

《使用経験》

 ^{99m}Tc -dimercaptosuccinate の使用経験

上田正山* 三木 誠* 大石幸彦*
木戸 晃* 町田 豊平*

I. 緒 言

腎スキヤニング剤としては、かつて、 ^{203}Hg -chlormerodrin や ^{197}Hg -chlormerodrin が広く使用されていた。しかし、最近では scintillation camera の普及に伴って、それに適した各種の ^{99m}Tc 標識腎スキヤニング剤が開発され、 ^{99m}Tc -Sn-diethylenetriamine pentaacetic acid (^{99m}Tc -Sn-DTPA)^{1), 2)}, ^{99m}Tc -Fe-ascorbic acid complex³⁾, ^{99m}Tc -penicillamine acetazolamide (TPAC)^{4), 5)}, ^{99m}Tc -gluconate⁶⁾ などが使用されるようになってきている。

^{99m}Tc は物理的半減期が 6 時間と短く、140 keV という低エネルギーは scintillation camera に適しているし、特に、腎被曝線量が少なくなり、臨床的に大量使用できるので dynamic study が行なえるという利点がある。しかし、放射性化合物としてみると、さらには各種標識物質にはそれぞれの特質があり、目的によって多少の欠点もある。

^{99m}Tc -Sn-DTPA は GFR が低下していると腎影がわるく¹⁾, ^{99m}Tc -Fe-ascorbic acid complex では血清 creatinin が 30 mg/dl をこえると肝摂取が増加し、腎影が不良となる³⁾。また、TPAC は調製法が複雑である。そこでさらにすぐれた新しい腎スキヤニング剤が望まれていたところ、最近、 ^{99m}Tc -dimercaptosuccinic acid (^{99m}Tc -DMSA) が登場した。 ^{99m}Tc -DMSA は 1973 年、Lin ら⁷⁾ が臨

床的にその有用性を報告して以来、急速に普及し始め、数多くの報告がなされている。われわれも今回 Dinabot 社製の ^{99m}Tc -dimercapto-succinate (^{99m}Tc -DMS)** を使用する機会を得、若干の知見を得たので、その臨床成績を報告する。

** ^{99m}Tc -DMSA と ^{99m}Tc -DMS は全く同一物質の呼称であるが、塩の形で ^{99m}Tc が標識されていると解釈すれば、Arnold らと同じく¹⁰⁾, ^{99m}Tc -dimercaptosuccinate と表現するのが正しく、したがって、以後 ^{99m}Tc -DMS と略称する。

II. 対 象

慈恵医大付属病院泌尿器科、および内科を受診した 111 例で、その内訳は男子 71 例、女子 40 例、年齢は 5 歳から 85 歳。疾患は Table 1 に示すごとく、慢性糸球体腎炎 22 例、腎結右 14 例、多発性のう胞腎、水腎症、慢性腎外腎炎各 11 例、腎

Table 1 Materials

Chronic glomerulonephritis	22
Nephrolithiasis	14
Polycystic kidney	11
Hydronephrosis	11
Chronic pyelonephritis	11
Renal cancer	9
Renal cyst	8
Renal bleeding	6
Ureterolithiasis	6
Renovascular hypertension	4
Transplanted kidney	4
Renal injury	3
Renal tuberculosis	2
Total	111

* 東京慈恵会医科大学泌尿器科
受付: 51 年 2 月 6 日
採用: 51 年 5 月 20 日
別刷請求先: 東京都港区西新橋 3-25-8 (〒105)
東京慈恵医大泌尿器科
上田正山

癌9例, その他33例で, その多くは泌尿器科的疾患である。

III. 検査法

$^{99m}\text{Tc-DMS}$ は Dinabot 社製 DNA キットバイヤルに $^{99}\text{TcO}_4^-$ の生理食塩水溶液約 2ml を注入し, 充分振盪して, 調製し, 5分間放置後使用した。被検者を gamma camera 下で腹臥位にし, $^{99m}\text{Tc-DMS}$ 1~10mCi を肘静脈より bolus としして静注した。

装置として用いた gamma camera は Nuclear Chicago 製, pho/Gamma HP で, data store play back system を備え, また, collimator は 1261 holes diverging collimator, 15,000 holes parallel collimator (140 keV 用), pinhole collimator を適時使用した。

vascular phase の検査には, persistence scope で観察しながら, 静注直後より 5~10 秒間隔で 1 分間撮影し, functional phase は 1, 3, 10, 20, 30, 60 分後に, 必要に応じ 120, 240 分, 24 時間後に Polaroid camera で撮影した。gamma camera で得られる情報を可能な限り, 多用的に利用するため, 磁気テープに収録し play back して, gamma camera renogram を再生したり, vascular phase を 5 秒間隔で 35 mm film に連続撮影する方法も採用した。

IV. 結果

はじめに代表例について述べる。

症例 1. 右腎細胞癌 (Fig. 1)

