

《ノート》

¹²³I-orthoiodo hippurate (OIH) によるレノグラフィー

—特に局所腎動態機能評価の試み—

Evaluation of Total and Regional Renal Function with ¹²³I-Iodohippurate

玉木 長良* 阪原 晴海* 向井 孝夫* 石井 靖*
 山本 和高* 藤田 透* 林 信成* 伊藤 坦**
 川村 寿一** 森田 陸司* 鳥塚 莞爾*

Nagara TAMAKI*, Harumi SAKAHARA*, Yasushi ISHII*, Takao MUKAI*,
 Kazutaka YAMAMOTO*, Toru FUJITA*, Nobushige HAYASHI*, Hitoshi ITOH*,
 Juichi KAWAMURA**, Rikushi MORITA* and Kanji TORIZUKA*

*Department of Radiology and Nuclear Medicine

**Department of Urology, Kyoto University Medical School

I. はじめに

腎尿路系における動態機能検査は、プローブ検出器によるレノグラフィーに始まり、近年ではガンマカメラによるレノグラフィーが施行されるようになり¹⁾、腎排泄機能を視覚的かつ定量的に評価できるようになった。

これに用いる放射性医薬品として、¹³¹I-OIH や ^{99m}Tc-DTPA が用いられているが、前者は有効腎血漿流量 (ERPF) を測定できる利点を有するものの、¹³¹I の物理学的特性から、被曝線量が多く、エネルギーが高いため鮮明な画像も得られにくい。近年これらの欠点を補うため ¹²³I-OIH が開発され臨床応用されるようになった²⁻⁶⁾。われわれは今回日本メジフィジックス社製 ¹²³I-OIH を使用する機会を得臨床例に利用してその有用性

を検討した。またデータ処理装置を用いて区域レノグラムや、機能能イメージ (functional image) を作成し、局所腎動態機能の評価も試みたものであわせて報告する。

II. 対象および方法**1. 対象**

正常人ボランティア 2 例について基礎的検討を行い、安全性、有効性に特に問題のないことを確認ののち、各疾患について検討した。症例は、排泄性腎盂造影 (DIP) にて上部尿路系に異常のみられなかった 7 例 (小計 9 例)、DIP にて腎盂の拡張のみられた水腎症例 8 例、および腎移植値例の合計 20 例である。

2. 方法

検査の約 30 分前に被検者に 200~400 cc の水分を摂取させ排尿後に腹臥位とし、背面より高エネルギー用平行コリメータを装置したガンマカメラ (Searle LFOV) をあてた。日本メジフィジックス社製 ¹²³I-OIH 37 MBq (1 mCi) を右肘静脈より注

* 京都大学医学部放射線核医学科

** 同 泌尿器科

受付: 57 年 3 月 17 日

最終稿受付: 57 年 5 月 13 日

別刷請求先: 京都市左京区聖護院川原町 54 (☎ 606)

京都大学医学部放射線核医学科

玉木 長良

Key words: ¹²³I-OIH, Renography, Regional renogram, Functional image.

入し、直後より5秒ごと20~25分間、オンライン接続したデータ処理装置(DEC, PDP 11/60)に収集した。また1分ごとの腎動態像を16分間X線にフィルムに撮像した。

コンピュータを用いて、左右の腎全体にそれぞれ関心領域(ROI)を設立して、レノグラム曲線を得た。さらには、おのおのの腎において、腎集積相の画像より腎皮質部に、腎排泄相の画像より腎盂部にマニュアルで関心領域を設定し、皮質と腎盂の区域レノグラムも得た。

また腎臓のおのおのの画集ごとの排泄曲線にいったん時間スムージングを行い、得られた曲線よりTmax, T1/2を算出した。Tmaxは1分から10分を、T1/2は1分から30分までを、おのおの白から黒までの16グレースケールで表示することにより機能図イメージを作成した。

