

## Gd-DTPA の X 線用陽性造影剤としての可能性

川崎医療短期大学 放射線技術科 川崎医科大学附属病院 中央放射線部\*

荒尾 信一 古城 剛\* 北山 彰 天野 貴司  
浮田 智子\* 板谷 道信 村中 明 西村 明久

(平成 5 年 8 月 23 日受理)

### Applications of Gd-DTPA for X-ray Positive Contrast Medium

Shinichi ARAO, Tsuyoshi KOJO\*, Akira KITAYAMA, Takashi AMANO  
Tomoko UKITA\*, Michinobu ITAYA, Akira MURANAKA  
and Akihisa NISHIMURA

*Department of Radiological Technology  
Kawasaki College of Allied Health Professions  
Department of Radiology, Kawasaki Medical School Hospital\*  
Kurashiki, Okayama 701-01, Japan  
(Received on Aug. 23, 1993)*

**Key words :** X 線用陽性造影剤, Gd-DTPA, ヨード造影剤, X 線スペクトル, ヨード過敏症

### 概 要

X 線造影検査の際, ヨード過敏症の患者に対してヨード造影剤の代わりとして MRI 用造影剤である Gd-DTPA を使用することの可能性について造影剤の X 線吸収スペクトルを測定し検討した。その結果, MRI 用造影剤である Gd-DTPA の X 線吸収率は代表的なヨード造影剤の約  $1/2 \sim 1/3$  であった。また X 線管電圧が高い場合にはガドリニウムの K 吸収端の寄与が大きいため, Gd-DTPA の X 線吸収率は比較的高くなることも解った。つまり, Gd-DTPA は, 代表的なヨード造影剤が約  $1/2 \sim 1/3$  の濃度に希釈された状態と同等であると考えられるため, 濃度分解能に優れる DSA 等を使用した造影検査に適応できる可能性があると思われる。また撮影条件については, 高い X 線管電圧での撮影が効果的であると考えられる。

### 1. はじめに

ヨード造影剤は, 診断領域で用いられるエネルギーの X 線に対する吸収率が X 線写真上で陽性造影剤として高いコントラストを示すため, 従来より, 多くの X 線造影検査に使用されている。しかし, 被検者がヨード過敏症である場合には, 危険度が高いため, これらヨード造影剤を使用することができない。したがって, このようなケースでは, 比較的高原子番号の物質を含む MRI 用造影剤である Gd-DTPA が X 線造影検査用の陽性造影剤として代用できる可能性があると思われる。すでに Gd-DTPA を投

与した MRI 造影検査後の CT 検査での造影効果に関するいくつかの報告<sup>1-3)</sup>がなされているが, 基礎的な造影剤の X 線吸収率の違いに関してはあまり論じられていない。よって今回我々は, ヨード造影剤および Gd-DTPA の X 線吸収スペクトルを造影剤濃度, X 線管電圧を変化させて測定し, 造影剤の X 線吸収率を求め, 比較することによって Gd-DTPA の X 線用陽性造影剤としての可能性について検討した。

### 2. 使用機器および実験方法

#### 2. 1 使用機器

X 線装置: X 線発生装置 東芝 KXO-15 [単

相], X線管球 東芝 DRX-1603B  
 X線スペクトルメータ: 検出器 EG&G ORTEC  
 GMX-10180-P [ゲルマニウム半導体], 波高  
 分析器 SEIKO EG&G Model 7800  
 CPU: NEC PC-9801RX  
 造影剤: ヨード造影剤 ウログラフィン  $C_{11}H_9I_3$   
 $N_2O_4$  (シェーリング), MRI 用造影剤 Gd-  
 DTPA マグネピスト  $C_{14}H_{20}GdN_3O_{10}C_7H_{17}$   
 $NO_5$  (シェーリング)

2. 2 実験方法

(1) 各々の造影剤を重量百分率濃度で7.5, 15, 30%の濃度としたものを作成し,  $3.9 \times 3.9 \times 8.0$ cmの正四角柱の容器に封入した。造影剤がないとき, および各々の造影剤を透過後のX線スペクトルをゲルマニウム半導体検出器を用い, 下記の条件にて測定した<sup>4)</sup>。

