《ノート》

^{123}I-OIH による腎動態検査について

Dynamic Renal Study with ^{123}I-OIH

伊藤　一夫*　楢林　勇*　松井　律夫*　井上　善夫*
福川　孝*　竹村知恵子*　大西　隆二*　杉村　和朗*
西山　章次*　木村　修治*

Kazuo Ito, Isamu Narabayashi, Ritsuo Matsui, Yoshio Inoue,
Takashi Fukukawa, Chieko Takemura, Ryuji Onishi,
Kazuro Sugimura, Shoji Nishiyama and Shuji Kimura

Department of Radiology, Kobe University School of Medicine

I. はじめに

腎の核医学的動態機能検査には1960年以来 ^{131}I-Hippuran が用いられてきた[1,2]．^{131}I- は β 線を放出すること，半減期が長いことにより被曝線量が多く，γ 線エネルギーも高く，画像を伴う検査には必ずしも適していない．そこで，近年は ^{99m}Tc-DTPA が画像を伴う検査には主に用いられるようになっている[3,4]．

最近になってヨウ化ヒプル酸ナトリウム (^{123}I) (以下 ^{123}I-OIH と略称する) が画像を伴った腎機能検査に用いられ始めている[5~11]．^{123}I の製造法には，^{127}I (p, 5n) ^{123}Xe→^{123}I, ^{122}Te (d, n) ^{123}I, ^{124}Te (p, 2n) ^{123}I といくつかあり，それぞれ混入する放射性核種が異なっている．今回われわれは ^{124}Te (p, 2n) ^{123}I 反応により製造された ^{123}I により標識された ^{123}I-OIH を用いて腎動態機能検査を行ったので，その成績を ^{99m}Tc-DTPA, ^{131}I-Hippuran と比較検討し報告する．なお ^{1233}-OIH は日本メジフィジックス社より提供されたものである．

II. 方　法

^{123}I-OIH による腎機能検査を施行した症例は，肺癌で腎の検索を要した7例，高血圧症6例，膀胱癌5例，腎不全3例，腎癌2例，尿路結石2例，その他12例の計37例である．うち ^{123}I-OIH シンチグラフィ施行と比較的近い日時に ^{99m}Tc-DTPA シンチグラフィおよび ^{131}I-Hippuran レノグラム検査を行った症例は4例であり，^{123}I-OIH でレノグラム検査のみ行い，それと比較的近い日時に ^{99m}Tc-DTPA シンチグラフィおよび ^{131}I-Hippuran レノグラム検査を行った症例は2例であった．^{123}I-OIH 静注後経時的に採血し，血中放射活性の変動を測定した症例は4例であった．

使用機器は，シンチグラフィには，東芝製 GCA-401 にデータ処理装置 GMS-80A を接続して用い，レノグラム検査には，島津4チャンネル RI 動態機能検査装置を用いた．

---

* 神戸大学医学部附属病院放射線科

受付：57年7月2日
最終稿受付：57年10月18日

別刷請求先：神戸市中央区楠町7-12-1 (〒650)
　　　　　　神戸大学医学部附属病院放射線科
　　　　　　　　　　　　　　伊藤一夫

Key words: ^{123}I-OIH, Dynamic Renal Study.

検査にあたっては，特に前処置はほどこさず，シンチグラフィは坐位で測定し，レノグラム検査は臥位で行った．投与量は，^{123}I-OIH はシンチグラフィには 1 mCi (3.7×10^7 Bq)，レノグラム検査には 30 μCi (11.1×10^5 Bq) 使用し，^{99m}Tc-DTPA は 5 mCi (18.5×10^7 Bq)，^{131}I-Hippuran は 30 μCi (11.1×10^5 Bq) 使用した．シンチグラムの撮像時間は，^{123}I-OIH は静注後 5 分ごとに 20 分間ポラロイドフィルムに撮像し，あわせて，ガンマイメージャに20ないし60秒ごとに撮像した．^{99m}Tc-DTPA は静注後 0～1 分，1～3 分，5～7 分，9～11 分，13～15 分，18～20 分の 7 枚ポラロイドフィルムに撮像した．