46歳, 男子, 主訴は無症候血尿。静脈性腎盂撮影で右腎盂腎杯が下方に圧排変形した像がみられた。 $^{99m}\text{Tc-DMS}$ 10mCi 静注後の 35 mm film 連続撮影の 21 秒から 25 秒像で右腎全体に血流分布が認められた。しかし, その後は次第に右腎上極部の activity が低下し, 60 分では下極の一部が描出されるにすぎなかった。80% angioconray による腎動脈撮影像では右腎の下極の一部をのぞいて腫瘍像を呈しており, 右腎剝出の結果, 腎細胞癌であった。

この症例では, $^{99m}\text{Tc-DMS}$ は腎の vascular image と functional image を描出することができ, renal mass の鑑別に有意義であった。

症例 2. 左腎のう腫 (Fig. 2)

85歳, 男子, 前立腺癌で, 上部尿路精査中, 静脈性腎盂撮影 (DIP) で左上腎杯の内方からの圧排像が認められた。 $^{99m}\text{Tc-DMS}$ 10mCi を静注後 30 秒から 40 秒の vascular image で左腎中央部の avascular の像が認められ, functional image でも同部に欠損像があり, 他の諸検査成績とも考えあわせ, 腎のう腫と診断した。

症例 3. 右尿管結石による水腎症 (Fig. 3)

50歳, 男子, 主訴は腹部腫瘍である。腎部単純 X 線写真で右尿管の総腸動脈との交叉部と思われる部に 1.5×0.8 cm の結石様陰影を認め, 静脈性腎盂撮影では左腎は正常であるが, 右腎は造影されなかった。 $^{203}\text{Hg-chlormerodrin}$ による腎スキヤニングでも右腎部に up take がなく, 80% angioconray による右腎動脈撮影で血管は枯枝状粗で, 腎上極にわずかに残った腎実質が証明された。結局, 右尿管結石とそれに伴う水腎症と診断し, 右尿管切石術を施行した。術後11日目に静脈性腎盂撮影を施行したところ, 4 時間後にわずかに腎盂尿管像が抽出されるようになった。ほぼ同時期に $^{99m}\text{Tc-DMS}$ による腎 imaging を施行し, 10mCi 静注後の vascular image では右腎の血流像はわずかに認められるにすぎなかった。しかし, 次第に右腎部の activity が増し, 時間後では右腎上極ならびに中央外側に明らかな up take を認め, 腎機能残存部分が認められた。

症例 4. 左樹枝状結石 (Fig. 4)

42歳, 男子, 腎部単純 X 線写真で, 左腎結石が明らかである。静脈性腎盂撮影 5 分で右腎は正常であるが, 左腎の腎盂腎杯はやや拡大, 鈍化し, 腎実質の菲薄化が認められた。80% angioconray で腎動脈撮影を施行したところ, 左腎腎実質には葉間小動脈はまだ充分存在し, 実質は保たれていた。 $^{99m}\text{Tc-DMS}$ 静注 120 分後の scintiphotogram は腎全体の activity はやや低いが, 腎皮質の機能は良く残存していることを示した。結局, この症

