

$^{99m}\text{Tc-Sn-DMSA}$ 腎シンチグラフィによる 術前, 術後の腎機能の評価

京都大学医学部泌尿器科学教室 (主任: 吉田 修教授)

細 川 進 一
川 村 寿 一
吉 田 修

ASSESSMENT OF RENAL FUNCTION BEFORE AND/OR AFTER OPERATION USING $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ RENAL SCINTIGRAPHY

Shinichi HOSOKAWA, Juichi KAWAMURA
and Osamu YOSHIDA

*From the Department of Urology, Faculty of Medicine, Kyoto University, Kyoto, Japan
(Chief: Prof. O. Yoshida, M.D.)*

It is a matter of fact that examination of renal function must be ideally such as able to show not only renal function itself but renal morphology. In the previous reports, we emphasized that $^{99m}\text{Tc-Sn-dimercapto-succinic acid}$ (DMSA) is an excellent renal imaging agent which accumulate in the renal cortex making a diagnostic renoscintigrams. Right to left ratio of renal uptake of DMSA was found to be well correlated with that of renal plasma flow estimated by $^{131}\text{I-Hippuran}$ renograms (coefficient $r=0.94$).

Therefore, the ratio of individual renal uptake of $^{99m}\text{Tc-Sn-DMSA}$ was regarded and applied as the ratio of individual renal cortical function.

Forty-six cases had $^{99m}\text{Tc-Sn-DMSA}$ renoscintigraphy before and after urological surgery in order to evaluate their separate renal function.

Of 46 cases, 6 cases were described precisely.

$^{99m}\text{Tc-DMSA}$ renoscintigrams do not require collection of urine, are able to be performed even in obstructive uropathies and give us the information of separate kidney both functionally and morphologically.

This examination will be useful to decide which of nephrectomy and reno-conservative surgery is adequate. It is also helpful as a follow-up method of postoperative recovery of renal function.

緒 言

日常の泌尿器科臨床の立場から, 腎機能検査法としては腎の形態的検査ができて, 同時に機能検査もできるような検査法が待たれている。

著者らは $^{99m}\text{Tc-Sn-dimercapto-succinic acid}$ (DMSA) 腎シンチグラフィは, すぐれた腎イメージを描出することを発表してきた¹⁻³⁾。また $^{99m}\text{Tc-Sn-DMSA}$ の体内 kinetics の研究より, これのもつ皮

質集積の特性を使用して各腎への $^{99m}\text{Tc-Sn-DMSA}$ 摂取率と $^{131}\text{I-Hippuran}$ renogram より求めた RPF の左右比は, 相関係数 $r=0.94$ ときわめて良好な正の相関を示すことを見つけた⁴⁾。これらのことより, $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 腎シンチグラフィは腎の静的イメージを得ると同時に, 左右の腎へのとりこみをしらべ, その左右比は腎の皮質機能比として臨床的に使用しうるものと考えた。例えば尿管結石や尿管狭窄により水腎症とか萎縮腎になって腎機能の低下している症例に

そうぐうした場合、それらの原因を除去して腎を保存する手術をすべきか、あるいはすでに腎機能が廃絶していたり、原因除去によっても腎機能の回復のみこみがなく腎摘術をすべきかどうか選択せねばならない場合がある。このようなときに従来からの治療法の判断の基準（年齢、全身状態、総腎機能検査、DIVP、IVP、腎血管造影、 ^{131}I -Hippuran renogram 所見）にさらにこの $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 腎シンチグラフィーを加えることによって手術術式の決定に役だつものと考えられた。また上部尿路の拡張や、閉塞性疾患で分腎採尿がおこなえなかったり不正確となる場合、この $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 腎シンチグラフィーによって、術前の腎機能の評価ができるのみならず、術後の腎機能の推移をしらべるのにも、本法が使用できるものと考えた。

本論文ではこの $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 腎シンチグラフィーならびに $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 摂取率の測定が泌尿器科領域における各種腎疾患について、手術術式の決定や、術前術後の分腎機能検査法として臨床的にきわめて有用であることを経験したので報告したい。

研究方法ならびに対象

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sn-DMSA の使用法は、日本メディフィジックスの仕様書に従い、1回静注法で、約 2 mCi を肘静脈より投与した。投与後、約 2 時間目に腎シンチグラフィーを得た。これと同時に左右腎別に、関心領域 (ROI) を設定し、摂取量をカウント数にて表現した。測定時間は原則として30秒とした。使用した装置

