

《原 著》

1²³I ヒプル酸ナトリウムによる閉塞性腎疾患の機能検査

岡田 淳一* 内山 晓* 桂井 浩** 宇野 公一**
 植松 貞夫** 有水 昇** 山口 邦夫*** 宮内 大成***
 池平 博夫****

要旨 1²³I ヒプル酸ナトリウムを用いてファンクショナルイメージ、区域レノグラムを作成し臨床経過、経静脈性腎孟造影(以下 IVP)、クレアチニクリアランス(以下 Ccr)値と比較することにより臨床評価を行った。対象は尿路結石患者を中心とした21例であった。ファンクショナルイメージは T_{max} 、 $T_{1/2}$ 、有効腎血流量(以下 ERBF)の3種のパラメーターを用いて作成した。注入後5分、25分における血中放射能および時間放射能曲線の初期相より求めた ERBF イメージは術後の腎内機能分布の変化や術後腎機能の回復をよく表わした。 T_{max} 、 $T_{1/2}$ イメージ、腎孟部レノグラムは腎孟の拡張、排泄の遅延などの IVP 所見との間に相関を示した。実質部レノグラムの T_{max} による腎機能評価は Ccr 値とは相関せず、また関心領域のとり方により T_{max} が変動するため、腎機能評価には区域レノグラムだけでなくファンクショナルイメージを加えて判断する必要があると思われた。

I. はじめに

1²³I ヒプル酸ナトリウム(以下 1²³I-OIH)は 1³¹I-OIH と体内挙動が等しいと報告され¹⁾、また 1²³I は半減期が 13.0 時間、 β 崩壊せず電子捕獲による γ 線のエネルギーが 159 keV という物理特性を有していることから優れた腎動態機能検査薬として期待されている。従来より検査薬として 99mTc-DTPA が用いられてきたが、1²³I-OIH はそれに比し排泄が速く、排泄遅延の評価も重要な閉塞性腎疾患を対象とした場合検査を短時間で終えることができる。さらに腎実質機能評価に際しては腎血流量を反映する 1²³I-OIH の方が糸球体濾過物質とされながらもなお腎内動態が完全には

明らかでない 99mTc-DTPA よりも好ましい点が多いと思われる。閉塞性腎疾患に対し 1²³I-OIH を用いて検査を行い手術を含む臨床所見と対比させた報告はまだない。

日本メジフィジックス社製の 1²³I-OIH を用いて腎機能検査を行い、ファンクショナルイメージ、区域レノグラムを作成し、臨床経過および従来から行われてきた経静脈性腎孟造影(以下 IVP)やクレアチニクリアランス(以下 Ccr)値と比較することによりその臨床評価を行ったので報告する。

II. 対 象

腎結石 9 例、腎尿管結石 4 例、尿管結石 5 例、その他の閉塞性腎疾患 3 例、計 21 例である。うち手術を行った 8 例(腎切石術 2 例、腎孟切石術 2 例、尿管切石術 4 例)に対しては術前術後と経過を追って繰り返し検査を行った。

III. 方 法

水 300 ml を摂取させた後、患者を仰臥位としテーブルの下に中エネルギー用平行コリメーター

* 山梨医科大学放射線科

** 千葉大学医学部放射線科

*** 千葉大学医学部泌尿器科

**** 放射線医学総合研究所臨床研究部

受付: 58年11月28日

最終稿受付: 59年3月6日

別刷請求先: 山梨県中巨摩郡玉穂村下河東 1110

(番号 409-38)

山梨医科大学放射線医学教室

岡 田 淳 一

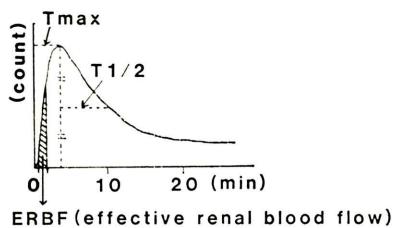


Fig. 1 Three parameters for the functional imaging.

