排尿曲線の γ カメラによる観察

日本鋼管病院泌尿器科 宮 崎 亮
内 藤 政 男
三 本 重 治
同: アイソトープ科 増 岡 忠 道
阿 久 沢 比呂志

COMPUTERIZED VOIDING CYSTOGRAPHY, USING ^{99m}Tc -(SN)-DTPA AND γ -SCINTILLATION CAMERA

Makoto Miyazaki and Masao Naito

(Urology Division)

Shigeharu Mimoto, Tadamichi Masuoka and Hiroshi Akuzawa

(Isotope Division)

Nippon Kokan Hospital

A newly devised method of "computerized isotope voiding cystography" had been first published on our previous report.

In this paper, more clinical cases were collected and analysed systematically.

^{99m}Tc -DTPA was selected as the isotope.

Pickers Dyna Camera 2C system was used for the γ -scintillation camera.

Hitac 10 II was used for the mini computer.

The eight interesting cases were presented, showing usual urethrogram compared to the computerized isotope voiding cystography.

This isotope voiding cystographies were classified into five types according to the graph's shapes on the examined 79 cases.

No side effect was noticed by this method.

^{99m}Tc -DTPA- γ シンチカメラを用いた下部尿路の体外動態計測については先に発表した¹⁾が今回はその排尿曲線の臨床例, とくに前立腺肥大症, 尿道狭窄などについて報告する。

方法と対象

^{99m}Tc -DTPA (diethylentriamine penta acetic acid, 以下 DTPA と記載) ダイナボット製 DTPA キットを用い, Na_5DTPA (5mg) + Sn Cl_2 (0.25mg) を ^{99m}Tc - O_4 液と混合し ^{99m}Tc (Sn) DTPA 調整後, ただちに用いた²⁾⁻³⁾。

γ カメラは Picker 製 Dyna camera 2c System, コンピューターは解析用, コンピューター Hitac 10 II を用いた。

対象は日本鋼管病院スタッフ及び, 外来入院患者79例

について行なつた。

排尿曲線描写法は以下の通りである。

I) 排尿後ただちに ^{99m}Tc -DTPA 1~1.5mci を肘静脈より注入。

II) 300~500cc の水を経口的に摂取。

III) ^{99m}Tc -DTPA 静注後1~2時間で被検者が排尿可能との感覚を得たとき, 立位で排尿せしめた。

IV) 排尿時に膀胱部位に一致して ROI を設け VTR をプレイ, バックし Hitac 10 II で解析した。

V) グラフは縦軸に2秒毎のカウント数をスター印で棒線状に現わし横軸は2秒毎のナンバーをとるようにプランニングをきめた。

結 果

症例1 (尿閉例) 高〇鍋〇 80歳 男。

主訴：発熱，下腹部痛

現病歴：2カ月前から排尿困難あり。2～3日前から特別な誘因なく発熱，排尿困難，頻尿著しく，近医を受診した。下腹部に腫瘤がふれ，膀胱腫瘍の診断で当科を受診した。

現症：恥骨上部に円形の濁音界あり，拡張した膀胱を触知，導尿で約700ccの混濁尿を得た。導尿後，下腹部にふれた腫瘤は消失した。前立腺は鶏卵大であり圧痛が大であった。

尿所見：白血球（卅），赤血球（卅），前立腺肥大症，尿路感染症として非観血的に抗生物質などで治療したが自然排尿なく，尿道撮影（写真1）前立腺の肥大及び強い膀胱壁の肉柱形成をみた。経尿道的前立腺切除術を施行した。

排尿曲線：（図1）は Plateau を形成し若干の変動をきたしたが，殆んど下降しなかつた。最初のカウント

図1 症例1の排尿曲線。排尿量0cc。

数は836 CPS，最後は834 CPSであり，その間の最低のNo. 0014は799 CPS，最高のNo. 0035は874 CPSであった。排尿量は0ccであった。

