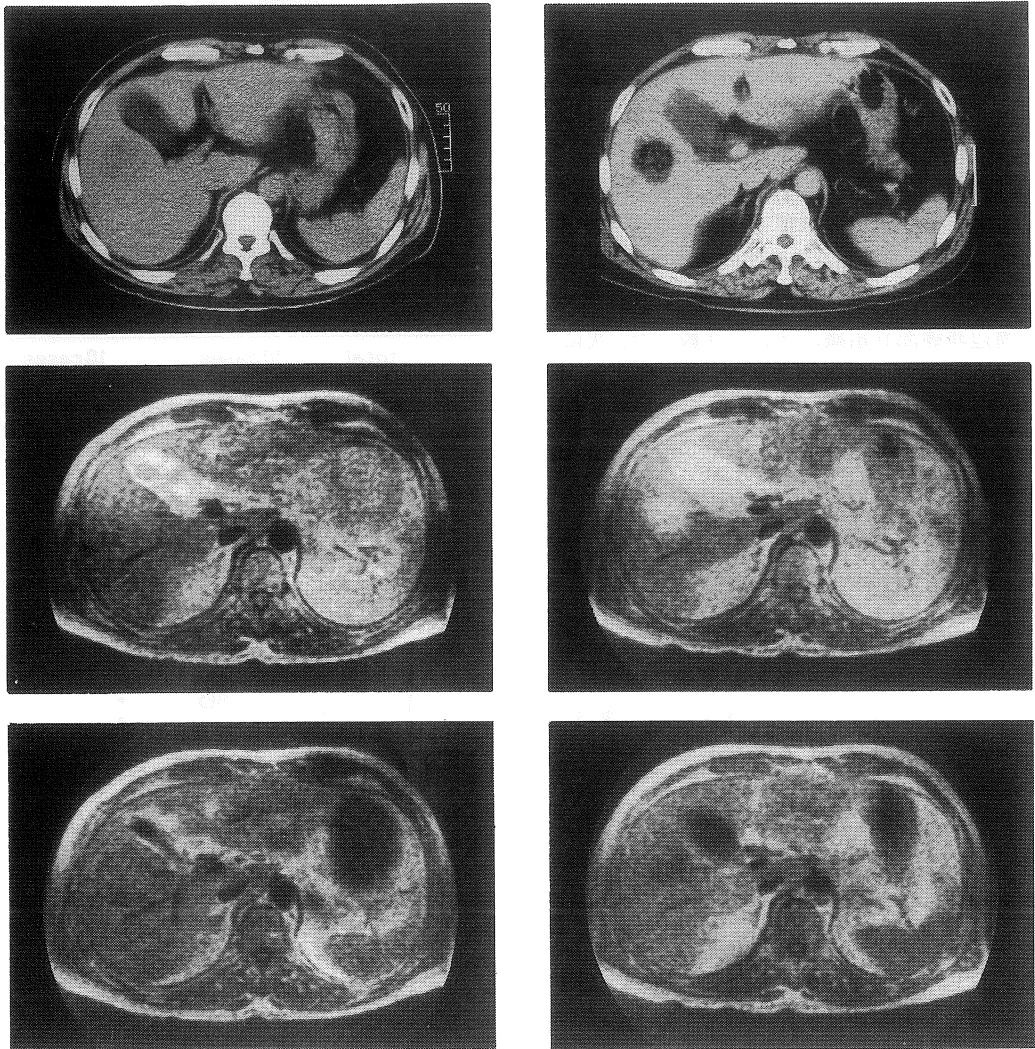


図1 TAE 10日後における肝細胞癌の画像変化
51歳, 男性

- a. TAE 前の X線 CT 像. 腫瘍は淡い low density area としてみられる.
- b. TAE 10 日後の X線 CT 像. 腫瘍は強く low density 化し, 内部にガス産生がみられる.
- c. TAE 前の SE 1600/30 像. 腫瘍は周囲組織と等信号で, 明らかでない.
- d. TAE 10 日後の SE 1600/30 像. 腫瘍は明

a	b
c	d
e	f

- らかに高信号化している.
- e. TAE 前の IR 2000/40/30 像. 腫瘍はわずかに低信号を呈している.
- f. TAE 10 日後の IR 2000/40/30 像. 腫瘍は明らかに低信号化している.