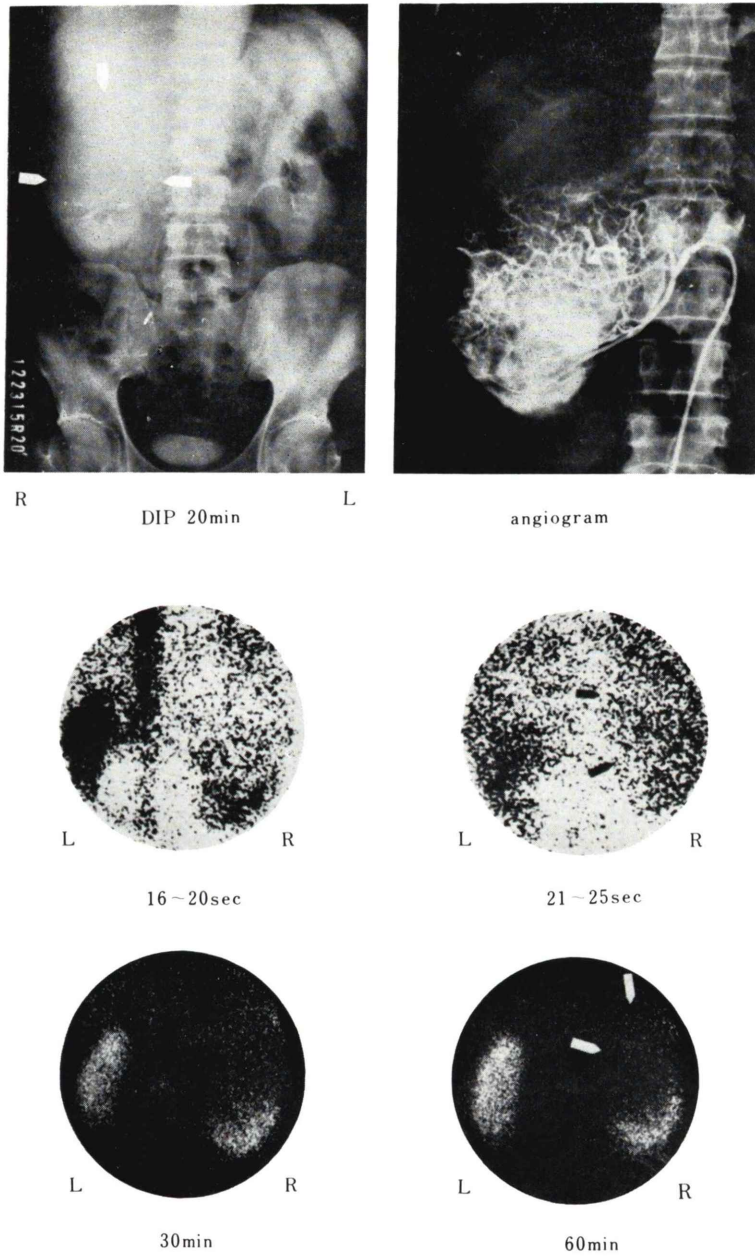


Fig. 1 r, renal cancer, male, 46 yrs.