症例2。（残尿多量例一その1）野○貞○ 88歳男。

主訴：排尿困難。残尿感

現病歴：4～5年前より排尿困難に気付く。残尿感がありときに著しい頻尿があつた。夜間頻尿もあつた。尿線細小，奔出力減退も認めた。年に数回高熱と排尿困難を伴う尿路感染症があり，前立腺は超鶏卵大で上縁はふれない。

尿道撮影（写真2）膀胱内への前立腺突出があり，ま

た右尿管逆流現象も認められる。排尿曲線：（図2）最初のカウントは934 CPSで排尿後はNo. 0049の665 CPSであつた。排尿量は110ccで最初の40秒ほどの間に大部分排尿をおわり，その後少量排尿があつた。ア

図2 症例2の排尿曲線。排尿量は110cc。残尿多量。

イトープ排尿曲線ではNo. 22（最初から44秒）にカウント数が694 CPSで下り，再びやや上昇したが，後同高のカウント数を持続し，No. 49では665 CPSとなっている。したがって，110ccの排尿は，最初の44秒間に行われたと考えられる。

症例3（残尿多量例一その2）今○平○ 60歳 男

主訴：尿線狭少，排尿時間延長。

現病歴：約20年前から上記症状があつたが特別な治療をうけていない。前立腺の肥大はない。ネラトンカテルで，尿道口より10cmのところでは狭窄があり糸状ブジーでも通過しない。尿道撮影：（写真3）尿道口より約10cmのところでは狭窄を認めた。

アイソトープ排尿曲線（図3）最初のカウント数は2037 CPSでカウント数は漸減し排尿終了時はNo. 0058で，1404 CPS/Mであつた。

症例4（残尿多量例一その3）渡○長○雄 65歳男。

主訴：排尿困難

現病歴：5～6カ月前から排尿困難あり，最近残尿感が著しくなつてきた。前立腺は鶏卵大に肥大。

尿道撮影（写真4）後部尿道圧迫及び前立腺肥大による膀胱内突出の陰影像が明瞭にみられた。アイソトープ排尿曲線（図4）排尿開始時のカウント数は367 CPS

写真1 症例1. 尿閉. 前立腺肥大症, 肉柱形成著しい.

写真2 症例2. 排尿困難. 前立腺超鶏卵大. 右 VUR がある.

写真3 症例3. 尿道狭窄.

写真4 症例4. 前立腺肥大症.

写真5 症例5. 前立腺肥大症, 膀胱結石.

写真6 症例6. 前立腺肥大症. 鶏卵大に触れる.

写真7 症例7. 前立腺肥大症, 尿路感染症.

写真8 症例8. 前立腺肥大症.

で, 350ml 排尿後は81 CPS である. カウント数が横軸に対して水平になるに至る時間は No. 0013までで, 20秒であつた. 残尿量は後記する計算法で108cc である.

症例5 長○喜○ 72歳男

主訴: 血尿, 排尿痛

現病歴: 前日より突然血尿, 遷延性, 再延性排尿困難増加. 尿線細小, 奔出力減退, 頻尿は30分~40分毎, 夜間尿回数5~6回, 前立腺超鶏卵大, 上方部は指がとどかず判然としない. 弾力性硬圧痛(一), 表面平滑. 尿道撮影(写真5) 排尿曲線(図5) 排尿量30cc. カウント数は704から644と50 CPS 減少した.

症例6 橘 ○叔 62歳男

主訴: 排尿困難

現病歴: 5~6カ月前より排尿困難あり, 残尿感著しくなつてきた. 再延性排尿(+), 遷延性排尿(+), 血尿(-), 排尿痛(-), 夜間頻尿(+), 前立腺: 鶏卵大, 弾力性低下軟表面平滑, 上脘は触知不能. 尿道撮影(写真6) 排尿曲線(図6) 排尿開始までの時間は56秒, 排尿時間は16秒残尿は30cc である. 排尿開始までの時間は長いが排尿時間, 残尿共正常と考えられる.