は Nuclear Chicago の Pho/gamma III に低エネルギー高分解能コリメータを装置したものである。

対象は1975年8月1日より1976年1月31日までの6カ月間に、京大病院泌尿器科に入院し、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 腎シンチグラフィーをとり、術前、術後の分腎機能検査を受けた46症例である。男子26例、女子20例であり、年齢は6歳から77歳であった。症例の内容は Table 1 に示すごとく、腎結石は21例であり、これらのなかで、手術術式の内わけは、腎盂切石18例、腎摘3例であった。尿管結石は11例でありそのうち10例が尿管切石術、1例が腎摘術をも同時に施行した。腎腫瘍は5例で、腎摘4例、1例は非手術症例である。尿管腫瘍は2例であり、2例とも腎尿管全摘術をおこなった。膀胱尿管逆流現象による水腎症は1例で膀胱尿管新吻合術をおこなった。腎結核は1例で腎摘術をおこなった。腎下垂が1例でこれは腎固定を施行した。腎不全の1例は人工透析中である。

a) 手術術式の決定に際しては、年齢、全身状態、社会的背景、総腎機能検査、IVP、DIVP、腎血管造影、そして renogram 所見が参考にされたが、これらに加えて $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 腎シンチグラフィー上にみられる左右腎摂取率をもって残存腎機能の推定をおこなった。

b) また術後約1カ月後に、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 腎シンチグラフィーを実施し術前と比較することによって、術前、術後の分腎機能検査として使用した。

c) 腎摘症例については摘出標本について腎皮質の状態と実際の腎シンチグラフィーの所見を比較検討した。

成 績

腎摘した症例は腎結石3例、腎腫瘍4例、尿管結石1例、水腎症3例、尿管腫瘍2例、腎結核1例の14例である。摘出した腎と術前の IVP、DIVP、血管造影および $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 腎シンチグラフィーを比較してみると、DIVP ですこし排泄が認められ、血管造影、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 腎シンチグラフィーでとりこみが認められた症例は、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 腎シンチグラフィーおよび血管造影と一致して、腎の実質が残存していた。他方、IVP、DIVP で全く排泄がなくても、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 腎シンチグラフィーでとりこみが認められた症例では、腎の実質が $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 腎シンチグラフィーのとりこみ部分と一致して、かなり残存していた。IVP、DIVP、血管造影で全く腎機能が廃絶している症例で $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 腎シンチグラフィーでもとりこみが認められない場合は、実際の腎はほとんど皮質

Table 1

Diagnosis	Cases	Mode of Operation	(Cases)
Renal Stone	21	Pyelolithotomy	(18)
		Nephrectomy	(3)
Ureteral Stone	11	Ureterolithotomy	(10)
		Nephrectomy	(1)
Renal Tumor	5	Nephrectomy	(4)
		Non-Operation	(1)
Hydronephrosis	3	Pyeloplasty	(2)
		Nephrectomy	(1)
Ureteral Tumor	2	Nephroureterectomy with Cuff of Bladder	(2)
V. U. R	1	Vesicoureteroplasty	(1)
Renal Tuberculosis	1	Nephrectomy	(1)
Renal Ptosis	1	Nephropexy	(1)
Renal Failure	1	A-V Shunt	(1)

Duration (1975. 8. 1 ~ 1976. 1. 31)