レノグラムまたは区域レノグラムで明らかな排泄遅延を呈したものを異常とした。

III. 結 果

正常人9例のレノグラム中8例は、いずれもTmax 4分以内、T1/2は10分以内と正常のパターンを呈しており、腎盂尿管の拡張像はみられなかった。また区域レノグラムにても腎盂部のレノグラム曲線は腎皮質曲線とほとんど変わらず、Tmaxの遅れはわずかであった。残る1例はDIPにて異常のみられなかった例であり、レノグラムおよび局所腎動態の評価で明らかな排泄遅延がみられ、DIPより異常検出能の高いことが示唆された(症例3)。

一方DIPにて診断の確定した水腎症例では全例レノグラムで明らかなT1/2の延長を認め、腎盂尿管の拡張と排泄遅延像が得られた(Table 1)。T1/2の延長の軽度であった3例は、区域レノグラムに

て腎盂部の明らかな排泄遅延が示された(症例2)。

腎移植例の3例(うち1例は自家移植、他の2例は同種移植)はいずれも腎移植された右そけい部腎が描出され、レノグラム曲線は全例ほぼ正常パターンを示した。

なお、20例全例に、副作用を全く認めなかった症例を供覧する。

症例 1. 66歳 男性 前立腺癌

上記疾患のため、手術目的で入院し、DIPにて上部尿路系に異常は認められなかった例である。Fig. 1aに¹²³I-OIH投与後1分ごとの腎動態イメージを示す。腎への集積は早期よりみられ、4分後より腎のactivityは漸減し、腎盂からの排泄は良好で拡大は認められない。同例に関心領域を設定して得られたガンマカメラレノグラムは、両腎ともTmax 3分、T1/2は約6分で正常パターンを示している。区域レノグラムの検討では、両腎ともに腎盂の曲線は腎皮質の曲線とほぼ同じで、Tmaxの遅れはわずかである(Fig. 1b)。Fig. 1cに本例のTmaxおよびT1/2の機能図イメージを示す。両腎のほぼ全域でTmaxは3~4分、T1/2は3~6分を示し、腎局所に排泄の遅延は認められなかった。

症例 2. 49歳 女性 両側水腎症

DIPにて両側腎盂腎杯の拡張であり(Fig. 2a)、水腎症の確定した例である。1分ごとの腎動態イメージでは、DIP所見とほぼ同じ部位の腎盂腎杯の拡張がみられ、特に左腎の腎盂の、排泄遅延が著明であった(Fig. 2b)。Fig. 2cにレノグラムおよび区域レノグラムを示す。左腎は著明な排泄障害のパターンを示し、区域レノグラムでも腎皮質、腎盂ともに排泄障害を示した。右腎もT1/2が軽度延長し、排泄遅延が示されたが、区域レノグラムでは腎盂のTmaxが腎皮質に比べ著明に延長し

Table 1 Results of ¹²³I-hippuran renography in 17 cases

DIP findings	Tmax (>4 min)	T 1/2 (>10 min)	Delayed excretion in the pelvis	Delatation of the pelvis
Normal*	1/9	1/9	1/9	1/9
Hydronephrosis	7/8	8/8	8/8	8/8

* (including 2 normal volunteers)