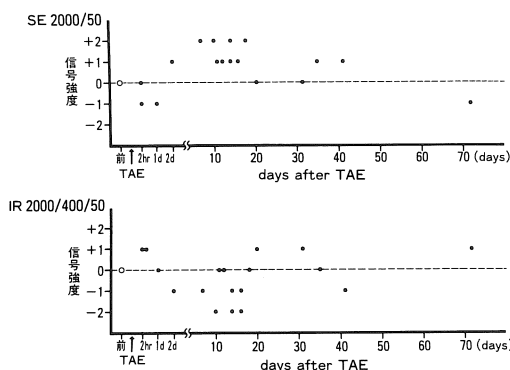


表 3
肝細胞癌の信号強度の TAE 後の変化

- +2: 明らかな高信号化
- +1: 軽度高信号化
- 0: 不変
- 1: 軽度低信号化
- 2: 明らかな低信号化

SE 2000/50 では、塞栓術 2 時間後は 2 例中 1 例が不変、1 例が軽度の低信号化を示した。塞栓術 1 日後は症例数が 1 例のみであるが、軽度の低信号化を示した。2 日後も 1 例のみであるが、軽度の高信号化を示した。7~41 日後は、ほとんどの症例が高信号化を示した。72 日後の 1 例は軽度の低信号化を示した。

IR 2000/400/50 では、塞栓術 2 時間後は、2 例中 2 例とも、術前に比較して軽度の高信号化を示した。1 日後の 1 例は不変、2 日後の 1 例は軽度の低信号化を示した。塞栓術 7~41 日後は、明らかに低信号化したものから、軽度高信号化したものまで種々であったが、平均するとやや低信号化したものが多かった。72 日後の 1 例は軽度の高信号化を示した (図 1・図 2)。

次に、腫瘍の T_1 値の塞栓術前後の経時変化を表 4 に示す。塞栓術前後ともに T_1 値を測定できたものは 8 例であった。うち 6 例は、塞栓術 10~41 日後に 1 回だけ MRI を施行し T_1 値を測定したが、6 例全例で術前より T_1 値が延長していた。他の 2 例は、術後 2 時間後より数回にわたり MRI を施行したが、2 時間後には 2 例とも T_1 値が術前よりやや短縮していた。その後は T_1

値は延長を示したが、31 日以後は再び軽度の短縮を示し、72 日後の 1 例ではさらに短縮していた。

塞栓術後 53 日後に手術を施行した 1 例と、8 か月後に剖検を行った 1 例は、いずれも腫瘍の凝固壊死を示していた (図 3)。

4. 考 察

肝細胞癌の MR 像については種々報告されつつあり^{2),3)}、我々もその有用性については検討してきた¹⁾。今回対象とした 10 例も今までの報告とほぼ一致しており、周囲健常組織に比し、SE 2000/50 で高信号、IR 2000/400/50 で低信号を呈するものが多く、 T_1 値の有意な延長が認められた。しかし、等信号を呈し腫瘍の存在が明瞭でないものも比較的多くみられたのは、腫瘍部と非腫瘍部の T_1 値が有意差はあるものあまり大きな差でないためと思われる。また、静磁場強度が 0.15 テスラと低く、パルス系列も SE 2000/50 と IR 2000/400/50 のみであったため、超電導装置にて T_1 および T_2 強調度のさらに強いパルス系列で撮像すれば、もっと明瞭に描出