装着した大視野型ガンマカメラ(東芝 GCA-401-3)を背面像の記録ができるよう配置した。 ^{123}I -OIH 1~2 mCi を肘静脈より急速注入し、直後より 5 秒を 1 フレームとして 30 分間、計 360 フレームのデータ収録を行った。データ処理装置は東芝 GMS-80A を用いた。注入後 5 分、25 分後に採血を行い、ガンマカウンタ(LKB 社製 1280 ウルトラガンマ)で血中放射能の測定を行った。

データ処理としては全例に区域レノグラム、ファンクショナルイメージを作成した。経時的な腎イメージより同一の検者が腎全体、腎孟部に関心領域を設定、前者より後者をひいた領域を腎実質部とした。それぞれの領域についての時間放射能曲線を作成し、腎全体、腎孟部、腎実質部のレノグラムを得た。ファンクショナルイメージのパラメーターは Fig. 1 のごとく T_{\max} (時間放射能曲線の注入後からピークまでの時間)、 $T_{1/2}$ (ピークよりピークの $1/2$ にカウントが低下するまでの時間)、有効腎血流量 (effective renal blood flow, 以下 ERBF) とした。

ERBF イメージは次のようにして求めた。まず注入後 5 分、25 分の血中放射能より One Compartment model により ERBF 値を求めた²⁾。人間では採血はもっと遅く行う論文が多いが短い時間内で再現性のある値が得られるため³⁾この方法を採用した。レノグラムにおいて注入後 30 秒から 1 分 30 秒までの積分値が ERBF を反映すると考えられる⁴⁾ことから、採血により求めた ERBF 値をピクセルの時間放射能曲線の 30 秒より 1 分 30 秒における積分値に応じて各ピクセルに配分

し、最高を 1,000 ml/min、最低を 0 ml/min とするカラー表示によるイメージを作成し、ERBF イメージとした⁵⁾。

IV. 結 果

(1) 術前術後の臨床経過による評価

Table 1 は術前術後と経過を追い繰り返し検査を行った症例における結果である。レノグラムは腎全体のレノグラムを町田の分類⁵⁾で表わした。ERBF、 T_{\max} 、 $T_{1/2}$ イメージは前回検査結果に比較して改善、不变、増悪を判断し矢印で表わした。術後 1 回目の検査は 1~3 か月後、2 回目の検査は 3.5~6 か月後に行った。腎実質に切開を加えて腎結石を取りだす腎切石術を行った症例 1、2 では術後 1 か月目ではレノグラム、ファンクショナルイメージともに増悪していた。経過が順調であった症例 1 は 5 か月後には回復してきたが、術後血尿を繰り返した症例 2 は 6 か月後でやや ERBF イメージの改善は見られたものの、なおレノグラム、 T_{\max} 、 $T_{1/2}$ イメージは改善していないかった。Figs. 2, 3 は症例 1 の術前および手術 1 か月後の ERBF イメージである。術後は切開した左腎下 2/3 の部位に一致し黄色の領域があり局所的な ERBF 低下を示していた。

腎結石に対して腎実質に手をつけず腎孟切開のみによって結石を取りだす腎孟切石術を行った症例 3, 4、尿管結石に対して尿管切開によって結石を取りだす尿管切石術を行った症例 5~8 は 2~4 か月後にはすでにレノグラム、ファンクショナルイメージで改善を示していた。しかし術後のファンクショナルイメージを詳細に検討すると T_{\max} 、 $T_{1/2}$ イメージではあまり改善を示さないのに ERBF イメージでは改善を認めた例があった。症例 3, 5, 8 である。Figs. 4~7 は症例 3 の術前術後における ERBF、 T_{\max} イメージである。術後 T_{\max} イメージではほとんど改善を示していないが、ERBF イメージでは改善を認めた。

(2) IVP による評価

Table 2 は本検査とほぼ同じ時期に IVP を施行したものに対して T_{\max} 、 $T_{1/2}$ イメージと IVP

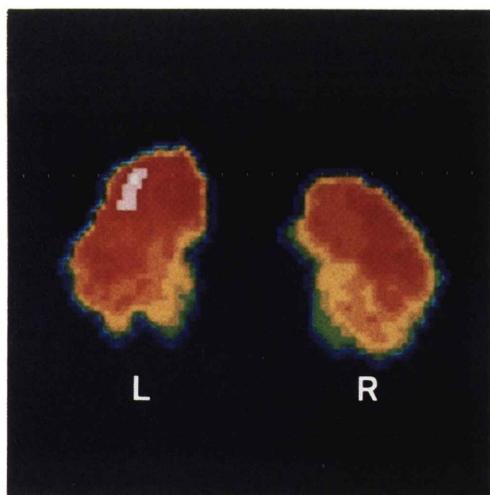


Fig. 2 Case 1. An ERBF image before surgery.