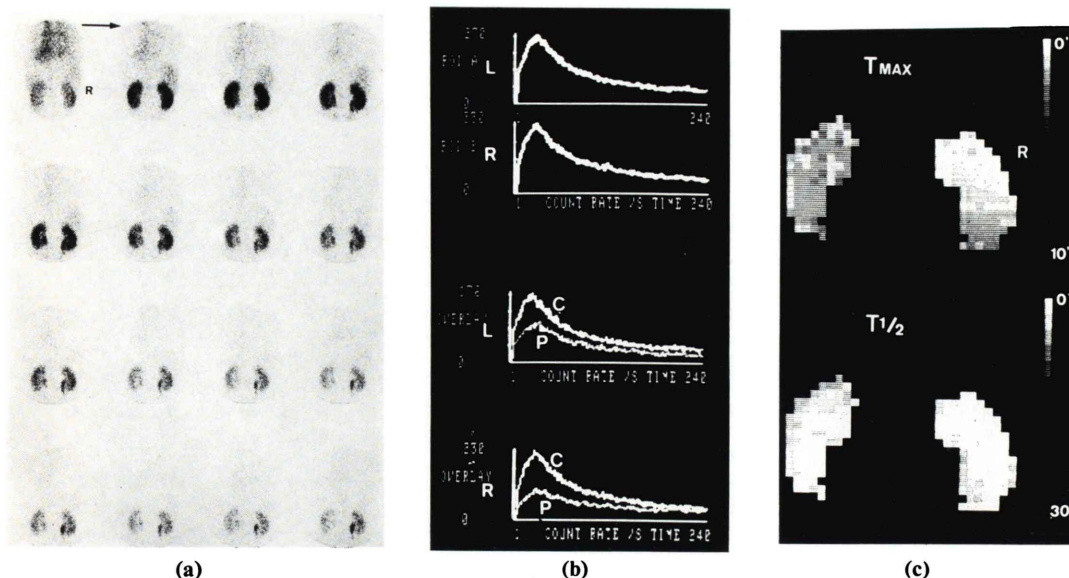


Fig. 1 A normal upper urinary tract case with prostatic cancer. (a) The dynamic renal images with ¹²³I-OIH show normal excretion of the radiotracer with no dilatation of the collecting system. (b) Total renogram (top) and regional renograms (middle, bottom). No delayed excretion is seen. (C: cortex; P: pelvis) (c) The functional images of T_{max} and T_{1/2} distribution. No focal area of delayed excretion is seen.

ており、腎盂の著しい排泄遅延が示唆された。Fig. 2d に機能図イメージを示す。T_{max} は右腎で腎盂部が5分以上を示し、左腎は上極を除くほぼ全域が黒色で示され、T_{max} は8~10分と著明に延長した。T_{1/2} は左腎の中下部が黒色で示され著明な延長が認められた。

症例 3. 45歳 女性 卵巣のう腫

上記疾患のため尿路系障害をみる目的で、DIP およびレノグラフィーを施行した。DIP では小骨盤腔に円形の腫瘤陰影があり、膀胱は右に圧排されている (Fig. 3a)。腎盂尿管に異常な拡張はみられず、腎尿路系は正常と考えられた。¹²³I-OIH による腎動態イメージでは、右腎盂の軽度拡張があり、同部の排泄がいく分遅れていた (Fig. 3b)。レノグラムでは、左腎の T_{max}, T_{1/2} がわずかに延長、区域レノグラムにても腎盂部の排泄の遅延が腎皮質部に比べ明らかであった (Fig. 3c)。機能図イメージでは、左腎盂の T_{max} の延長が明らかとなった (Fig. 3d)。

症例 4. 41歳 男性 腎移植例

腎血管性高血圧のため、右そけい部に右腎を自家移植した例である。移植後経過は良好であり、¹³¹I-OIH によるレノグラムにて異常を認めなかった。Fig. 4a に ^{99m}Tc-DTPA 2 mCi 投与後の腎動態イメージを示す。腎のカウントは4分が最高で、漸次減少し、排泄は良好であった。2週間後に ¹²³I-OIH によるレノグラムを施行した。なお、この間に変化はない。¹²³I-OIH による腎動態イメージは、^{99m}Tc-DTPA のものとほぼ同等であり、排泄は良好で腎盂の拡張はみられなかった。ただ ¹²³I-OIH の像は、^{99m}Tc-DTPA のものと比べバックグラウンドが低く、投与早期から腎より排泄されるためと考えられた (Fig. 4b)。レノグラムは、T_{max}, T_{1/2} とも明らかな延長は認められなかった (Fig. 4c)。

