

## 《原 著》

 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 による腎機能評価— $^{123}\text{I}$ -OIH および  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA との比較—

高山 輝彦\*    油野 民雄\*\*    秀毛 範至\*\*    横山 邦彦\*\*  
 道岸 隆敏\*\*    孫 保福\*\*    利波 紀久\*\*    久田 欣一\*\*  
 高畠 利一\*\*\*    太田 博真\*\*\*    友杉 直久\*\*\*    小林 健一\*\*\*

**要旨** 腎・尿路疾患 15 症例を対象として、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の臨床的有用性を検討した。 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 イメージでは、 $^{123}\text{I}$ -OIH に比べて腹部大動脈や腸骨動脈および尿管が良好に描画され、 $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA に比べてバックグラウンド放射能の低い画質の良好な像が得られた。レノグラムの機能指標の検討では、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 と  $^{123}\text{I}$ -OIH 間で最大カウント数 ( $C_{\max}$ ) に対する 20 分のカウント数 ( $C_{20}$ ) の比 ( $C_{20}/C_{\max}$ ) に有意 ( $p<0.05$ ) な相関が認められた。さらに、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の初期腎摂取率 ( $X$ ) と  $^{123}\text{I}$ -OIH の初期腎摂取率 ( $Y$ ) の間には、相関係数 0.880 と有意な相関が得られ、 $Y=1.16X-0.043$  の回帰式が導かれた。したがって、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 を用いて ERPF を評価し得る可能性があると思われた。以上より、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 は鮮明なイメージを提供し  $^{123}\text{I}$ -OIH とよく似た動態を示すことから、 $^{123}\text{I}$ -OIH に代わり得ると思われた。

(核医学 30: 753-760, 1993)

## I. はじめに

近年開発された  $^{99m}\text{Tc}$  標識の腎機能検査用薬品である Benzoylmercaptoacetyltryglycine (MAG3) は、主として近位尿細管より選択的に排泄されるとともに、有効腎血漿流量 (ERPF) の算出が可能ながことが知られている<sup>1-8)</sup>。今回、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の臨床的有用性を評価するために、 $^{123}\text{I}$ -OIH および  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA と対比しながら、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 により得られるイメージの特徴を検討した。またレノグラムを定量的に評価するために、新しい機能指標を導入して検討した。さらに  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3

を用いて、ガンマカメラによる ERPF を算出するための基礎的事項として、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の初期腎摂取率について検討したので報告する。

## II. 対象ならびに方法

## 1. 対 象

排泄性または逆行性腎盂造影、腎生検ならびに種々の臨床検査により診断の確定した 15 症例 (23~65 歳、平均年齢  $55\pm 17$  歳) を対象とした。15 症例の内訳は、高血圧 7 例、糖尿病 4 例、ネフローゼ症候群 3 例、水腎症 (尿管腫瘍) 1 例である。

$^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 検査を施行した 15 例全例に対して  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 検査を、さらに 15 例中 12 例には  $^{123}\text{I}$ -OIH による検査を、いずれも  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 検査施行前後 10 日以内に実施した。

$^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の使用に際しては、あらかじめ院内の治験委員会の承認を受けた。その後、個々の被検者には検査内容を詳細に説明し、文書で同意を得た。

\* 金沢大学医療短期大学部

\*\* 金沢大学医学部核医学科

\*\*\* 同 第一内科

受付: 5 年 1 月 29 日

最終稿受付: 5 年 4 月 20 日

別刷請求先: 金沢市小立野 5-11-80 (☎ 920)