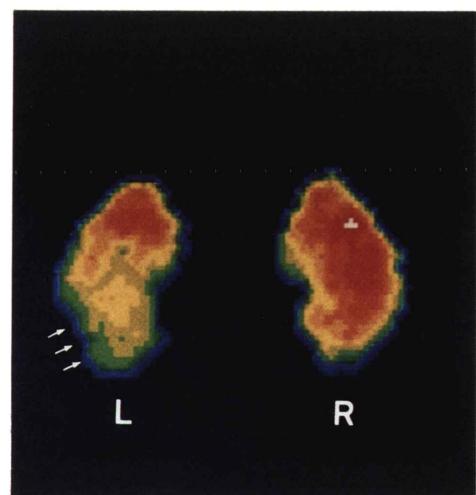


Fig. 3 Case 1. An ERBF image after surgery.

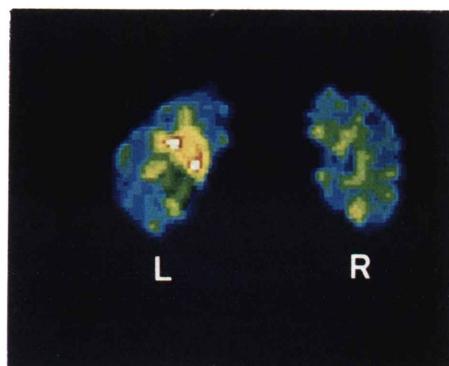


Fig. 4 Case 3. A T_{\max} image before surgery.

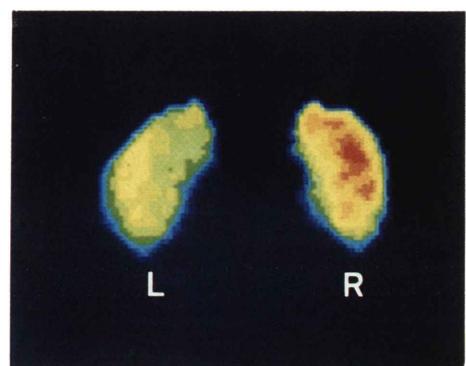


Fig. 5 Case 3. An ERBF image before surgery.

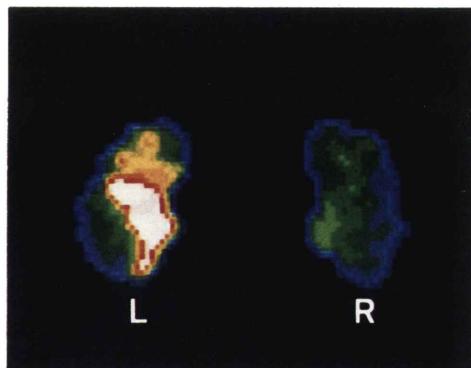


Fig. 6 Case 3. A T_{\max} image after surgery.

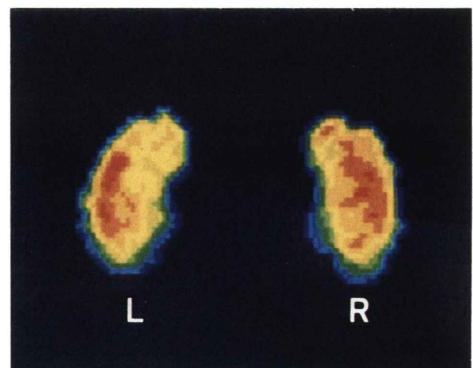


Fig. 7 Case 3. An ERBF image after surgery.

