

## 泌尿器科領域における $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA renoscintigraphy について

第1報：尿管結石疼痛時，のう胞腎および水腎症における検討

安城更生病院泌尿器科（部長：和志田裕人）

和志田裕人・津ヶ谷正行・平尾 憲昭・蜂須賀祐介

安城更生病院放射線技術科（主任：高山幸男）

田中 文雄・藤井 始・福島 寿信

### CLINICAL EVALUATION OF DYNAMIC RENOSCINTIGRAPHY USING $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA IN PRACTICAL UROLOGY

Hiroto WASHIDA, Masayuki TSUGAYA, Noriaki HIRAO  
and Yusuke HACHISUKA

*From the Department of Urology, Anjo Kosei Hospital*

Fumio TANAKA, Hajime FUJII and Toshinobu FUKUSHIMA

*From the Department of Radiotechnology, Anjo Kosei Hospital*

Clinical usefulness of the renoscintigraphy using  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA in practical urology was investigated for two years.  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA injection and injectable preparation kit (supplied by Nihon Medi-Physics Co.) were used.

The dynamic blood flow of the renal parenchyma could be detected from serial images and curves on the perfusion phase. Information of clear nephrogram and function of the upper urinary tract could be obtained from serial images and renogram. Separated and totalized renal function could be evaluated.

This method of examination is evaluated as very safe, because no side effects were produced and radiation dose is low.

This examination may be a useful tool and the first choice in practical urology.

**Key words:** Ureteral stone, Polycystic kidney, Hydronephrosis, Renoscintigraphy

### 緒 言

腎・尿路系の RI 検査法は renography あるいは renal scintigraphy として従来よりおこなわれているが，近年， $\gamma$ -camera, computer などの進歩にともない，いっそうその有用性が認識されつつある。

放射性医薬品については Radiochlormerodrin, Orthoiodohippurate あるいは Technetium-labeled agents などが使用され，これらのうちでも  $^{99m}\text{Tc}$  diethylene triamine penta acetic acid (以下  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA) は Hauser の報告<sup>1)</sup>以来，RI に

よる腎検査法の有用な放射性医薬品として広く使用されている。

$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA による dynamic renoscintigraphy は RI による腎検査法として評価されているが，泌尿器科領域における検討は十分なされていないところがある。

われわれは過去4年間， $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA による dynamic renoscintigraphy について，データの収集・解析および臨床使用例の一部について報告し<sup>2-5)</sup>，日常泌尿器科診療における有用性について検討をおこなってきた。

今回、われわれは日本メジフィジックス社の DT-PA 注射液および調製用キットを使用したのでその概略を報告する。

## 方 法

### 1. 放射性医薬品

日本メジフィジックス社より提供を受けた a)  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 注射液調製用キット, b) 同注射液を使用した。使用期間は, a) 1983年4月4日から同10月31日, b) 1982年11月8日から1983年1月31日までであった。

#### a) $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 注射液調製用キット

##### i. 組成・性状

ガラス製バイアル中に凍結乾燥された白色～微黄色の粉末または軽質の塊であり, 1キット5バイアルよりなる。含有される成分は, 1バイアルあたり, DT-PA: 9.8 mg, 無水塩化第一スズ: 2.0 mg である。

##### ii. 調製方法

1) 冷蔵庫から取り出し約5分放置して室温にもどす。

2) 放射線をしゃへいする適当な鉛容器に入れる。

3) 日局過テクネチウム酸ナトリウム ( $^{99m}\text{Tc}$ ) 注射液を 2~9 ml 無菌的にバイアル内に加え, 同容量の内部ガスを抜き取る。

4) 十分に振とうして内容物を溶解した後, 室温で30分放置することにより, ジエチレントリアミン五酢酸テクネチウム ( $^{99m}\text{Tc}$ ) 注射液が調製される。

### b) $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 注射液

i. 組成・性状: 水性の注射液で  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA を 5 mCi あるいは 20 mCi/ml 含有する (Table 1)。

### 2. 検出装置

使用した検出装置は Sigma 410S およびオンラインで接続したデータ処理装置 VIP 460 (いずれもテクニケーア社製) であり, 使用したコリメーターは High resolution collimator (Model 14W 41010) である (Fig. 1)。

### 3. 検査方法

検査施行30分前に水 300 ml を負荷し, 排尿後, 患

DATA SYSTEM VIP 460

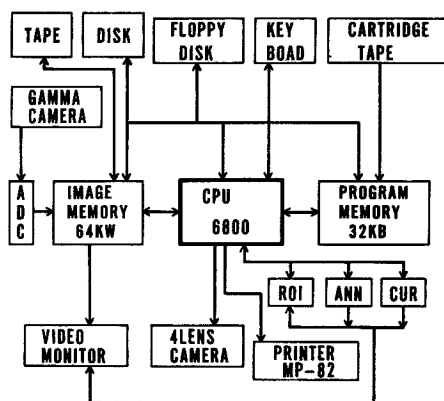


Fig. 1. Block diagram of VIP 460

Table 1. Composition and properties of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA by Japan Med. Physics Co.

