

## 《原 著》

## $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>による腎動態イメージング検査の臨床的有用性の検討

—— $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA,  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA,  $^{131}\text{I}$ -OIHとの対比——

足立 至\* 末吉 公三\* 杉岡 靖\* 小森 剛\*  
 田渕耕次郎\* 小倉 康晴\* 中田 和伸\* 難波隆一郎\*  
 辰 吉光\* 松井 律夫\* 榎林 勇\*

**要旨**  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> (Mercaptoacetyltriglycine) は  $^{99m}\text{Tc}$  製剤でありながら主に尿細管から排泄される特徴を持っており腎動態機能検査用として期待されている。各種腎、尿路疾患の 15 症例を対象に  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> を使用し、さらに同一症例で 13 例に  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA、5 例に  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA、7 例に  $^{131}\text{I}$ -OIH を施行したところ以下の結果を得た。 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> による腎動態機能検査は全例で良好な初期血流画像、経時画像が得られ、レノグラム曲線の作成も容易であった。 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> の経時画像は  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA の経時画像よりも良好で  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA と同等の診断能が得られた。 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> のレノグラム曲線は  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA のそれよりも排泄が早く、ERPF を反映するとされる  $^{131}\text{I}$ -OIH のレノグラム曲線に比較的類似していた。以上より  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> は良好な初期血流画像、経時画像およびレノグラム曲線が得られるものと考えられた。

(核医学 31: 131-142, 1994)

### I. はじめに

腎臓の機能、形態検査のために従来からいくつかの放射性医薬品が日常臨床に使用されている。腎動態機能検査として主に尿細管から分泌され腎有効血漿流量 (ERPF) を反映するとされる  $^{131}\text{I}$ -OIH、 $^{123}\text{I}$ -OIH (Orthoiodohippurate) と主に糸球体濾過率を反映するとされる  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA (Diethylenetriaminepentaacetic acid) が使用されている。また腎皮質血流および形態検査のため尿細管と結合するとされる  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA (Dimercaptosuccinic acid) が使用されている<sup>1)</sup>。新たに開

発された  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> (Mercaptoacetyltriglycine) は  $^{99m}\text{Tc}$  製剤でありながら主に尿細管から排泄される特徴を持っており腎動態機能検査用として期待され、欧米で使用されているのみならず本邦でも臨床試験が行われている<sup>2~8)</sup>。今回われわれは  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> を使用する機会を得たので機能面のみならず形態面について  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA、 $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA 等の他の放射性医薬品と対比検討したので報告する。

### II. 対 象 (Table 1)

対象は 15 症例で平均年齢 55 歳、男性 8 例、女性 7 例で疾患は Table 1 に示したように尿路通過障害が疑われる疾患を中心に多岐にわたっている。 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> (日本メジフィジックス社製) は投与量が 370 MBq のみならず 185 MBq, 555 MBq でも行い、対比検討のため 13 例で  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA、5

\* 大阪医科大学放射線医学教室

受付: 5 年 8 月 30 日

最終稿受付: 5 年 12 月 1 日

別刷請求先: 大阪府高槻市大学町 2-7 (番 569)

大阪医科大学放射線医学教室

足 立 至

Table 1 Patients data in this study

Patients No.	Patients ID	Age	Sex	Clinical diagnosis	Dose of $^{99m}\text{Tc}$ -MAG <sub>3</sub>	Other radionuclide studies of the kidney
1	T.K.	36	M	Lt-hydronephrosis	370 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA
2	F.Y.	66	F	Rt-hydronephrosis	370 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA
3	Y.M.	55	F	s/o Renal dysfunction	370 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA
4	H.U.	62	F	Bil-renal stone	370 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, $^{131}\text{I}$ -OIH
5	N.E.	62	M	s/o Lt-renal tumor	370 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA
6	M.K.	50	M	Iliac conduit p/s bladder ca.	370 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, $^{131}\text{I}$ -OIH
7	R.N.	71	M	Lt-renal stone	370 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA
8	H.S.	41	M	Horseshoe kidney	370 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, $^{131}\text{I}$ -OIH, $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA
9	H.Y.	56	M	p/s Rt-renal stone	185 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, $^{131}\text{I}$ -OIH
10	Y.G.	66	M	Lt-renal stone	185 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA
11	T.R.	50	M	Rt-ureter stone	185 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DMSA
12	M.K.	41	F	Rt-renal arteriovenous malformation	555 MBq	Not examined
13	K.N.	61	F	Bil-renal stone	185 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, $^{131}\text{I}$ -OIH, $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA
14	T.H.	55	F	Lt-nephrectomy	370 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, $^{131}\text{I}$ -OIH, $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA
15	M.S.	57	F	Lt-renal stone	370 MBq	$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, $^{131}\text{I}$ -OIH, $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA

例で  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA, 7 例で  $^{131}\text{I}$ -OIH による評価を 2 週間以内に施行した。

なお本試験は「医薬品の臨床試験の実施に関する基準」を遵守して行い、本院治験審査委員会の承認を得た後、被験者に治験薬および本試験に関し、十分な説明をした上で被験者本人から文書による同意書を得て行った。

### III. 方 法

使用装置はシーメンス社製 ZLC-7500 型ガンマカメラ、島津社製シンチパック 2400 型処理装置、島津社製 UTC-12 型、Scinti-probe DS-2 型レノグラム装置である。