金沢大学医療短期大学部

高山 輝彦

## 2. 検査方法

### 1) 前処置

通常検査 30 分前に排尿させ、水 250 ml を飲用させた。

### 2) 腎動態イメージング

$^{99m}\text{Tc-MAG3}$  の標識は、コールドキット (凍結乾燥品) のバイアル内に 1,200 MBq の  $^{99m}\text{Tc}$  溶液 2 ml を加えた後、 $100^\circ\text{C}$  で 10 分間加熱して行った。仰臥位の被検者の後面よりガンマカメラを当て、前腕肘静脈より  $^{99m}\text{Tc-MAG3}$  300 MBq をボラス静注した。データは、エネルギー幅  $140\text{ keV} \pm 20\%$ 、マトリックス  $128 \times 128$  の条件下で、投与直後より 1 秒 / フレームで 80 秒後まで、その後は 20 秒 / フレームで 20 分後まで収集した。撮像は 1 フレーム、5 秒ごと、計 16 フレームの血流イメージを得るとともに、1 フレーム 80 秒ごと、計 15 フレームの連続イメージを得た。 $^{123}\text{I-OIH}$  の検査では、 $^{123}\text{I-OIH}$  37 MBq を使用し、エネルギー幅を  $159\text{ keV} \pm 20\%$  とした。また  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  の検査では、 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  300 MBq を用いた。 $^{123}\text{I-OIH}$  および  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  検査時のデータ収集および撮像条件は、 $^{99m}\text{Tc-MAG3}$  の検査と同じにした。撮像装置には、低エネルギー高分解能コリメータを装着した大視野ガンマカメラ (東芝社製 GCA-901A/W2) を使用し、データ処理装置には GMS-550U を使用した。

統計的解析として、有意差の検定には  $\chi^2$  検定を、また平均値の差の検定には  $t$  検定を用い、いずれも有意水準は 5% とした。

## 3. データ解析

### (1) 定性的解析

#### 1) イメージ評価

$^{99m}\text{Tc-MAG3}$ 、 $^{123}\text{I-OIH}$ 、および  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  のイメージについて、おのおのの血流相、機能相および排泄相を対比した。

#### 2) レノグラム解析

収集したデータから両腎、腎皮質および腎盂に関心領域を設定し、時間・放射能曲線 (レノグラム) を求めた。このレノグラムを、(1) 標準型、(2) 機能低下型、(3) 高度機能低下型、(4) 排泄遅

延型、(5) 閉塞型、(6) 無機能型の 6 型に分類した。

### (2) 定量的解析

#### 1) レノグラム評価

得られたレノグラム上より、 $T_{\max}$ 、 $T_{2/3}$ 、 $T_{1/2}$ 、 $C_{\max}$  (最大カウント数)、 $C_{20}$  (20 分におけるカウント数) および  $C_{20}/C_{\max}$  を算出した。

#### 2) 初期腎摂取率、ERPF および GFR

$^{99m}\text{Tc-MAG3}$ 、 $^{123}\text{I-OIH}$  および  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  の三物質について初期腎摂取率を算出した。さらに  $^{123}\text{I-OIH}$  については、以下に述べる方法で有効腎血漿流量 (ERPF) を求め、 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  については、Gates の方法<sup>9)</sup> を用いて糸球体濾過量 (GFR) を求めた。ERPF の算出には、paraaminohippurate (PAH) を用いて求めた ERPF 値と、 $^{131}\text{I-OIH}$  静注後 1~2 分間の両腎摂取率の相関結果から得られた回帰式<sup>10)</sup> を用いた。すなわち、RI 投与前後の注射器内の放射能を測定することにより、 $^{123}\text{I-OIH}$  の投与量を正確に算出した。ついで両腎を関心領域として、 $^{123}\text{I-OIH}$  静注後 1~2 分間の放射能を求めた。この際、 $^{123}\text{I-OIH}$  の水中における線吸収係数 0.149 を用いて、 $^{123}\text{I-OIH}$  の両腎の深さによる吸収補正を行った<sup>10)</sup>。 $^{123}\text{I-OIH}$  静注後 1~2 分間の放射能を投与量で除することにより腎摂取率を正確に算出し、回帰式に挿入して ERPF 値を求めた。

## III. 結 果

### 1. 定性的評価

#### (1) イメージ評価

##### 1) 血流相

$^{99m}\text{Tc-MAG3}$  の血流相では、15 例全例で両腎の中央レベルにおいて腹部大動脈が鮮明に認められ、このうち 9 例 (60.0%) には腸骨動脈が認められた。 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  の血流相では、15 例中 14 例 (93.3%) で腹部大動脈が認められ、このうち 8 例 (53.3%) には腸骨動脈が認められた。 $^{123}\text{I-OIH}$  の血流相では、12 例全例で腹部大動脈は認められなかった。以上、 $^{123}\text{I-OIH}$  に比べて  $^{99m}\text{Tc-MAG3}$  や  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  における腹部大動脈の検出には、