IV. 考 案

¹²³I-OIH は ¹²³I の物理学的特性の利点から、

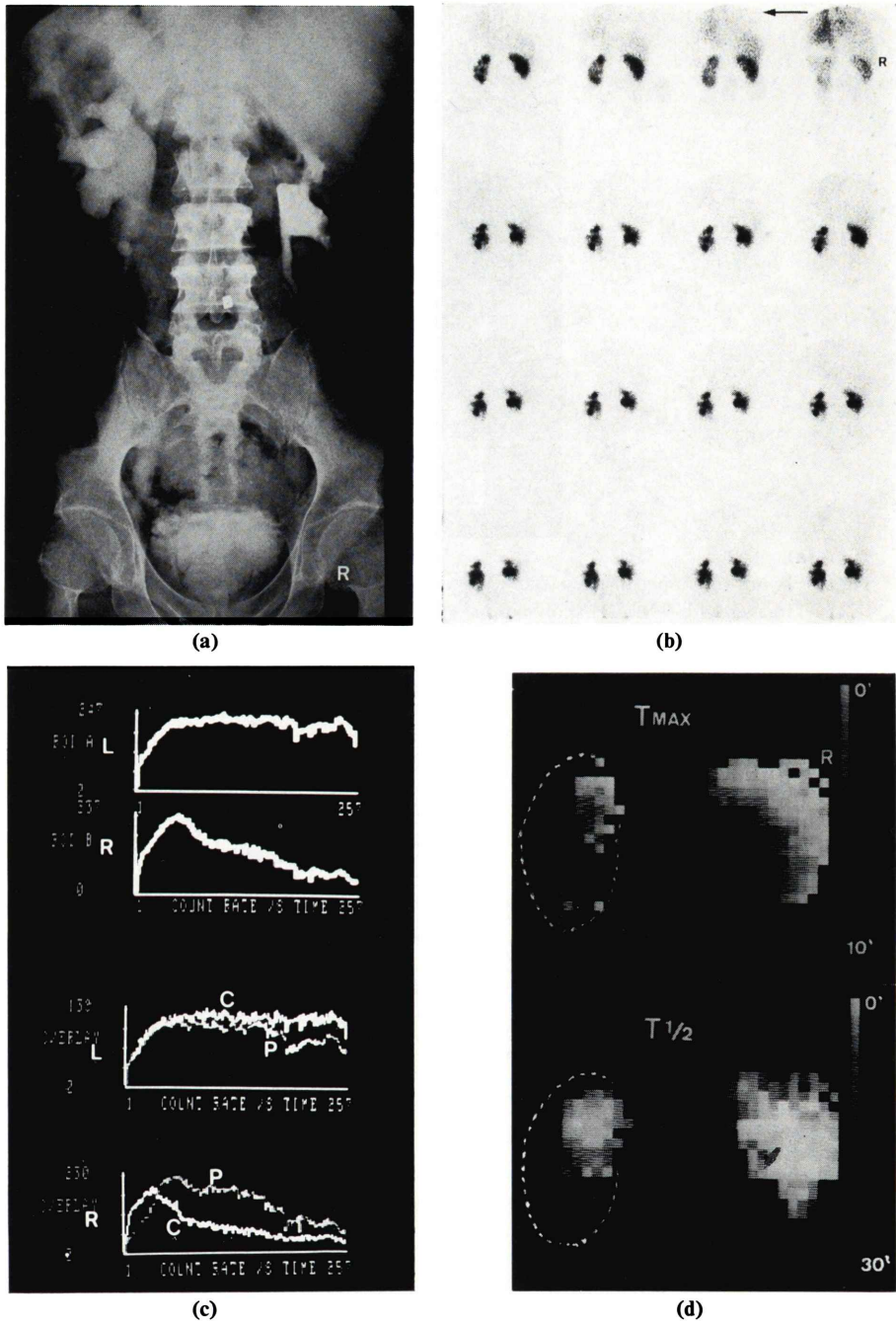


Fig. 2 A case with bilateral hydronephrosis. (a) Drip infusion pyelogram (DIP) shows dilatation of the bilateral collecting system. (b) The dynamic images with ^{123}I -OIH show abnormal pooling and dilatation of the collecting system. (c) Total and regional renograms show marked obstruction in the right kidney, and mildly delayed excretion in the right kidney, especially in the pelvic region. (d) The functional images show prolonged T_{max} in the left kidney.