$^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> は 400 ml 飲水後 30 分間経過してから仰臥位で 185 MBq ないし 555 MBq を静注した。185 MBq 使用時には低エネルギー汎用、370 MBq, 555 MBq 使用時には低エネルギー高分解能コリメータを装着した ZLC-7500 型ガンマカメラで背面から撮像した。初期血流画像として 3 秒 1 フレームで 16 フレーム、経時画像として 5 分ごとに 550 k カウントになるように収集し、同時に動態機能検査として 12 秒 1 フレームで 100 フレーム(20 分間)をシンチパック 2400 にデータ収集した。データ処理は両側腎臓に手動で閑心領

域(ROI)を設定し、レノグラム曲線を作成した。 $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA は  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> の使用量と同一とし、データ収集、処理も  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> と同様に行った。 $^{131}\text{I}$ -OIH は 400 ml 飲水後 30 分間経過後、仰臥位でおおむね腎相応部に Scinti-probe DS-2 型を背面から合わせ、0.74 MBq を静注後データ収集し、レノグラム装置 UTC-12 型でレノグラム曲線のみを得た。 $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA は 92.5 MBq を静注後 2 時間後に低エネルギー高分解能コリメータを装着した ZLC-7500 型ガンマカメラで 700 k カウントになるようにデータ収集した。

得られた画像は  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>,  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA は初期血流画像の血管描出能、経時画像の腎実質への集積の程度や病変の有無を評価し、 $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA は腎実質の集積程度、病変の有無等を評価した。レノグラム曲線が得られた  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>,  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA,  $^{131}\text{I}$ -OIH は S 型、標準型(正常レノグラム); O 型、閉塞型(第 I~II 相はみられるが第 III 相を認めない); D 型、排泄遅延型(閉塞型に似るが第 III 相を認める); H 型、機能低下型(各相は区別できるが全般に振幅が低い); N 型、無機能型(カーブが平坦で明らかな機能消失); L 型、高度機能低下型(無機能型に似るがわずかに第 II 相を認める); I 型、間歇排泄型(第 III 相が

Table 2 Morphological findings and renogram curve findings of <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>, <sup>99m</sup>Tc-DTPA, <sup>99m</sup>Tc-DMSA and <sup>131</sup>I-OIH

Pts No.	Pts ID	Morphological findings of <sup>99m</sup> Tc-MAG <sub>3</sub>	Morphological findings of <sup>99m</sup> Tc-DTPA	Morphological findings of <sup>99m</sup> Tc-DMSA	Renogram pattern of <sup>99m</sup> Tc-MAG <sub>3</sub>		Renogram pattern of <sup>99m</sup> Tc-DTPA		Renogram pattern of <sup>131</sup> I-OIH	
					Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.
1	T.K.	Bil-hydro.	Bil-hydro.	Not examined	O	O	D	D	Not examined	
2	F.Y.	Rt-contracted kidney	Rt-contracted kidney	Not examined	S	N	S	N	Not examined	
3	Y.M.	Almost normal findings	Almost normal findings	Not examined	S	S	S	S	Not examined	
4	H.U.	Bil-hydro., Lt-contracted kidney	Bil-hydro., Lt-contracted kidney	Not examined	L	H	L	H	L	H
5	N.E.	Lt-renal hilum defect	Almost normal findings	Not examined	S	S	S	S	Not examined	
6	M.K.	Almost normal findings	Almost normal findings	Not examined	S	S	H	H	S	S
7	R.N.	Bil-hydro., Rt-hypo.	Bil-hydro., Rt-hypo.	Not examined	D	D	D	L	Not examined	
8	H.S.	Horseshoe kidney,	Horseshoe kidney,	Horseshoe kidney,	D	D	H	H	S	S
9	H.Y.	Bil-hydro.	Bil-hydro.	Bil-hydro.						
10	Y.G.	Rt-contracted kidney	Rt-contracted kidney	Not examined	S	L	S	L	S	N
		Lt-hydro., Lt-contracted kidney	Lt-hydro., Lt-contracted kidney	Not examined	L	S	L	S	Not examined	
11	S.R.	Rt-parenchymal damage	Not examined	Almost normal findings	S	O	Not examined			
12	M.K.	Rt-contracted kidney	Not examined	Not examined	S	L	Not examined			
13	K.N.	Bil-hydro.	Bil-hydro.	Bil-hydro.	D	O	O	D	D	
14	T.H.	Rt-almost normal findings	Rt-almost normal findings	Rt-almost normal findings	N	S	N	H	N	S
15	M.S.	Lt-hydro., Lt-hypo.	Lt-hydro., Lt-hypo.	Lt-hydro., Lt-hypo.	D	I	D	S	H	S

Abbreviations. hypo.: decreased uptake, suspected hypofunction.  
hydro.: retention in the renal pelvis, suspected hydronephrosis.

Renogram pattern; S: standard type, O: obstructive type, D: delayed excretion type, H: hypofunction type, N: non function type, L: severe hypofunction type I: intermittent excretion type.

T<sub>max</sub>: time to peak count. T<sub>1/2</sub>: time to a half count from peak count.