統計的に有意差 ( $p < 0.05$ ) が認められた。また血流相において、両腎の描画は <sup>99m</sup>Tc-MAG3 の 15 例中 14 例 (93.3%) で認められた。<sup>123</sup>I-OIH では 12 例中 11 例 (91.7%) で腎の描画は認められたが、腎への RI 集積量が低く、したがって <sup>99m</sup>Tc-MAG3 の像よりも鮮明ではなかった。<sup>99m</sup>Tc-DTPA では、15 例中 14 例 (93.3%) で両腎は描画されたが、<sup>99m</sup>Tc-MAG3 に比べてバックグラウンド放射能が高く、特に 15 例中 8 例 (53.3%) ではバックグラウンドがきわめて高い像であった。

## 2) 機能相

機能相では、三物質間で所見の不一致は認められなかった。左腎は 15 例中 12 例 (80.0%) で鮮明に認められたが、3 例では機能低下のため RI 集積が極度に低下しており、明瞭に描出されなかった。右腎は 15 例中 14 例 (93.3%) で鮮明に認められたが、1 例では著明な萎縮と機能低下のため三物質ともに明瞭に描出されなかった。

## 3) 排泄相

排泄相では、三物質間で所見の不一致は認められなかった。左尿管は、<sup>99m</sup>Tc-MAG3 では 15 例中 10 例 (66.7%) で、<sup>123</sup>I-OIH では 12 例中 3 例 (25.0%) で、<sup>99m</sup>Tc-DTPA では 15 例中 5 例 (33.3%) で認められた。右尿管は、<sup>99m</sup>Tc-MAG3 では 15 例中 1 例 (6.7%) で、<sup>123</sup>I-OIH では 12 例中 2 例 (16.7%) で、<sup>99m</sup>Tc-DTPA では 15 例中 1 例 (6.7%) で認められた。しかしながら、三物質間における尿管出現頻度について統計的に有意差は認められなかった。

## (2) レノグラム

レノグラムの型による分類では、三物質間で型の不一致は認められなかった。

## 2. 定量的評価

### (1) レノグラム

レノグラムの機能指標のうち、腎全体ならびに腎実質に関心領域としたレノグラムの  $T_{max}$  は、三物質の間でいずれも有意 ( $p < 0.05$ ) な相関は認められなかった (Table 1)。一方  $C_{20}/C_{max}$  については、<sup>99m</sup>Tc-MAG3 と <sup>99m</sup>Tc-DTPA 間、および <sup>123</sup>I-OIH と <sup>99m</sup>Tc-DTPA 間では相関が認められ

**Table 1** Correlation of  $T_{max}$  and  $C_{20}/C_{max}$  among <sup>99m</sup>Tc-MAG3, <sup>123</sup>I-OIH, and <sup>99m</sup>Tc-DTPA on the renograms with ROI of the whole kidney

Substance	$T_{max}$		$C_{20}/C_{max}$	
	Left	Right	Left	Right
MAG3 & OIH	0.471	0.336	0.859*	0.786*
MAG3 & DTPA	0.424	0.064	0.330	0.192
OIH & DTPA	0.074	0.209	0.199	0.305

\* $p < 0.05$

**Table 2** Correlation of  $T_{max}$  and  $C_{20}/C_{max}$  between <sup>99m</sup>Tc-MAG3 and <sup>123</sup>I-OIH on the renograms with different ROI

ROI	$T_{max}$		$C_{20}/C_{max}$	
	Left	Right	Left	Right
Whole	0.471	0.336	0.859*	0.786*
Cortex	0.568	0.404	0.938*	0.913*
Pelvis	0.216	0.260	0.786*	0.549

\* $p < 0.05$

**Table 3** Values of parameters on the renograms with ROI of the whole kidney

	$T_{max}$	$T_{2/3}$	$T_{1/2}$
MAG3	5.09 ± 1.49	10.70 ± 4.53	12.01 ± 3.49
OIH	4.27 ± 1.02	7.89 ± 2.41	10.82 ± 3.50
DTPA	4.50 ± 2.97	12.14 ± 4.54	17.47 ± 3.60

(min)

**Table 4** Correlation of renal uptake among <sup>99m</sup>Tc-MAG3, <sup>123</sup>I-OIH, and <sup>99m</sup>Tc-DTPA

Substance	Left	Right	Total
MAG3 & OIH	0.880*	0.883*	0.808*
MAG3 & DTPA	0.896*	0.774*	0.724*
OIH & DTPA	0.757*	0.765*	0.495