Male 26 cases Female 20 cases

Age: 6 year old ~ 77 year old

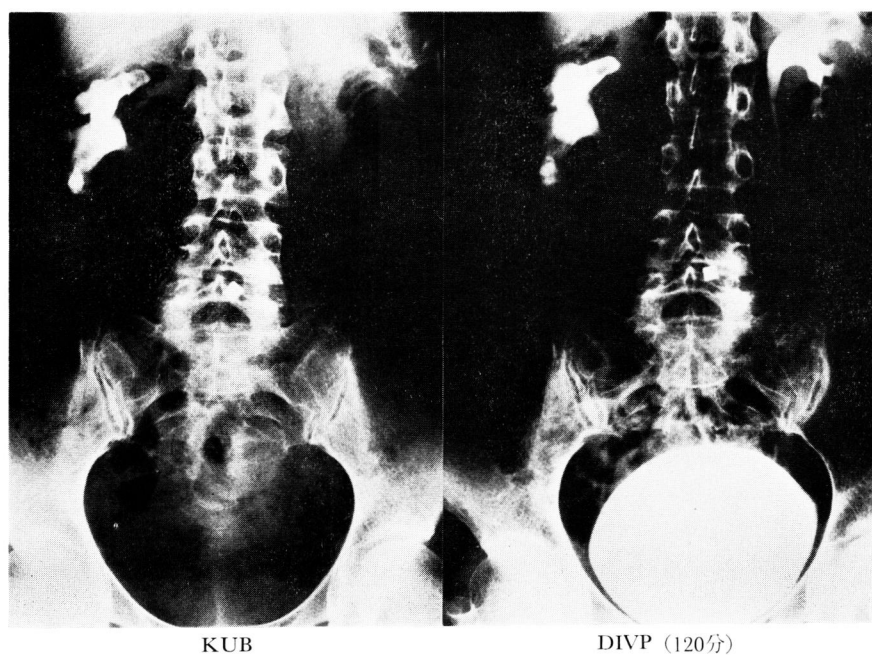


Fig. 1

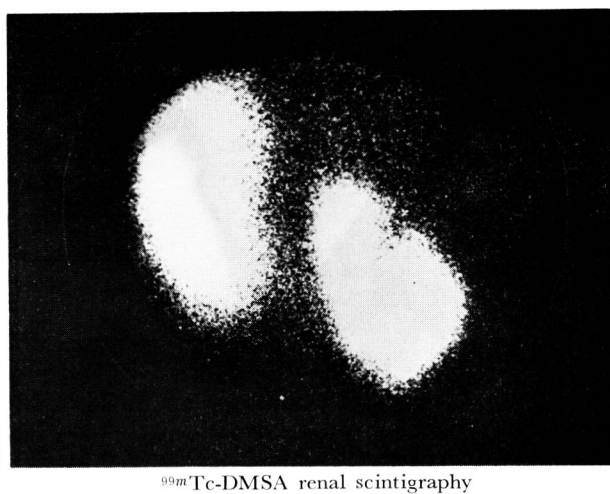
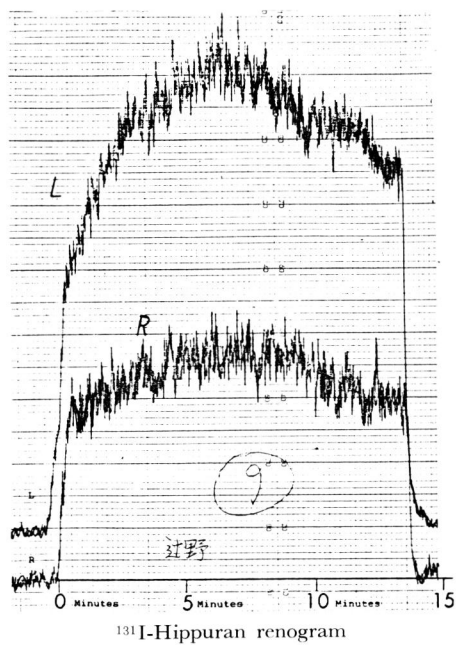