階段状を呈する); X型: 判定不能(他の要因により判定不能)とレノグラム曲線を分類した。また投与時点から最大カウント数に達するまでの時間  $T_{max}$ , 最大カウント数から  $1/2$  になるまでの時間  $T_{1/2}$  を求めた。検査時間中の 20 分間で  $T_{max}$ ,  $T_{1/2}$  とともにレノグラム曲線上認めない症例は便宜上 20 分とし,  $T_{max}$  を認めるが  $T_{1/2}$  を認めない症例では 20 分から  $T_{max}$  を引算した値を用い, 各検査別に対応のある t 検定を行い  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  15 症例 30 腎,  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  13 症例 26 腎,  $^{131}\text{I-OIH}$  7 例 14 腎のレノグラム曲線の違いを検討した。

#### IV. 結 果

$^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  による腎動態機能検査は 370 MBq, 555 MBq のみならず 185 MBq であっても良好な初期血流画像, 経時画像が得られ, レノグラム曲線の作成も容易であった。 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  と対比した 13 例では初期血流画像は投与量も同一であり腹部大動脈の描出等は差を認めなかったが,

経時画像では  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  は  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  に比較して腎臓への集積が高くバックグラウンドが低いためか, 読影が容易であった。

$^{99m}\text{Tc-DMSA}$  は 5 例のみの対比であるが以下の症例呈示のように, 馬蹄腎の癒合部の描出が  $^{99m}\text{Tc-DMSA}$  が一番優れていたが  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  でも診断は可能であった。しかしこの症例では  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  の経時画像では癒合部を描出することはできなかった。レノグラム曲線については  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  は  $^{131}\text{I-OIH}$  と類似した曲線であったが,  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  は排泄相が遅延している症例が見られた(Table 2).  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ ,  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ ,  $^{131}\text{I-OIH}$  の 3 者を行った 7 例 14 腎で有意差検定を行ったところ  $T_{max}$  は 3 者に有意差はなかった(Fig. 1). しかし  $T_{1/2}$  では  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  が  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  と比較して 4 分遅延しており ( $p < 0.02$ ),  $^{131}\text{I-OIH}$  に比べても 7 分遅延していた ( $p < 0.001$ ).  $^{131}\text{I-OIH}$  は  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  と比べても 3 分程度有意に早く排泄された ( $p < 0.02$ ) (Fig. 2).

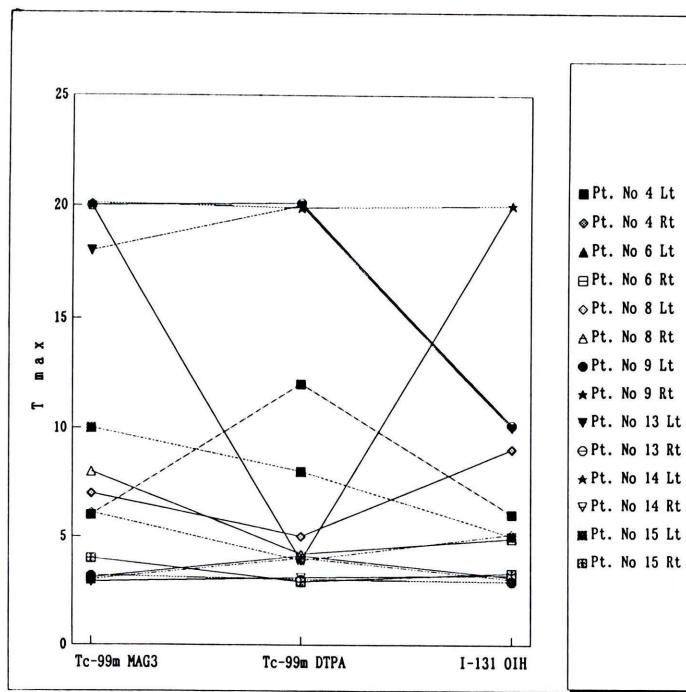


Fig. 1 Comparison of  $T_{max}$  with  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ ,  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  and  $^{131}\text{I-OIH}$ .

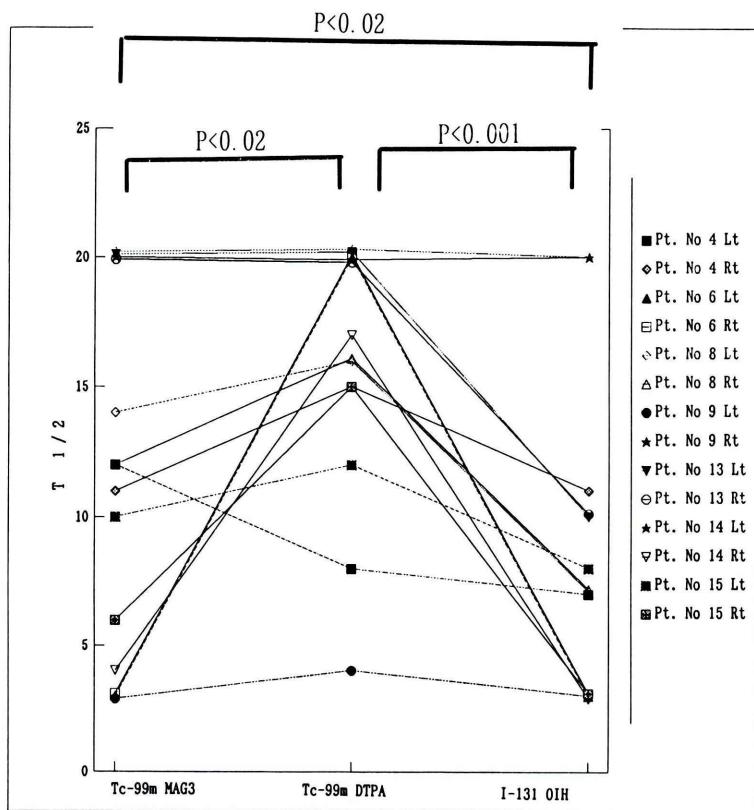


Fig. 2 Comparison of  $T_{\max}$  with  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>,  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA and  $^{131}\text{I}$ -OIH.