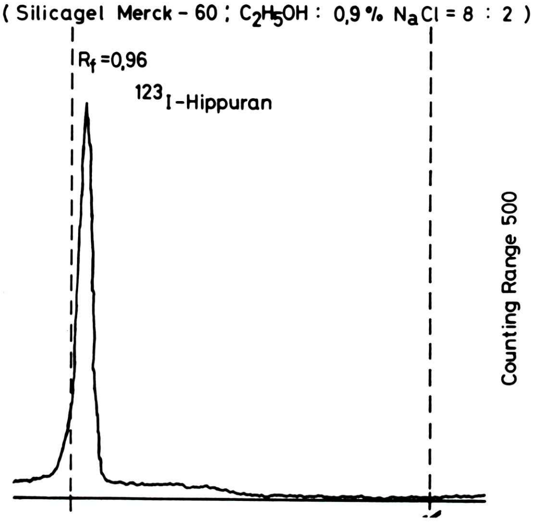


Fig. 1 Thin layer chromatography of ^{123}I-OIH. solvent; ethanol: 0.9% saline = 8:2

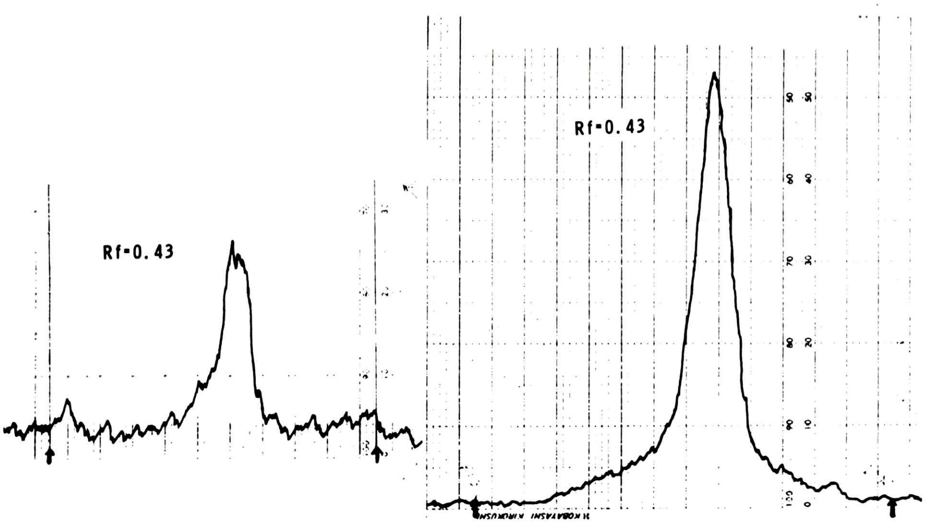
また薄層クロマトグラフィを用いて，放射化学的純度の検討も行った．

III. 結 果

1. 薄層クロマトグラフィによる検討

Fig. 1 は，溶媒としてエタノール：生食水 (8:2) で展開した ^{123}I-OIH の薄層クロマトグラフィである．^{123}I-OIH はきれいな単一ピークとなっており，不純物はほとんど含まれていないものと考えられる．

Fig. 2 は，溶媒としてクロロホルム：酢酸 (9:1) で展開した薄層クロマトグラフィで，a は患者に静注後60分の尿，b は原液を展開したものである．ともに Rf 値＝0.43 と変わらず，^{123}I-OIH は体内



a　　b

Fig. 2 Thin layer chromatography of ^{123}I-OIH. solvent; chloroform: acetic acid = 9:1
(a) ^{123}I-OIH in the urine (b) ^{123}I-OIH

で変化せずに尿中へ排泄されるものと考えられる．

2. 経時的血中停滞率による血中消失曲線の検討

Fig. 3 は ^{123}I-OIH 静注後経時的に採血した4例の血中放射活性の変動とそれぞれのレノグラムである．Case 1 は肺癌の全身検索例で，レノグラムで左腎排泄曲線は階段状であるが，BUN は8と正常であった例である．血中停滞率は5分 21.1%，10分 12.9%，20分 7.0%，30分 4.7%，40分 3.3%，60分 2.2% であった．Case 2 は縦隔腫瘍の全身検索例で，レノグラムで第3相の下降が比較的ゆるやかで，BUN も24とやや上昇しており，PSP は15分値 19.8%，120分値 68.3% とやや低下していた例である．血中停滞率は5分 23.5%，10分 16.0%，30分 8.5%，40分 6.7%，60分 4.8% であった．Case 3 は肺癌の全身検索例で，レノグラムでは第3相に再上昇が見られたが，BUN は9と正常であった例である．血中停滞率は5分 21.8%，10分 19.3%，30分 12.0%，40分 10.1%，60分 7.3% であった．Case 4 は高血圧症の例で，レノグラムは第2相，第3相ともに遅延しており，BUN も34と上昇していた．血中停滞率は5分 29.5%，10分 19.4%，20分 14.1%，40分 10.4%，60分 7.7% であった．レノグラムが良好な程血中消失も速いという傾向がうかがえる．