Fig. 2

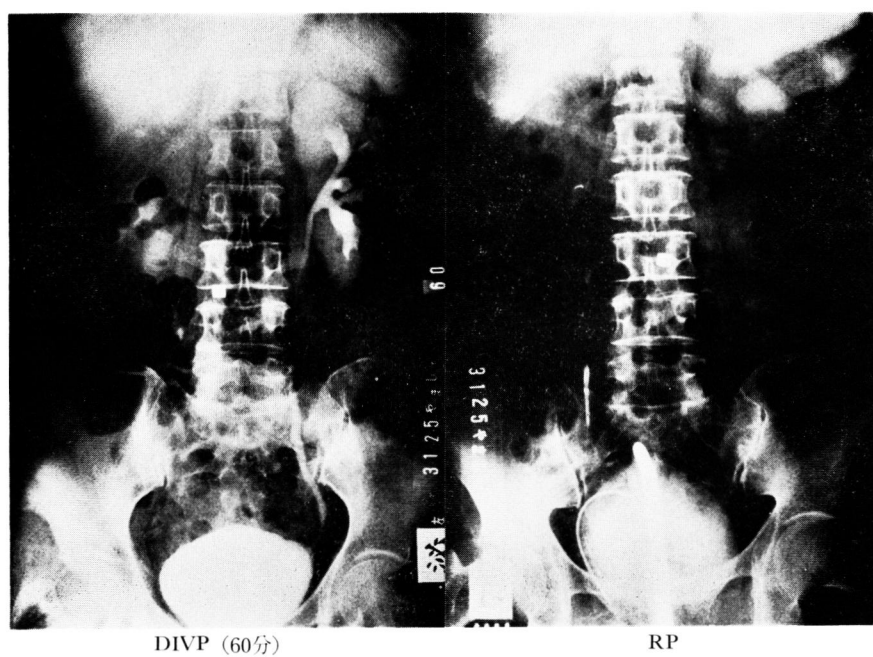


Fig. 3

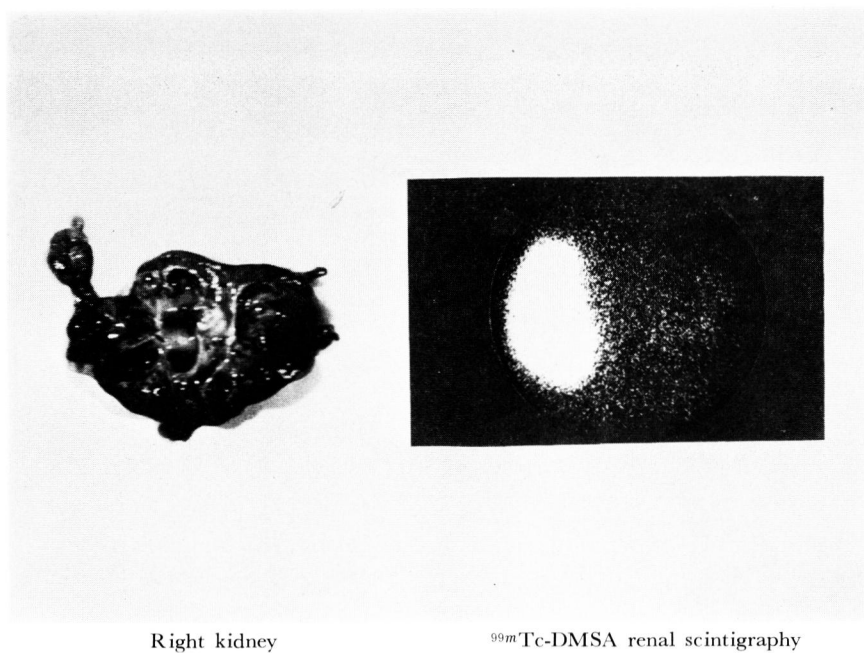


Fig. 4

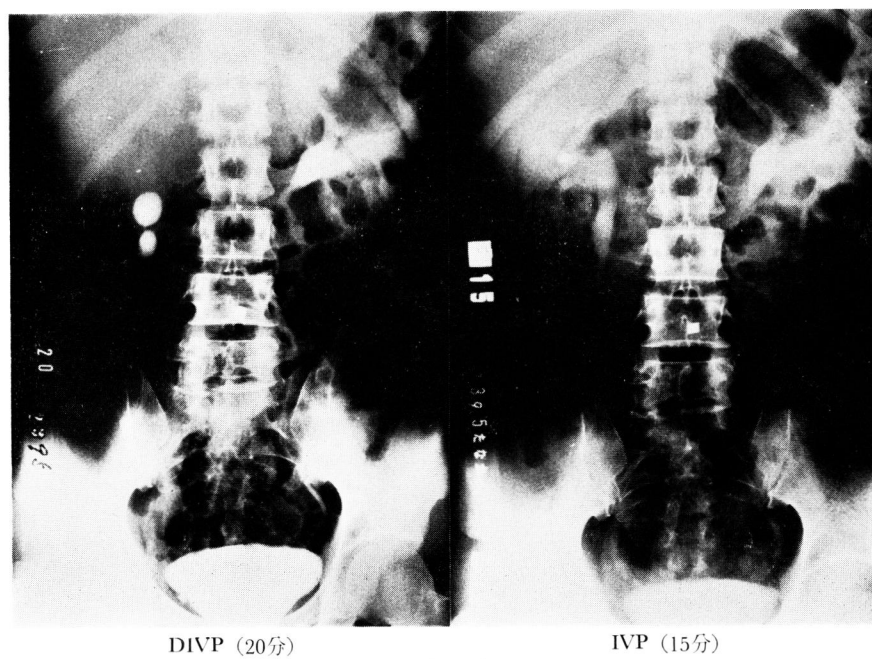


Fig. 5