\* $p < 0.05$

なかったものの、<sup>99m</sup>Tc-MAG3 と <sup>123</sup>I-OIH 間には有意 ( $p < 0.05$ ) な相関が認められた (Table 1)。さらに、<sup>99m</sup>Tc-MAG3 の  $C_{20}/C_{max}$  と <sup>123</sup>I-OIH の  $C_{20}/C_{max}$  の間の相関について、腎全体、皮質部、および腎盂部の三種の関心領域を比較すると、統計的な有意差は認められなかったものの、皮質部に関心領域としたレノグラムで最も良好な相関傾向を示した (Table 2)。



$T_{2/3}$ については、三物質による検査が施行された24腎中6腎(25.0%)では、 $T_{2/3}$ が20分以上の値を示したため数値的な比較はできなかった。比較が可能であった18腎中14腎(77.8%)では、 $^{123}\text{I}$ -OIHによるレノグラムの $T_{2/3}$ が $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3によるものよりも小さい値を示した。また18腎の平均値には統計的な有意差は認められなかったものの、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3の $T_{2/3}$ は $^{123}\text{I}$ -OIHのものよりは大きく、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPAのものよりは小さい値を示した(Table 3)。

$T_{1/2}$ については、三物質による検討が施行された24腎中9腎(37.5%)では、 $T_{1/2}$ が20分以上の値を示したため、比較はできなかった。比較が可能であった15腎中12腎(80.0%)では、 $^{123}\text{I}$ -OIHによるレノグラムの $T_{1/2}$ が $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3によるものよりも小さい値を示した。また15腎の平均値には統計的な有意差は認められなかったものの、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3の $T_{1/2}$ は $^{123}\text{I}$ -OIHのものよりは大きく、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPAのものよりは小さい値を示した(Table 3)。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3によるレノグラムの型と $C_{20}/C_{\text{max}}$ の関連について、標準型のレノグラム群では $C_{20}/$

$C_{\text{max}}$ が0.4以下の数値を示したのに対し、機能低下型では0.5以上の数値を示した。また高度機能低下型や無機能型では、 $C_{20}/C_{\text{max}}$ はほぼ1.0の数値を示した。

### 3. 初期腎摂取率, ERPF および GFR

左腎および右腎における初期腎摂取率は、三物質間で有意( $p<0.05$ )に相関した。すなわち、左腎および右腎における $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3と $^{123}\text{I}$ -OIHの初期腎摂取率は、おのおの相関係数0.880、および0.883で有意( $p<0.05$ )に相関した(Table 4)。左腎と右腎を併せた24腎について、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3の初期腎摂取率(X)と $^{123}\text{I}$ -OIHの初期腎摂取率(Y)は相関係数0.880で相関し、 $Y=1.16X-0.043$ .... (1)の回帰式が得られた(Fig. 1)。

左腎と右腎の総和による全腎における $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3と $^{123}\text{I}$ -OIHの初期腎摂取率は、相関係数0.808で有意( $p<0.05$ )に相関した(Table 4)。

## IV. 症 例

65歳, 男性, 高血圧

右腎の著明な萎縮と左腎の腫大が認められた。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3のイメージ(Fig. 2)では、血流相における右腎の血流低下と機能相における機能低下が認められた。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3の摂取率は、左腎では14.2%、右腎では1.3%、両腎では15.5%であった。 $^{123}\text{I}$ -OIH(Fig. 3)でも同様に、右腎の著明な萎縮、および血流と機能の低下が認められた。 $^{123}\text{I}$ -OIHの摂取率は、左腎では12.7%、右腎では1.2%、両腎では13.9%であり、これより算出したERPF値は左腎では271 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>、右腎では17 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>、全腎ERPFは288 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>であった。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA(Fig. 4)でも同様に、右腎の萎縮、および血流と機能の低下が認められたが、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3のイメージに比べてバックグラウンドの放射能が高い傾向が認められた。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPAの摂取率は、左腎では8.3%、右腎では0.8%、両腎では9.1%であり、これより算出したGFR値は、左腎では65.1 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>、右腎では6.0 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>、全腎GFRは71.1 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>であった。