	5mCi package	20mCi package
Total activity Technetium-99m	5mCi	20mCi
(at calibration time and date)		
Volume (ml)	1	1
Concentration (mCi/ml)	5	20
(at calibration time and date)		
Color and state	a colorless, transparent solution.	
pH	: 4.0 - 4.5	
Osmotic pressure ratio:	about 0.6 (to 0.9% physiological saline solution)	

者を仰臥位とし、背面よりシンチカメラをあてる。

右肘静脈より 10 mCi (小児では 0.2 mCi/kg) を bolus injection する。開始後 15 分にて frowsemide 半管を静注し、約 25 分にて終了する。

4. 収集・解析

Bolus injection 後ただちに 1 秒間隔で 72 秒、以後 6 秒間隔で 24.4 分収集する。このデータをもとに、1, 腎 RI angiogram (1 秒ごとの serial images) と 72 秒までの perfusion curve, 2, 1 分ごとの images, 3, 腎全体、腎実質、腎盂各部の regional renogram, さらに、4, functional phase における time activity curve より計算される腎機能の各 parameter の数値より総合診断する (Fig. 2)。

なお、これらの詳細については別に報告する予定で

ある。

5. 対象症例

a) キット, b) 注射液あわせて男性 420 回 (383 名), 女性 246 回 (226 名) の計 666 回 (609 名) に使用した。性別、年齢構成は Table 2 に示した。これらの症例のうち、本論文では、i, 尿管結石疼痛時における腎機能に与える影響, ii, のう胞腎, iii, 水腎症について述べる。

結 果

1. 尿管結石疼痛による腎機能に与える影響 (Fig. 3A~D)

痙痛発作にて受診し、X-Ps, 検尿より尿管結石による痙痛と診断された 14 例を対象とした。性別は男性

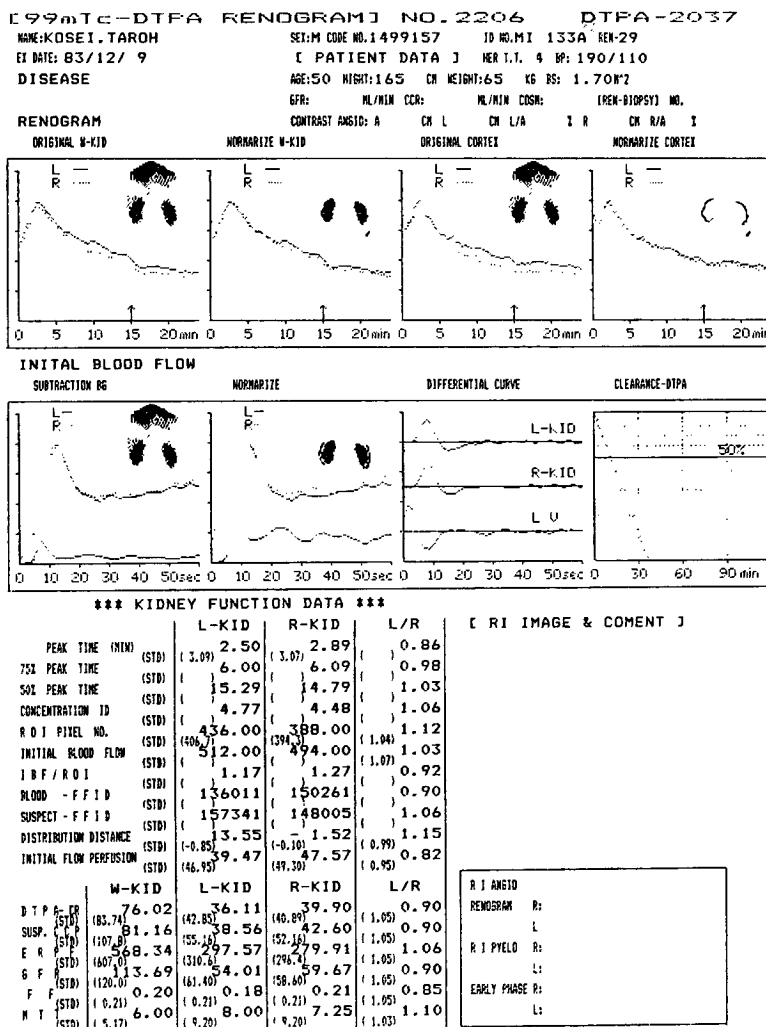


Fig. 2. Report of Renoscintigram for doctor

Table 2. Sex and age distribution of patients.