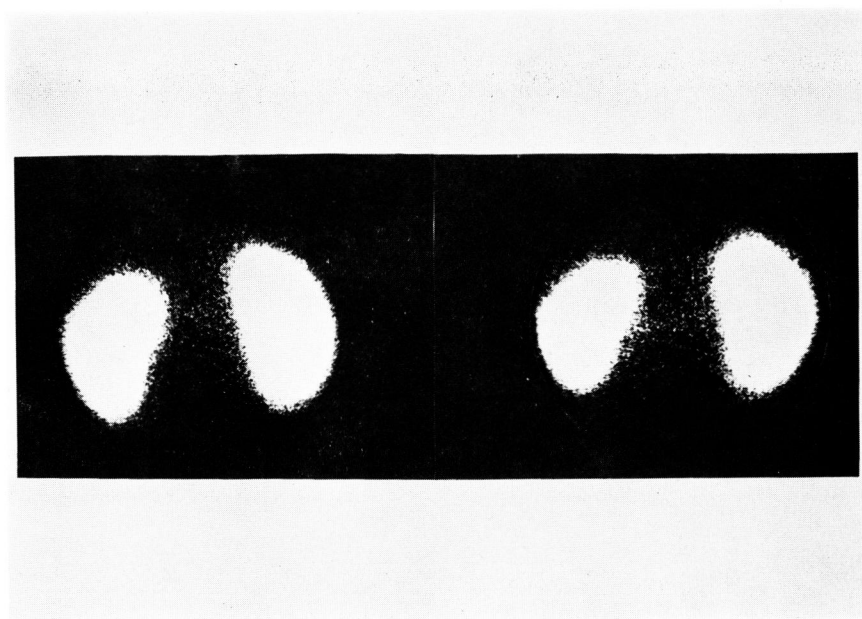


Fig. 6. ^{99m}Tc -DMSA renal scintigraphy

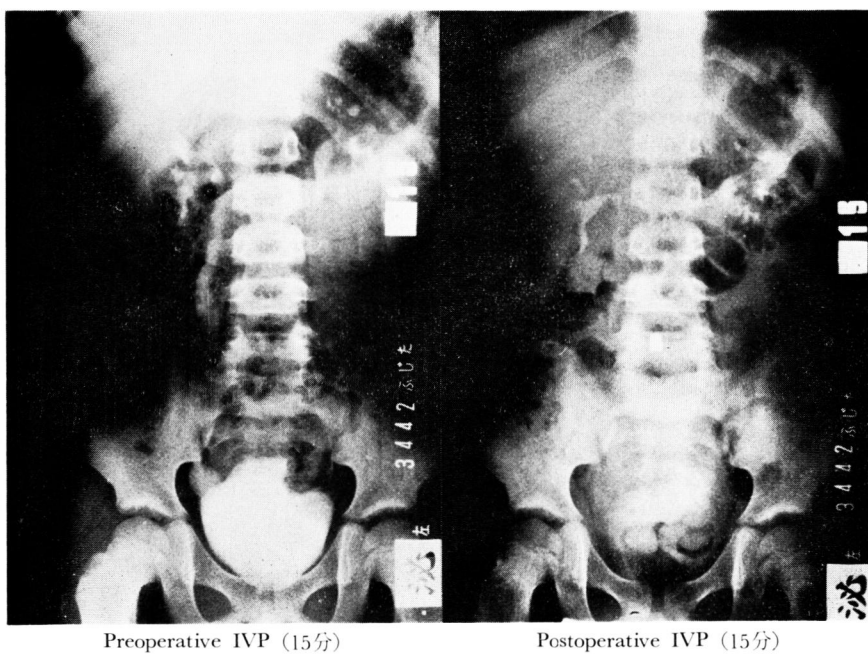
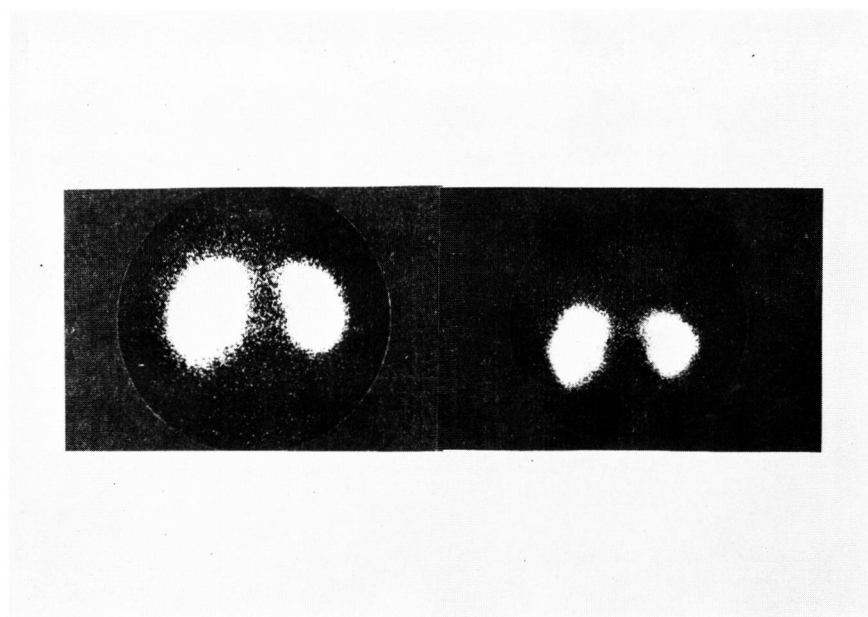