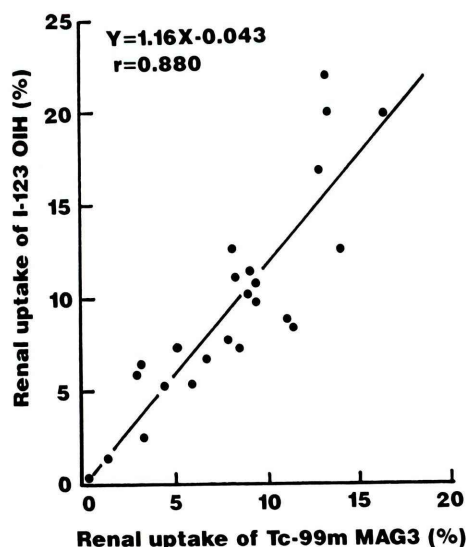
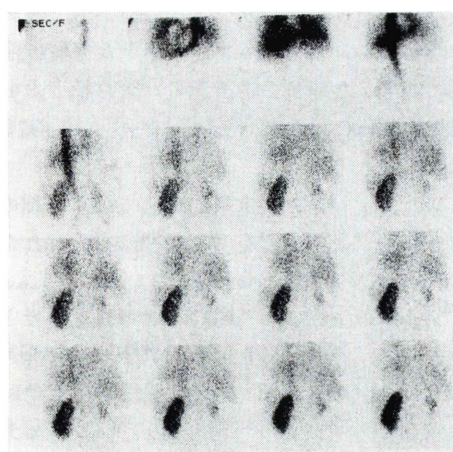
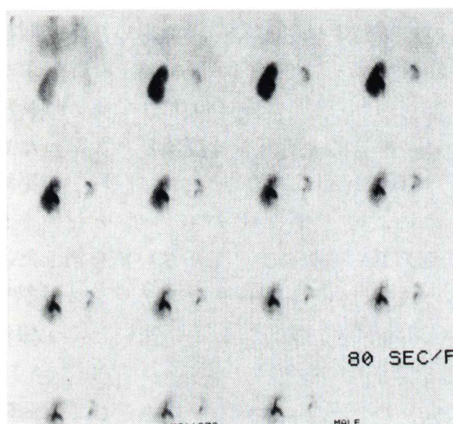


Fig. 1 Correlation between renal uptake of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 and  $^{123}\text{I}$ -OIH.

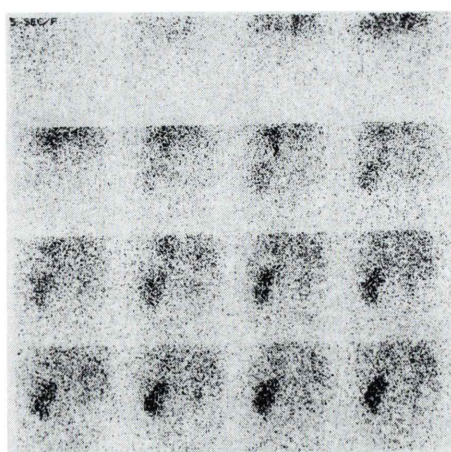


A

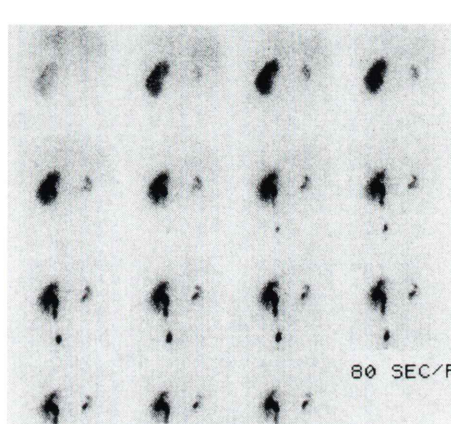


B

Fig. 2 65-year-old man.  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 renography. (A) vascular phase, and (B) parenchymal and excretory phases.



A



B

Fig. 3  $^{123}\text{I}$ -OIH renography. (A) vascular phase, and (B) parenchymal and excretory phases.

## V. 考 察

従来、腎近位尿細管機能測定用として、かつ ERPF 算出には  $^{131}\text{I}$  または  $^{123}\text{I}$  標識のヨウ化馬尿酸ナトリウム (OIH) が使用されてきた<sup>11,12)</sup>。今回、検討した  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 は、ヨード標識 OIH に代わりうる可能性を有するものとして、1986 年に開発された医薬品である<sup>1)</sup>。今回行ったイメージの検討では、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 は同じ ERPF 測定用物質である  $^{123}\text{I}$ -OIH に比べて腹部大動脈や腸骨動脈などの動脈系の描出度の面で優れていた。

