

# 原 著

## MRIにおけるリピオドールの基礎的検討 —信号強度について—

辻 昭夫 (天理よろづ相談所病院放射線科)  
松尾 導昌 (天理よろづ相談所病院MRセンター)  
黒田 康正 (天理よろづ相談所病院放射線科)  
錦 成郎 (天理よろづ相談所病院MRセンター)

岩谷 一雄 (天理よろづ相談所病院MRセンター)  
多田 勝紀 (天理よろづ相談所病院放射線科)  
松下 陽子 (天理よろづ相談所病院臨床病理部)  
岡山 幸成 (天理よろづ相談所病院臨床病理部)

### キーワード

MRI, Lipiodol Ultra-Fluid (Iodinated oil), T1 relaxation time, T2 relaxation time

### はじめに

現在、リピオドール・ウルトラ・フルイド (以下リピオドールと略す)を併用した transcatheter arterial embolization (以下 TAE と略す) が数多く施行されており、リピオドールは塞栓物質および X 線造影剤として使われている<sup>1),2),3)</sup>。今回、我々は MRI におけるリピオドールの信号強度および T1 値, T2 値等について基礎的検討を行った。

### 使用機器

Siemens Magnetom H15-2T (1.5Tesla)  
Siemens Magnetom M10 (1.0Tesla)  
リピオドール・ウルトラ・フルイド  
生理食塩水

### 方 法

- ①テーブル上に生理食塩水 500 ml 入容器およびリピオドール 10 ml を並べておく。
- ② Repetition time (TR)を 0.2, 0.4, 0.6, 1.0, 2.0, 3.0 sec, Echo time (TE)を 10, 15, 22, 40, 60, 90 msec と変え、それぞれについて Z 方向 (axial 方向) で撮像する。

シーケンス : spin echo technique  
X-gradient (read out)  
strength=3.758 mT/m

加算回数 : 1 回  
Matrix : 256×256  
Slice thickness : 10 mm  
Slice 枚数 : 1

Zoom factor : 1.2

- ③各イメージについて、リピオドール、生理食塩水、back ground に ROI を設定し信号強度を求める。また信号強度比を下式より求める。

$$\text{信号強度比} = \frac{\text{リピオドールの信号強度}}{\text{生理食塩水の信号強度}}$$

④リピオドールの T1 値について SE 法で TE=15 msec とし, TR のみ変えたものを数種類撮像し, 信号強度を求める。また T2 値については SE 法のマルチエコーを使い TR=3.0 sec として撮像しそれぞれの信号強度を求める。

T1 値の求めかた<sup>4)</sup>; 横軸を TR の時間軸とし, 縦軸を

$$\frac{S_0 - S_{tr}}{S_0}$$

(S<sub>0</sub>: 磁化の熱平衡状態のときの信号強度 S<sub>tr</sub>: パルスをかけたときの信号強度) の自然対数とし, それぞれプロットする。このグラフに近似直線を与え, この直線の傾きの逆数を T1 値とする。

T2 値の求めかた; 横軸を TE の時間軸とし,

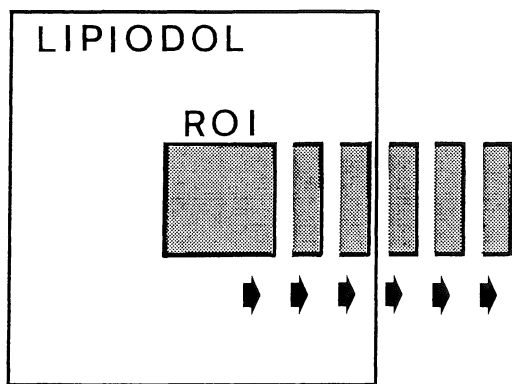


Fig. 1 リピオドールの量による信号強度の変化を調べるための実験図

ROI を徐々にずらしてゆき, ROI に含まれるリピオドールの量により信号強度の変化を調べる。

1.0 Tesla SE 法 TE=15msec

TR=0.6 sec

ROI の大きさ; 20 \* 20pixel (9.14 \* 9.14mm)

ROI の移動間隔; 0.457mm

縦軸を信号強度の自然対数とし, それぞれプロットする。このグラフに近似直線を与え, この直線の傾きの逆数を T2 値とする。

⑤以上の実験を 1.5 Tesla および 1.0 Tesla で行う。

⑥長方形の容器にリピオドールを入れ, 1.0 Tesla にてリピオドールを axial 方向で撮像する。(SE TR=0.6 sec TE=15 msec) つぎに正方形の ROI (20 ピクセル \* 20 ピクセル, 9.14 mm \* 9.14 mm) を設定する。ROI をずらしながら intensity をはかり, ROI に含まれるリピオドールの量により, 信号強度がどのように変化するか調べる。