3. レノグラムの比較

Fig. 4 は，同一症例の各放射性医薬品によるレノグラムである．^{131}I-Hippuran によるレノグラ

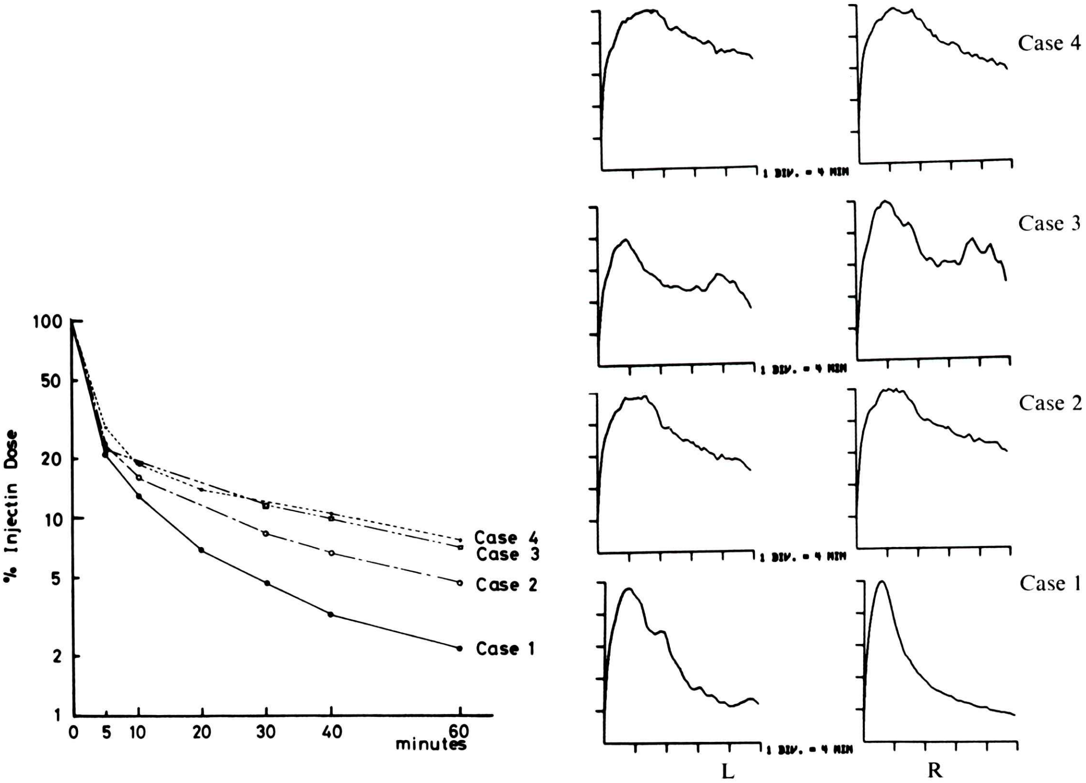
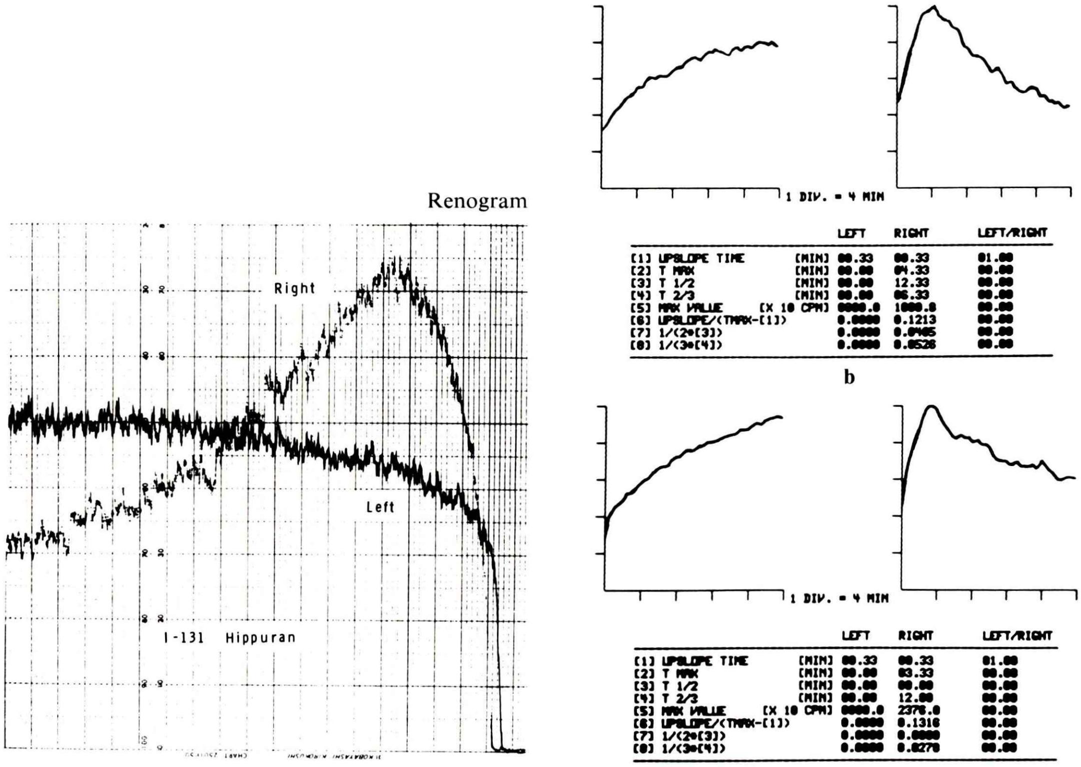