	Case (Time)		
	Male	Female	Total
≤9	5 ( 5 )	3 ( 3 )	8 ( 8 )
10 - 19	20 ( 24 )	12 ( 12 )	32 ( 36 )
20 - 29	35 ( 39 )	25 ( 26 )	60 ( 65 )
30 - 39	55 ( 61 )	39 ( 42 )	94 ( 103 )
40 - 49	68 ( 79 )	46 ( 51 )	114 ( 130 )
50 - 59	75 ( 78 )	48 ( 56 )	123 ( 134 )
60 - 69	60 ( 65 )	34 ( 36 )	94 ( 101 )
70 ≤	65 ( 69 )	19 ( 20 )	84 ( 89 )
<b>Total</b>	<b>383 ( 420 )</b>	<b>226 ( 246 )</b>	<b>609 ( 666 )</b>

13例, 女性1例で, 年齢は19~68歳であった.

Functional phase における renogram を町田分類によるレノグラムパターンに分けると, N型: 3例, M<sub>1</sub>型: 8例, M<sub>2</sub>型: 2例, L型: 1例であった. N型を示した3例ともに検査時には疼痛は消失していた. M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, L型を示した症例においては, 患側腎の血流低下, 集積機能の低下さらに腎実質から腎杯腎盂への尿分泌のいちじるしい遅延を認め, 疼痛寛解時には正常化していた. これらのことより疼痛発作時には患側腎へのいちじるしい腎血流低下による腎機能の低下が一過性に起こっていることが示唆された<sup>5)</sup> 結石性疼痛時のIVUではいわゆる nonvisualized kidney としてしばしば認められるところであり, この発生機序には神経系, 内分泌系などの複雑な因子が関連しているが, 田口は腎血流量の低下および糸球体濾過値の減少が一因子であると述べている<sup>6)</sup>.

われわれの成績もほぼ同様であったが, なぜ, 患側腎側のみの血流低下が起こるのかについては不明であり, 今後症例を増して検討していく必要がある.

## 2. のう胞腎

5例(男性3例, 女性2例, 年齢14~46歳)について施行した.

この疾患は増大するのう胞により腎実質が圧迫され, ついには腎機能を荒廃せしめる予後不良の進行性

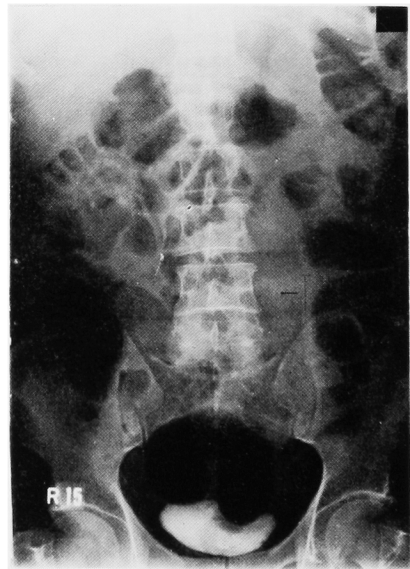


Fig. 3. A: Intravenous urogram. The left kidney is not visualized during the attack and the stone in the middle of the ureter is shown by arrow.

疾患であることは周知のところである. 腎機能障害の特徴は, 糸球体障害よりもむしろ尿濃縮能力の低下がいちじるしいことにあるとされている.