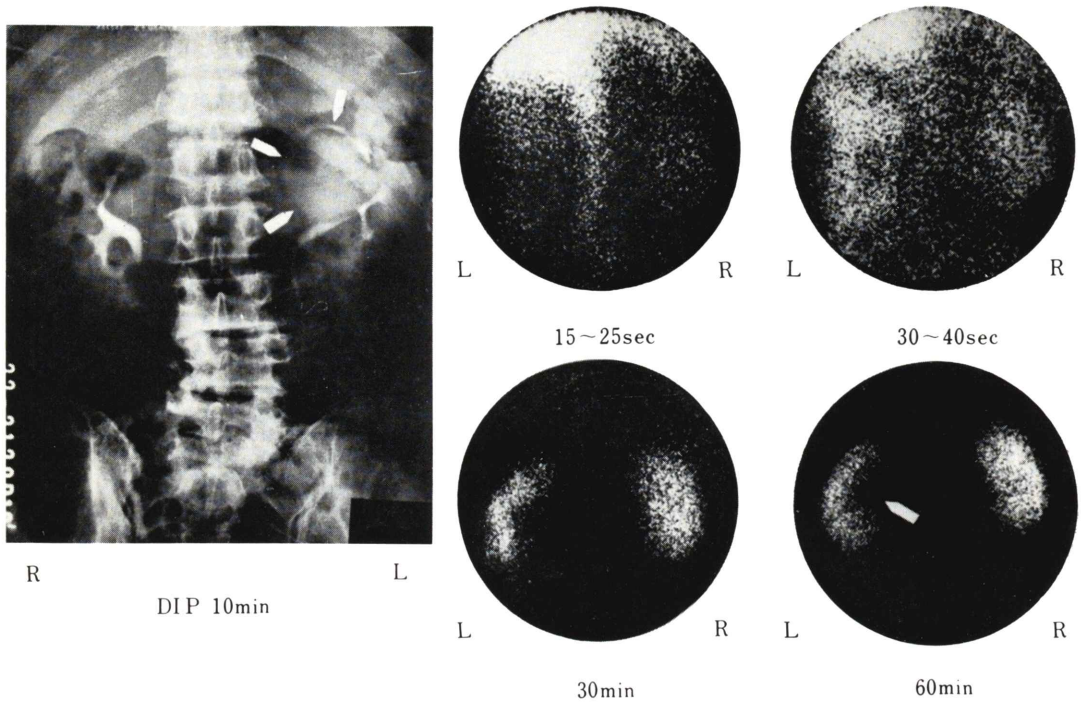


Fig. 2 l, renal cyst, with prostatic cancer, male, 85 yrs. —: cyst

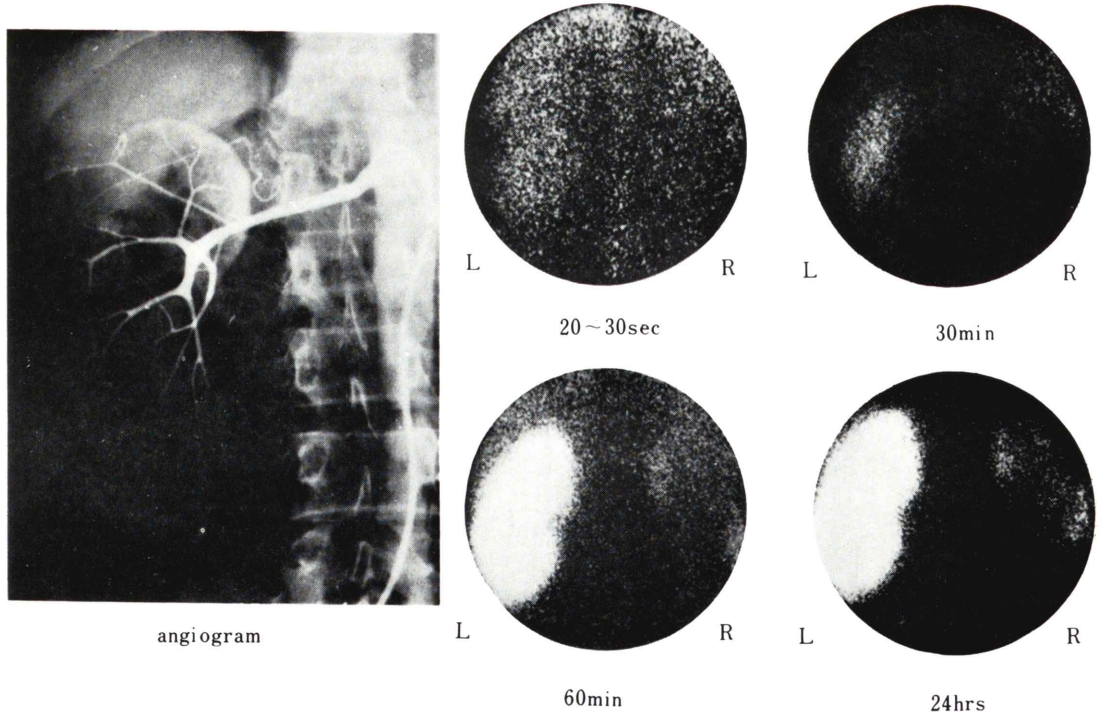


Fig. 3 r, hydronephrosis due to ureterolithiasis, male, 50 yrs.

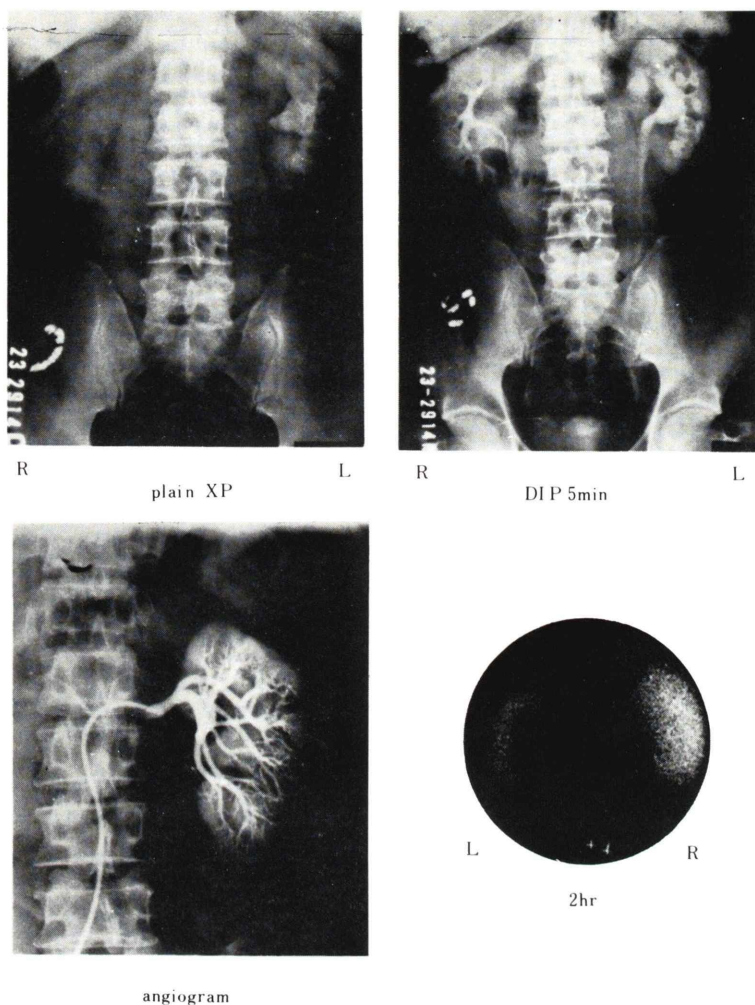


Fig. 4 1. nephrolithiasis, male, 42 yrs.