Fig. 3 Blood clearance and renogram of ^{123}I-OIH.
case 1: pulmonary carcinoma
case 2: mediastinal tumor
case 3: pulmonary carcinoma
case 4: hypertension



```
                                    LEFT     RIGHT      LEFT/RIGHT
[1] UPSLOPE TIME           [MIN]   00.33    00.33      01.00
[2] T MAX                  [MIN]   00.00    04.33      00.00
[3] T 1/2                  [MIN]   00.00    12.33      00.00
[4] T 2/3                  [MIN]   00.00    06.33      00.00
[5] MAX VALUE       [X 10 CPM]   0000.0   1000.8      00.00
[6] UPSLOPE/(TMAX-[1])            0.0000   0.1213     00.00
[7] 1/(2*[3])                     0.0000   0.0405     00.00
[8] 1/(3*[4])                     0.0000   0.0526     00.00
```

```
                                    LEFT     RIGHT      LEFT/RIGHT
[1] UPSLOPE TIME           [MIN]   00.33    00.33      01.00
[2] T MAX                  [MIN]   00.00    03.33      00.00
[3] T 1/2                  [MIN]   00.00    00.00      00.00
[4] T 2/3                  [MIN]   00.00    12.00      00.00
[5] MAX VALUE       [X 10 CPM]   0000.0   2376.0      00.00
[6] UPSLOPE/(TMAX-[1])            0.0000   0.1316     00.00
[7] 1/(2*[3])                     0.0000   0.0000     00.00
[8] 1/(3*[4])                     0.0000   0.0278     00.00
```

a　　b　　c

Fig. 4　Comparison of renograms with ^{123}I-OIH, ^{131}I-Hippuran and ^{99m}Tc-DTPA.
(a) ^{131}I-Hippuran　(b) ^{123}I-OIH　(c) ^{99m}Tc-DTPA

ムは臥位で測定し，^{123}I-OIH，^{99m}Tc-DTPA のレノグラムは坐位でシンチカメラにより測定し，データ処理装置により求めたものである．^{131}I-Hippuran と ^{123}I-OIH のレノグラムは，ほぼ同一のパターンであるが，^{99m}Tc-DTPA レノグラムは第3相が遅れている．