本疾患の進行を阻止する有効な治療法はなく, 腎機

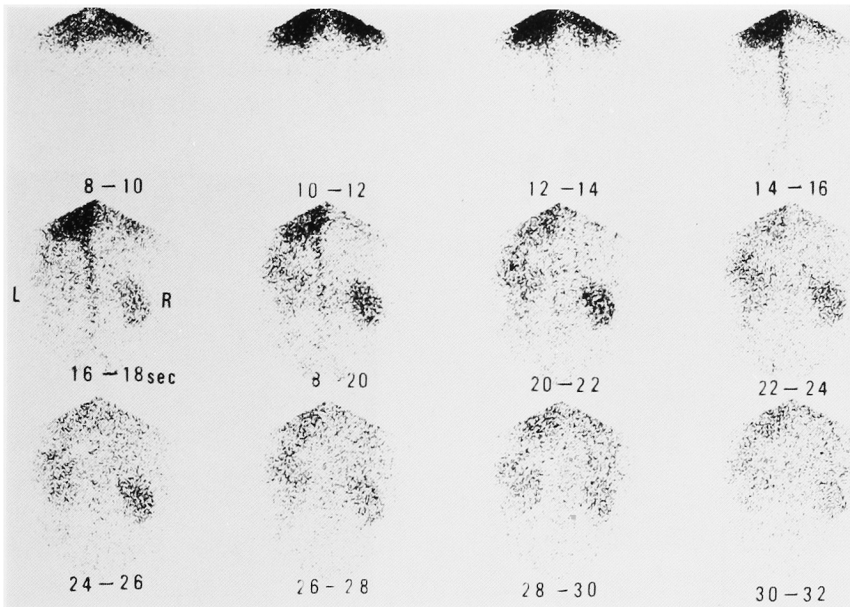


Fig. 3. B: Serial images for the perfusion phase. The left renal images are very thin.

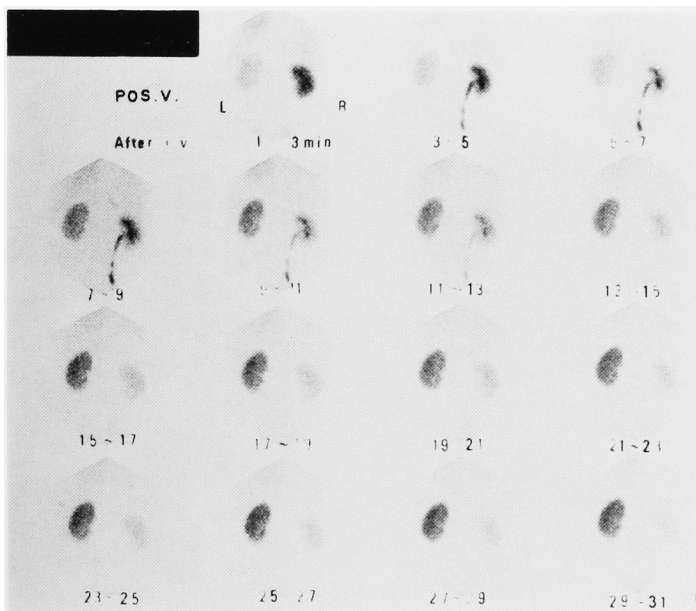


Fig. 3. C: The serial images for the functional phase. The 1-minute left renal images are very thin and they gradually thicken with passage of time. The pyelogram is not shown.

能保持を目的とした管理がもっとも重要なことである。Dynamic renoscintigraphy は本疾患の診断の

みならず、経過観察にも、腎の形態、機能 (Fig. 4 A~D) を同時に知りえて、しかも患者に負担なく施行できるため最適な検査法と考えられた。IVU による経過観察は、ヨード剤が腎機能保持には不利であるため、避けるべきであると考えられる。

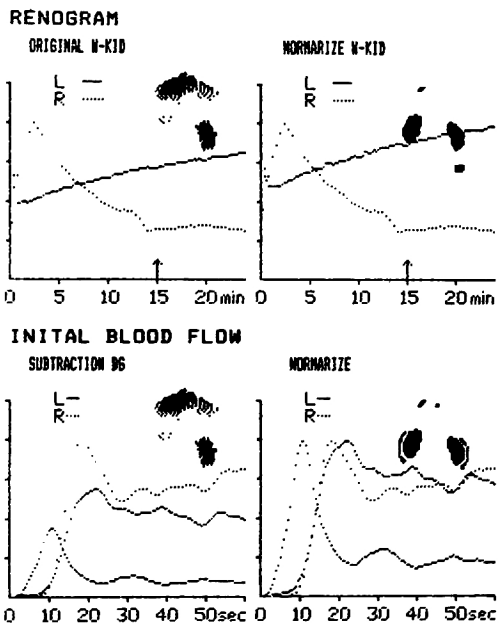


Fig. 3. D: Renograms and the first perfusion curves. The urinary secretion and passage are very poor on the left kidney, in spite of the intravenous administration of 5 mg Frosamide at 15 minutes. The blood flow in the left kidney is very poor.