例では左腎切石術を行い腎を残すことができた。

症例 5. 多発性のう胞腎 (Fig. 5)

39歳, 男子, 高血圧症の精査のため来院した。触診などの理学的所見から多発性のう胞腎が疑われた。 ^{99m}Tc -DMS 5 mCi 静注 75 分後に pin hole collimator を用いて撮影した像を示した。両側腎には大小多数の defect があり, その間に部分的に機能を有する腎実質像が認められた。

症例 6. 尿管閉塞性無尿 (Fig. 6)

76歳, 男子, 約 2 年前直腸癌で他院にて手術をうけた。半年前より排尿困難を生じ, 某医で Balloon

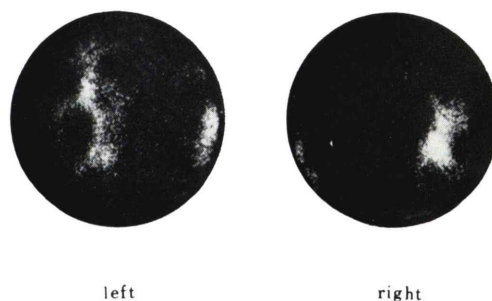


Fig. 5 Polycystic Kidney, male, 52 yrs.

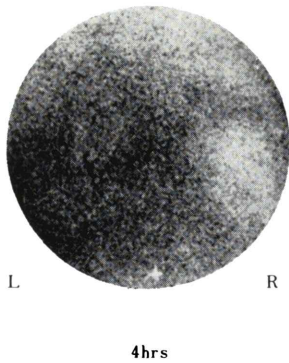


Fig. 6 anuria, male, 76 yrs.

catheter 留置され、経過観察していたが、全身状態が悪化したため入院した。入院時は無尿状態で BUN, 101 mg/dl, creatinin, 11.2 mg/dl であった。 $^{99m}\text{Tc-DMS}$ 3mCi 静注 4 時間後の scintiphoto-gram で右腎がわずかに描出されたが、左腎の像はほとんど認められなかった。臨床所見と合せ、腎後性無尿と判断し、右尿管皮フ移植術を施行し、腎機能は除々に改善した。

以上、代表例でも示したが、腎機能が正常の場合、全般に静注 10 秒から 15 秒で腹部大動脈が描出され、やや遅れて、15 秒から 35 秒の間に腎、脾、肝などの vascular image が抽出された。その中では腎影が最も明瞭で時間の経過とともに activity も増加した。脾影はその後 1 分から 10 分にかけてほとんど消失するが、肝への集積像がやや増加する傾向が認められた。しかし、60 分後では肝影はほとんど認められなくなった。腎影は静注 1~2 時間後に明瞭な像が得られた。その像は parallel collimator を使用するとほぼ均一であるが、pin hole collimator では正常腎でもマダラ状の up take の異なる像を示した。一方腎機能障害が高度になると RI-angiography では明らかな腎影は抽出されず、肝影は長時間認められ、腎肝境界が不明瞭になることもあった。さらに腎機能が低下した例では、その程度により、4, 24 時間後に腎影が認められた。

V. 考 按

1973 年 Lin らにより $^{99m}\text{Tc-DMS}$ が報告されて以来、その臨床的有用性を強調した論文は多い⁷⁾⁻¹²⁾。今回われわれが使用した Dinabot 社製の DMS キットは、 SnCl_2 法によって標識した安定した化学物で、臨床例 111 例に使用し、前述のごとき良い結果を得たので、それらの臨床的検討をもとに若干の考案を試みる。

1. $^{99m}\text{Tc-DMS}$ の特性

$^{99m}\text{Tc-DMS}$ については、 $^{99m}\text{Tc-DMS}$ の動態が $^{203}\text{Hg-chlormerodrin}$ に類似していること、initial plasma clearance の $t_{1/2}$ が 45 分で、腎特にその皮質に極めて特異的に分布することなどを Lin ら⁷⁾ は動物実験から指摘している。その後 Enlander ら⁸⁾ は臨床例で本剤が腎、特に皮質によく沈着すると述べ、 $^{99m}\text{Tc-DMS}$ の血中消失は比較的迅速で、initial plasma clearance の $t_{1/2}$ は 15 例の平均で 62 分、さらにこの中で血清 creatinin 2.0 mg/dl 以上の 2 名を除外すれば、56 分であったという。血液中で赤血球との結合は 20 例中 12 例では認められず、8 例で投与量の 1.5~10%、平均 5% が認められたという報告があり、ほとんど血漿中に存在している。

腎への集積態度は除々に、静注後 1 時間以後も増加して行くといわれており¹⁰⁾、このことはわれわれが臨床例で ROI を指定し、腎盂、腎皮質、腎全体に関する regional renogram で検討した結果でも同様であった (Fig. 7)。

尿中排泄に関しては、安東ら¹¹⁾ がラットの実験で、静注 1 時間に 5.3~11.9%、3 時間に 6.6~12.2% あったと報告しているし、臨床例については Enlander ら⁸⁾ は、1 時間 11.1 ± 3.70 、2 時間 16.1 ± 3.6 、24 時間 $36.8 \pm 4.2\%$ と報告している。いずれにしても、 $^{99m}\text{Tc-DMS}$ は静注後すみやかに腎に取り込まれ、しかも一度取り込まれたものは尿中への排泄が少なく、長時間、腎特にその皮質に集積していることを示している。