これは、腎機能評価の際の血流相評価の面で優れている可能性を示すものである。すなわち、腹部大動脈や腸骨動脈の描画に優れていることは、血管性病変の評価に有効であることを示唆している。このような  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の  $^{123}\text{I}$ -OIH に対する優位性の第一の理由は、MAG3 が  $^{99m}\text{Tc}$  標識剤であることによると思われる。すなわち、 $^{99m}\text{Tc}$  のガンマ線放出エネルギーは 140keV とガンマカメラの撮像に適している。また  $^{99m}\text{Tc}$  の半減期は 6 時間と短く、被検者の被曝が少ないことから大量投与が可能なのも解像度の優れた画像が得られ



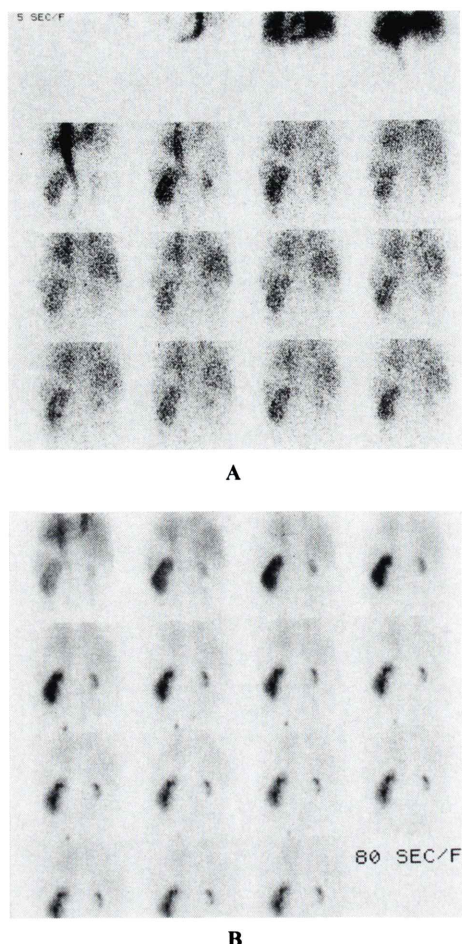


Fig. 4  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA renography. (A) vascular phase, and (B) parenchymal and excretory phases.

る理由の一つである。一方、現在腎機能評価医薬品として使用されている糸球体濾過物質である  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA と比較すると、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 ではバックグラウンドの低い像が得られた。この特徴は、高度腎機能障害例における腎機能の評価で特に有用と考えられる。すなわち、高度腎機能障害例では、 $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA イメージの場合、腎/腎周囲バックグラウンド比がきわめて低く、腎の描出度が著明に低下する。初期腎摂取率に基づく GFR の算出においても、バックグラウンド放射能の影響を著しく受けやすいために、正確さを欠く欠点がある。 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 のイメージでは  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA

に比べて、バックグラウンド放射能が低く良好な像を供与する。したがって、腎不全など腎機能の著明に低下した症例や透析患者、腎移植者などの腎機能の評価に優れていることを示すものである<sup>3,5)</sup>。

今回のレノグラムの定量的評価では、三種の物質間で  $T_{\max}$  について有意な相関は得られなかった。Taylor ら<sup>3)</sup> は、腎障害患者について  $T_{\max}$  は  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の方が  $^{123}\text{I}$ -OIH より短縮したと報告している。今回の検討では  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の  $T_{\max}$  が  $^{123}\text{I}$ -OIH の  $T_{\max}$  より短縮したものは 12 例中 4 例のみで、残り 8 例は逆に  $T_{\max}$  が延長を示した。また  $T_{2/3}$  および  $T_{1/2}$  については、 $^{123}\text{I}$ -OIH の  $T_{2/3}$  が  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の  $T_{2/3}$  より短縮したものは 19 腎中 15 腎 (78.9%) で認められ、同様に  $^{123}\text{I}$ -OIH の  $T_{1/2}$  が  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の  $T_{1/2}$  より短縮したものは 15 腎中 12 腎 (80.0%) で認められた。さらに、統計的な有意差は認められなかったものの、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の  $T_{2/3}$ 、および  $T_{1/2}$  の平均値は、おのおの  $^{123}\text{I}$ -OIH のものよりも大きく、 $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA のものよりも小さい値を示した。これらの結果は、 $^{123}\text{I}$ -OIH のクリアランスが  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 のクリアランスよりも速いという報告を支持するものである<sup>13)</sup>。

