

《技術報告》

腎機能障害患者における ^{99m}Tc -MAG3 による
腎シンチグラフィの臨床的評価

佐藤 始広^{*,†} 平山 浩一^{**} 石川 演美^{*} 武田 徹^{*}
 呉 勁^{*} 板井 悠二^{*} 小林 正貴^{**} 小山 哲夫^{**}

要旨 様々な程度の腎機能障害患者 12 例における ^{99m}Tc -mercaptoacetyltriglycine (MAG3) (以下、本剤) による腎シンチグラフィおよびそのクリアランスを、 ^{123}I -OIH と比較検討した。本剤の画像およびレノグラムは ^{123}I -OIH とよく一致したが、本剤の画質の方がより鮮明な症例が多く特に早期の血流相の画像でその傾向が顕著であった。本剤と ^{123}I -OIH のクリアランスとの間には良好な相関関係が認められたが ($r=0.87$, $p<0.005$), 本剤のクリアランスは ^{123}I -OIH の $60.5\pm 10.5\%$ と低値であった。8 例におけるパラアミノ馬尿酸による標準クリアランス法との比較では、 ^{123}I -OIH と同様に良好な相関が認められた ($r=0.77$, $p<0.05$)。投与後 60 分までの尿中排泄率は、本剤と ^{123}I -OIH で同等であり有意差はなかった。検査に際して安全性に問題のあった症例はなかった。本剤は ^{123}I -OIH に代わる ^{99m}Tc 標識腎シンチグラフィ用製剤として安全で有効であると考えられた。

(核医学 31: 75-84, 1994)

I. はじめに

これまで腎シンチグラフィ用製剤としては、 ^{99m}Tc -diethylene-triamine-pentaacetic acid (DTPA) および ^{131}I -ortho-iodohippuric acid (OIH) が広く用いられてきた¹⁻²⁾。このうち、 ^{131}I -OIH は腎の一回循環で約 80% が近位尿管から数% が糸球体から排泄され、腎機能すなわち有効腎血漿流量 (effective renal plasma flow: ERPF) の測定に適している。しかし、 ^{131}I は主たる γ 線のエネルギーが 365 MeV と高くガンマカメラの撮像には適しておらず、また物理的半減期も 8.0 日と長くかつ β 線を放出するなど患者への被曝上の問題点がある。このため、 ^{123}I 標識 OIH が本邦でも供給さ

れるようになったが、 ^{99m}Tc 標識製剤と比較すると投与量が十分でなく、鮮明な画像が得られないという問題点もある。このため、OIH と同様な特性を有する ^{99m}Tc 標識による腎血漿流量測定用薬剤として diamide dithiol ligands (N_2S_2) や PAH-iminodiacetic acid (PAHIDA) などの ^{99m}Tc 標識化合物が検討されたが、腎摂取率が低いことや錯体の存在などの問題で実用化には至らなかった³⁻⁶⁾。1986 年、Fritzberg らによって開発された ^{99m}Tc -mercaptoacetyltriglycine (MAG3) は欧米でその臨床的有用性に関する多くの報告が行われ、用時調整キット化され広く用いられている⁷⁻¹⁶⁾。そのクリアランスの算出に関しても一回静注採血法やガンマカメラによる方法などいくつかの報告がある¹⁷⁻²⁴⁾。しかし、これらの多くは OIH と比較したものであり、パラアミノ馬尿酸 (PAH: para-aminohippuric acid) による標準クリアランス法との比較を行った報告はほとんどない。そこで今回われわれは、 ^{99m}Tc -MAG3 の腎シンチグラフィを ^{123}I -OIH と比較するとともに、そのクリアランスを ^{123}I -OIH および PAH と比較検討した。

* 筑波大学臨床医学系放射線科

** 同 腎臓内科

† 現；筑波学園病院放射線科

受付：5 年 8 月 18 日

最終稿受付：5 年 11 月 16 日

別刷請求先：茨城県つくば市上横場 2573-1 (☎ 305)

筑波学園病院放射線科

佐藤 始 広

Table 1 Summary of the patients

Case No.	Age & Sex	Clinical diagnosis	Serum Creatinine (mg/dl)	GFR (C_{inulin}) (ml/min)	ERPF (C_{PAH}) (ml/min)
1	69M	CGN	1.2	33.9	173.4
2	47M	MPGN	1.1		
3	46M	CRF (IgA nephropathy)	1.3	39.8	307.0
4	52F	IgA nephropathy	0.7	59.0	503.0
5	37F	IgA nephropathy	0.8	69.5	339.2
6	43M	CRF (IgA nephropathy)	1.8	28.3	314.1
7	18F	MPGN	0.6	70.7	538.8
8	75M	RPGN	3.3	10.2	136.0
9	20M	endocapillary GN	1.1	59.0	657.1
10	18F	RVH	0.5	32.3	457.5
11	66F	CRF	1.7		
12	69M	Lt hydronephrosis Rt non-functioning kidney	2.8		

CGN: Chronic glomerulonephritis, MPGN: membranoproliferative GN, CRF: Chronic renal failure, RPGN: Rapidly progressive GN, RVH: Renovascular hypertension