なお  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> を投与した全 15 例において、 $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> に起因すると考えられる自他覚症状の変化および臨床検査値の異常変動は認められなかつた。

## V. 症例呈示

### 41歳、男性 (Patient No. 8, H.S.) (Fig. 3)

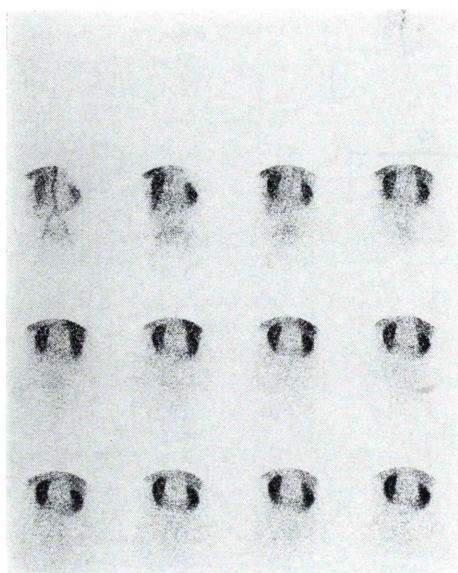
平成 4 年 11 月から両側腹部痛が出現し、平成 5 年 2 月には腰部痛も出現し当院泌尿器科を受診し排泄性腎孟造影で右腎回転異常ならびに下垂、左腎回転異常を指摘された。

$^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> の初期血流画像は両腎の下極が内側に変位し癒合が見られた (Fig. 3A)。経時画像では両腎の下極の内側変位が見られ、腎孟内での停滞も見られ、また両腎の癒合も軽度ながら認められた (Fig. 3B)。 $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA でも  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>

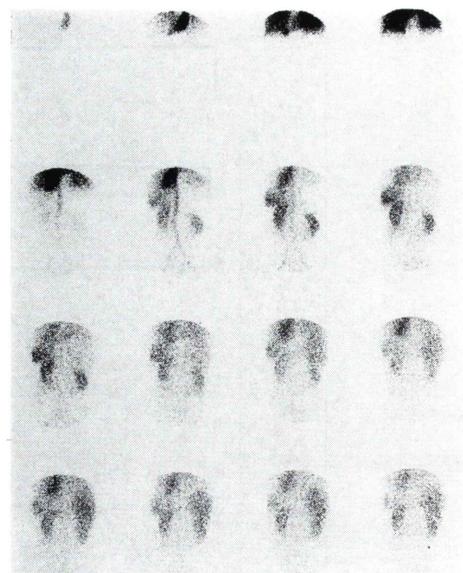
と同様の所見が得られたが癒合は判然としなかつた (Fig. 3C, D)。しかし  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA では両腎下極の内側変位のみならず癒合が明瞭に見られた (Fig. 3E)。しかしカウント制御で撮像しているので腎臓以外の集積の少ない  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA が良好に見られる傾向にはあるとも考えられる。これらのレノグラム曲線は  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> が立ち上がり排泄とも緩徐であり、 $^{131}\text{I}$ -OIH が正常型であり、 $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA がその中間のパターンであった (Fig. 3F-1, 2, 3)。

### 57歳、女性 (Patient No. 15, M.S.) (Fig. 4)

平成 3 年 7 月に健康診断で左腎結石を指摘され平成 4 年 3 月に当院泌尿器科で結石破碎術を施行し結石は自排された。排泄性腎孟造影で結石は消失していたが左腎孟拡大を認めるため精査となつた。



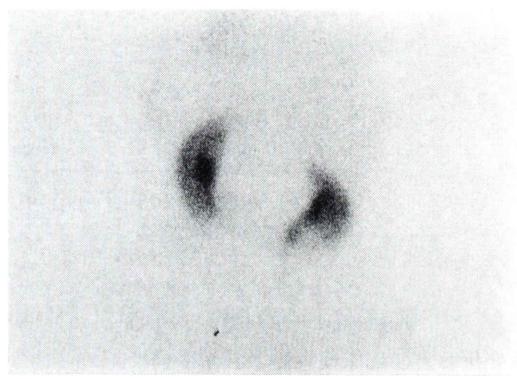
3A



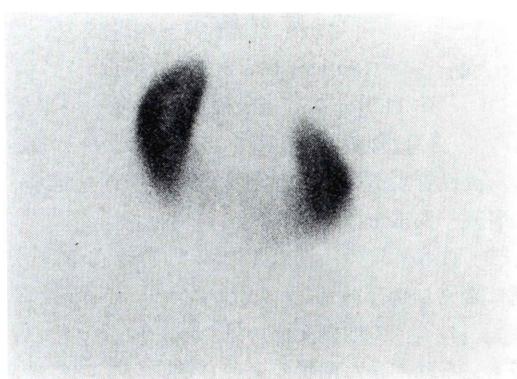
3C



3B



3D



3E

**Fig. 3** A 41-year old male with horseshoe kidney.

A: Dynamic images of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>.

B: A static image of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> at 10 minutes after injection. The site of fusion can be identified on both the dynamic study and static study.

C: Dynamic images of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA.

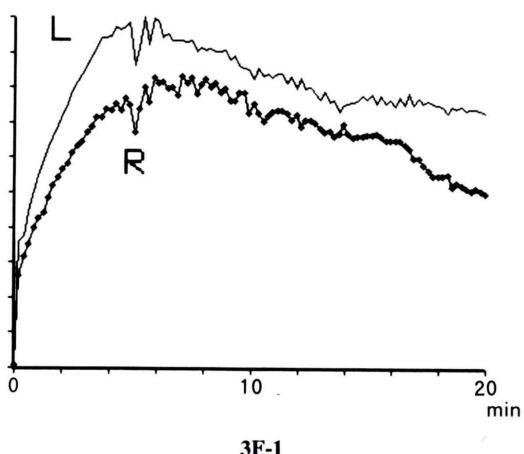
D: A static image of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA at 10 minutes after injection. The site of fusion is not apparent to both the dynamic study and static study.