4. ^{131}I-Hippuran シンチグラムとの比較

Fig. 5 は，以前行われていた ^{131}I-Hippuran によるシンチグラムである．投与量は 300 μCi (11.1×10^6 Bq)，臥位にて測定し，1,800 ホール高エネルギー用コリメータを用いている．

a は正常例，b は両側性の水腎症である．

^{131}I-Hippuran の像は一般的に ^{123}I-OIH の像に比し劣っている．

5. コリメータによる像の比較

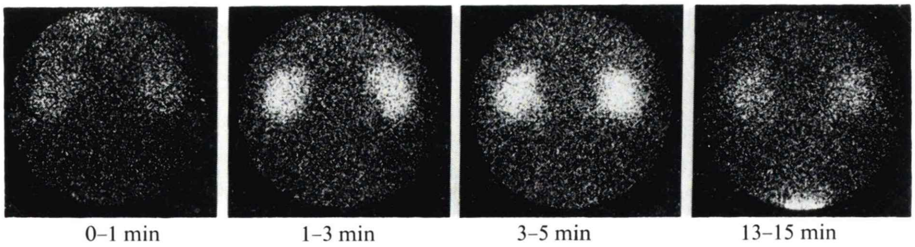
^{123}I の放出する γ 線の主エネルギーは 159 KeV であるが，本剤の中には，さらに高エネルギーの γ 線を放出する ^{124}I，^{126}I を放射性不純物として含んでいるため，中エネルギー用コリメータの使用がすすめられている[5]．当施設には，1,800 ホール高エネルギー用コリメータと 42,000 ホール低エネルギー用コリメータしかなく，まず 1,800 ホールコリメータを使用した．その像は Fig. 6 のごとくで，バックグラウンドはないが，以下に示す低エネルギー用コリメータ使用の像に比し，劣っていると考えられ，2例を除いて，低エネルギー用コリメータを使用した．

6. ^{99m}Tc-DTPA シンチグラムとの比較

Fig. 7 は，左上部の腎癌の症例である．^{99m}Tc-DTPA シンチグラムの方が欠損がやや明瞭に識別できるようであるが，ほぼ同等と考えられる．

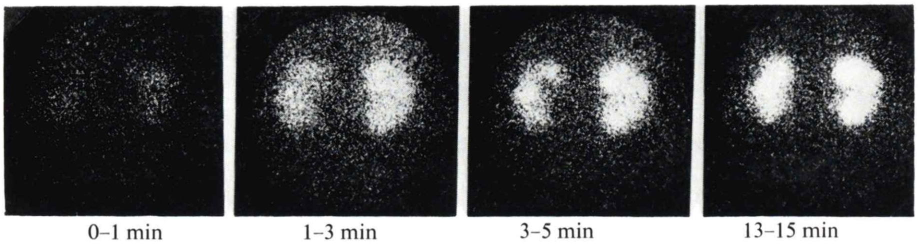
Fig. 8 は，前立腺癌膀胱浸潤による水腎症の例

Renal Image with I-131 Hippuran 0.3 mCi



K.Y. 85 y.o. normal case

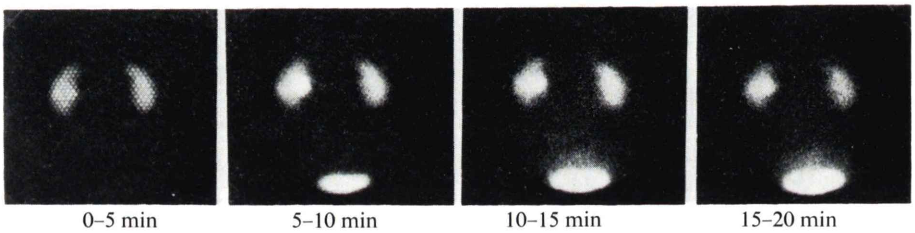
a



b

Y.H. 19 y.o. both hydronephrosis

Fig. 5 Renal image with ^{131}I-Hippuran.
(a) normal (b) both hydronephrosis



Y.T. 56 y.o. male High Energy Collimator

Fig. 6 Comparison of image with high energy collimator and low energy collimator. Renal image of ^{123}I-OIH with high energy collimator.