II. 対象と方法

1. 対 象

平成5年1月から3月にかけて本院に入院した腎疾患患者12名を対象とした。疾患の内訳はTable 1に示すように、慢性糸球体腎炎とそれに起因する慢性腎不全9例、腎血管性高血圧症1例、原因不明の腎不全1例、および骨盤内の malignant fibrous histiocytoma (MFH) による水腎症1例であった。平均年齢は46.7歳(18-75歳)であり、男性7例、女性5例であった。この12例のうち、10例には ^{123}I -OIHによる腎シンチグラフィを、9例にはイヌリンおよびPAHによる標準クリアランステストを施行した。

なお、本試験は「医薬品の臨床試験の実施に関する基準」(GCP)を遵守し、本院の治験審査委員会の承認を得たうえで、また検査に際しては、患者本人に本試験の内容および治験薬について十分に説明を行った後、文書ないし口頭での同意を得た。

2. 方 法

使用した $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3(日本メジフィジックス社製)は1バイアル中(1 ml)にMAG3 0.15 mgを $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 370 MBq(検定日時において)で標識した既調整の注射液として供給された。

検査に先立って検査前食を禁食とし、かつ検査30分前に300 mlの飲水をさせた。被検者は仰臥位とし、あらかじめシンチカメラ(シーメンス社製ZLC 7500)を腹部背面に当て、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 370 MBqを肘静脈より急速静注した。静注直後より3秒ごとに16フレーム、続いて60秒ごとに32フレームの連続画像を得た。同時にオンラインで接続した画像処理コンピュータ(島津製作所製シンチパック700)にデータを収集した。なおコリメータは低エネルギー用高分解能型を用いた。また、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3静注と反対側の肘静脈から静注後、4, 9, 15, 20, 30, 43, 60および90分に2 mlの採血をし、2コンパートメントモデルにより血漿クリアランスを算出した²⁴⁾。さらに静注60分後に排尿させ、尿中全放射能から尿中排泄率を%投与量として求めた。この際、排尿前後で膀胱部を撮像することで、残尿分の補正を行った。血液と尿の測定はアロカ社製ウェル型カウンター(ARC 601)を用い、いずれもバックグラウンドと重量の補正を行った。

得られた画像データから左右腎臓、左右腎皮質およびその下方でバックグラウンドにそれぞれ関心領域(ROI)を設定し、それぞれの時間放射能曲線(腎レノグラム、区域レノグラム)を作製した。左右腎皮質の0-4分の総計数値からそれぞれのバ

ックグラウンドの計数値を減算した値から相対的な右腎集積率 (right kidney function) を算出した。また、レノグラムを作製し機能指標として、腎の計数値が最大に達するまでの時間 (T_{\max})、および腎の計数値が最大値に達してから半減するまでの時間 ($T_{1/2}$) を算出した。

症例 1 および 12 を除く 10 症例においては、以上と全く同様の方法で $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ による腎シンチグラフィの 2 日後に $^{123}\text{I-OIH}$ 74 MBq (日本メジフィジックス社) 投与による腎シンチグラフィを施行し同様の指標を算出して比較検討した。症例 2, 11, 12 の 3 症例を除く 9 例においてイヌリン、パラアミノ馬尿酸による標準クリアランス法を、腎シンチグラフィの 2 週間以内に施行した。このうち採血時に問題のあった症例 1 以外の 8 例で $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ のクリアランスと比較した。

また、 $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ 投与前後で自・他覚症状、一般血液検査、血液生化学検査、尿検査の異常の有無について調査した。

なお、平均の差の検定には Student's t-test を、回帰の有意性の検定に F 検定を用い、危険率 0.05 以下を有意とした。

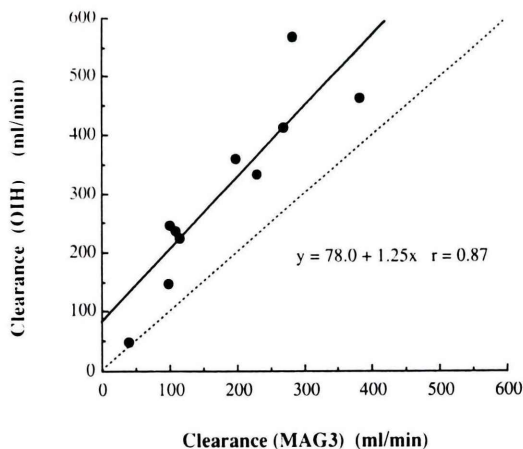


Fig. 1 Correlation clearance between $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ and $^{123}\text{I-OIH}$. Broken line is the line of identity, and solid line is the regression line (Same in in Figs. 2 and 3). There are good linear correlation between MAG3 and OIH clearance ($y = 78.0 + 1.25x$, $r = 0.87$).