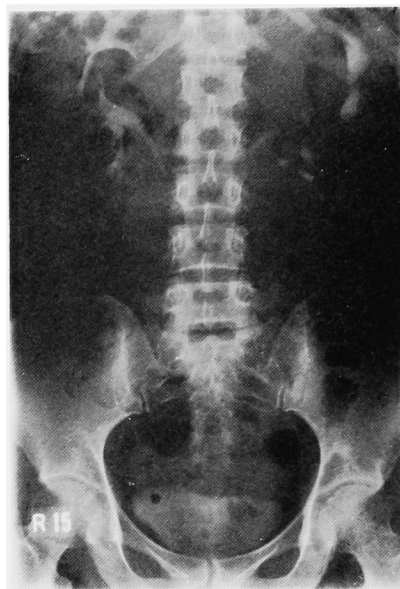


Fig. 4. 45-year-old female. Polycystic kidney. A: IVU 15 min.; pyelograms are depressed and dislocated.

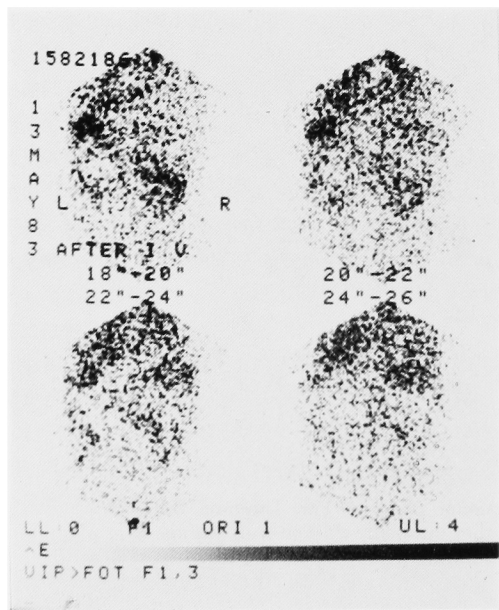


Fig. 4. B: Serial images of perfusion phase. Poor blood flow on the left kidney and cold areas on the right kidney.



Fig. 4. C: Serial images of functional phase. Cold areas are shown in both kidneys.

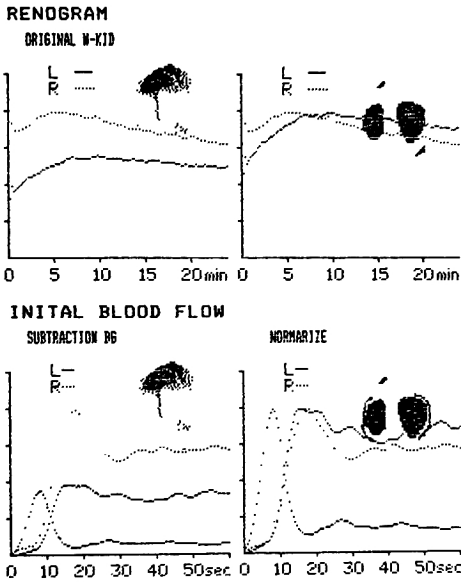


Fig. 4. D: Renograms and blood flow curves for perfusion phase. Right renogram is  $M_1$  pattern and left renogram, L pattern of Machida. Poor blood flow is shown.

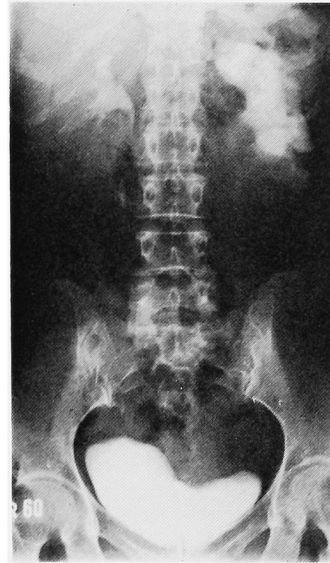


Fig. 5. Female 47-year-old. Left ureter stone. A: DIU (20 min.); Hydroureter of the left kidney due to a ureteral calculus (arrow). Nephrogram is not clear.