である．^{123}I-OIH シンチグラムでは左腎は充分にコリメートされていないように見える．右腎についても ^{99m}Tc-DTPA シンチグラムの方が見やすい像である．また ^{99m}Tc-DTPA シンチグラムでは0〜1 分の像で腹部大動脈が明瞭に描出されていたが，^{123}I-OIH のガンマイメージャによる像では不鮮明であった．

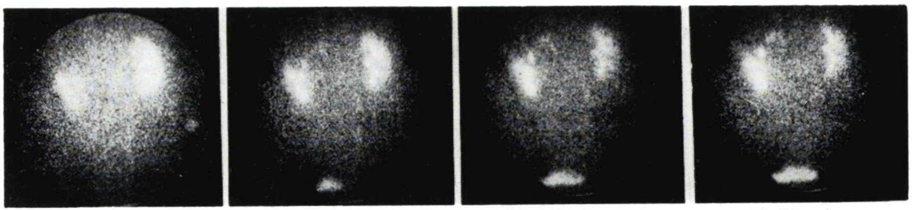
Fig. 9 は，膀胱癌術後回腸導管設置例である．画像的には ^{123}I-OIH と ^{99m}Tc-DTPA はほぼ同等と考えられる例である．

7. 副作用

37例中，特に本品に起因すると思われる副作用はなかった．ただ 1 例に検査時の悪心，嘔吐がみられたが，ふだんでも点滴中などによく悪心，嘔吐のみられた例であり，本剤に対する特有の反応とは考えにくい．

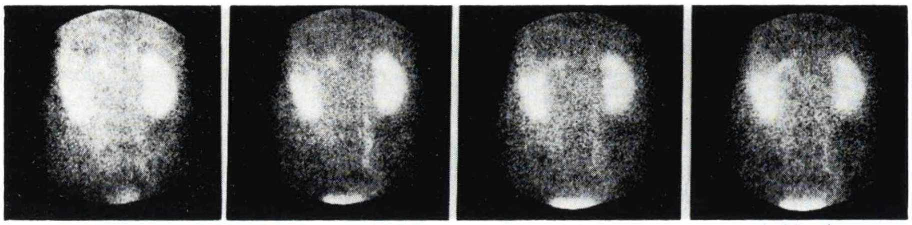
IV. 考察

^{131}I-Hippuran は PAH と相関し，有効腎血漿流量 (ERPF) をよく反映すると言われ[2)]，^{123}I-OIH



0–5 min 5–10 min 10–15 min 15–20 min

^{123}I-OIH 1 mCi

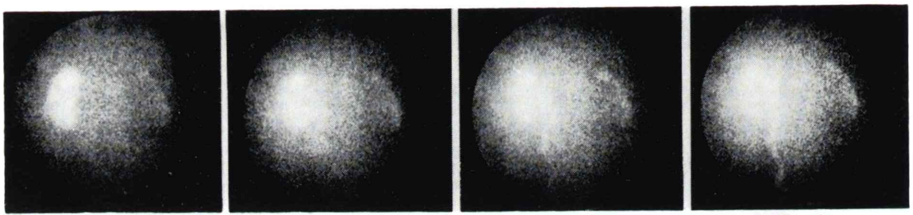


1–3 min 5–7 min 13–15 min 18–20 min

Tc-99m DTPA 5 mCi

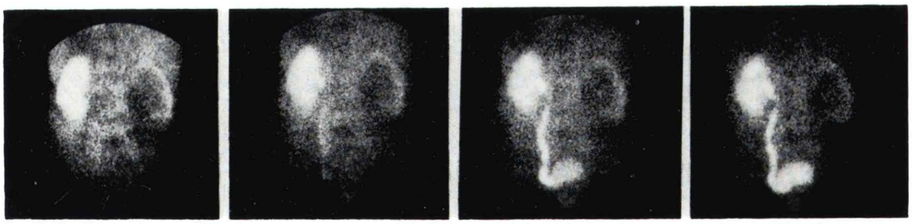
T.K. 53 y.o. female Left Renal Tumor

Fig. 7 Comparison of ^{123}I-OIH and ^{99m}Tc-DTPA.