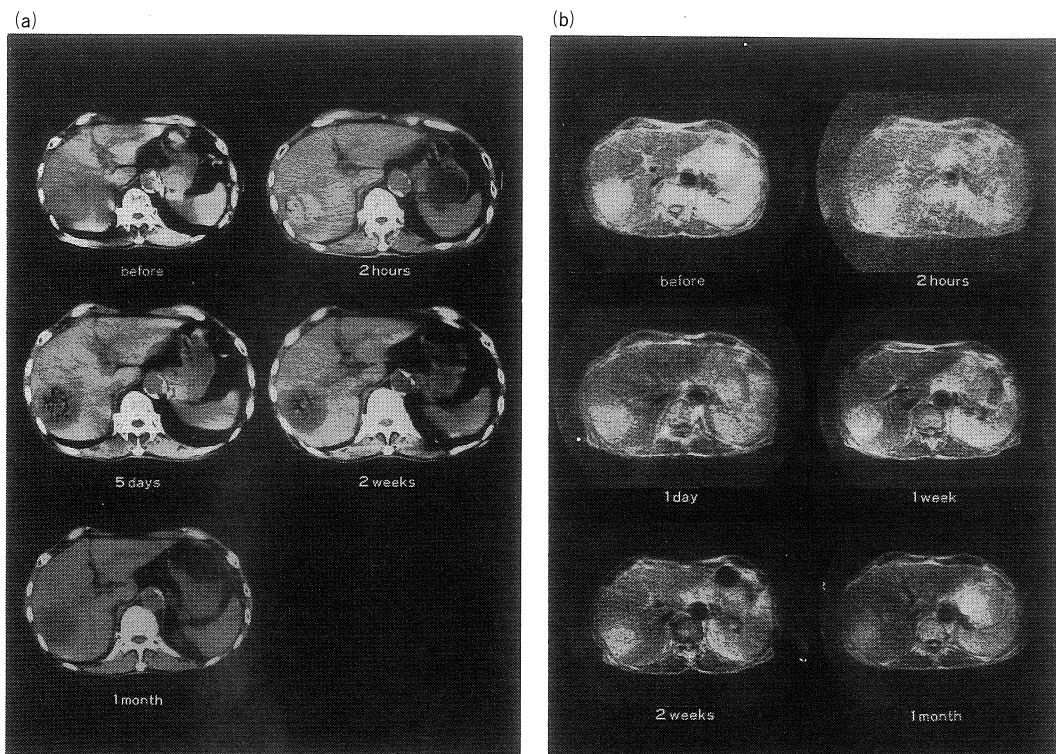


図2 TAE 前後の肝細胞癌の画像変化

- a. X線CT像. TAE前は腫瘍はわずかに low density を呈している. TAE 2時間後は, ゼラチンスポンジにしみ込ませたヨード造影剤の残存のため high density となっているが, 内部にガス発生を認める. その後は腫瘍は強く low density 化している.
- b. SE 2000/50 像. TAE前は腫瘍は高信号を呈している. TAE 2時間後は信号強度がやや低下し, T_1 値の軽度短縮を認めた. その後は信号強度は増大し, T_1 値の延長をみた. 1か月後には再び信号強度の軽度低下と, T_1 値の軽度短縮を認めた.

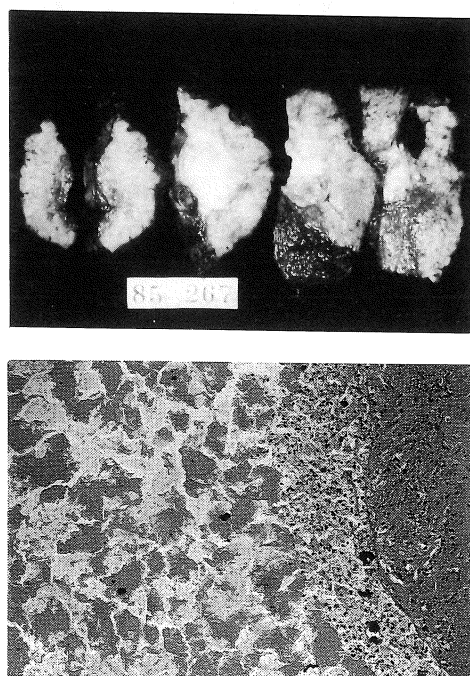
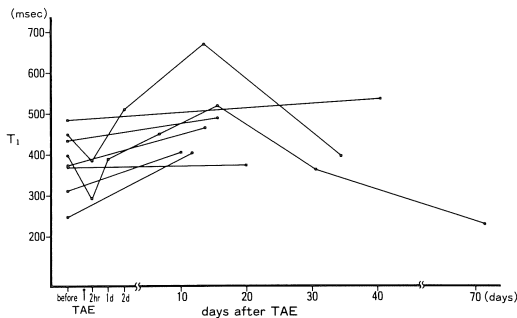


図3 TAE 53日後の摘出標本 45歳, 男性
 上が肉眼所見, 下が顕微鏡所見である. 腫瘍は完全に凝固壊死に陥り, 残存腫瘍細胞は認められなかった.