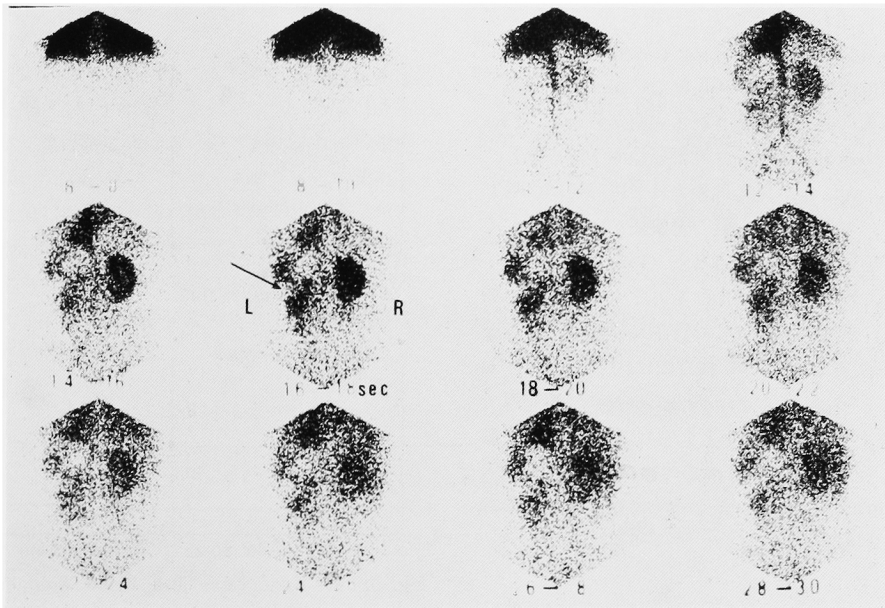


Fig. 5. B: The serial images at the first perfusion phase. Renal blood flow is markedly decreased and cold area is in the middle part of the kidney (arrow).

### 3. 水腎症

9~68歳の11例(男性7例, 女性4例)について施行した。

本検査法が有用であった1症例を供覧する。

症例: 46歳, 女性, 左尿管結石, 左膿腎症にて観察

中である。

DIU 所見. DIU 用 Conray 220 ml 点滴静注後60分にて左水腎症を認めるが左腎実質についての情報は得られない (Fig. 5A).  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  による dynamic renoscintigraphy では, まず perfusion

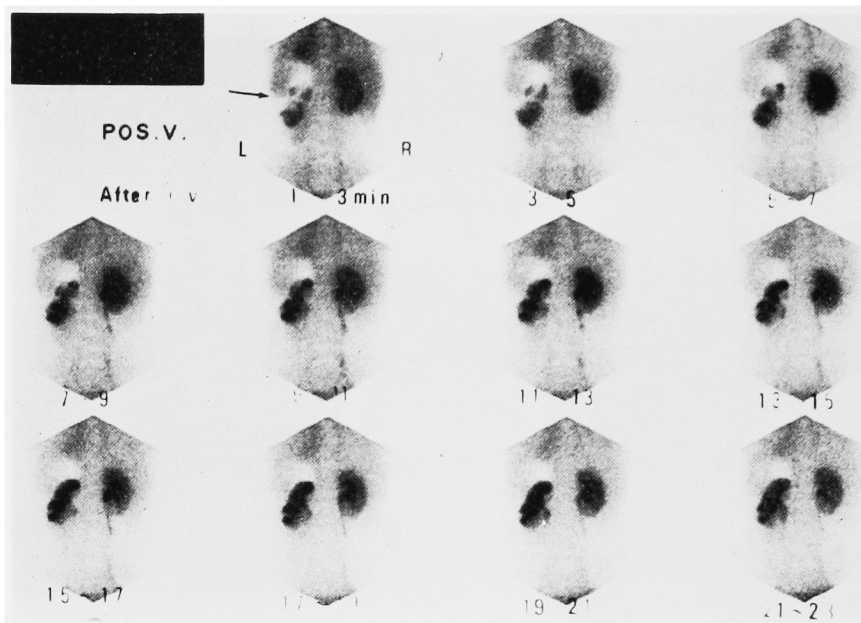


Fig. 5. C: The serial images of functional phase. The left renal images are thin and cold area is in the middle part of the kidney (arrow). The left pyelograms gradually increase with passage of time.

phase において左腎上極の血流分布が乏しいことが認められる (Fig. 5B). ついで functional images において同部位の機能が認められないが、時間経過とともに左腎盂内に尿が貯留される過程がわかる (Fig. 5C). Renogram curve は町田分類の M<sub>1</sub> を示し, Lasix 1/2 Amp. ⑤ においても改善されず尿停滞がいちじるしいこと、さらには、左腎の腎機能がいちじるしく障害されていることが理解される (Fig. 5D).