E: A static image of  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA at 120 minutes after injection shows the site of fusion apparently.

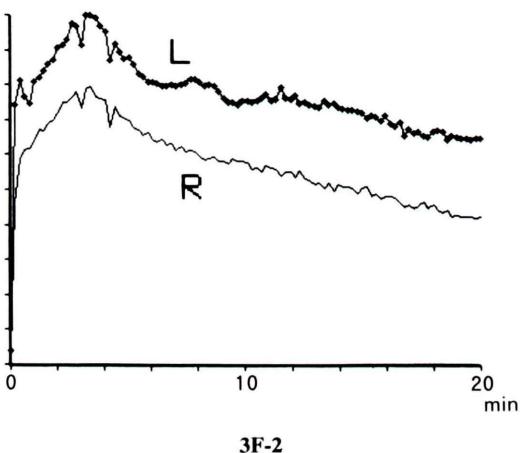
F-1: Renogram of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> reveals delayed accumulation phase and delayed excretory phase on both kidney.

F-2: Renogram of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA shows mild delayed accumulation phase and mild delayed excretory phase on both kidney.

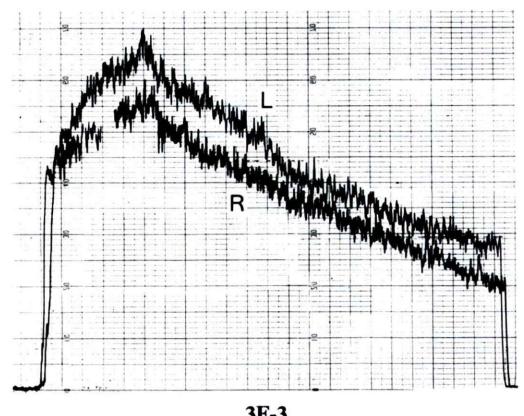
F-3: Renogram of  $^{131}\text{I}$ -OIH shows standard pattern on both kidney.



3F-1



3F-2

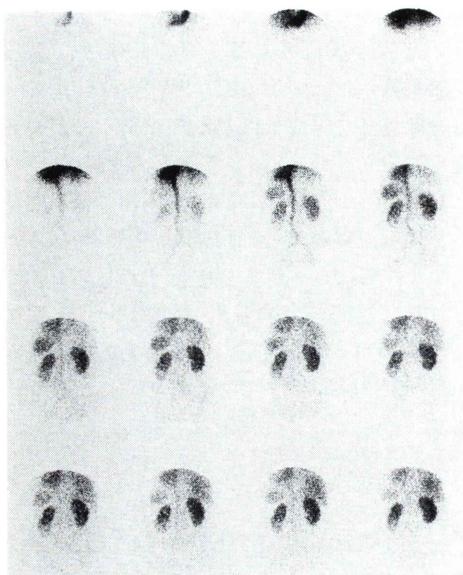


3F-3

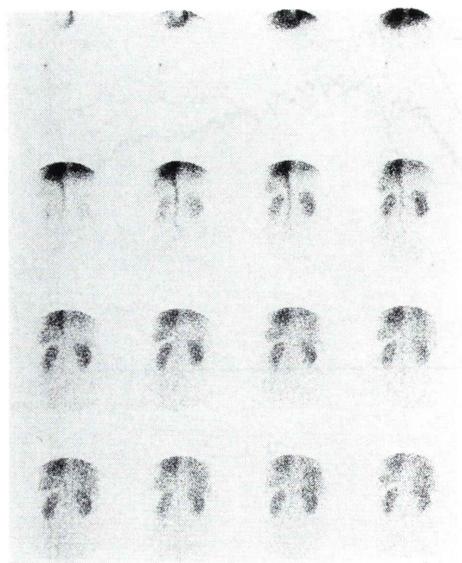
<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub> の初期血流画像では左腎下極の集積低下が見られ (Fig. 4A, B), 経時画像では左腎に水腎症が見られた (Fig. 4C). <sup>99m</sup>Tc-DTPA の初期血流画像では左腎には限局的集積低下は見られず (Fig. 4D, E), 経時画像では左腎に水腎症がみられた (Fig. 4F). <sup>99m</sup>Tc-DMSA 静態像では左腎集積低下と腎孟拡大が見られた (Fig. 4G). レノグラム曲線では左腎はいずれも機能低下が見られたが健常な右腎は <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub> で排泄相が間歇型であり, <sup>99m</sup>Tc-DTPA では正常であるものの遅延が見られたが, <sup>131</sup>I-OIH では正常型であった (Fig. 4H-1, 2, 3).