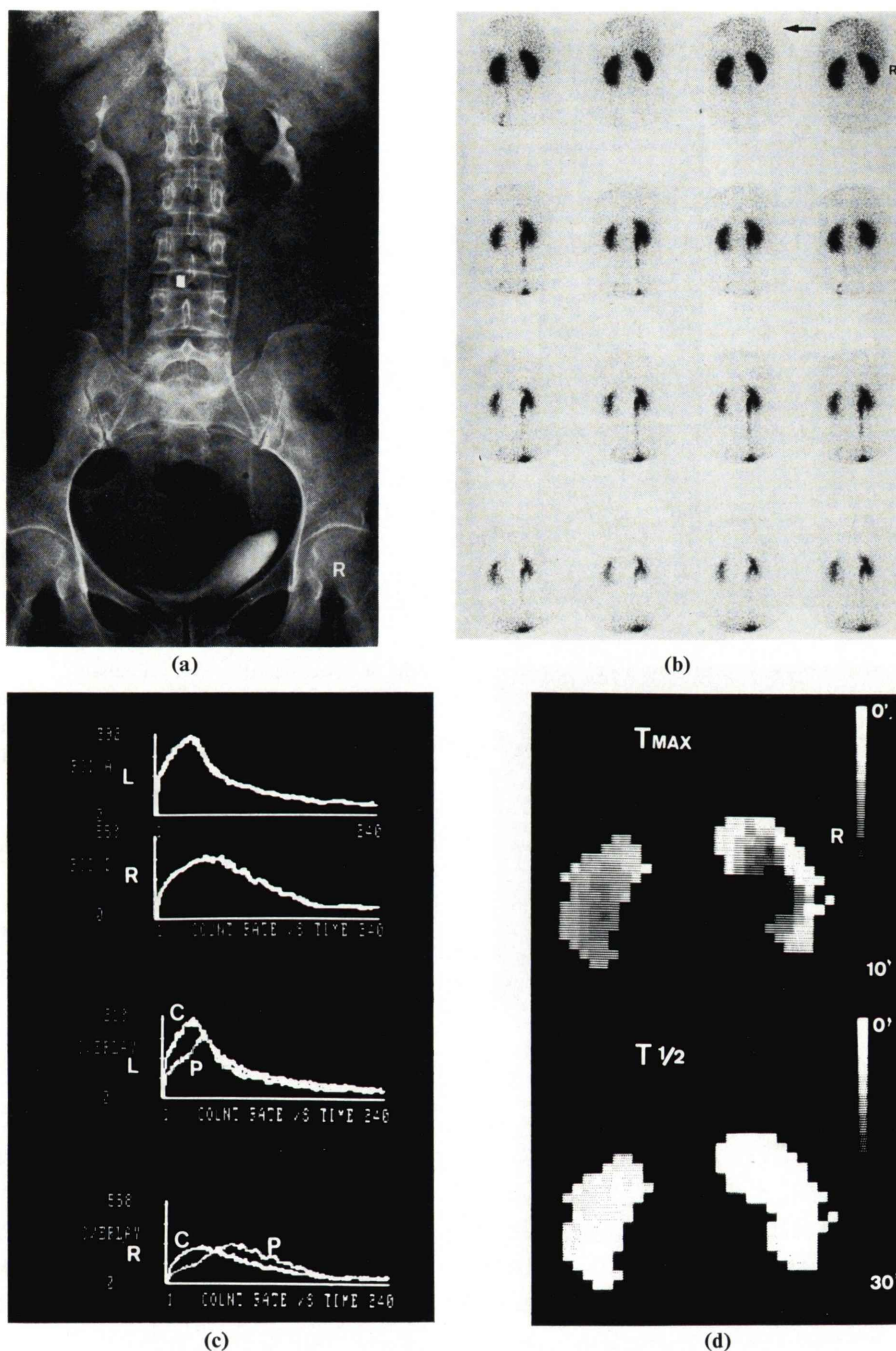


Fig. 3 A case with ovarian cyst. (a) DIP shows no dilatation of the collecting system. (b) The renal dynamic images with ^{123}I -OIH show mild retention of the tracer in the right pelvis. (c) Total and regional renograms reveal mildly delayed excretion in the right kidney and an apparent clearance abnormality in the right pelvis. (d) The functional images show delayed clearance in the right pelvis.