水腎症は、臨床泌尿器科でもっとも多い疾患のひとつであり、患側腎についての詳細な情報が必要となる。本疾患に対しての RI 検査法については、<sup>123</sup>I-OIH による dynamic renoscintigraphy が有用であることはすでに報告したところであるが<sup>7)</sup>、<sup>123</sup>I-OIH の入手困難な現状においては、<sup>99m</sup>Tc-DTPA による renoscintigraphy で十分その役割をはたすことができると考えられた。

総 括

腎・尿路系の形態・機能を検査する簡便な方法として、泌尿器科領域でもっとも繁用されている IVU (あるいは DIU) と本法を比較すると、腎盂・腎杯の詳細な変化についての情報は IVU がすぐれていたが、nephrogram・腎実質内血流動態・腎および上部尿路機能の評価については本法のほうがはるかにすぐれた情報が得られ、日常泌尿器科検査法として有用

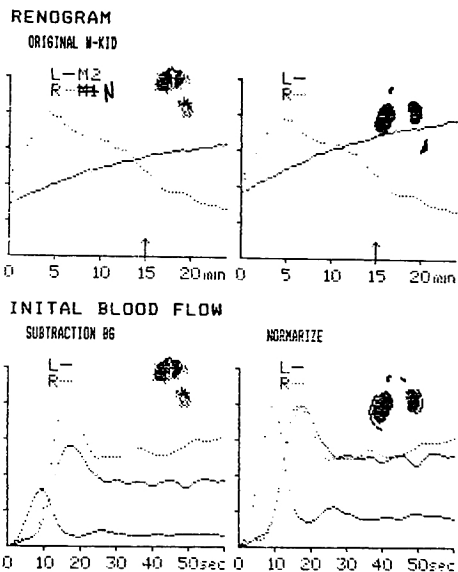


Fig. 5. D: Renograms and blood flow curves at perfusion phase. Left renogram comes under M<sub>2</sub> pattern. Renal blood flow of left kidney is poor.

度の高いものであることの認識をあらたにした。

本法の特長は serial images と renogram curves による画像診断と標識薬の腎実質から尿路への集積・排泄にいたる過程の計算により、腎・尿路系機能が数値として診断できることに要約された。今回使用した



<sup>99m</sup>Tc-DTPA 注射液およびキット（日本メジフィジックス社）は、十分にその目的を達成した。さらにまったくなんの副作用も経験しなかったことも大きな特長であった。

## 考 察

<sup>99m</sup>Tc-DTPA は糸球体よりろ過されるすなわち GFR 物質であり、さらには <sup>131</sup>I-Iothalamate と高い相関を示すことが知られており、腎機能障害の程度を評価するには都合のよい放射性医薬品であり<sup>8)</sup>、<sup>99m</sup>Tc の優れた性質から高い計数効率および分解能が得られること、エネルギーが 140 KeV と  $\gamma$ -camera 特性と一致していることなどにより繁用されている。

また、大量投与が可能のため、鮮明な初期血流イメージが得られるので、この解析から、腎内血流動態を知ることが可能となり、移植腎の機能評価や拒絶反応と急性尿細管壊死との鑑別や、腎性高血圧など腎血管病変の検査<sup>9)</sup>にも応用され始めている。

本検査法の利点はすでに指摘されている<sup>9-14)</sup>ところの、腎・尿路の機能を知る検査法としての医学的な面もさることながら、非侵襲性、副作用がない、被曝線量がきわめてわずかであるなど、患者の立場においてもすぐれた検査法である。

造影剤による副作用については周知のところである。ちなみに、1982年1年間で、当科での IVU（あるいは DIU）施行時におけるヨード剤による副作用発生頻度については、2 ml のヨードテストにてなんらかの異常を呈したものの37例、テストは陰性であったが実施時異常反応（膨疹、咽頭不快感、血圧下降など）を起こしたものの13例と決して少ない頻度とはいえない（Table 3）。当科では幸い患者が死亡した経験はないが、ときには患者が死亡する場合もあり、係争とな

る場合もありうる。また造影剤による腎障害の可能性は、造影剤の量や濃度さらに造影剤と腎との接触時間などに関連して存在するとされ、機能障害のある腎にとっては不都合である<sup>15)</sup>。

患者の被曝線量についても無視されるべきではなく、当科における IVU・DIU の空中線量はそれぞれ 163~309 mrad, 271~515 mrad であり、<sup>99m</sup>Tc-DTPA による dynamic renoscintigraphy におけるそれとは格段の差があると考えられる（Table 4）。

IVU（DIU）は現在、泌尿器科領域においてもっとも繁用されているが、上述のような不利な点があるので、その適応には慎重でなければならないと思われる。

われわれのおこなっている dynamic renoscintigraphy は十分に臨床面で使用でき、得られる情報量、安全性からみて、腎・尿路系検査法として、first choice であると考えられた。

## 結 語

<sup>99m</sup>Tc-DTPA 注射液および調製用キット（いずれも日本メジフィジックス社製）を用いての dynamic renoscintigraphy を 666 回（609 例）におこない、実地泌尿器科領域における有用性について検討を加え、以下の結論を得た。

1. Perfusion phase における image と curve より、腎内血流動態を知ることが可能である。
2. Functional phase における image と curve より、nephrogram、上部尿路の機能を知ることが可能である。
3. Perfusion curve および functional curve より腎機能の評価が十分できる。
4. 本検査法はなんらの副作用もなく、被曝線量も

Table 3. Incidence of the abnormal reaction on IVU or DIU using Conray 400<sup>®</sup>

Test	negative	positive
Abnormal reaction on examination	negative	positive
Male	476	6
Female	396	7
Total	872	13

from Jan. 4th to Dec. 29th, 1982.