Fig. 7

Fig. 8. ^{99m}Tc -DMSA renal scintigraphy

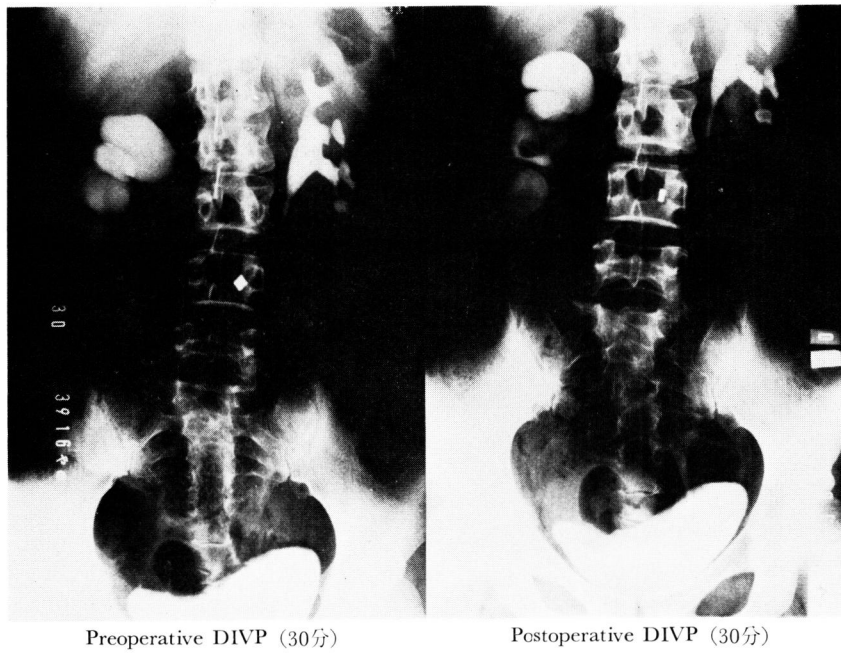


Fig. 9

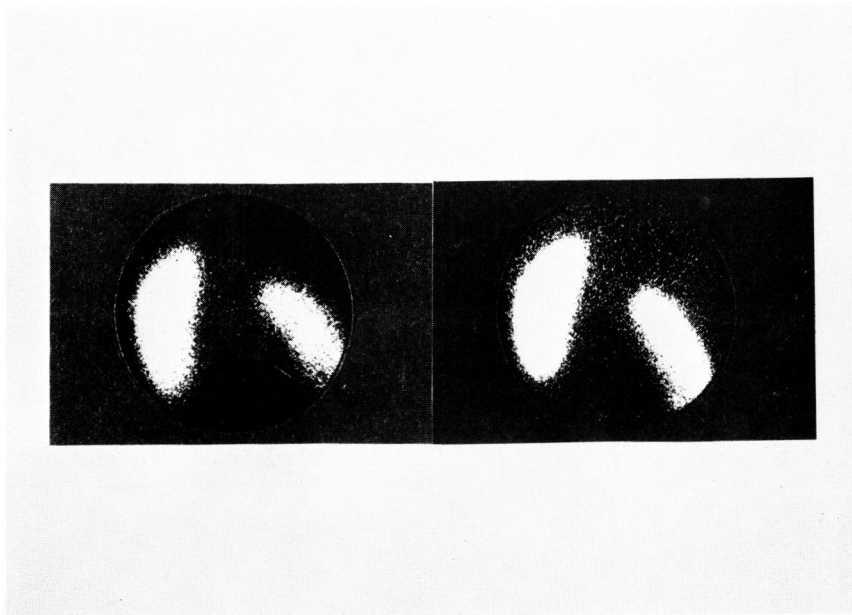


Fig. 10. ^{99m}Tc -DMSA renal scintigraphy

は残存しておらず、萎縮腎になっており機能は廃絶していると考えられた。このように ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーの所見は腎実質、ことに残存皮質部の状態をよく反映していることがわかった。

対象症例中より代表的な症例を示し ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーの有用性を説明する。

症例 1 50歳女性。右腎結石症。

数年前に右腎結石にて、右腎切石術を受けている。PSP 15分値25%, BUN 14 mg%, クレアチニン(血清) 0.9 mg% と総腎機能としては正常であった。Fig. 1のごとく、DIVP 120分像では右腎のサンゴ状結石および、ごく少量の造影剤の排泄があること等が認められた。Fig. 2 は同症例のレノグラムと ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーである。右腎のレノグラムは、排泄遅延が著明に認められる。右腎結石による閉塞性のパターンを示している。左腎のレノグラムは正常のパターンである。PRF は 410 ml/min であり、総 RPF に対する右腎の RPF の比は 0.336 であった。また、 ^{99m}Tc -DMSA の腎へのとりこみは、右腎 18227 (カウント/30秒) であり、左腎 36454 (カウント/30秒) であり、両腎への ^{99m}Tc -DMSA のとりこみに対する右腎の ^{99m}Tc -DMSA のとりこみの比は 0.333 であり、 ^{131}I -Hippuran レノグラムより得られた結果と、よく一致している。Fig. 2 右は、同症例の ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーであるが右腎は左腎にくらべてやや小さく、かつ、右腎中央部から下部にかけて、 ^{99m}Tc -DMSA のとりこみが、やや粗になっているのがよくわかる。左腎は正常である。以上より右腎の実質はかなり残存しているものと考えられた。当然、腎を保存すべきであると考えたが、年齢、再手術であること、および長期にわたる腎の感染などを考慮して右腎の摘出をおこなった。摘出腎の大きさは、 $14 \times 8 \times 4.3$ cm であり重量 120 g であった。割を入れて肉眼的に検索すると、腎皮質部 1.7 cm、腎髄質部 0.8 cm であり、腎実質部はかなり残存していた。組織学的には、慢性腎盂腎炎の所見であった。この症例は、 ^{99m}Tc -DMSA の摂取比が腎実質の機能比をよく表わしていることを示す症例である。

症例 2 65歳、女子。右尿管結石症。

Fig. 3 の左は DIVP 60分像、右は同症例の右 RP である。右尿管結石を認め右腎より造影剤の排泄はほとんどない。Fig. 4 の右側は同症例の ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーであり右腎が造影されていない。また、総腎機能検査として PSP 15分値 23%, BUN 16 mg%, 血清クレアチニン 1.0 mg% であった。 ^{99m}Tc -DMSA の左右の摂取比は 右腎/左腎=1/15 で