0–5 min 5–10 min 10–15 min 15–20 min

^{123}I-OIH 1 mCi



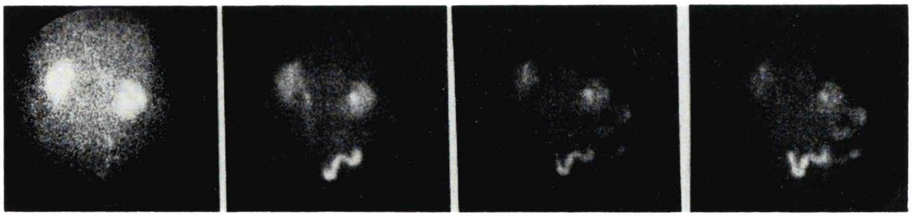
1–3 min 5–7 min 13–15 min 18–20 min

Tc-99 m DTPA 5 mCi

Y.T. 46 y.o. male Prostatic Cancer

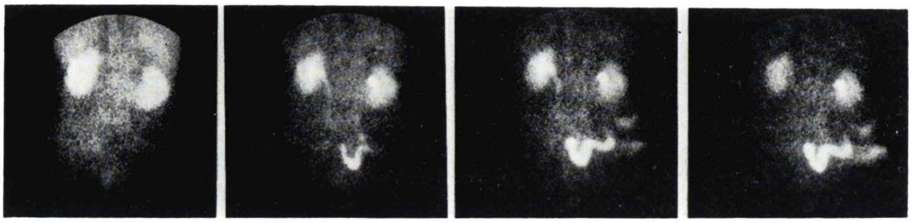
Fig. 8 Comparison of ^{123}I-OIH and ^{99m}Tc-DTPA.

もまた ^{131}**I-Hippuran** と同様の体内挙動をとり，やはり **PAH** との間にも充分な生理的同一性が得られ，**ERPF** 測定の有効な薬品といわれている[9]．われわれの施設では通常の腎動態検査には特に前処置をほどこさず，臥位での ^{131}**I-Hippuran** レノグラム検査と坐位での ^{99m}**Tc-DTPA** シンチグラフィをあわせて行っている．今回の ^{123}**I-OIH** シンチグラフィも通常の ^{99m}**Tc-DTPA** シンチグラ



0–5 min　5–10 min　10–15 min　15–20 min

^{123}I-OIH　1 mCi



0–3 min　5–7 min　13–15 min　18–20 min

Tc-99 m　DTPA　5 mCi

S.M.　71 y.o.　male　Ileal Conduit

Fig. 9　Comparison of ^{123}I-OIH and ^{99m}Tc-DTPA.

フィと同様に施行した．そこでレノグラムを比較することには問題はあるが，^{123}**I-OIH** と ^{123}**I-Hippuran** のレノグラムはほぼ同様のパターンを呈した．また，^{123}**I-OIH** は糸球体濾過物質である ^{99m}**Tc-DTPA**12) より速い排泄がみられた．

^{123}**I-Hippuran** は β 線を放出すること，半減期が **8.05** 日と長いことにより，特に腎機能障害者で，その被曝線量が増加し7,8) 大量投与ができず，またその主 γ 線エネルギーは **364 KeV** と高くシンチカメラによるイメージングには不適とされている．われわれも以前は ^{131}**I-Hippuran** を動態イメージングに用いてきたが，最近は ^{99m}**Tc-DTPA** に変更している．以前行っていた ^{131}**I-Hippuran** の像と今回の ^{123}**I-OIH** と比較してみたが，^{123}**I-OIH** の像の方がはるかに優れていた．

われわれの有する低エネルギー用コリメータは ^{99m}**Tc** の主 γ 線エネルギー **140 KeV** にあわせて設計されている．ところが ^{123}**I** の主 γ 線エネルギーは **159 KeV** であり，低エネルギー用コリメータに対してはエネルギーが高すぎるために充分にはコリメートされない．一般には中エネルギー用コリメータが用いられており5,7,10)，専用のコリメータが必要という意見もある7)．

さらに今回われわれの使用した ^{123}**I** は ^{124}**Te (p, 2n)** ^{123}**I** 反応で製造されているため ^{124}**I**, ^{126}**I** をそれぞれ，検定時において，**3.0%** 以下，**0.3%** 以下含んでいる．^{124}**I** は **605 keV**, **644 keV**, **730 keV**, **510 keV (from β^+)**, **1,700 keV** などの高エネルギー γ 線を放出し，^{126}**I** も **360 keV**, **510 keV (from β^+)**, **650 keV** と高いエネルギーの γ 線を有している．また ^{124}**I**, ^{126}**I** の半減期はそれぞれ，**4.15** 日，**12.8** 日と ^{123}**I** の **13.0** 時間に比して長く，特に検査時間が遅れる程高エネルギー γ 線の割合が大きくなり，低エネルギー用コリメータではさらにコリメータされにくくなる6)．