## VI. 考 案

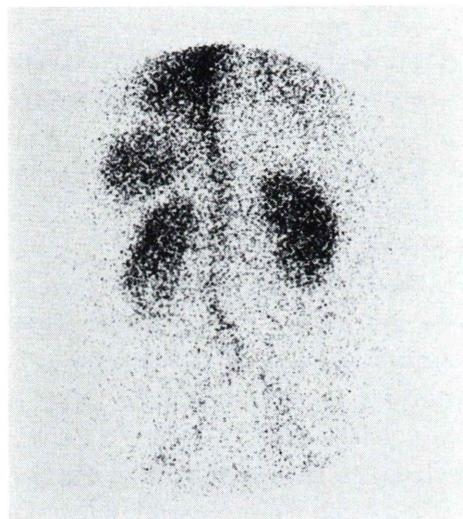
従来から腎機能評価に <sup>131</sup>I-OIH は 1 回循環で約 85% が尿細管から排泄され腎機能検査には最適であるが放出ガンマ線の主エネルギーが 364 keV と高く, 現段階では適切な高エネルギー用のコリメータがなく, またベータ線を放出する欠点もあるので十分な使用量が得られないでの撮像には最適とは言えない<sup>1)</sup>. このため現在では当院においても検査件数は減少している. それに代わって <sup>131</sup>I-OIH 同様に腎機能検査には適しており, 放出ガンマ線の主エネルギーが 159 keV とガンマカメラでの撮像には適している <sup>123</sup>I-OIH が開発され, 近年臨床応用されているが, 投与量が 74 MBq 程度では初期血流画像の撮像に必ずしも適さず腎実質等の経時画像も満足な像は得られない. 一方 <sup>99m</sup>Tc-DTPA は <sup>99m</sup>Tc 製剤であるため多くの量を使用できるので初期血流画像の撮像には適しているが, 1 回循環で約 25% が糸球体で濾過されるのみでバックグラウンドが高くレノグラム曲線は排泄相の遅延が見られるので, 腎機能評価には必ずしも十分とはいえない<sup>1)</sup>. 腎皮質血流や形態診断のみであれば <sup>99m</sup>Tc-DMSA は最適であるが尿細管に沈着するために膀胱への排泄を認めないのでレノグラム曲線を得ることはできない<sup>1)</sup>. 今回使用した <sup>99m</sup>Tc-Mercaptoacetyltriglycine (MAG<sub>3</sub>) はこれら従来の腎シンチグラフィ製剤の種々の欠点を補う新しい放射性医薬品である. 本



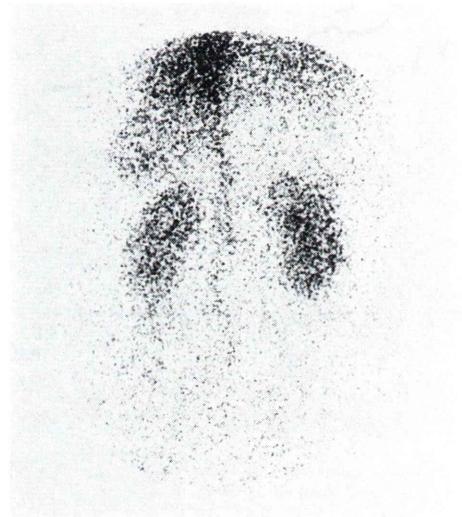
4A



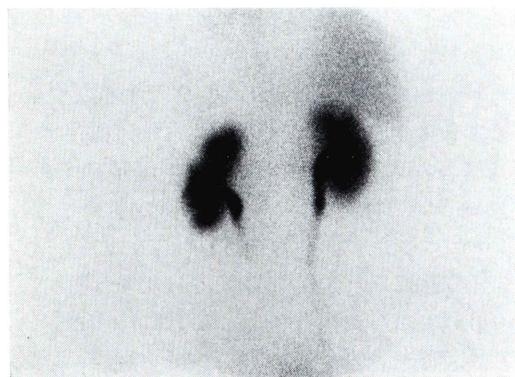
4D



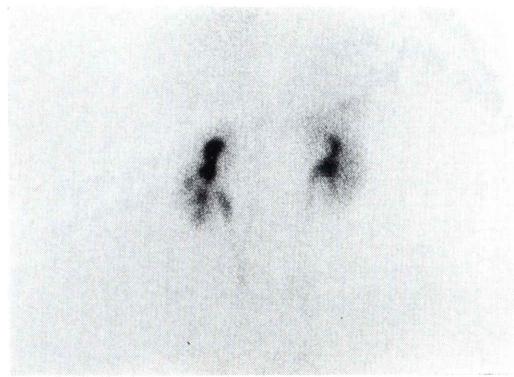
4B



4E



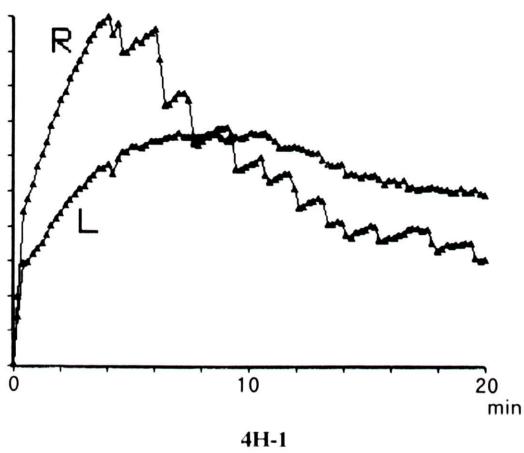
4C



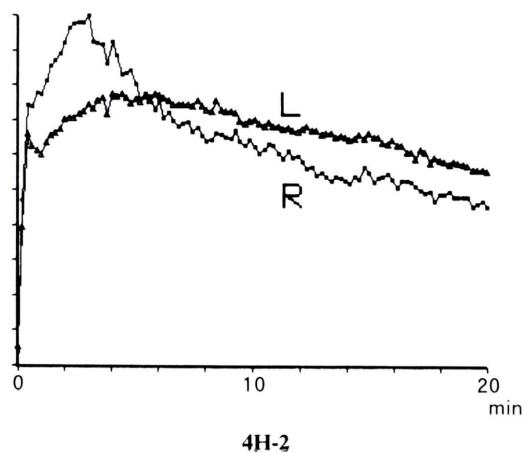
4F



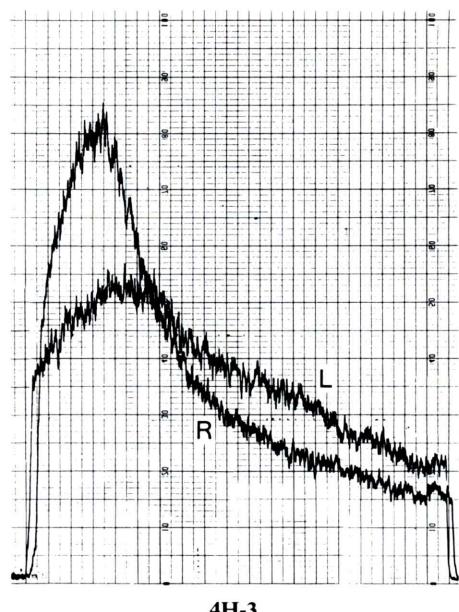
4G



4H-1



4H-2



4H-3

Fig. 4 A 57-year old female with postlithostomy of the left kidney.