III. 結 果

$^{99m}\text{Tc-MAG3}$ 投与前後で自・他覚症状、血液、尿検査での異常を認めた症例はなかった。

Fig. 1 に、 $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ と $^{123}\text{I-OIH}$ のクリアランスの関係を示す。両者の間には良好な相関関係が認められたが ($y = 78.0 + 1.25x$, $r = 0.87$, $p <$

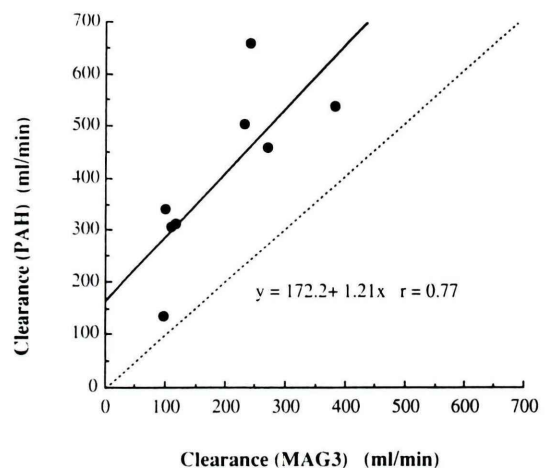


Fig. 2 Correlation clearance between $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ and PAH in eight patients. There are good linear correlation between MAG3 and PAH clearance ($y = 172.2 + 1.21x$, $r = 0.77$).

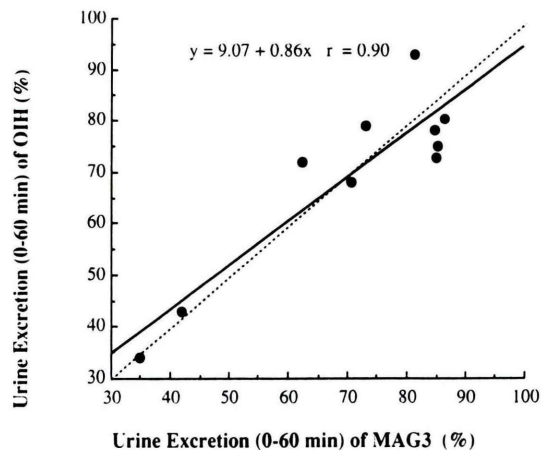


Fig. 3 Correlation urine excretion 60 minutes post-injection between MAG3 and OIH, which showed good correlations but no significant difference.