Table 4. Comparison of the radiation dose between  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA renoscintigraphy and IVU or DIU

	kidney	whole body
renoscintigraphy	0.05 - 0.1 <sup>16)</sup> 0.23*	0.03 - 0.2 <sup>16)</sup> 0.03*
IVU	-	0.163 - 0.309**
DIU	-	0.271 - 0.515**

(mrad)

\* : Data by Japan Med. Physics

\*\* : Data at Anjo Kosei Hospital

少ないなど安全な検査法であるといえる。

以上のことより  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA を用いた dynamic renoscintigraphy は実地泌尿器科において有用な検査法であり、IVU と比較した場合においても、first choice の検査法であると考えられた。

### 文 献

- 1) Hauser W, Atkins HL, Nelson KG and Richards R: Technetium-99m DTPA: A new radiopharmaceutical for brain and kidney scanning. *Radiology* **94**: 679~684, 1970
- 2) Tanaka F, Fujii H, Fukushima T, Takayama Y and Washida H: A new technique of data aquisition, operation and storage. *Proceedings of the Third World Congress of Nuclear Medicine and Biology*, PP. 3412~3415, Pergaman Pub., Paris, 1982
- 3) Washida H, Tsugaya M, Fushimi N, Watanabe H and Tanaka F: Evaluation of intensity of first perfusion of renoscintigram using  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA in practical urology. *Ibid*, PP. 1556~1559, 1982
- 4) Fujii H, Tanaka F, Fukushima T, Washida H, Tsugaya M, Hirao N and Hachisuka Y: Evaluations of analysis of renal function by renoscintigraphy using  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA. *Eur J Nucl Med* **8**: A9, 1983
- 5) Hirao N, Washida H, Tsugaya M, Hachisuka Y, Tanaka F and Fujii H: The clinical studies of the renal function during the colic attach induced by urolithiasis. *J Nucl Med* **24**: 129, 1983
- 6) 田口裕功: 尿路結石症の研究, 第19報: 腎尿管痛の研究. *日泌尿会誌* **51**: 1251~1281, 1960
- 7) 和志田裕人・津ヶ谷正行・平尾憲昭・蜂須賀祐介・田中文雄・福島寿信・藤井 始  $^{132}\text{I}$ -hippuran による renoscintigraphy の泌尿器科領域における有用性について. *泌尿紀要* **28**: 1461~1465, 1982
- 8) 宮前達也・坪郷義崇  $^{99m}\text{Tc}$ -Sn-DTPA とシンチカメラによる腎動態撮影とレノグラムの臨床評価. *Radioisotopes* **23**: 563~569, 1974
- 9) 西村恒彦・木村和文: Triple Isotope Methods による腎 RI 検査 (特に  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA の評価) *日本医学放射線学会雑誌* **37**: 345~355, 1977
- 10) 町田豊平: 腎・泌尿・生殖器系, 臨床核医学. 核医学大系. 第7巻, 95~180, 実業公報社, 東京, 1976
- 11) 石井勝己・長瀬勝也・石橋 晃・安河内 浩・山崎統四郎: 泌尿生殖器疾患. 診療核医学, 木下文雄・安河内 浩編, 235~273, 金原出版. 東京, 1979
- 12) 三木 誠: 尿路動態機能検査法. 核医学動態機能検査法. 久田欣一編. 216~235. 永井書店. 大阪 1979
- 13) 瀬戸 光: 泌尿生殖器, 最新核医学, 久田欣一編 改訂第7版, 313~324, 金原出版, 東京, 1980
- 14) 平川顕名・上山秀磨: 腎, 臨床核医学. 菅原 努・島塚莞爾編, 301~318, 南江堂, 東京, 1981
- 15) 坪郷義崇・平松京一: 造影剤. *医学のあゆみ* **68**: 444~447, 1969
- 16) Freeman LM and Johnson PM: Clinical scintillation imaging. P. 327, Grune and Stratton Pub., New York, 1975

(1984年3月29日迅速掲載受付)