- A: Dynamic images of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>.
- B: A magnified dynamic image of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> shows decreased uptake in the lower part of the left kidney.
- C: A static image of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> at 10 minutes after injection shows the hydronephrosis of the left kidney.
- D: Dynamic images of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA.
- E: A magnified dynamic image of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA can not reveal decreased uptake in the lower part of the left kidney.
- F: A static image of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA at 10 minutes after injection shows the hydronephrosis of the left kidney.
- G: A static image of  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA at 120 minutes after injection shows decreased uptake of left renal parenchyma and dilatation of left renal pelvis.
- H-1: Renogram of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>, H-2: Renogram of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, H-3: Renogram of  $^{131}\text{I}$ -OIH. Renogram patterns of left kidney are no comparison between three radionuclides. Renogram patterns of right kidney are different each other ( $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>: intermittent excretory pattern,  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA: standard pattern with delayed excretory phase,  $^{131}\text{I}$ -OIH: standard pattern).

製剤は1回循環で約2ないし5%が糸球体で濾過され尿細管で50~60%が排泄されるとされ腎動態機能検査用の放射性医薬品として欧米ではすでに臨床応用され<sup>131</sup>I-OIHのみならず,<sup>99m</sup>Tc-DTPA,<sup>123</sup>I-OIH等と対比検討されている<sup>5~13)</sup>。

今回使用した製剤は<sup>99m</sup>Tc標識済みで供給されるものであり、キット製剤のように加温の必要な点ではなく簡便なものと期待されているが、<sup>99m</sup>Tc製剤のため午前中の検査が望ましいといった不都合もある。しかし検査を行った15例すべてで良好な初期血流画像、経時画像が得られレノグラム曲線も容易に作成することができた。画質面では初期血流像は<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>と<sup>99m</sup>Tc-DTPAでは大きな差を認めなかつたが、経時画像では<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>は<sup>99m</sup>Tc-DTPAに比べて腎臓への摂取が高いためか同じ投与量にもかかわらずより明瞭な腎実質像、尿路の像を得ることができた。<sup>99m</sup>Tc-DMSAとは5例しか比較しておらず十分とは言えないが、症例呈示したように<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>は形態診断の面でも有用と考えられる。レノグラム曲線の視覚的ならびに定量面からの検討では<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>は<sup>99m</sup>Tc-DTPAに比べてT<sub>max</sub>は同等であり、T<sub>1/2</sub>は有意に短縮し、<sup>131</sup>I-OIHと比較して延長した曲線であった。腎クリアランスを静脈採血法で<sup>123</sup>I-OIHと<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>を求めた報告ではそれぞれ556±46ml/min/1.73m<sup>2</sup>、257±24ml/min/1.73m<sup>2</sup>と2倍近く異なるとの報告もあるが<sup>13)</sup>、注射器のカウント数からの定量化では<sup>123</sup>I-OIHと<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>は相関が認められERPFを反映するとの報告もある<sup>14)</sup>。今回の検討ではこのような検討は行っていないが<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>のレノグラム曲線上は<sup>99m</sup>Tc-DTPAよりも<sup>131</sup>I-OIHに類似していた。

以上から<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>は腎への集積が高いこと、および<sup>99m</sup>Tc製剤であることから腎の良好なイメージングが得られ、かつ尿細管からの排泄も良好であり、<sup>131</sup>I-OIHに類似した判別の比較的容易なレノグラム曲線を描くことができる新しい腎動態機能検査と考えられる。

## VII. 結語

各種腎、尿路疾患を15症例を対象に新しい腎動態機能検査用放射性医薬品である<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>を使用し、さらに同一症例で13例に<sup>99m</sup>Tc-DTPA、5例に<sup>99m</sup>Tc-DMSA、7例に<sup>131</sup>I-OIHを施行したところ以下のようない結果を得た。

1) <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>による腎動態機能検査は全例で良好な初期血流画像、経時画像が得られ、レノグラム曲線の作成も容易であった。

2) <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>の経時画像は<sup>99m</sup>Tc-DTPAの経時画像よりも精細な画像が得られ<sup>99m</sup>Tc-DMSAの画像に近い精細な画像が得られた。

3) <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>のレノグラム曲線は肉眼的また定量的比較でも<sup>99m</sup>Tc-DTPAのそれよりも排泄が早く、ERPFを反映するとされる<sup>131</sup>I-OIHのレノグラム曲線に類似していた。

以上より<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>は良好な初期血流像、経時画像およびレノグラム曲線が得られるものと考えられた。