## 結 果

- リピオドールの信号強度は TE が短く, TR が 1.0 sec 以上のとき最も信号強度が高い。TE が長くなるにしたがい信号強度は低くなる。TR が短いときは 1.5 Tesla と 1.0 Tesla での信号強度の差は小さいが, TR が長くなると信号強度の差は大きくなる。

- 信号強度比は TR が短くなるにしたがって, また TE が短くなるにしたがって大きくなる。よって T1 強調像においてはリピオドールと生理食塩水の信号強度比が大きい。このとき, リピオドールは high intensity であり, 生理食塩水は low intensity である。

- 1.5 Tesla より 1.0 Tesla の方がリピオドール, 生理食塩水共に信号強度が高く, 信号強度比も大きい。

- 1.0 Tesla においてリピオドールの T1 値および T2 値は 201 msec および 127 msec である。

- 1.5 Tesla においてリピオドールの T1 値および T2 値は 218 msec および 167 msec である。

- 正方形の ROI をずらしていき, ROI に含まれ

受付年月日 昭和63年 7月23日

別刷請求先 (〒632) 奈良県天理市三島町200番地 天理よろづ相談所病院放射線科内 辻昭夫

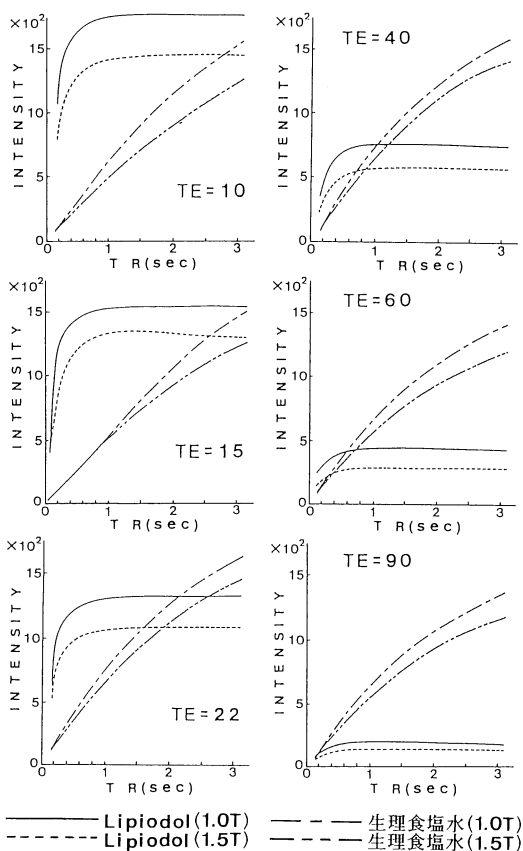


Fig. 2 TRを変えたときのリピオドールと生理食塩水の intensity の変化

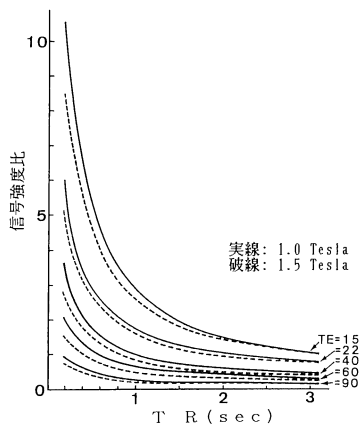


Fig. 3 TR および TE と信号強度比の関係

るリピオドールの量が減少するにしたがって、リピオドールの信号強度もほぼ比例して減少する。

考 察

TE および TR は短いほど、リピオドールと生理食塩水の信号強度比は大きくなるが、TR が極端に短いと 1~2 スライスしか一度に撮れないという制限がある。したがって実際には一回で