DMS の薬毒性については、その問題点は全く指摘されていない。DMS はかつて重金属中毒の

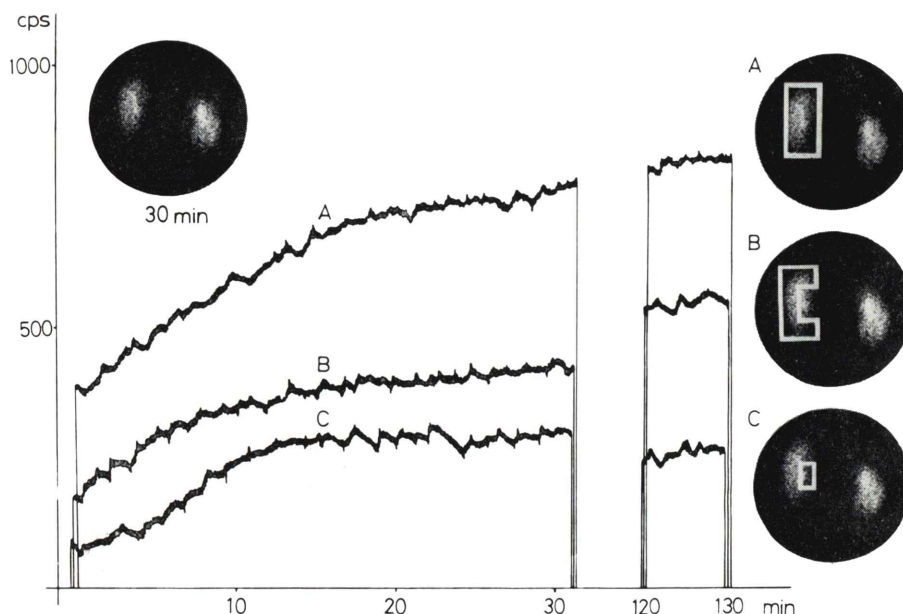


Fig. 7 Regional renogram.
A: kidney, B: cortex, C: pelvis, —: ROI

治療に g 単位で投与されていたことがあり, LD₅₀ がマウスの腹腔内投与で 3.163 g/kg であることから, 安全な物質と考えられる. たとえ, ^{99m}Tc-DMS が長期腎に集積しても, その物理学的半減期が 6 時間で, 1 mCi 当り腎に 1.4 rads, 全身に 0.015 rads 程度の被曝といわれ⁹⁾, 副作用はほとんど問題にならない. Lin ら⁷⁾は犬で 0.31 ml/kg 静注 17 日後の組織学的検索を行ない全く変化がなかったといひ, われわれ臨床例 111 例でも ^{99m}Tc-DMS による副作用は全く認められなかった.

2. ^{99m}Tc-DMS と他の腎スキャンニング剤との比較

安東ら¹¹⁾はラットを用い, ^{99m}Tc-DMS と ²⁰³Hg-chlormerodrin および ²⁰³Hg-salyrgan を比較検討している. 静注 1 時間の平均腎取り込み率がおのおの 45.5 ± 7.9, 71.1 ± 9.1, 43.9 ± 1.7% で ^{99m}Tc-DMS は ²⁰³Hg-chlormerodrin について, 多いことを述べ, ^{99m}Tc-DMS の 3, 6, 24 時間の平均腎摂取率は 51.0 ± 9.3, 55.9 ± 4.8, 58.0 ± 5.8% で, 1 時間以後はゆるやかに上昇するが, ²⁰³Hg-chlor-

merodrin や ²⁰³Hg-salyrgan と違い, 経時的に変化が少ないことが特徴であると述べている.

一方, Arnold ら¹⁰⁾は齧歯類, 犬, 人に分けて今までに報告された各種の腎スキャンニング剤を比較検討している. それによると, ^{99m}Tc-DMS の blood clearance は比較的遅く, 6 時間までは ^{99m}Tc-pertechnetate に似ており, ^{96m}Tc-Fe-ascorbate, ^{99m}Tc-GNA に比しても遅いとされている. また正常腎への集積は, 静注 1 時間後の ^{99m}Tc-DMS が 12.3 であるのに, ^{96m}Tc-Fe-ascorbate, ^{99m}Tc-GHA, ^{99m}Tc-gluconate, ^{99m}Tc-DTPA はおのおの 4.6, 6.0, 6.0, 3.7 で ^{99m}Tc-DMS が他の ^{99m}Tc 標識腎スキャンニング剤の約 2 倍腎に集中することを報告している. したがって, ^{99m}Tc-DMS の尿中排泄は極めて少なく, ^{99m}Tc-DTPA より少ないのはもちろん, ^{99m}Tc-Fe-ascorbate, ²⁰³Hg-cylormerodrin よりも少ない. われわれの臨床例でも, 腎スキャン像は ²⁰³Hg-chlormerodrin と同様に鮮明な像を得ており, ^{96m}Tc-DMS が腎への集積の極めて高いことを示している. また, ^{99m}Tc-