今回、レノグラムの新しい指標として  $C_{20}/C_{\max}$  を導入した。 $C_{20}/C_{\max}$  については、 $^{123}\text{I}$ -OIH と  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の間で有意 ( $p < 0.05$ ) の相関が認められた。また  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 による  $C_{20}/C_{\max}$  値とレノグラムの型の間には、一定の関連傾向がみられた。すなわち、標準型では  $C_{20}/C_{\max}$  が 0.4 以下の数値を示したのに対し、機能低下型では 0.5 以上を、また高度機能低下型や無機能型ではほぼ 1.0 に近い値を示した。一般に腎機能障害の最も鋭敏な指標は静注 30 分後でのヨード標識 OIH の腎実質内残存とされている<sup>14)</sup>。今回、静注 30 分後での検討は試みられなかったものの、 $C_{20}/C_{\max}$  についての  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 と  $^{123}\text{I}$ -OIH の相関、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 と  $^{123}\text{I}$ -OIH の腎摂取率の相関、および  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 とレノグラムの型との関連結果から、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の腎実質内残存度を評価する

ことは、腎実質機能を評価する上で、ヨード OIH と同様に重要な指標を提供するものと思われる。

今回、ガンマカメラを用いた  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の初期腎摂取率法による ERPF 値算出の可能性を検討するために、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の初期腎摂取率 (X) と  $^{123}\text{I}$ -OIH の初期腎摂取率 (Y) との相関を求めたところ、両者は相関係数 0.880 で相関し、 $Y=1.16X-0.043$  の回帰式が導かれた。Short ら<sup>12)</sup> は、 $^{123}\text{I}$ -OIH とガンマカメラを用いて算出した ERPF 値が PAH を用いて算出した ERPF 値と相関係数 0.963 でよく相関したと報告している。したがって、今回  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 と  $^{123}\text{I}$ -OIH の初期腎摂取率との間に良好な相関が得られたことから、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 が ERPF の算出に使用できると思われた。Abdel-dayem ら<sup>6)</sup> も、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 を用いたガンマカメラ法による ERPF 測定の妥当性を同様に示している。

## VI. おわりに

今回、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 は  $^{123}\text{I}$ -OIH に比べて血流イメージで腹部大動脈や腸骨動脈の描出に優れ、かつ体内動態が  $^{123}\text{I}$ -OIH にきわめて類似した結果を示すことが明らかにされた。したがって、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 は近位尿細管機能評価用として、かつ ERPF 測定用として、今後  $^{123}\text{I}$ -OIH に代わりうる有望な物質であると思われた。

なお、今回の  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 の使用時、特記すべき臨床的、血液学的、生化学的な変動は認められず、安全性について特に問題はないと考えられた。

今回の検討に当たり、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 を提供いただきました第一ラジオアイソトープ社に深く感謝いたします。