あり、右腎のカウントは、ほとんど、右腎部の background だけと考えられた。このように尿管結石症の場合に DIVP で造影剤の排泄がほとんど認められず、かつ ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーでも腎へのとりこみがほとんど認められない場合は、腎機能が廃絶しているものと考えられ、結石による閉塞性感染腎に対して年齢も考慮して、腎摘出術をおこなった。Fig. 4 の左側は同症例の摘出腎である。大きさは、 $9 \times 5 \times 3$ cm、重量は 90 g であった。剖面を入ると黄白色の膿が多量に排泄し腎皮質部は 0.6 cm であった。組織学的所見は慢性腎盂腎炎で、機能しているネフロンはほとんど認められなかった。本症例は肉眼的にも腎機能が廃絶していることがよくわかり ^{99m}Tc -DMSA の摂取がほとんど認められない所見とよく一致していた。

症例 3 33歳男子。右腎結石症。

Fig. 5 の左は術前の DIVP (20分像) であり、右腎の排泄は認められない。Fig. 5 の右は右腎盂切石術後、約 1 カ月目 IVP の 15分像である。右腎の排泄は良好であることがわかる。Fig. 6 の左は同症例の術前の ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーである。術前は左腎のカウントを 100% とすると、右腎は 70% であった。術後は左腎 100% に対し、右腎は 75% であった。

このように結石などが原因で、上部尿路に閉塞があって、DIVP で腎からの排泄が認められない場合でも、 ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーで明確なとりこみがある場合には、切石術をおこない、閉塞を解除すると腎機能の回復が期待できた。しかし、切石術を施行した症例でも術後の DIVP で、水腎症の改善がみられているにもかかわらず、 ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーで左右のとりこみの比は、手術側で依然として低く、まだじゅうぶんに腎機能の回復が得られていないものと考えられる症例もあった。この点著者らが指摘しているごとく、 ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーは主として腎皮質をイメージングするのに対し、IVP, DIVP は、腎盂腎杯系の尿流動態を形態的に検査するものであり、IVP, DIVP にて、水腎症が改善されても腎実質におよんでいた影響を知るには、 ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィー等の検査を使用しないとわからないことが多いと考えられる。

このように ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーによる腎実質機能検査は、水腎症による腎実質障害を知るうえで有用であることがわかる。

症例 4 6歳男子。両側膀胱尿管逆流現象による両側水腎症。Fig. 7 の左は術前の IVP (15分像) であり、Fig. 7 の右は、Paquin 法による尿管膀胱新吻合術の術後約 1 カ月目の IVP (15分像) である。この IVP

所見は、Fig. 7 の左のごとく、両側水腎症が著明であったが、術後は Fig. 7 の右のごとく著明に両側とも水腎症は改善している。Fig. 8 の左は同症例の術前の DMSA 腎シンチグラフィーであり、Fig. 8 の右は術後約 1 カ月目の DMSA 腎シンチグラフィーである。 ^{99m}Tc -DMSA の腎への摂取の割合は、術前の右腎を 100% とすると左腎は 80% であり、術後は右腎 110 (%)、左腎 95 (%) であり、術後両腎とも機能がある程度回復しつつあることがわかった。

症例 5 30 歳女性。右腎盂尿管移行部の狭窄による水腎症。Fig. 9 の左は術前 (DIVP 30 分像) である。著明な右腎の水腎症が認められる。Fig. 9 の右は Anderson-Hynes 法による腎盂尿管形成術後、約 1 カ月目の DIVP 30 分像である。術後短期間であるので、ほとんどまだ水腎症の改善が認められない。Fig. 10 の左は同症例の術前の ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーであり、Fig. 10 の右は同症例の術後約 1 カ月目の ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーである。 ^{99m}Tc -DMSA の腎への摂取の割合は、術前左腎 100% に対して右腎 75% のとりこみであったが、術後は左腎 100% に対し右腎 85% と術後 DIVP のうでは水腎症は不変であるにもかかわらず、それに先がけて腎皮質機能としては回復が認められた。

考 察

投与された ^{99m}Tc -Sn-DMSA は腎血流に従って腎皮質に広く分布し、投与後 2～4 時間で腎への最大限の集積がみられ、尿中排泄量としては 24 時間後でもせいぜい投与量の 20～30% までである。したがって ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーで ^{99m}Tc -DMSA の腎への摂取の割合は腎皮質機能を量的に表現するものと考えられる。この ^{99m}Tc -DMSA の性質を利用して腎の形態と機能を同時にみるために ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーを用いた。