われわれの施設は残念ながら中エネルギー用コリメータを有さず，高エネルギー用コリメータと低エネルギー用コリメータを比較してみたが，高エネルギー用コリメータは計数効率が悪く，画像的にも劣っていたので，主に低エネルギー用コリメータを使用した．

^{99m}**Tc-DTPA** との画像としての比較では，^{123}**I-OIH** は充分にコリメートされていないため，ややバックグラウンドの高い画像となった．しかし，

^{123}I-OIH の投与量が ^{99m}Tc-DTPA の 1/5 であることを考慮するならば画像として，それ程差のあるものではなかった．ただ投与量が 1 mCi と少ないため，静注後早期の血管相で良好な大血管の像は得られなかった．

しかし，^{123}I-OIH は主に尿細管機能を反映し，^{99m}Tc-DTPA は主に糸球体機能を反映するという生理的機能の差があり，^{123}I-OIH の方が速く排泄されるという点は利点と考えられる．

しかし，閉塞性尿路障害の評価では，^{131}I-Hippuran と ^{99m}Tc-DTPA とに差があると言われており[3]，腎動態機能検査用医薬品として ^{99m}Tc-DTPA と ^{123}I-OIH を併用する意義について今後さらに検討していきたいと考えている．

V. 結　語

^{123}I-OIH を使用し以下の結論を得た．

1) ^{123}I-OIH (日本メジフィジックス社製) は薄層クロマトグラフィにて単一ピークを呈し，尿中排泄後も同じ Rf 値の単一ピークであった．

2) ^{123}I-OIH の血中消失曲線は，レノグラムカーブが良好な程早いという傾向がみられた．

3) ^{123}I-OIH によるレノグラムは ^{131}I-Hippuran と同様のパターンを呈し ^{99m}Tc-DTPA より排泄が速やかであった．

4) 低エネルギーコリメータ使用では ^{123}I-OIH の image は ^{99m}Tc-DTPA よりやや劣る傾向がみられたが，これはコリメータが不適当であったこと，投与量が少なかったことなどが考えられる．

最後に ^{123}I-OIH を提供された日本メジフィジックス社に謝意を表します．

本論文の要旨は第41回日本医学放射線学会総会において発表した．

文　献

1) Nordyke RA, Tubis M, Blahd WH: Use of radioiodinated hippuran for individual kidney function tests. J Lab Clin Med **56**: 438–445, 1960

2) Blaufox MD, Potchen EJ, Merrill JP: Measurement of effective renal plasma flow in man by external counting methods. J Nucl Med **8**: 77–85, 1967

3) 大石幸彦，千葉一夫，松井謙吾，他：γ-カメラレノグラフィーによる ^{99m}Tc-(Sn) DTPA の評価――閉塞性腎障害と実質性腎障害の監別について――．核医学，**11**: 541–552, 1974

4) 道岸隆敏，瀬戸　光，杉原政美，他：^{99m}Tc-DTPA (Sn) による腎動態検査：従来のレノグラムならびに腎スキャンとの比較．核医学，**12**: 67–76, 1975

5) Short MD, Glass HI, Chisholm GD, et al: Gamma-camera renography using ^{123}I-Hippuran. Br J Radiol **46**: 289–294, 1973

6) Baker GA, Lum DJ, Smith EM, et al: Significance of radiocontaminants in ^{123}I for dosimetry and scintillation camera imaging. J Nucl Med **17**: 740–743, 1976

7) Zielinski FW, Holly FE, Robinson GD, et al: Total and individual kidney function assessment with iodine-123 ortho-iodohippurate. Radiology **125**: 753–759, 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 Appl Radiat Isot **29**: 571–573, 1978

9) 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

10) 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

11) 宍戸文男，舘野之男，福士　清，他：^{123}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**: 1425–1428, 1981

12) Klopper JF, Hauser W, Atkins HL, et al: Evaluation of ^{99m}Tc-DTPA for the measurement of glomerular filtration rate. J Nucl Med **13**: 107–110, 1972