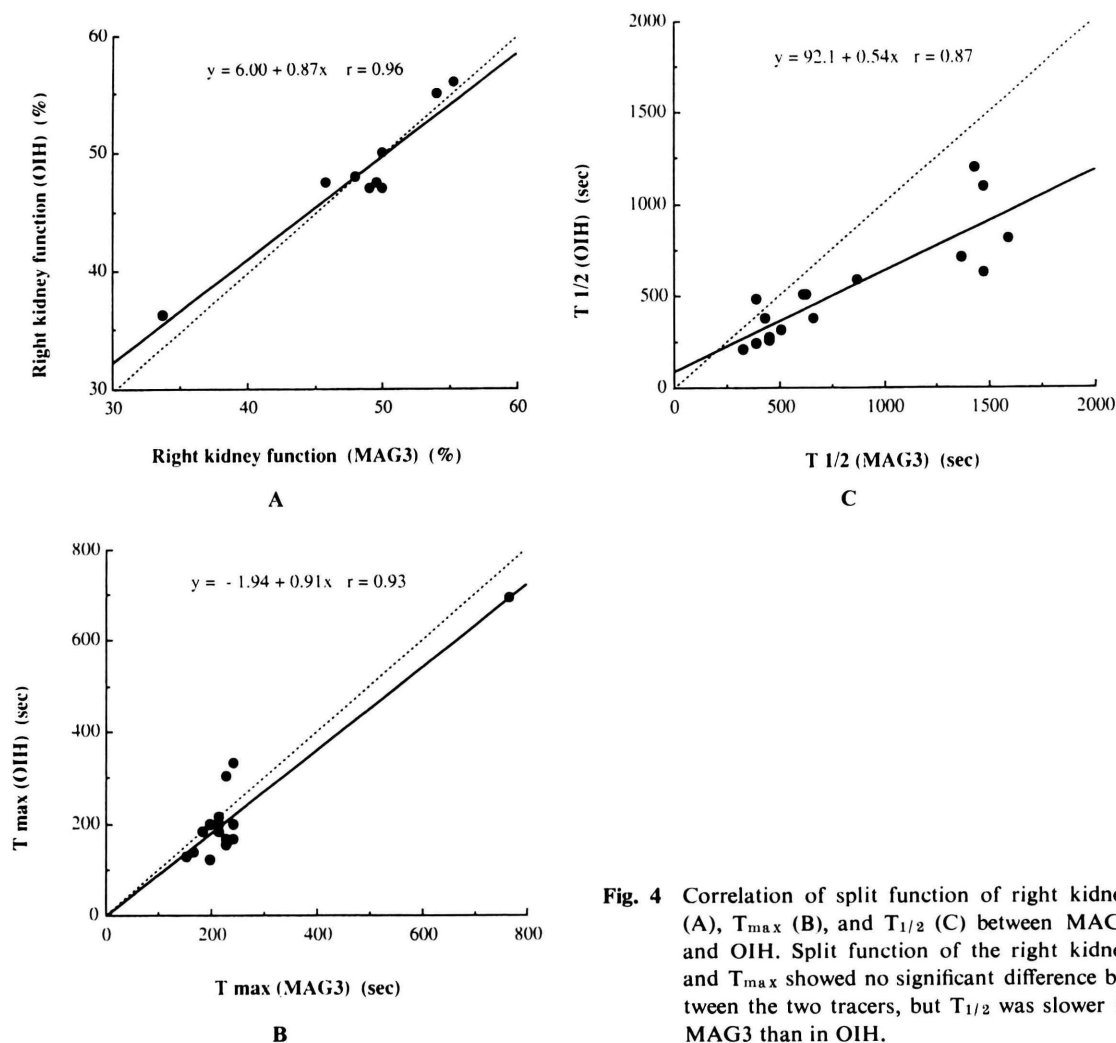


Fig. 4 Correlation of split function of right kidney (A), T_{\max} (B), and $T_{1/2}$ (C) between MAG3 and OIH. Split function of the right kidney and T_{\max} showed no significant difference between the two tracers, but $T_{1/2}$ was slower in MAG3 than in OIH.

0.005), ^{99m}Tc -MAG3 のクリアランスは ^{123}I -OIH に比較して有意に低値を示した ($p < 0.001$). 10 例の平均では ^{99m}Tc -MAG3 のクリアランスは, ^{123}I -OIH の $60.5 \pm 10.5\%$ であった. また, Fig. 2 に示すように ^{99m}Tc -MAG3 と PAH のクリアランスの間にも良好な相関関係 ($y = 172.2 + 1.21x$, $r = 0.77$, $p < 0.05$) が認められた. 静注 60 分後までの ^{99m}Tc -MAG3 と ^{123}I -OIH の尿中排泄率の間には Fig. 3 に示すように良好な相関関係 ($y = 9.07 + 0.86x$, $r = 0.90$, $p < 0.005$) を認めたが, 両者の間に有意差は認められなかった.

Fig. 4 に ^{99m}Tc -MAG3 と ^{123}I -OIH のガンマカメラ検査から得られた機能指標の関係を示す. 相対的な右腎機能 (Fig. 4A), T_{\max} (Fig. 4B) および $T_{1/2}$ (Fig. 4C) のいずれも ^{99m}Tc -MAG3 と ^{123}I -OIH の両者間に良好な相関関係が認められた. 右腎機能および T_{\max} は ^{99m}Tc -MAG3 と ^{123}I -OIH との間で有意差は認めなかったが, $T_{1/2}$ は ^{123}I -OIH に比較して ^{99m}Tc -MAG3 で有意 ($p < 0.001$) に延長していた.