表 4 肝細胞癌の T_1 値の TAE 後の経時変化

されるものと思われる。

ゼラチンスポンジによる塞栓術後の変化は、X線 CT においては、ガス産生と low density 化がみられるが、low density 化は腫瘍の壊死性変化を表すものと報告されている^{5),6)}。

一方、塞栓術後の MRI については、著者らが最初に報告⁷⁾し、その後は、大邦らの 2 例の報告⁸⁾があるのみである。これらは症例数が少ない上に T_2 強調画像のみの報告などで、必ずしも系統的な報告とはいえない。今回著者らは、TAE 後の腫瘍部の T_1 強調画像、 T_2 強調画像、 T_1 値の変動を経時的に系統的に検討した。その結果、TAE 48 時間以降では、腫瘍部は T_1 強調画像で low intensity 化、 T_2 強調画像で high intensity 化、ならびに T_1 値の測定で T_1 値が延長する結果を得た。 T_2 値の測定は行わなかったが、 T_2 強調画像で high intensity を呈したことより、 T_2 値も延長しているものと考えられる。さらに 2 例では、塞栓術直後である 2 時間後、24 時間後、48 時間後の T_1 強調画像・ T_2 強調画像の撮像、 T_1 値の測定を行った。

塞栓術直後である 2 時間後には、 T_1 強調画像で軽度の高信号化、 T_2 強調画像で不変～軽度の低信号化、 T_1 値の軽度短縮を示した。 T_2 値は測定しなかったが、 T_2 強調画像で軽度の低信号化を示したことより、やはり塞栓術 2 時間後では T_2 値も短縮しているものと考えられる。症例数が 2 例

と少ないため断定はできないが、塞栓術 2 時間後は 48 時間以降とは異なり、軽度の T_1 値・ T_2 値の短縮が生じると言えよう。その原因としては、塞栓術直後の段階では、支配動脈を末梢から塞栓したことにより、腫瘍部は血液灌流がなくなり阻血状態となり自由水量が減少するためであると思われる。あるいは小動脈を塞栓したことにより血管内血液凝固がもたらされ、これが緩和時間に影響を与える可能性もあると思われる。また、貧血性梗塞で炎症性細胞浸潤がおこるのは数時間以後であるという病理学的事実⁹⁾から、塞栓術 2 時間後の段階は、浮腫性変化や炎症性細胞浸潤による自由水量増加をきたす以前の段階であると思われる。

塞栓術 1 日後には、2 時間後よりも T_1 値が延長し、塞栓術前とほぼ同程度の T_1 値となり、2～41 日後にはほとんどの症例で T_1 値の延長を認めた。この塞栓術 2～41 日後の T_1 値・ T_2 値の延長は、凝固壊死¹⁰⁾・炎症性細胞の浸潤・浮腫性変化等による自由水量の増加に基づくものと思われる。実際、塞栓術後に手術あるいは剖検された 2 症例は、組織学的に凝固壊死を示していた。

これ以降の変化については、72 日後に MRI を施行した 1 例のみであるが、この症例は塞栓術 16 日後には延長していた T_1 値が 31 日後には短縮し、72 日後にはさらに短縮した。また、35 日後に同様に T_1 値の短縮をみた症例も 1 例あった。症例数が少ないためはつきりとは言えないが、塞栓術後長期間経過すると、吸収機転が進行して瘢痕化や硝子化等による水分量の減少が引き起こされ、このために T_1 値が短縮するという可能性が考えられる。

以上のように、MRI は、塞栓術後は X線 CT と若干異なった経過をとり、塞栓術後の治療効果判定に有用であることが示唆された。今後、さらに症例を重ねて検討する必要があると思われる。

5. 結 語

- 1) 肝細胞癌 10 例に対し、ゼラチンスポンジによる塞栓術を施行し、その前後に MRI を施行した。
- 2) 塞栓術前は、肝細胞癌は非腫瘍部よりわずかに T_1 値の延長を示し、 T_1 強調画像にて等信号から低信号、 T_2 強調画像にて等信号から高信号を呈した。
- 3) 塞栓術直後（2 時間後）の 2 例では、腫瘍はわずかに T_1 値の短縮を示し、 T_1 強調画像にて不変から軽度高信号化、 T_2 強調画像にて軽度低信号化を示した。
- 4) 塞栓術 2～41 日後には、 T_1 値は延長を示し、 T_1 強調画像にて軽度低信号化、 T_2 強調画像にて軽度高信号化を示した。これは、腫瘍の凝固壊死を反映しているものと思われた。
- 5) 塞栓術 31～72 日後に、2 例において再び T_1 値の短縮を認めた。
- 6) 以上のことより、MRI は塞栓術後の治療効果の判定に有用であることが示唆された。