DMSは肝にもかなり取り込まれ、ついで、脾にも取り込まれる。このことは先に臨床例でも示したが、これらが $^{96m}\text{Tc-DMS}$ の肝や脾への親和性によるものか否かは不明である。腎スキニング剤でしばしば問題にされる腎/肝比について Arnoldら¹⁰⁾は家兎で $^{203}\text{Hg-chlormerodrin}$ 静注1時間後の腎/肝比が 60.0 ± 29.00 (1% dose/1% body weight) であるのに対し、 $^{96m}\text{Tc-DMS}$ では 46.0 ± 12.00 とやや低く、安東ら¹¹⁾もはるかに低値だと述べている。しかし、われわれの臨床例では、静注15秒から35秒で認められた肝、脾の像も時間の経過とともに消失し、1時間後では $^{203}\text{Hg-chlormerodrin}$ と同じく、肝影は認められなかった。そして腎機能障害例でも同様、肝への分布は僅少で、臨床ですぐれた腎影を得ることができた。

3. $^{96m}\text{Tc-DMS}$ の臨床的評価

臨床例に $^{96m}\text{Tc-DMS}$ を使用して印象的であったことは、良い腎影が得られ、その調製もTPACに比べれば極めて簡易な点であった。しかし、腎のspace occupying lesionの鑑別診断のためのRI-angiographyでは、 $^{96m}\text{TcO}_4^-$ やTPACなどに比し、血管像がやや不鮮明であった。どの ^{96m}Tc 化合物でも注入直後の ^{96m}Tc を追っており、血管像に優劣の差が出るとは考えられないが、この点の理由は未解決である。Arnoldら¹⁰⁾が $^{96m}\text{TcO}_4^-$ 、 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 、 $^{96m}\text{Tc-GHA}$ と比較して挙げている像でも、 $^{96m}\text{Tc-DMS}$ による血管像が最も不明瞭で、この点は今後症例を重ね検討したいと考えている。

functional imageは $^{96m}\text{Tc-DMS}$ 静注後10分のものである程度出現するが、1時間以後のものの方が良い。なかには、前述の症例3のように腎機能が低下している場合には24時間でより良い腎実質像が得られており、腎影が不十分な時には、時間とともに腎に集積される本剤の特徴を考え、時には24時間後に撮影することも有用であろう。

腎スキニング剤として、 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 、 $^{99m}\text{Tc-Fe-ascorbate}$ 、 $^{96m}\text{Tc-gluconate}$ 、 $^{96m}\text{Tc-GHA}$ などを使用したとき、尿路腔の像が腎実質像に伴って抽出されることがあるが、 $^{96m}\text{Tc-DMS}$ では尿中

への排泄が少ないので、尿路腔の像は出現しない。われわれの対象111例中明らかに腎盂尿管像と思われる像が抽出されたのは、右尿管結石による水腎症の1例のみであった。これらの成績から、 $^{99m}\text{Tc-DMS}$ で得られる像は腎実質と考えてよく、尿路腔を描出する静脈性腎盂撮影の所見と併せ考えると、腎の形態的診断が一層明解になる。

なお、前述したように時に胆のうが描出されることを指摘するもの¹⁰⁾もいるが、われわれの症例中には明らかな胆のう像をみた例は全くなかった。

時に、臨床例の1~5分の像で脊椎が描出されたが、この原因もいまのところ不明である。しかし調製時、1:3が最適であるといわれている SnCl_2 とDMSの混合比で、DMSを多くすると、腎より骨に取り込まれる量が多くなるという池田ら¹³⁾の成績と関係があるかも知れない。骨スキニング剤である $^{99m}\text{Tc-Sn-pyrophosphate}$ 調製時にpyrophosphateを相対的に少なくすると、骨への集中がわるくなり、腎への集中が多くなるというSchümichenら¹⁴⁾の報告と考え合せて、その本質は不明であるが、興味のある問題点である。

$^{96m}\text{Tc-DMS}$ は腎皮質に腎髄質より遙かによく集積するのでpinhole collimatorを使い皮質像を描出することが臨床的にクローズアップされはじめている。このことは既にLinら⁷⁾が示唆しており、Enlanderら⁸⁾、Handmakerら⁹⁾も臨床例でその有用性を述べている。われわれも腎皮質検索に有用と考え、主として慢性腎盂腎炎例をまとめて報告した¹⁵⁾。pinhole collimatorで $^{96m}\text{Tc-DMS}$ 腎スキャン像を撮ってみると、正常腎であっても病的陰影と間違えるような、まだら像が描出されることがあり、本剤を使用しpinhole collimatorを用いた場合の腎影の判読には充分注意する必要があると思われる。

$^{96m}\text{Tc-DMS}$ の臨床的特長の一つは症例6のように腎機能がわるくても特に閉塞性腎障害例では診断的に有用な腎影が得られることである。この点ではTPACに勝るとも劣らない。症例6ではBUN 101 mg/dl、血清creatinin 11.2 mg/dlであったし、Handmakerら⁹⁾はBUN 100 mg/dl、血清creatinin