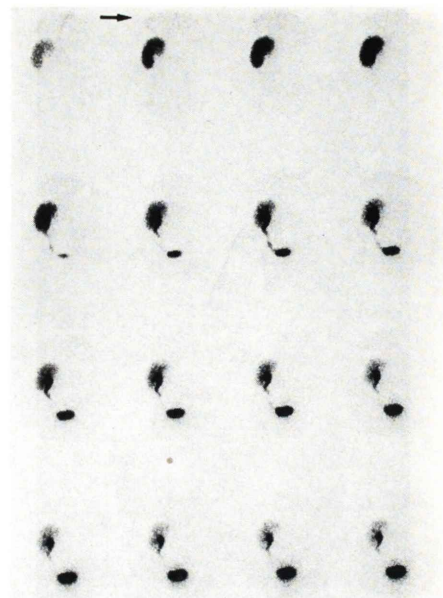
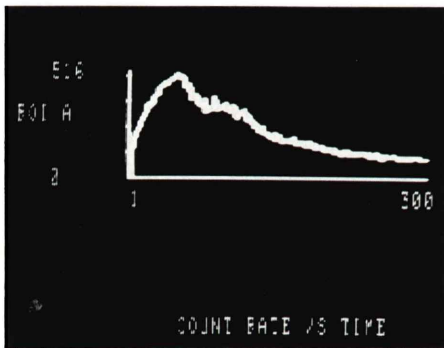
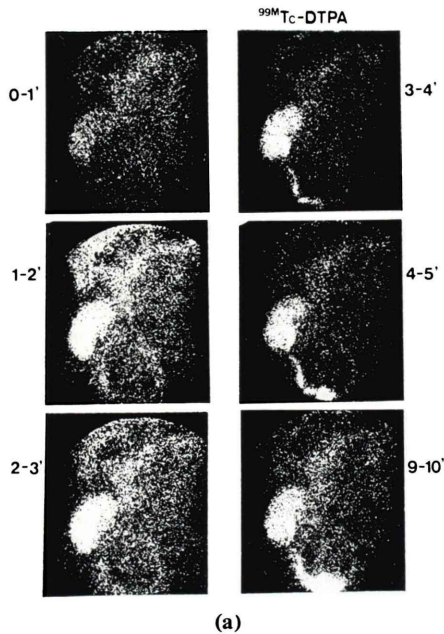


Fig. 4 A case with renal transplant.

^{99m}Tc -DTPA (a) and ^{123}I -OIH (b) images show similar excretory pattern without delayed excretion. Note less background in the ^{123}I -OIH images.

^{131}I -OIH に代わる腎動態機能評価のための放射性医薬品として利用されるようになってきている²⁻⁶⁾。すなわち、 ^{123}I は半減期が 13.0 時間で ^{131}I の 8.06 日に比べ大幅に短縮しており、 β 線を放出しないため、体内被曝線量を軽減できる。MIRD 法で算出された ^{123}I -OIH の被曝線量は、全身で ^{131}I の 1/2、腎で 1/4 以下といわれている⁸⁾。特に腎の排泄遅延のある例では、腎への被曝線量は大幅に軽減できる³⁾。また γ 線エネルギーが 159 keV とシンチカメラに適当なものであるため、計数効率も良く、鮮明な画像が得られる。収集カウント

も高いため統計変動も少ない。著者らは ^{123}I -OIH 1 mCi を用いてレノグラフィを行い、データ処理装置を用いて、区域レノグラムや Tmax、T1/2 の機能図イメージを作成するのに十分な収集カウントを得た。したがって本法により、局所の腎動態の評価を高い精度で行えるようになったといえる。