Fig. 5 に正常の所見を示した症例を呈示する (症例 7, 18 歳, 女性). また, Fig. 6 には高度の

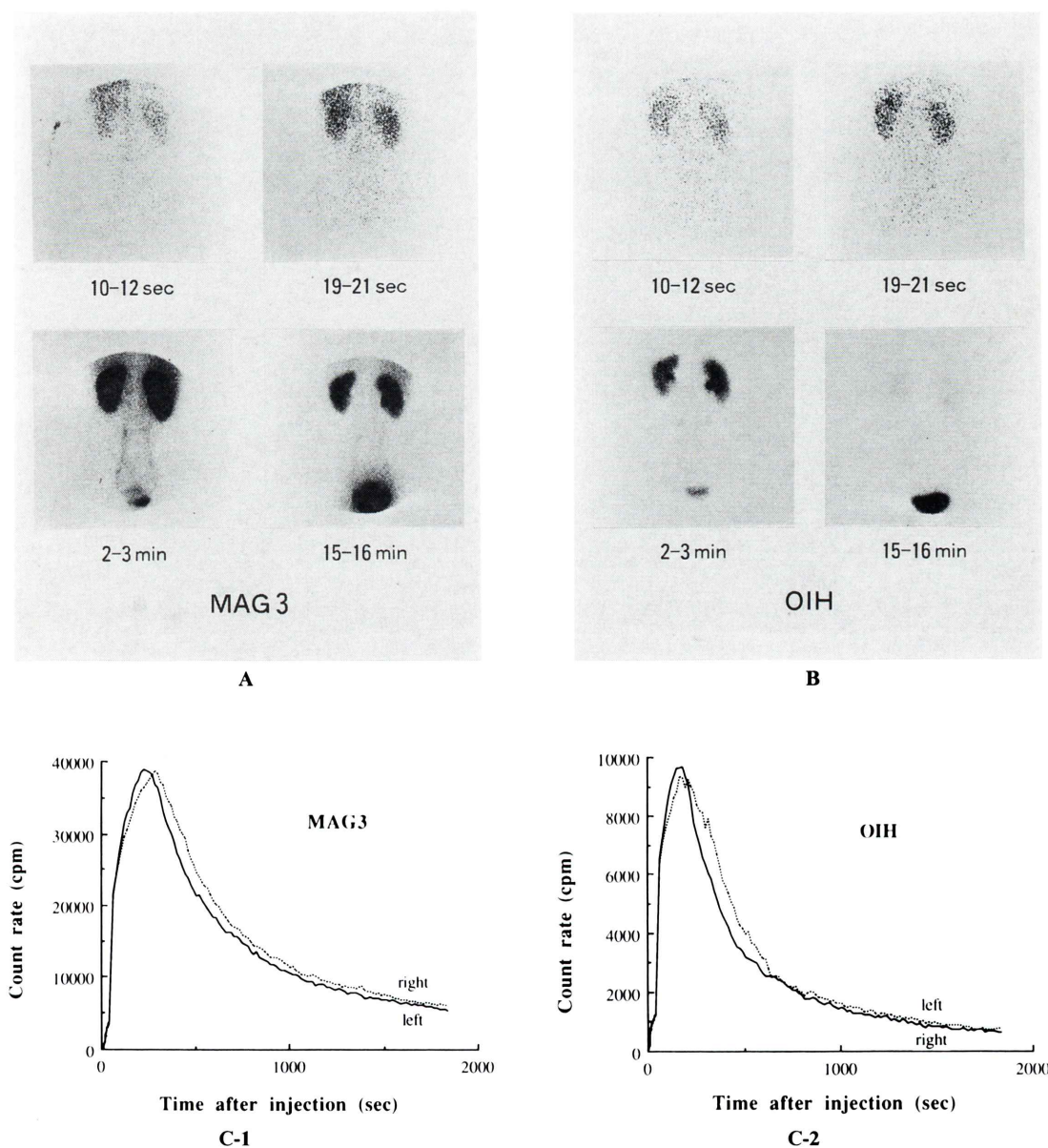
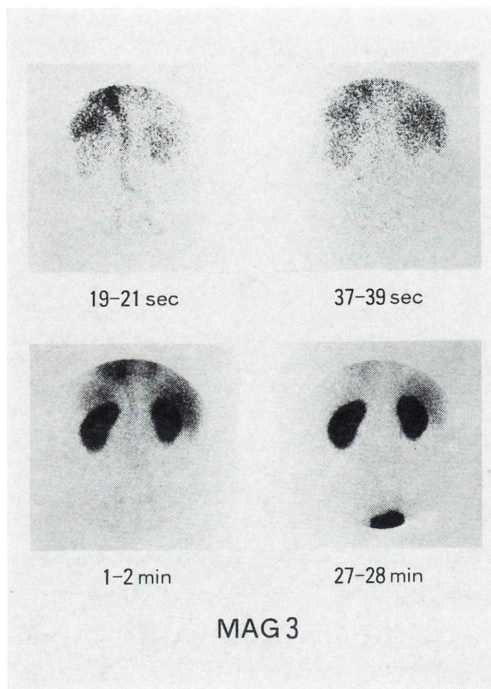
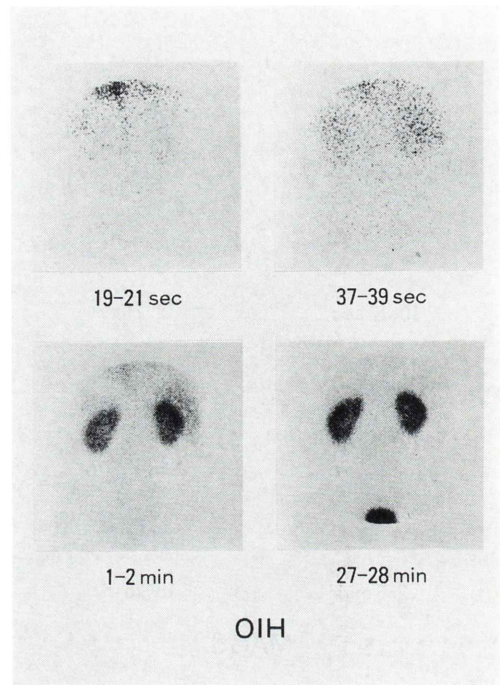


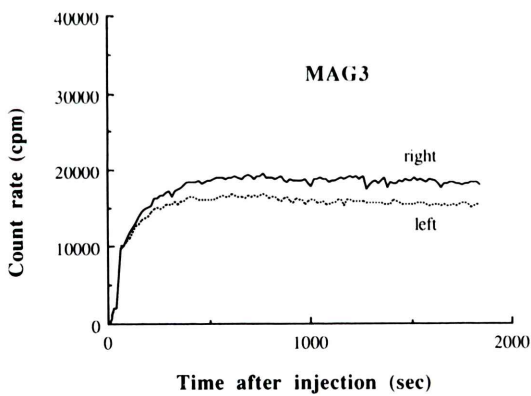
Fig. 5 Case 7, 18-year-old female with membranoproliferative glomerulonephritis (type I). MAG3 and OIH studies. A: Serial ^{99m}Tc -MAG3 images. Top row images, left 10-12 sec, right 19-21 sec; bottom row, left 2-3 min, right 15-16 min. B: Serial ^{123}I -OIH images. Top row images, left 10-12 sec, right 19-21 sec; bottom row, left 2-3 min, right 15-16 min. C: Renogram curves, ^{99m}Tc -MAG3 on the left, ^{123}I -OIH on the right. The patterns of the renogram of the two tracers are identical. But elimination of MAG3 from the kidney is slower than OIH.