(イ) 腎を保存的に処置すべきか腎摘すべきかの手術術式の決定に際して、成書⁵⁻⁷⁾によれば、年齢、従来のレ線検査による腎盂腎杯像、腎動脈造影、腎機能、上部尿路感染などが手術術式の決定のための因子であると述べているが、具体的に腎機能がどれだけ低下しておれば、その腎機能をあきらめるかという点は論じられていない。Campbell ら⁸⁾によれば三種のアイソトープを使用し、分腎機能および形態検査をおこなっている。すなわち ^{203}Hg による腎シンチグラフィー、 ^{131}I -Hippuran レノグラム、 ^{99m}Tc -化合物などを用いて初期血流状態および腎シンチグラフィーを得、これらを手術術式決定の因子として使用しているが、多

種核物質の使用による被ばく線量の問題がある。

(ロ) 著者は腎を保存すべきか腎摘すべきかの手術術式の決定に際し、 ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーで全く腎の影像が得られない場合、すなわち、 ^{99m}Tc -DMSA の病側腎へのとりこみが、腎部のバックグラウンドのとりこみとほぼ同じぐらいのときには、腎機能が廃絶しているものと考え、レ線検査、総腎機能、年齢、全身状態などを考慮に入れて、腎摘術の適応と考えている。他方、 ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーですこしでも患側に摂取の認められる場合は、できる限り腎を保存するようにつとめた。

(ハ) 術前、術後に ^{99m}Tc -DMSA の腎へのとりこみを検査することによって、手術側の腎機能の follow up のみならず総腎機能に対する左右腎機能の関与の程度をも、術後経過を追って知ることができる。また本法は採尿、採血も不必要なので、小児症例にも容易におこなうことができる利点がある。

しかし、本法のごとき、左右腎の摂取率をもって腎機能を論ずる場合、 ^{99m}Tc の減衰率や腎の体表からの深さ、また正確なバックグラウンドのカウントの測定が必要である。現在、総投与量に対する左右腎別の摂取率を、腎の深さ、腎部のバックグラウンド等の因子を考慮して測定中であり一部は学会発表したが^{9,10)}、さらに症例を重ねて検討しているので次の機会に報告したい。

結 語

採尿を不可欠の条件とした従来の分腎機能検査法では、閉塞性尿路疾患の分腎機能検査は困難なことが多かったが、 ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーを使用することにより、腎の形態的検査法と機能的検査法が同時に可能であり、術前において、手術術式の決定や術後の腎機能の follow up に本法は、はなはだ有用であることがわかった。

本論文の要旨は第 64 回日本泌尿器科学会総会（鹿児島市：1976 年 4 月）にて発表した。

謝辞 本研究に際してご助言とご援助をたまわった京都大学医学部附属病院放射線科石井靖講師ならびに同病院中央放射線同位元素部門藤田透助手に謝意を表わします。

参 考 文 献

- 1) 石井 靖・ほか： ^{99m}Tc -dimercapto-succinic acid (^{99m}Tc -DMSA) による腎シンチグラフィーについて、核医学，13：7～16，1976。
- 2) 川村寿一・ほか：腎シンチカメラによる腎 space-occupying lesions の鑑別診断の試み—初期イメ

- ージと後期イメージの比較—。泌尿紀要, 22: 219~229, 1976.
- 3) 細川進一・ほか：シンチカメラによる腎機能検査法に関する臨床的研究（第Ⅰ報）— ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーについて—。泌尿紀要, 22: 313~327, 1976.
- 4) 細川進一・ほか：シンチカメラによる腎機能検査法に関する臨床的研究（第Ⅱ報）— ^{99m}Tc -DTPA レノグラムと ^{131}I -Hippuran レノグラムの比較および ^{99m}Tc -DTPA 腎シンチグラフィーと ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーの比較—。泌尿紀要, 22: 329~338, 1976.
- 5) Glenn, J. et al.: Urologic Surgery, p. 40~41, Hoeber, New York, U.S.A., 1969.
- 6) Dudson, A. I., et al.: Urological Surgery (fourth edition), p. 202, C. V. Mosby, Saint Louis, U.S.A., 1970.
- 7) Flocks, R. H. et al.: Surgical Urology (third edition), p. 56, Year Book Pub., Chicago, U.S.A., 1968.
- 8) Campbell and Harrison: Urology (third edition), Vol. 3, p. 2200~2203, W. B. Saunders, Philadelphia, U.S.A., 1970.
- 9) Kawamura, J. et al.: Renal function study by ^{99m}Tc -dimercapto succinic acid (DMSA) renal scintigraphy: The validity of ^{99m}Tc -DMSA renal uptake for an assessment of separate kidney function. First Asia & Oceania Congress of Nuclear Medicine. Vol. 1, proffered papers, p. 296~298, 1976.
- 10) 細川進一・ほか：シンチカメラによる腎機能検査法に関する臨床的研究（第Ⅹ報）— ^{99m}Tc -DMSA 腎シンチグラフィーの定量的分腎機能検査法について—。第19回日本腎臓学会 予稿集 p. 160, 1976.

(1976年10月13日迅速掲載受付)