測定条件: 測定時間 5分 (造影剤なし) および 10分 (造影剤あり)

Shaping time :  $3 \mu\text{sec}$

パルス波形: Unipolar パルス

エネルギー校正:  $^{137}\text{Cs}$  (Ba-X ray) 32.2 keV

Fig. 1 に実験の配置を示す。

(2) 造影剤のないときのX線スペクトル (入射X線スペクトル:  $I_0$ ) からそれぞれの造影剤透過後のX線スペクトル (造影剤透過後X線スペクトル:  $I_c$ ) を引き算することにより, ヨード造

影剤 (ウログラフィン) および MRI 用造影剤 Gd-DTPA (マグネピスト) に吸収された (散乱されたものを含む) X線スペクトル ( $E_0$ ) を求めた。Fig. 2 に X線管電圧90kV, 造影剤濃度が30%のときの測定の様子を示す。

(3) X線管電圧は, 70, 90kVにて実験を行った。

3. 結 果

Fig. 3 a~f にヨード造影剤 (ウログラフィン) および MRI 用造影剤 Gd-DTPA (マグネピスト) に吸収された (散乱されたものを含む) X線スペクトルを示す。Fig. 3 は, ウログラフィンの吸収X線スペクトルを基準としてマグネピストの各濃度の吸収X線スペクトルを表示しており, 基準となるウログラフィンの濃度は左から7.5, 15, 30%で上段がX線管電圧70kV, 下段が90kVのときである。造影剤濃度が同濃度の場合には, いずれもウログラフィンが高吸収を示した。

また, ガドリニウムのK吸収端 (50.2keV) の影響によりマグネピストは50keVのエネルギー付近で特異的なX線の吸収が見られ, その影響は, X線管電圧が70kVのときよりも90kVのときの方がより顕著である。

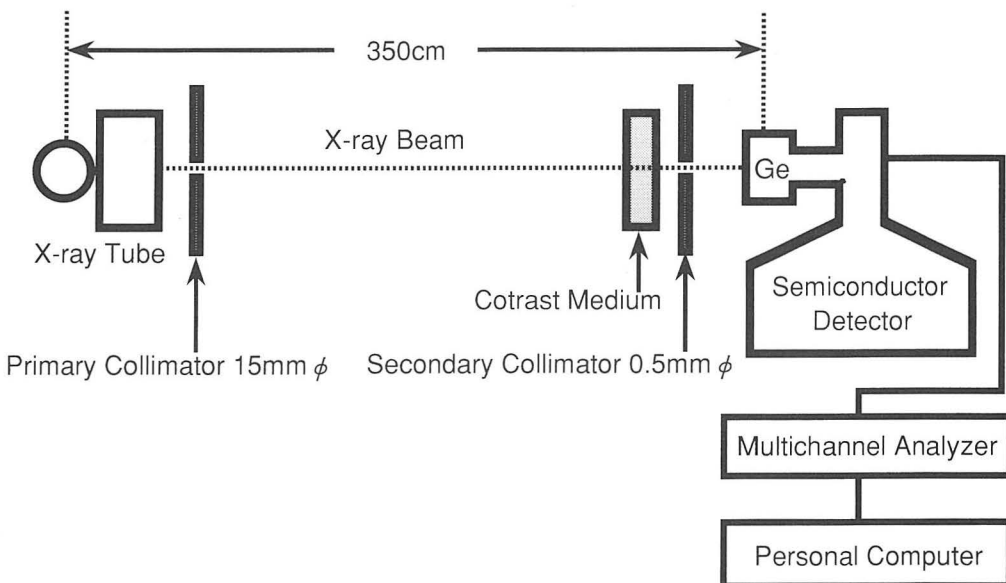


Fig. 1 Arrangement for measurement.