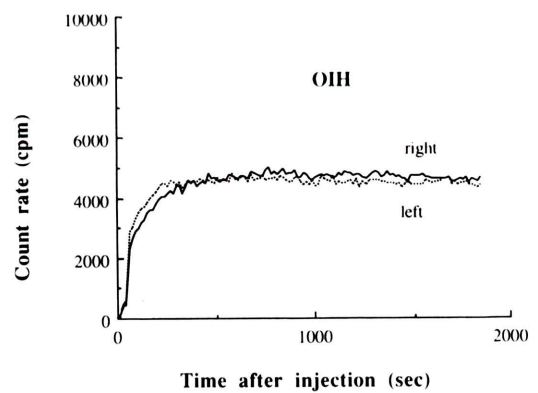
A



B



C-1



C-2

Fig. 6 Case 8, 75-year-old-male with rapidly progressive glomerulonephritis. A: Serial ^{99m}Tc -MAG3 images. Top row images, left 19-21 sec, right 37-39 sec; bottom row, left 1-2 min, right 27-28 min. B: Serial ^{123}I -OIH images. Top row images, left 19-21 sec, right 37-39 sec; bottom row, left 1-2 min, right 27-28 min. C: Renogram curves, ^{99m}Tc -MAG3 on the left, ^{123}I -OIH on the right. Both renogram show severe impaired function patterns, which are identical. All of the MAG3 images are superior to OIH images, especially in vascular phase.

腎機能低下型のレノグラムを示した症例(症例 6, 43 歳, 男性)を示す。以上の症例が示すように, $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ の画像は $^{123}\text{I-OIH}$ と同等かより優れていた。特に, 静注後早期の血流画像では $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ の腎の描出はより明瞭であり, 症例 6 のように機能低下の著明な症例ほどこの傾向は顕著であった。また, $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ と $^{123}\text{I-OIH}$ のレノグラムのパターンは症例 9 を除いて, よく一致した。ただし, 排泄相の勾配は $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ でならかな傾向があった。

IV. 考 察

今回の検討は $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ の臨床的有用性を, 様々なレベルの腎機能障害患者で $^{123}\text{I-OIH}$ および PAH を用いた標準クリアランス法と比較することを主たる目的とした。

われわれの検討では, $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ のクリアランスは $^{123}\text{I-OIH}$ の 60.5% と低値であったが, 両者の間には良好な相関関係が認められた。これは, これまでの報告と合致する所見であるが, $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ と $^{123}\text{I-OIH}$ のクリアランス比は報告者によって 47% から 67% とかなり差が目立つ^{9-12,14,17-20,22,23)}。これは標識キットの違いによる放射化学的純度の差が一因と考えられるが, 測定法の差も影響しているものと考えられる。 $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ と $^{123}\text{I-OIH}$ のクリアランスの差は尿管への親和性の差に加えて, 血清蛋白や赤血球への結合率の差が影響すると報告されている。特に Taylor らによって, PAH ないし probenecid の負荷にて $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ のクリアランスは $^{123}\text{I-OIH}$ より著明に抑制されることが報告されており²⁵⁾, $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ の尿管への親和性は $^{123}\text{I-OIH}$ より低いものと考えられる。また, $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ の血漿蛋白への結合率は $^{123}\text{I-OIH}$ よりも高いことが報告されている^{8,12,14)}。このことが糸球体濾過率に影響すると考えられ, $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ のクリアランスが $^{123}\text{I-OIH}$ と比較して低値である一因と考えられる。なお, Muller-Suur らによるラットの検討では, $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ のクリアランスの 11% は糸球体濾過により 89% は尿管分

泌によるという²⁸⁾。ところで, $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ と $^{123}\text{I-OIH}$ のクリアランスの相関係数は 0.87 と良好であったものの, これまでの報告に比較するとやや低かった^{14,18,23)}。これには検討症例が少ないことや, 測定上の誤差(特に投与総量の算出時)が影響しているものと考えられた。

また, 今回の検討では 8 例においてイヌリン, PAH による標準クリアランスとの比較をし得た。これらのクリアランス値はそれぞれ糸球体濾過率, 有効腎血漿流量の正確な指標であるが, その手技が複雑なため施行される機会は少なくなっている。また, これまでの $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ に関する報告の多くは $^{123}\text{I-OIH}$, $^{131}\text{I-OIH}$ ないし $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ との比較であり^{8,10,11,15-17,22,23)}, PAH を用いた標準クリアランス法との比較に関する報告はほとんどない。今回の結果では PAH と $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ のクリアランスの間には良好な相関関係が認められ, $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ のクリアランスが腎血漿流量を反映することが確認された。しかし, $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ のクリアランスは PAH のそれに比較して低値であり, その値自体は有効腎血漿流量を表してはいない。この点については, $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ のクリアランスから補正式を用いて有効腎血漿流量を推定する報告もされているが, そのような補正をせず $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ のクリアランス自体を機能指標とすべきとの考えもある^{9-11,14,17-19)}。

$^{99m}\text{Tc-MAG3}$ のクリアランスの算出に関しては今後いくつかの検討が必要であると考えられる。特に, 今回われわれの用いた多数回の採血によるクリアランス法は精度は比較的高いが複雑であり臨床場においてはあまり適切な方法といえない。Russell らの一回採血法や¹⁸⁻²⁰⁾, Gordon らのガンマカメラを用いた定量法(Patlak plot 法)²¹⁾ など, 臨床場で広く使用可能な簡便法の開発が必要であろう。このうち一回採血法はかなり良好な精度であることが報告されているが¹⁸⁻²⁰⁾, 採血操作が必要であることからガンマカメラによる定量法が確立されることが望ましいと考えられる。またその一方で, 一回静注法より精度の高い標準 RI クリアランス法などで正確なクリアランスや