5 mg/dl 以上の 5 例中 4 例で腎影が得られたことを報告している。

最後に ^{99m}Tc-DMS の臨床的経験についてまとめてみると、次のごとくである。

① 腎スキャンニング剤として利用し易く、かつ、安定した標式化合物である。

② 腎集積が ²⁰³Hg-chlormerodrin に近く、極めて良い腎影が得られる。

③ 腎内での集積分布が皮質に多いので、pin hole collimator の利用により、腎皮質の検索ができる。

④ 腎機能低下例でも良い腎影が得られる。

今後さらに長所欠点について検討されるのであろうが、放射被曝や薬剤使用の問題点から ²⁰³Hg-chlormerodrin に代って広く臨床の用いられる腎スキャンニングであると考えられる。

VI. 結 論

1. 腎スキャンニング剤、^{99m}Tc-DMS を各種腎疾患の 111 例に使用した。

2. ^{99m}Tc-DMS 1~10mCi を bolus として静注後、gamma camera による vascular image と functional image を撮影し、その有用性を検討した。

3. 全例でほぼ満足しうる腎影が得られ、腎腫瘍例、腎のう腫例、水腎症例など、その代表例を示した。

4. 特に、腎機能障害例でも、腎影が得られたこと、pin hole collimator を利用する腎皮質の検索も可能であることを強調した。

5. ^{99m}Tc-DMS は調製も容易で副作用もなく、優れた腎スキャンニング剤と思われるので今後さらに普及するであろう。

文 献

1) Hauser W, Afkins HL, Nelson KG, and Richard P: Technetium-99m DTPA. A new radiopharmaceuti-

cal for brain and kidney scanning. Radiology **94**: 769, 1970

2) 大石幸彦: 新しい ^{99m}Tc 標識放射性医薬品による腎機能診断法の検討. 東京慈恵会医科大学雑誌. **89**: 1, 1974

3) Winston MA, Halpern SE, Weiss ER, Endow JS, and Bland WH: A critical evaluation of ^{99m}Tc-Ferrous ascorbic acid complex as a renal scanning agent. J Nucl Med **12**: 171, 1970

4) Halpern SE, Tubis M, Golden M, Kunsu J, Endow J, and Wolsh C: ^{99m}TPAC, A new renal scanning agent. J Nucl Med **13**: 723, 1972

5) 三木 誠, 町田豊平, 大石幸彦, 上田正山, 木戸晃, 南 武: 新しい腎スキャンニング剤. ^{99m}Tc-penicillamine acetajolamide complex (TPAC) による腎シンチグラフィ. 臨床泌尿器科. **28**: 797, 1974

6) Boyd RE, Robson J, Funt FC, Sorby PJ, Murray IPC, and McKay WJ: ^{99m}Tc gluconate complexes for renal scintigraphy. Br J Rad **46**: 604, 1973

7) Lin TH, Khentigon A, and Winchell HS: A ^{99m}Tc-chelate substitute for organomercurial renal agent. J Nucl Med **15**: 34, 1973

8) Enlander D, Weber PM, and Renedios LV: Renal cortical imaging in 35 patients: Superior quality with ^{99m}Tc-DMSA. J Nucl Med **15**: 743, 1973

9) Handmaker H, Young BW, and Downstein JM: Clinical experience with ^{99m}Tc-DMSA (dimercaptosuccinic acid). A new renal imaging agent. J Nucl Med **16**: 28, 1974

10) Arnold RW, Subramanian G, McAfee, JG, Blair RJ and Thomas FD: Comparison of ^{99m}Tc-complexes for renal imaging. J Nucl Med **16**: 357, 1974

11) 安東 醇, 油野民雄, 久田欣一, 平木辰之助, 安東逸子: 新しい腎スキャンニング剤 ^{99m}Tc-Dimercaptosuccinic acid と他の腎スキャンニング剤との比較. Radio isotopes, **24**: 36, 1975

12) 松田美奈: Sodium-dimercaptosuccinic acid に関する研究. 岐阜大学医学部紀要. **1**: 869, 1968

13) Ikeda I, Enoue O, and Kurata K: Chemical and biological studies on ^{99m}Tc-DMS prepared by four different methods: Submitted to J Nucl Med

14) Schvichten C, Rorvik-Schvichten K, and Hoffman G: ^{99m}Tc-Sn-Pyrophosphate Complexes an investigation of its possible structures. Nucl Med **14**: 252, 1974

15) 大石幸彦, 千葉一夫, 山田英夫, 松井謙吾, 村田啓, 川口新一郎, 木戸 晃, 飯尾正宏, 三木 誠, 町田豊平, 川口安夫: ^{99m}Tc-DMSA による腎イメージングの臨床的検討. 核医学. **12**: 550, 1975