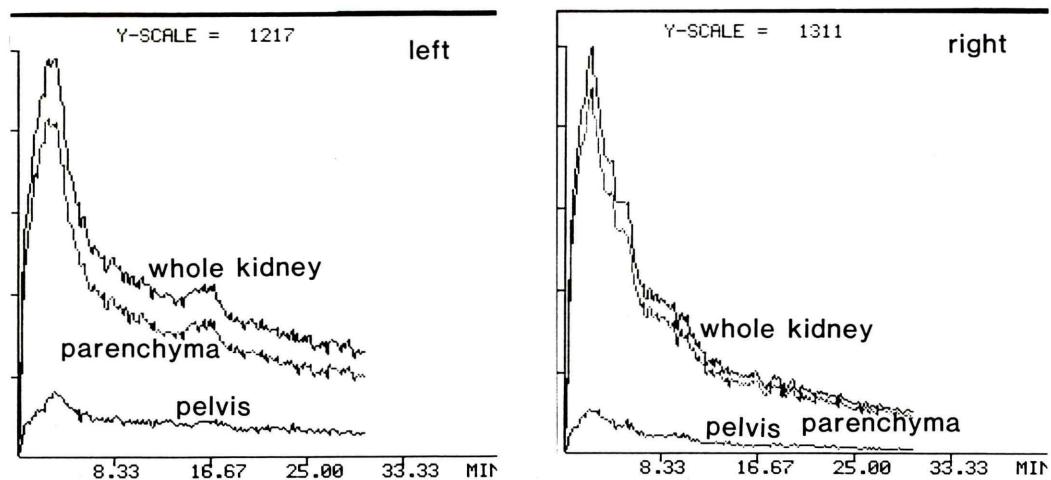


Fig. 8 Left ureteral stone. The left pelvic renogram clearly presents the delay of excretion.

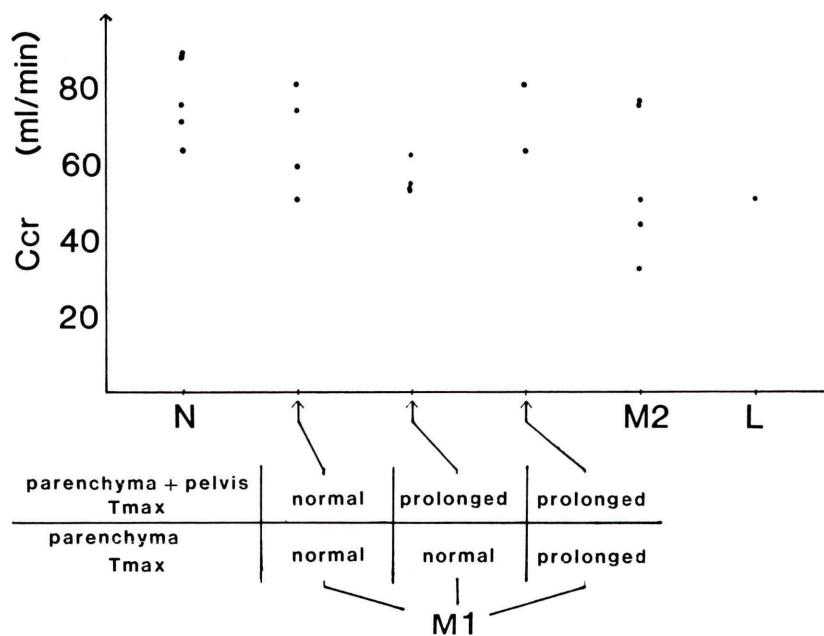


Fig. 9 Comparison of Ccr (ml/min) and the renogram patterns.

Table 1 Analysis of renal function studies using I-123 OIH in 8 patients with surgical procedures

Case	Diagnosis	Operative procedure	Before operation renogram*	First study after operation			2nd. study after operation		
				Renogram*	ERBF image**	$T_{max}, T_{1/2}$ image**	Renogram*	ERBF image**	$T_{max}, T_{1/2}$ image**
1	Renal stone	Nephro-lithotomy	N	M2	↘	↘	N	↗	↗
2	Renal stone	Nephro-lithotomy	M1	M2	↘	↘	M2	↗	→
3	Renal stone	Pyelo-lithotomy	N	N	↗	→			
4	Uretero-renal st.	Pyelo-lithotomy	M1	N	↗	↗			
5	Ureteral stone	Uretero-lithotomy	N	M1	↗	→			
6	Ureteral stone	Uretero-lithotomy	M1	N	↗	↗			
7	Ureteral stone	Uretero-lithotomy	M2	M2	→	→	N	↗	↗
8	Ureteral stone	Uretero-lithotomy	M2	M2	↗	→	M2	→	→