## 文 献

- 1) Fritzberg AR, Kasina S, Eshima D, Johnson DL: Synthesis and biological evaluation of technetium-99m MAG3 as a hippuran replacement. *J Nucl Med* 27: 111-116, 1986
- 2) Taylor A, Eshima D, Fritzberg AR, Christian PE, Kasina S: Comparison of iodine-131 OIH and technetium-99m MAG3 renal imaging in volunteers. *J Nucl Med* 27: 795-803, 1986
- 3) Taylor A, Eshima D, Christian PE, Milton W: Evaluation of Tc-99m mercaptoacetyl triglycine in patients with impaired renal function. *Radiology* 162: 365-370, 1987
- 4) Russell CD, Thorstad B, Yester MV, Stutzman M, Baker T, Dubovsky EV: Comparison of technetium-99m MAG3 with iodine-131 hippuran by a simultaneous dual channel technique. *J Nucl Med* 29: 1189-1193, 1988
- 5) Taylor A, Eshima D, Christian PE, Wooten WW, Hansen L, McElvany K: Technetium-99m MAG3 kit formulation: Preliminary results in normal volunteers and patients with renal failure. *J Nucl Med* 29: 616-622, 1988
- 6) Abdel-dayem HM, Sadek S, Al-bahar R, Sabha M, El-sayed M: Comparison of  $^{99m}\text{Tc}$  mercaptoacetyl triglycine and  $^{131}\text{I}$ -orthoiodohippurate in determination of effective renal plasma flow (ERPF). *Nucl Med Commun* 10: 99-107, 1989
- 7) Bubeck B, Brandau W, Weber E, Kalble T, Parekh N, Georgi P: Pharmacokinetics of technetium-99m-MAG3 in humans. *J Nucl Med* 31: 1285-1293, 1990
- 8) Eshima D, Taylor A: Technetium-99m mercaptoacetyl triglycine: Update on the new  $^{99m}\text{Tc}$  renal tubular function agent. *Sem Nucl Med* 22: 61-73, 1992
- 9) 油野民雄, 高山輝彦, 中嶋憲一, 瀬戸幹人, 利波紀久, 久田欣一, 他:  $^{99m}\text{Tc}$  DTPA 腎摂取率法を用いた GFR 測定による分腎機能評価. *核医学* 22: 1781-1787, 1985
- 10) 油野民雄, 高山輝彦, 中嶋憲一, 山田典央, 瀬戸幹人, 利波紀久, 他: 腎摂取率法を用いた GFR, ERPF, FF 算出による分腎機能評価. *核医学* 23: 783-791, 1986
- 11) Stadalnik RC, Vogel JM, Jansholt AL, Krohn KA, Matolo NM, Lagunassolar MC, et al: Renal clearance and extraction parameters of orthoiodohippurate (I-123) compared with OIH (I-131) and PAH. *J Nucl Med* 21: 168-170, 1980
- 12) Short MD, Glass HI, Chisholm GD, Vernon P, Silverster DJ: Gamma-camera renography using  $^{123}\text{I}$ -Hippuran. *Br J Radiol* 46: 289-294, 1973
- 13) Muller-suur R, Bois-svensson I, Mesko L: A comparative study of renal scintigraphy and clearance with technetium-99m-MAG3 and iodine-123-hippurate in patients with renal disorders. *J Nucl Med* 31: 1811-1817, 1990
- 14) Freeman LM: Freeman and Juhnson's clinical radionuclide imaging. New York, Grune & Stratton Inc., 1984, p. 139

## Summary

### Evaluation of Renal Function Using $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3: Comparison with $^{123}\text{I}$ -OIH and $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA

Teruhiko TAKAYAMA\*, Tamio ABURANO\*\*, Noriyuki SHUKE\*\*,  
Kunihiko YOKOYAMA\*\*, Takatoshi MICHIGISHI\*\*, Bao-Fu SUN\*\*,  
Norihisa TONAMI\*\*, Kinichi HISADA\*\*, Toshikazu TAKABATAKE\*\*\*,  
Hiromichi OHTA\*\*\*, Naohisa TOMOSUGI\*\*\* and Kenichi KOBAYASHI\*\*\*

*\*Allied Medical Profession, \*\*Department of Nuclear Medicine, \*\*\*Department of Internal Medicine (I),  
Kanazawa University, School of Medicine, Kanazawa*

The utility of  $^{99m}\text{Tc}$ -mercaptoacetyltriglycine (MAG3) was studied clinically. In the renography obtained with  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3, the abdominal aorta and the common iliac arteries were clearly visualized in the vascular phase. Due to less background activity and high target to background ratio, the quality of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 image was superior to that of  $^{123}\text{I}$ -OIH or  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA image. The parameters on the renogram including  $T_{\text{max}}$ ,  $T_{2/3}$ , and  $T_{1/2}$  were compared. The correlation of  $T_{\text{max}}$  and  $T_{2/3}$  or  $T_{1/2}$  were not significant between  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 and  $^{123}\text{I}$ -OIH. Another parameter of  $C_{20}/C_{\text{max}}$ , where  $C_{20}$  and  $C_{\text{max}}$  are renal activities at 20 min after injection and at  $T_{\text{max}}$  respectively, showed an excellent correlation between  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 and  $^{123}\text{I}$ -OIH. Using  $C_{20}/C_{\text{max}}$ , pattern of renogram can be characterized

numerically. Concerning about the relation between  $C_{20}/C_{\text{max}}$  and renogram pattern, standard renogram pattern showed the  $C_{20}/C_{\text{max}}$  value of less than 0.4, while hypofunctioning pattern showed more than 0.5. The correlation coefficient between the renal uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 and  $^{123}\text{I}$ -OIH was 0.880 with a correlation plot: " $Y=1.16X-0.043$ ", where X and Y represent renal uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 and  $^{123}\text{I}$ -OIH, respectively.

It can be concluded that  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 is useful renal imaging agent as an alternative to  $^{123}\text{I}$ -OIH, in order to evaluate the proximal tubular function and calculate ERPF.

**Key words:**  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3,  $^{123}\text{I}$ -OIH,  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, ERPF, GFR.