分布容積の算出が望まれる。この点に関しては Prenen らが 6 例の健常人男性において ^{99m}Tc -MAG3 および ^{123}I -OIH の持続点滴 RI クリアランス法で ^{99m}Tc -MAG3 のクリアランスが 257 ± 24 ml/min/1.73 m², ^{123}I -OIH が 556 ± 46 ml/min/1.73 m² と報告している²²⁾。

さらに静注後 60 分までの尿中排泄率を ^{99m}Tc -MAG3 と ^{123}I -OIH で比較したが、両者の間には良好な相関はあるものの有意差は認められなかった。このことは、これまでの報告のように ^{99m}Tc -MAG3 のクリアランスは低い分布容積 (distribution volume) が ^{123}I -OIH の約 2/3 と小さいことによるものと考えられる^{8,12)}。

一方、経時画像を比較すると ^{99m}Tc -MAG3 は ^{123}I -OIH と同等かより優れており、特に早期の血流画像では ^{99m}Tc -MAG3 の方が腎の描出などの点で優れている症例が多かった。これは、投与量の差が最も影響していると考えられる。また、レノグラムのパターンも 1 例を除いて一致した。これらのことから ^{99m}Tc -MAG3 は ^{123}I -OIH と同等かより有効な腎シンチグラフィ用製剤といえる。

今回検討した症例中には肝臓の描出が目立つ症例が存在した。これまでも、投与量の約 3% は肝胆道系から排泄されると報告されており、Muller-Suur らは静注 20 分後には肝臓、バックグラウンド比は ^{99m}Tc -MAG3 が ^{123}I -OIH より有意に高いことを報告している²³⁾。しかし、肝胆道系への集積のため読影に支障をきたした症例は、Sanchez らによって胆嚢への集積が腎への限局した集積と鑑別が紛らわしかったと報告されている 1 例²⁷⁾ のみであり、実際に問題となることはほとんどないであろう。今回のわれわれの経験した症例の中にも、読影上の支障をきたすような症例は存在しなかった。

以上のことから、本製剤は安全性に問題なく、腎動態シンチグラフィ製剤として適切な動態と ^{99m}Tc 標識製剤という優れた物理的特性を有する、腎機能診断に有用な放射性医薬品と考えられた。

技術的なご協力をいただいた、筑波大学附属病院放射

線部、畠山六郎主任技師、武井伸介技師に感謝します。
 ^{99m}Tc -MAG3 をご提供いただいた日本メジフィジックス社に感謝いたします。

文 献

- 1) Hauser W, Atkins HL, Nelson KG, Richard P: Technetium-99m DTPA: A new radiopharmaceutical for brain and kidney scanning. *Radiology* **94**: 679-684, 1970
- 2) Tubis M, Posnich E, Nordyke RA: Preparation and use of ^{131}I -labeled sodium iodohippurate in kidney function tests. *Proc Soc Exp Bio Med* **103**: 497-498, 1960
- 3) Jones AG, Davison A, La Tegola MR, Brodack JW, Orvic C, Shon M, et al: Chemical and in vivo studies of the amino oxo[N,N'-ethylene bis(2-mercaptoacetimido)]technetate(V). *J Nucl Med* **23**: 801-809, 1982
- 4) Klingensmith WC III, Fitzberg AR, Spitzer VM, Jonson DL, Kuni CC, Williamson MR, et al: Clinical evaluation of Tc-99m N,N'-bis(mercaptoacetyl)-2,3-diaminopropanoate as a replacement for I-131 hippurate: Concise communication. *J Nucl Med* **25**: 42-48, 1984
- 5) McAfee JG, Subramanian G, Schneider RF, Roskopf M, Lyons B, Ritter C, et al: Technetium-99m DADS complexes as renal function and imaging agent: II. Biological comparison with iodine-131 hippuran. *J Nucl Med* **26**: 375-386, 1985
- 6) Chervu LR, Sundro BM, Blaufox MD: Technetium-99m-labeled p-aminohippuric acid analog: A new renal agent: Concise communication. *J Nucl Med* **25**: 1111-1115, 1984
- 7) Fritzberg AR, Kashina S, Eshima D, Johnson DL: Synthesis and biological evaluation of Tc-99m MAG₃ as a hippuran replacement. *J Nucl Med* **27**: 111-116, 1986
- 8) Taylor A Jr, 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
- 9) Taylor A Jr, Eshima D, Christian PE, Wooten WW, Hansen L, McElvany K: A technetium-99m MAG₃ kit formation: Preliminary results in normal volunteers and patients with renal failure. *J Nucl Med* **29**: 616-622, 1988
- 10) Taylor A Jr, Ziffer JA, Steves A, Eshima D, Delaney VB, Welchel JD: Clinical comparison of I-131 OIH and the kit formation of Tc-99m mercaptoacetyl triglycine. *Radiology* **170**: 721-725, 1989
- 11) Jafri RA, Britton KE, Nimmon CC, Solanki K,