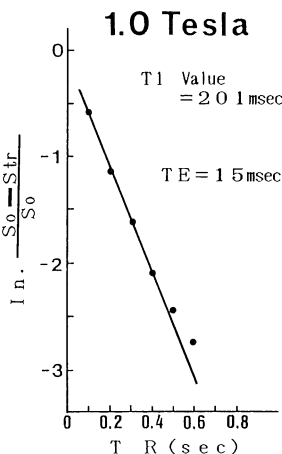


Fig. 4 1.0 Tesla におけるリピオドールの T1 値算出のための近似直線  
この直線の傾きの逆数を T1 値とする。

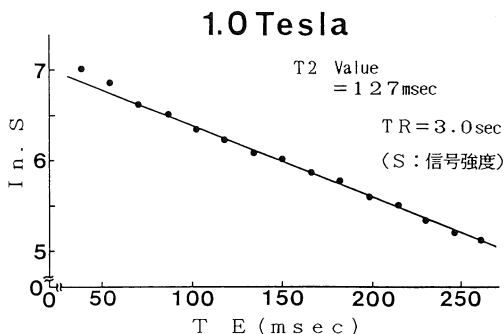


Fig. 5 1.0 Tesla におけるリピオドールの T2 値算出のための近似直線  
この直線の傾きの逆数を T2 値とする。

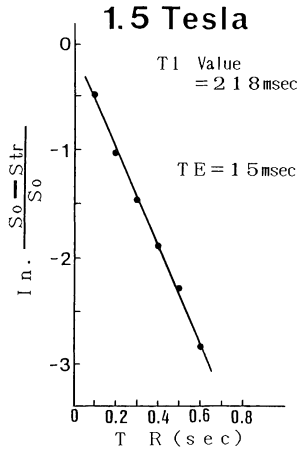


Fig. 6 1.5 TeslaにおけるリピオドールのT1値算出のための近似直線  
この直線の傾きの逆数をT1値とする。

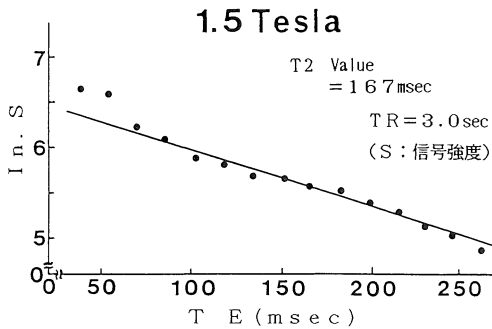


Fig. 7 1.5 TeslaにおけるリピオドールのT2値算出のための近似直線  
この直線の傾きの逆数をT2値とする。

撮像できる必要な枚数を決め、それに応じて選択できるTRの範囲で最短のとき、最も信号強度比が大きくなる。よってリピオドール併用TAE後にMRIを行う際T1強調像(SE TR=0.4~0.6 sec TE=10~15 msec)を用いるとリピオドールは生理食塩水に比べてhigh intensityに描出されると考えられる。またT2強調像(SE longTR longTE)において、リピオドールは生理食塩水より低いintensityを示すと考えられる。

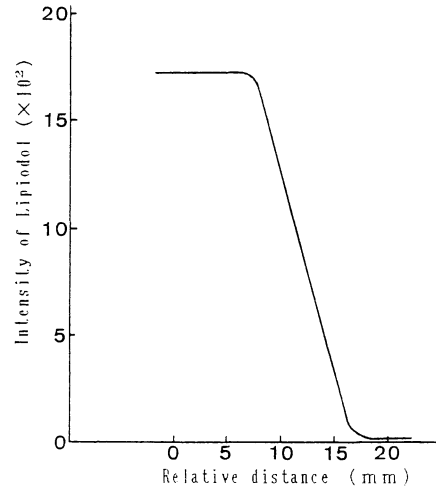


Fig. 8 リピオドールの信号強度とROIの移動距離の関係

ROIを動かしてゆき、ROIに含まれるリピオドールの量が減少するにしたがって、intensityも比例して減少する。

しかし、hepatocellular carcinoma (HCC)の多く(58症例中28)がT1強調像(SE 600/25)においてhigh intensityやisointensityを示し<sup>5)</sup>、steatosisやnecrosis, fibrosisによっても信号強度が変化する<sup>6)</sup>と報告されている。したがってリピオドール併用TAE後のリピオドールの信号強度についてはこれらとの関係も考慮し、今後検討して行かなければならない。

リピオドール併用TAE施行時、リピオドールは制癌剤等と攪拌した後カテーテルを通して肝臓に注入するため、小さな粒子状になっている。しかし肝臓内においてはリピオドールを小さな粒子が集積したある大きさを持った塊と見なすことができる。もしMRIを施行しROIを設定した場所がリピオドールのみならば信号強度は量にほぼ比例すると考えられるが、実際肝臓内においては血液や制癌剤、水溶性造影剤等と混在しているためリピオドールの信号強度に何ら

かの変化の生じることも考えられる。今後症例を積み重ねて、検討して行く必要がある。

1.5 Tesla と 1.0 Tesla での T1 値の違いは静磁場の強さによるものと考えられ、一般に磁場が低くなるほど T1 値は減少する。なお 1.5 Tesla と 1.0 Tesla での T2 値の違いについては 16 点のマルチエコー法を使用した測定回数が 1 回のため誤差の生じたことや、また磁場の不均一性による影響<sup>7)</sup>等も考えられる。