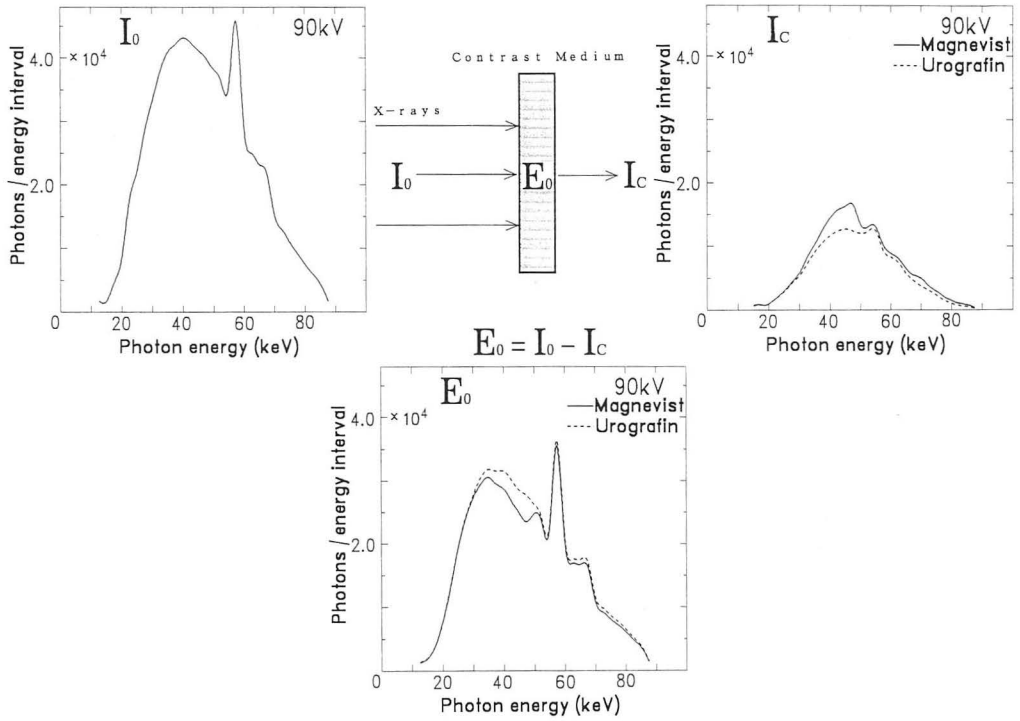


Fig. 2 Schematic representation for the experiment on spectra measurement of X-ray photons absorbed by contrast medium.

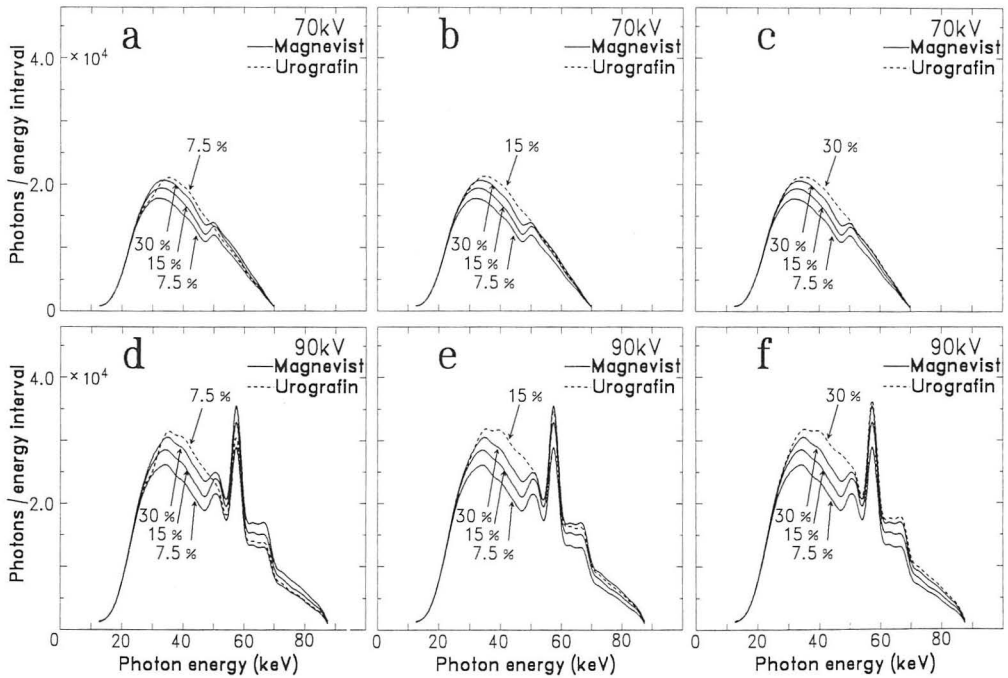


Fig. 3 X-ray spectra absorbed by Urografin and Magnevist, measured for 70kV (above) and 90kV (below) X-rays : density of contrast medium 7.5, 15 and 30%.