*Machida's classification

** ↗: improved, →: unchanged, ↘: aggravated

Table 2 Relationship between T_{max} , $T_{1/2}$ images and IVP findings

$T_{max}, T_{1/2}$ image	IVP	A	B	C	D
	2				
		1	1		
		4	5	3	

(*: Oka's classification)

を比較した表である。IVP は岡の分類⁶⁾に従った。M2 型の場合 $T_{1/2}$ 値を求めえないピクセルが存在し、また閉塞性腎疾患を対象にしたためかこの 2 つのイメージの間に特に差は認めなかつたため、2 つをあわせて評価を行つた。表の T_{max} , $T_{1/2}$ イメージの項で腎内に黒く塗りつぶした領域は T_{max} , $T_{1/2}$ 値が大きいところを示している。IVP で B から D へと水腎症の程度が進むにつれて、 T_{max} , $T_{1/2}$ イメージで黒い領域が増大して

Table 3 Relationship between patterns of renograms and IVP findings

reno-gram	IVP	A	B	C	D
N	2	3			
M1		4	2		
M2			2	4	
L					

(*: Oka's classification)

いた。水腎 B という腎杯の萎縮が軽度の場合でも T_{max} , $T_{1/2}$ 値の大きい領域が腎内のかなり大きな範囲をしめていた。

Table 3 は ¹²³I-OIH による腎全体レノグラムと IVP を比較したものであり、両者の間に相関が認められた。レノグラムが N 型であるのに IVP が水腎 B を示したもののが 3 例あった。しか

しこの3例は腎孟部レノグラムをとると排泄遅延が明らかになった。Fig. 8はその中の1例である。左腎全体のレノグラムは右に比較すれば軽度の排泄遅延を認めることができると可能であるが $T_{1/2}$ 値は4分と正常域に入っている。しかし腎孟部のレノグラムをとると排泄の遅延が明瞭となった。

(3) Ccr 値との比較

Figure 9は患側腎のレノグラムパターンと、 Ccr 値を比較したものである。M1型を図に示したように腎実質部+腎孟部、つまり腎全体の T_{max} と腎実質の T_{max} とが5分以上延長しているかどうかにより3つのグループにわけてみた。しかし各グループ間に有意の差は認められなかった。

V. 考 察

(1) 腎切石術は腎実質に切開を加えるため腎実質機能分布に変化をきたすと考えられる。従来術後経過観察に用いられてきたIVPでは腎実質の厚さが薄くなることや腎孟の変形などの所見で機能分布を間接的に知ることしかできなかった。

しかし結果(症例1)に示したようにERBFイメージは手術による侵襲と一致した腎内機能分布の変化を示すことが可能であり、手術による腎実質障害の観察および術前における腎実質機能分布の評価に有用であると思われた。腎孟切石術、尿管切石術における術後腎機能の回復を観察すると、 T_{max} 、 $T_{1/2}$ イメージという主に排泄を示すイメージでは改善を示さないのにERBFイメージでは皮質部に改善を認めたものがあった。 T_{max} 、 $T_{1/2}$ イメージで改善を認めない段階で腎実質機能の回復をERBFイメージは表わす場合もあると思われ、術後の経過観察にERBFイメージは有用と思われた。

(2) T_{max} 、 $T_{1/2}$ イメージ、腎孟部レノグラムはIVPでの腎孟拡張などの水腎症所見をよく表わしていた。 T_{max} 、 $T_{1/2}$ イメージでは水腎Bという程度のものも過大に評価する傾向があった。IVPによる岡の分類は腎孟拡張のほかに腎杯の萎縮という微細な変化で水腎症を評価するのに対し、Table 2では T_{max} 、 $T_{1/2}$ 増加の領域が腎の

どの程度までしめるか、ということと評価し、またファンクショナルイメージは微細な形態学的変化まで把えることが困難なためにこのようなことが生じたと考えられる。腎孟部レノグラムは、腎全体レノグラムでは排泄遅延を見い出し難いが、IVPで軽度の水腎がある場合、排泄遅延を把える上で有効と思われた。