腎動態機能シンチグラム製剤として、 ^{99m}Tc -DTPA が汎用されており、 ^{99m}Tc の物理的特性の利点から、豊富な情報が得られている。しかし ^{99m}Tc -DTPA は糸球体濾過 (GFR) 物質とされ、尿細管の機能は反映されにくい。また排泄がほとんど糸球体に局限されるため、 ^{123}I -OIH より排泄が遅く、Fig. 4 で示した如く、バックグラウンドがヒプランに比べ高い欠点をもつ。一方 ^{123}I -OIH は、有効腎血漿流量 (ERPF) を正確に反映でき²⁾、腎からの排泄が高いため腎バックグラウンド比が高く、鮮明な画像が得られる²⁾。

今回の20例の検討では、腎全体のレノグラム評価に加えて、腎盂の拡張の有無、また区域レノグラムや機能図イメージによる局所腎機能評価も行った。水腎症は全例本法により検出可能であった。また症例3で示したように、排泄遅延をDIPより高率に異常を検出できる可能性も示唆された。特に腎全体のレノグラムでは排泄障害は軽度であった3例で区域レノグラムや機能図イメージにおいて明らかな排泄遅延が示され、局所腎動態機能の評価が有用であった。区域レノグラムにより、局所腎機能や腎の残存機能を把握しようとする試みはこれまでに散見されるが^{1,9)}、今後このような形の局所腎動態評価法は、レノグラム曲線の解析とともに重要な方法となると考えられる。

一方腎移植例にも本レノグラムは適用可能であった。腎移植例では、DIPによる腎障害出現の可能性もあるため、くり返しDIPを施行できない。このような例に本法による腎動態機能の経過観察は意義深いと考えられる。

今後このような局所腎機能評価を、さらに多くの症例で検討するとともに、deconvolutionなどのデータ処理による新しい解析法も試みる予定である。

V. 結 語

- 1) 新しいレノグラム製剤 $^{123}\text{I-OIH}$ を用いて、20例にレノグラフィーを施行した。
- 2) 副作用はみられず、全例鮮明な画像が得られ、区域レノグラムやTmax T1/2の機能図イメージによる評価も可能であった。
- 3) 水腎症の診断には、腎全体のレノグラムとともにこれらの局所腎機能評価はきわめて有用であった。

4) 移植腎の機能評価の判定にも有用であり、同時期に施行した $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 像よりバックグラウンドが低く、排泄は早かった。

5) $^{123}\text{I-OIH}$ は被曝線量を減らし、ガマカメラに好適なエネルギーの γ 線を放出するため、 $^{131}\text{I-OIH}$ に代わる有用なレノグラム製剤と考えられた。

文 献

- 1) Loken MK, Linnemann RE, Kush GS: Evaluation of renal function, using a scintillation camera and computer. *Radiology* **93**: 85-94, 1969
- 2) Short MD, Glass HI, Chisholm GD, et al: Gamma camera renography using $^{123}\text{I-hippuran}$. *Br J Radiol* **46**: 289-294, 1973
- 3) Zielinski FW, Holly FE, Robinson GD Jr, et al: Total and individual kidney function assessment with iodine-123 ortho-iodohippurate. *Radiology* **125**: 753-759, 1977
- 4) Clorius JH, Dreikorn K, Zelt J, et al: Posture induced disturbance of pertechnetate flow and I-123 iodohippurate transport in some renal graft recipients with hypertension. *J Nucl Med* **21**: 829-834, 1980
- 5) Stadalnik RC, Vogel JM, Jansholt AL, 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
- 6) 穴戸文男, 館野之男, 福士 清, 他: $^{123}\text{I-hippuran}$ 経時的腎シンチグラフィによる局所レノグラムおよび機能イメージの臨床的意義. *核医学* **18**: 1425-1429, 1981
- 7) 西村恒彦: Functional imageによる腎内RI動態の解析と臨床的検討. *核医学* **14**: 105-121, 1977
- 8) Elliott AT, Britton KE: A review of the physiological parameters in the dosimetry of ^{123}I and ^{131}I -labelled hippuran. *Int J Radiat Isot* **29**: 571-573, 1978
- 9) Kalika V, Bard RH, Illoreta A, et al: Prediction of renal functional recovery after relief of upper urinary tract obstruction. *J Urology* **126**: 301-305, 1981