謝辞：本研究は日本メジフィジックス社NMG38注射液第3相臨床試験として施行した。

終始ご協力いただいた大阪医科大学泌尿器科の諸先生方に深謝いたします。

## 文献

- 伊藤和夫：腎シンチグラフィ、久田欣一、古館正徳、佐々木康人、小西淳二編、最新臨床核医学、東京、金原出版、1990、pp. 452~481
- Bubeck B, Brandau W, Weber E, Kalbe T, Parekh N, George P: Pharmacokinetics of technetium-99m-MAG3 in Humans. J Nucl Med 31: 1285~1293, 1990
- Dubovsky EV, Russell CD: Tc-99m MAG3: The multipurpose renal radiopharmaceutical. Nuclear medicine annual 1991, New York, Raven Press Ltd, 1991
- Fritzberg AR, Kasina S, Eshima D, Johnson DL: Synthesis and biological evaluation of Technetium-99m MAG<sub>3</sub> as a Hippuran Replacement. J Nucl Med 27: 111~116, 1986
- 池窪勝治、日野 恵、伊藤秀臣、山本和高、鳥塚莞爾：腎動態イメージング剤<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>注射液の第1相臨床試験——健常成人男子における安全性お

- および体内動態の検討——. 核医学 **30**: 507–516, 1993
- 6) 石井勝己, 石橋 晃, 鳥塚莞爾: メルカブトアセチルグリシルグリシルグリシンテクネチウム(<sup>99m</sup>Tc)(<sup>99m</sup>Tc-MAG3)の第Ⅰ相臨床試験. 核医学 **30**: 181–188, 1993
- 7) 石井勝己, 石橋 晃, 塚本江利子, 伊藤和夫, 山本和高, 石井 靖, 他: <sup>99m</sup>Tc-MAG3の第Ⅱ相臨床試験——5施設による共同研究——. 核医学 **30**: 411–422, 1993
- 8) 石井勝己, 石橋 晃, 鳥塚莞爾: <sup>99m</sup>Tc-MAG3の臨床的有用性の検討——24施設による第Ⅲ相臨床試験——. 核医学 **30**: 517–528, 1993
- 9) 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
- 10) Al-Nahhas AA, Jafri RA, Britton KE, Solanki K, Bomanji J, Mather S, et al: Clinical experience with Tc-99m MAG3, mercaptoacetyltriglycine, and a comparison with Tc-99m DTPA. Eur J Nucl Med **14**: 453–462, 1988
- 11) Jafri RA, Britton KE, Nimmon CC, Salanki K, Al-Nahhas AA, Bomanji J: Technetium-99m MAG3, A Comparison with Iodine-123 and Iodine-131 Orthoiodohippurate in patients with Renal Disorders. J Nucl Med **29**: 147–158, 1988
- 12) Prenen JAC, de Klerk JMH, van het Schip AD, van Rijk PP: Technetium-99m-MAG3 versus Iodine-123 OIH: renal clearance and distribution volume as measured by a constant infusion technique. J Nucl Med **32**: 2057–2060, 1991
- 13) Muller-suur R, Bois-Svensson Ingeborg, 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) 高山輝彦, 油野民雄, 秀毛範至, 横山邦彦, 道岸隆敏, 孫 保福, 他: <sup>99m</sup>Tc-MAG3による腎機能評価——<sup>123</sup>I-OIHおよび<sup>99m</sup>Tc-DTPAとの比較——. 核医学 **30**: 753–760, 1993

## Summary

### Clinical Evaluation of $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> Renal Imaging: Comparison with $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA and $^{131}\text{I}$ -OIH

Itaru ADACHI, Kozo SUEYOSHI, Yasushi SUGIOKA, Takeshi KOMORI,  
Yasuhiro OGURA, Kojiro TABUCHI, Yasunobu NAKATA, Ryuichiro NAMBA,  
Yoshimitsu TATSU, Ritsuo MATSUI and Isamu NARABAYASHI

*Department of Radiology, Osaka Medical College*

The newly developed  $^{99m}\text{Tc}$ -labeled renal imaging agent, mercaptoacetyltriglycine (MAG<sub>3</sub>), is a tubular secreted compound. It is expected the most suitable agent to measure renal function and image urinary tract because of the excellent imaging properties and availability of  $^{99m}\text{Tc}$  and preferred biological qualities of radiohippurates. We examined 15 patients (8 males, 7 females, mean age 55 years old) with renal and urinary tract disease. After drinking 400 ml of water, 185, 370 or 555 MBq of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> was injected with the supine position. Dynamic scans were acquired for 20 minutes on a large field of view gamma camera (ZLC-7500 Siemens Medical Inc.) linked to a computer system (Scintipac-2400 Shimadzu Co.) in a  $64 \times 64$  matrix. Regions of interest (ROI) were placed around each kidney. Curves of 12 seconds frame rate were generated from all two ROIs over the 20 minutes study. The time to peak count ( $T_{\max}$ ) and time from peak count to a half count ( $T_{1/2}$ ) were calculated from the curve data.  $^{99m}\text{Tc}$ -

DTPA renal imaging was examined to the same patients with the same method like  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>. The renogram of  $^{131}\text{I}$ -orthoiodohippurate (OIH) was performed with probe method. The excellent quality of the renal image was obtained with 185–555 MBq of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> compared with the same dose of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA respectively. The diagnostic value of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> renal imaging was as well as  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA renal imaging. The  $T_{\max}$  of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> renogram was same value of that of both  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA and  $^{131}\text{I}$ -OIH renogram. The  $T_{1/2}$  of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> renogram was significantly lower than that of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA renogram. The  $T_{1/2}$  of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> renogram was slightly higher than that of  $^{131}\text{I}$ -OIH renogram. We conclude that the renal imaging of  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> was able to acquire the most excellent image and the proper renogram pattern as same as  $^{131}\text{I}$ -OIH renogram.

**Key words:**  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>,  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, Kidney, Renogram.