(3) 腎実質部に关心領域を設定することにより、腎孟部の放射能の影響を少なくしたレノグラムを得ることが可能である。腎実質部レノグラムの T_{max} 、腎全体レノグラムの T_{max} による腎機能評価の試みがある⁷⁾。町田の分類によるM1型をこのようにサブグループ化し、閉塞性腎疾患の腎機能評価に広く用いられてきた Ccr 値と比較してみた。 Ccr 値が両腎機能を反映することもありサブグループ間に有意の差はなかった。关心領域のとり方により実質部レノグラムの T_{max} が変動することも事実であり、腎機能評価には区域レノグラムだけでなく各種ファンクショナルイメージを総合して判断することが望ましいと考えられた。

VI. ま と め

$^{123}\text{I-OIH}$ を用い、主に尿路結石患者の腎機能評価を試みた。臨床経過、IVP、 Ccr 値と比較し次の結論を得た。

1. ERBFイメージは腎実質機能の分布、術後腎機能の回復をよく表わした。
2. T_{max} 、 $T_{1/2}$ イメージ、腎孟部レノグラムは腎孟の拡張、排泄の遅延をよく表わした。
3. 腎実質機能の評価にはファンクショナルイメージ、区域レノグラムを総合して判断することが望ましいと考えられる。

本論文の要旨は第23回日本核医学会総会(高槻市)において発表した。

文 献

- 1) Stadalnic RC, Vogel JM, Jansholt AL, et al: Renal clearance and extraction parameters of orthoiodohippurate ($\text{I}-123$) compared with OIH ($\text{I}-131$) and PAH. J Nucl Med 21: 168-170, 1980

- 2) Blaufox MD, Orvis AL, Oiven CA: Compartment analysis of the radiorenogram and distribution of Hippuran I-131 in dogs. Am J Physiol **204**: 1059-1064, 1963
- 3) 池平博夫, 内山 晓, 他: ¹²³I ヒプル酸ナトリウムによる移植腎機能検査. 核医学 **20**: 1163-1174, 1983
- 4) Delaloye AB, Waters Jp, Blunner HR, et al: Appreciation of renal function by OIH with the scintillation camera after kidney transplantation. IAEA-SM-247/17, p 377-385, 1981
- 5) 町田豊平: ラジオアイソトープ, レノグラムの研究. 日本泌尿会誌 **52**: 971-1000, 1961
- 6) 岡 直友: 日本泌尿器科全書 **2**: 1, 1961
- 7) 宮戸文男, 館野之男, 福士 清, 他: ¹²³I-hippuranによる腎機能評価. 核医学 **19**: 1001-1011, 1982

Summary

Clinical Evaluation of Renal Function Study Using I-123 Orthiodohippurate (I-123 OIH) in Patients with Obstructive Uropathy

Junichi OKADA*, Guio UCHIYAMA*, Hiroshi KATSURAI**, Koichi UNO**, Sadao UEMATSU**, Noboru ARIMIZU**, Hiroo IKEHIRA***, Kunio YAMAGUCHI**** and Taisei MIYAUCHI****

*Department of Radiology, Yamanashi University School of Medicine

Department of Radiology, **Department of Urology, Chiba University School of Medicine

***Division of Clinical Research, NIRS

Functional images and regional renograms using I-123 OIH were evaluated by comparing with patients' clinical courses, intravenous pyelographies and Creatinine clearances. Twenty-one patients with obstructive uropathy were studied. Functional images were processed in three parameters of Tmax, T 1/2 and ERBF (effective renal blood flow). ERBF images were composed of regional counts in early blood flow phase of renograms. Regional renograms were produced on renal parenchyma and pelvis. ERBF images represented the functioning distributions of renal tissue after the surgery and the recoveries in the renal

parenchyma. Tmax and T 1/2 images and pelvic regional renograms showed the good correlations with IVP findings which presented the dilatation of pelvis and the delay of excretion. Parenchymal regional renograms showed the poor correlations with Creatinine clearances and caused sometimes errors in ROI settings. The evaluation of renal function only by the parenchymal regional renogram seemed to be inappropriated.

Key words: Obstructive uropathy, I-123 orthiodohippurate, Regional renogram, Functional image, Effective renal blood flow.