文 献

- 1) 前田美保, 佐藤守男, 前田親彦, 他: 肝腫瘍の MRI—他の画像診断法との比較—, 映像情報, 19: 422-425, 1987.
- 2) M. Ebara, M. Ohto, Y. Watanabe, et al.: Diagnosis of small hepatocellular carcinoma: Correlation of MR imaging and tumor histologic studies. *Radiology*, 159: 371-377, 1986.
- 3) Y. Itai, K. Ohtomo, S. Furui, et al.: MR imaging of hepatocellular carcinoma. *J. Comput. Assist. Tomogr.*, 10: 963-968, 1986.
- 4) 前田親彦, 吉川明輝, 山田龍作, 他: 呼吸同期 MRI の開発. *NMR 医学*, 5(1): 23-32, 1985.
- 5) H. Nakamura, T. Tanaka, S. Hori, et al.: Transcatheter embolization of hepatocellular carcinoma: Assessment of efficacy in cases of resection following embolization. *Radiology*, 147: 401-405, 1983.
- 6) K. Takayasu, N. Moriyama, Y. Muramatsu, et al.: Hepatic arterial embolization for hepatocellular carcinoma. *Radiology*, 150: 661-665, 1984.
- 7) 前田親彦, 佐藤守男, 山田龍作: 肝細胞癌の MRI. *日本消化器病学会雑誌*, 82: 1155, 1985.
- 8) K. Ohtomo, Y. Itai, K. Yoshikawa, et al.: MR imaging of hepatoma treated by embolization. *J. Comput. Assist. Tomogr.*, 10: 973-975, 1986.
- 9) S.L. Robbins, R.S. Cotran: *Pathologic basis of disease*. second edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1979, p.132-138.
- 10) 佐藤守男, 山田龍作: 肝細胞癌に対する肝動脈塞栓治療法の基礎的臨床的検討. *日医放会誌*, 43: 977-1005, 1983.

MR Imaging of Hepatoma—Changes after TAE—

Miho Maeda (Dept. of Radiology, Wakayama Med. College)	(Dept. of Radiology, Wakayama Med. College)
Chikahiko Maeda (Dept. of Radiology, Wakayama Med. College)	Shozo Nomura (Dept. of Radiology, Wakayama Med. College)
Akiteru Yoshikawa (Dept. of Radiology, Wakayama Med. College)	Mamoru Kawabata (Dept. of Radiology, Wakayama Med. College)
Junko Hamachi (Dept. of Radiology, Wakayama Med. College)	Morio Sato (Dept. of Radiology, Wakayama Med. College)
Yasukazu Shioyama (Dept. of Radiology, Wakayama Med. College)	Ryusaku Yamada (Dept. of Radiology, Wakayama Med. College)
Masaki Terada (Dept. of Radiology, Wakayama Med. College)	Kimiko Kawahara (Oriono-Izumi Hosp.)
Masahiro Tsuda (Dept. of Radiology, Wakayama Med. College)	Takao Mishima (Oriono-Izumi Hosp.)
Kazushi Kishi	Ruriko Morita (Oriono-Izumi Hosp.)

Ten patients with hepatoma were treated by transcatheter hepatic arterial embolization (TAE) using gelatin sponge with anti-cancer drugs, and the changes on MR images after TAE were studied. Imaging was done at 0.15 Tesla.

In the two cases examined about 2 hours after TAE, the T_1 values of the tumor were slightly shortened. The T_1 -weighted images of them showed a slight increase in signal intensity of the tumor, and the T_2 -weighted images showed a slight decrease in signal intensity.

2~41 days after TAE, the T_1 values of the tumor became longer. The signal intensity of the tumor decreased on the T_1 -weighted images, and increased on the T_2 -weighted images. This phenomenon may be due to the coagulative necrosis observed histologically.

Furthermore, in the two cases examined 31~72 days after TAE, the T_1 values were shortened again.

Therefore, MRI may be useful for evaluation of the effect after TAE.