- Al-Nahhas A, Bomanji J, et al: Technetium-99m MAG₃: A comparison with iodine-123 and iodine-131 orthiodohippurate, in patients with renal disorders. *J Nucl Med* **29**: 147–158, 1988
- 12) 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
- 13) Taylor A Jr, Eshima D, Christian PE, Milton W: Evaluation of Tc-99m mercaptoacetyltriglycine in patients with impaired renal function. *Radiology* **162**: 365–370, 1987
- 14) Schaap GH, Alferink THR, de Jong RBJ, Oe PL, Roos JC, Donker AJM: ^{99m}Tc -MAG₃: Dynamic studies in patients with renal disease. *Eur J Nucl Med* **14**: 28–31, 1988
- 15) Frae M, Castell J, Buxeda M, Cuartero A, Cantarell C, Domenech-Torne FM: Transplant renography: 99m-Tc-DTPA versus 99m-Tc-MAG₃, a preliminary note. *Eur J Nucl Med* **15**: 776–779, 1989
- 16) Al-Nahhas AA, Jafri RA, Britton KE, Solanki K, Bomanji J, Mather S, et al: Clinical experience with ^{99m}Tc -MAG₃, mercaptoacetyltriglycine, and a comparison with ^{99m}Tc -DTPA. *Eur J Nucl Med* **14**: 453–462, 1988
- 17) Russell CD, Thorstad BL, 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
- 18) Russell CD, Thorstad BL, Yester MV, Stutzman M, Dubovsky EV: Quantification of renal function with technetium-99m MAG₃. *J Nucl Med* **29**: 1931–1933, 1988
- 19) Russell CD, Taylor A, Eshima D: Estimation of technetium-99m MAG₃ plasma clearance in adults from one or two blood samples. *J Nucl Med* **30**: 1955–1959, 1989
- 20) Taylor A Jr, Corrigan P, Eshima D, Folks R: Prospective validation of a single sample technique to determine technetium-99m MAG₃ clearance. *J Nucl Med* **33**: 1620–1622, 1992
- 21) Gordon I, Anderson PJ, Orton M, Evans K: Estimation of technetium-99m-MAG₃ renal clearance in children: Two gamma camera techniques compared with multiple plasma samples. *J Nucl Med* **32**: 1704–1708, 1991
- 22) 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
- 23) Muller-Suur R, Bois-Svensson I, Mesko L: A comparative study of renal scintigraphy and clearance with technetium-99m-MAG₃ and I-123-hippurate in patients with renal disorders. *J Nucl Med* **31**: 1811–1817, 1990
- 24) Sapirstein LA, Vidt D, Mandel M: Volumes of distribution and clearances of intravenously injected creatinine in the dog. *Am J Physiol* **181**: 330–336, 1995
- 25) Taylor A Jr, Eshima D: Effects of altered physiologic states on clearance and biodistribution of technetium-99m-MAG₃, iodine-131 OIH and iodine-125 iothalamate. *J Nucl Med* **29**: 669–675, 1988
- 26) Muller-Suur R, Muller-Suur C: Glomerular filtration and tubular secretion of MAG₃ in the rat kidney. *J Nucl Med* **30**: 1986–1989, 1989
- 27) Sanchez J, Friedman S, Kempf J, Abdel-Dayem H: Gallbladder activity appearing 6 minutes after the intravenous injection of Tc99m MAG₃ simulating a picture of obstructive uropathy of the right kidney. *Clin Nucl Med* **30**: 30–34, 1993

Summary

Clinical Assessment of ^{99m}Tc -MAG3 Scintigraphy for Impaired Renal Function

Motohiro SATO^{*,†}, Kouichi HIRAYAMA^{**}, Nobuyoshi ISHIKAWA^{*},
Tohoru TAKEDA^{*}, Jin WU^{*}, Yuji ITAI^{*}, Masaki KOBAYASHI^{**}
and Akio KOYAMA^{**}

**Department of Radiology, **Department of Nephrology,
Tsukuba University, Institute of Clinical Medicine, Tsukuba
†Department of Radiology, Tsukuba Gakuen Hospital, Tsukuba*

The renal scintigraphy and clearance of ^{99m}Tc -mercaptoacetyltriglycine (MAG3) and ^{123}I -ortho-iodohippuric acid (OIH) were compared in 12 patients with impaired renal function. The patients were first studied with MAG3 and then reinvestigated with OIH two days later. The MAG3 renal scintigraphy gave better quality and functional information in comparison with OIH. The MAG3 and OIH renogram showed identical relative kidney uptake and T_{\max} , but $T_{1/2}$ of MAG3 was longer ($p < 0.001$). The plasma clearance of MAG3 was lower than that of OIH, but they correlated

significantly ($r = 0.87$, $p < 0.005$). Also, the plasma clearances of MAG3 and para-aminohippuric acid (calculated by the standard clearance technique) showed good correlation ($r = 0.77$, $p < 0.05$). The urinary excretion during the first 60 min after injection was the same for the two radiopharmaceuticals. We conclude that ^{99m}Tc -MAG3 is a suitable alternative to ^{123}I -OIH in renal scintigraphy.

Key words: ^{99m}Tc -MAG3 (mercaptoacetyltriglycine), ^{123}I -OIH (ortho-iodohippuric acid), PAH (para-aminohippuric acid), Clearance, Renography.