1.5 Tesla より 1.0 Tesla のリピオドールの信号強度が高いのはリピオドールの T1 値が 1.5 Tesla より小さいため、同じ TE, TR においてはリピオドールの信号強度が高くなったと考えられる。よって同じ TE, TR では 1.5 Tesla より 1.0 Tesla の方がリピオドールの信号強度が高いためリピオドールの描出能は良いと思われる。しかし臨床においては静磁場の強さの違いによる S/N 比の低下、加算回数の増加による 1 シーケンス当たりの検査時間の延長、また肝臓内のリピオドール周囲の信号強度の変化等を考慮しなければならない。

今回は SE 法を用いたが高速シーケンス (FLASH, FISP) を使ったときの信号強度についても今後検討して行きたい。

## 結 語

TE および TR が短いとリピオドールと生理食塩水の信号強度比が大きくなるため、リピオドール併用 TAE 後に MRI を行う場合 T1 強調像 (SE shortTR shortTE) ではリピオドールは生理食塩水に比べ high intensity に描出されると考えられる。T2 強調像 (SE longTR longTE) においては信号強度比が小さくなるため、リピオドールは生理食塩水に比べ low intensity に描出されると考えられる。また T1 値の違いによりリピオドールの信号強度は 1.5 Tesla に比べ 1.0 Tesla の方が同じ TE, TR においては高いと考

えられる。しかし臨床においては TAE 後の肝臓の状態および造影剤等の基剤との関係を考慮しなければならない。

## 文 献

- 1) 廣橋伸治, 尾辻秀章, 前田宗宏, 他; 被包型肝細胞癌. 臨放, 32 (11), 1356-1358, (1987)
- 2) 廣橋伸治, 打田日出夫, 吉矢和彦, 他; 肝細胞癌 (被膜外浸潤が描出された例). 臨放 32(11), 1359-1361 (1987)
- 3) 廣橋伸治, 津島寿一, 松尾敏和, 他; 肝細胞癌(Lp-TAE 後の再発診断に有用であり, 区域診断が困難であった例). 臨放, 32(11), 1365-1367(1987)
- 4) 核磁気共鳴医学研究会編; NMR 医学, 基礎と臨床, 220-223, 丸善, 東京, (1986)
- 5) Itoh K, Nishimura K, Togashi K, et al; Hepatocellular carcinoma: MR imaging. Radiology, 164, 21-25 (1987)
- 6) Ebara M, Ohto M, Watanabe Y, et al; Diagnosis of small hepatocellular carcinoma: correlation of MR imaging and tumor histologic studies. Radiology, 159, 371-377 (1986)
- 7) S. Majumdar, S. C. Orphanoudakis, A. Gmitro, et al; Errors in the measurements of T2 using multiple-echo MRI techniques: II. effects of static field inhomogeneity. Magn Reson Med 3, 562-574 (1986)

## An Experimental Study of Lipiodol Ultra-Fluid —On Its Signal Intensity in MR Imaging—

Akio Tsuji

(Department of Radiology, Tenri Hospital)

Michimasa Matsuo

(MR Center, Tenri Hospital)

Yasumasa Kuroda

(Department of Radiology, Tenri Hospital)

Shigeo Nishiki

(MR Center, Tenri Hospital)

Kazuo Iwaya

(MR Center, Tenri Hospital)

Katsunori Tada

(Department of Radiology, Tenri Hospital)

Yoko Matsushita

(Department of Clinical Pathology, Tenri Hospital)

Yukinari Okayama

(Department of Clinical Pathology, Tenri Hospital)

---

Lipiodol Ultra-Fluid (Lipiodol) is widely applied in the transcatheter arterial embolization (TAE). We studied signal intensity, the T1 relaxation time and the T2 relaxation time of Lipiodol itself using Siemens Magnetom H15-2T (1.5Tesla) and Magnetom M10 (1.0Tesla).

Lipiodol showed higher signal intensity than saline solution on the T1-weighted images (short TR, short TE technique in spin echo method). On the T2-weighted images (long TR, long TE technique in spin echo method), Lipiodol showed lower signal intensity than saline solution.

The T1 relaxation time of Lipiodol, measured at 1.0T, was 201msec and 218msec at 1.5T. The T2 relaxation time of Lipiodol, measured at 1.0T, was 127msec; and 167msec at 1.5T.

The signal intensity of Lipiodol at 1.0T was higher than the intensity at 1.5T. Shorter T1 relaxation time of Lipiodol at 1.0T is probably responsible for the higher intensity at 1.0T.

When MRI is performed after TAE with Lipiodol, the signal intensity of Lipiodol in the liver may be modified by various factors; such as chemotherapeutic agents, and changes in the liver due to thrombogenesis, necrosis and so on. The signal intensity of the liver follow TAE with Lipiodol has to be studied more precisely.