Table 1 Comparison of absorbed photons, relative to 30% Urografin.

Density(%)	Urografin		Magnevist	
	Tube Voltage (kV)		Tube Voltage (kV)	
	70	90	70	90
30	1.00	1.00	0.96	0.95
15	0.99	0.97	0.90	0.88
7.5	0.94	0.89	0.82	0.84

#### 4. 考 察

今回の実験で求めた Fig. 3 のそれぞれの造影剤に吸収された X 線スペクトルより各 X 線管電圧ごとのウログラフィン 30% を基準とした造影剤吸収光子数比を計算し、Table. 1 に示す。各 X 線管電圧ともにウログラフィン 7.5% の X 線吸収よりもマグネビスト 30% の X 線吸収の方が若干大きくなっており、マグネビストの X 線吸収はウログラフィンの濃度が約 1/3 程度に希釈されたものと同程度と考えることができる。このことは、造影剤の分子量の違いよりもウログラフィン：613.92、マグネビスト：742.79) 主な X 線吸収を占めるヨードおよびガドリニウムのそれぞれの造影剤中での存在比が 1 分子中でウログラフィンは 3 ヨード原子であるのに対し、マグネビストでは 1 ガドリニウム原子であることが理由と考えられる。

また、X 線管電圧 70kV と 90kV を比較すると、90kV ではウログラフィン 7.5% の X 線吸収はマグネビスト 15% の X 線吸収とほぼ等しく、70kV のときに比べマグネビストの X 線吸収はウログラフィンの約 1/2 の希釈程度にまで改善されている。これは、ガドリニウムの K 吸収端での X 線吸収が入射 X 線の量の増加と共に増加したことが原因だと考えられ、Gd-DTPA を使用する際に

は高い X 線管電圧を使用した方が有効であることが示唆された。なお、増感紙—フィルム系を用いた実験においても同等の結果が得られた。

今回の実験により、Gd-DTPA の一般造影検査での陽性造影剤としての効果はヨード造影剤に比べ劣るが、造影剤濃度が低くても写真コントラストを得ることのできる濃度分解能に優れた DSA 等のデジタル画像装置を用いれば Gd-DTPA も十分 X 線用陽性造影剤として使用可能であると思われる。これによりヨード過敏症等が原因で X 線造影検査が行えない場合にもその代用として Gd-DTPA を使用し検査することが可能となると考えられる。しかし、Gd-DTPA の毒性は、ヨード造影剤に比べ高く、[ラット LD<sub>50</sub> ウログラフィン 19.0g/kg, マグネビスト 6.5g/kg (♂), 6.8g/kg (♀)] 使用量の面では問題が残る。現状の MRI における使用量 (0.2ml/kg) では副作用の発生は極めて少ないが、X 線用陽性造影剤としての使用に際してはこれ以上の投与量が必要であるとも思われるのでより安全なガドリニウム製剤の開発が望まれる。

#### 5. 文 献

- 1) J. L. Bloem, J. wodergem : Gd-DTPA as a Contrast Agent in CT, Radiology, 171, 578—579, (1989)
- 2) E. A. Janon : Gadolinium-DTPA ; A Radiographic Contrast Agent, AJR 152, 1348, (1989)
- 3) 金野義紀, 安藤和夫, 小田切邦雄 : 血管尿路用 X 線造影剤としての Gd-DTPA. 日本医放会誌, 53, S 206, (1993)
- 4) 委員会報告 : エックス線エネルギースペクトル測定指針. 日放技学誌, 44(9), 1452—1462, (1988)
- 5) 造影剤要覧, 第14版. 日本シェーリングKK, 大阪, (1993)