症例7 李 ○樹 58歳 男

主訴: 左陰囊部疼痛, 発熱

図3 症例3の排尿曲線。カウント数の漸減。残尿多量。

図4 症例4の排尿曲線。排尿量 350cc。残尿 108cc。

現病歴：数日前から軽度発熱，左陰囊部の腫大疼痛，頻尿軽度，排尿困難（＋），尿線細小あり，夜間頻尿（＋）

現症：左副睾丸腫脹，圧痛（＋），前立腺やや大，軟圧痛（＋），尿蛋白こんせき，赤血球（－），白血球（＋），細菌（＋）症状軽快した後，尿道撮影（写真7）排尿曲線

図5 症例5の排尿曲線。排尿量30cc，残尿多量。

図6 症例6の排尿曲線。残尿量30cc。

図7 症例7の排尿曲線。残尿比較的多量。

図8 症例8の排尿曲線。少量の残尿がある。

(図7) 排尿時間は40秒で前例に較べると24秒延長している。

症例8 中○五○歳 74歳 男

主訴：残尿感、頻尿

現病歴：数年前から頻尿（ときに1時間毎）残尿感あり。遷延性、再延性排尿あり、奔出力減弱、尿線の細小化あり、夜間頻尿（2～3回）前立腺：小鶏卵大、弾力性軟、表面平滑、前立腺溝触知可。周囲との境界明瞭、圧痛（－）。尿道撮影（写真8）、排尿曲線（図8）排尿時間26秒、残尿18ccであつた。

考 按

(1) $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ について

$^{99m}\text{Tc-DTPA}$ は開発されてまだ日が浅いので、泌尿器科系への応用例の報告は比較的少なく、更に膀胱の生理的病的動態の把握乃至観察に利用した臨床例はみあたらない^{9)~17)}。 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ は調整が簡単で尿中排泄が早く、低エネルギーで半減期は短く、加えて他臓器への累積が殆どなく又、ヨードに対する重篤なアレルギー反応もないなどの利点があり膀胱の検査には理想的な核物質といえる。

他の放射性医薬品、とくに $^{113m}\text{In-DTPA}$ 、 $^{169}\text{Yb-DTPA}$ 、 $^{140}\text{La DTPA}$ 、 $^{99m}\text{Tc (Fe) DTPA}$ 、EDTA、 $^{99m}\text{Tc-penicillamin acetogolamide complex}$ などとの比較については前回の報告¹⁾で述べてあるが、ここでは TcO_4^- との違いについて追加し述べる。

TcO_4^- は、現在、甲状腺、脈絡叢などにとりこまれるところから、脳・甲状腺のスキャンに使用されており、更に、腸からの再吸収があるところから、胃・腸スキャンなどにも試みられたこともある。

しかし、 TcO_4^- は、排出機構がDTPAのように単一でなく、便の中にも一部排出されるため、膀胱機能検査目的には、 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ の方がすぐれていると考えられる。

アイソトープを使用することの利点については、種々の報告があり^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 11) 13) 15)}、枚挙にいとまがないが、一般の膀胱内圧曲線に関連し、本法の利点について述べる。従来、排泄性膀胱内圧測定法は最も生理的な膀胱内圧曲線を示すものであると推奨されているが、この

方法の大きな欠点は内圧記録中の各時点における膀胱内液量が不詳である点である。石川、本村¹⁷⁾らは、体外より簡単な操作で膀胱内尿量の推移を経時的に追求していくことができる方法を求め、¹³¹I-Hippuran と従来のレノグラム記録用装置を用いているが、必ずしも満足すべき結果をえているとはいえないようである。

われわれの用いた方法では、核種を ^{99m}Tc-DTPA としたことにより、腎よりの排出がすみやかで、他の臓器への蓄積もほとんどないため、これを γ -カメラで膀胱部の状態を追求すれば、膀胱内液量の推移は、かなり正確に知り得る。

アイソトープを用いての定量的検査においては、常にデータについての客観性が問題となる。とくに、従来用いられていた核種を用い、従来のレノグラム装置で測定すると、被検体とクリスタルの位置・距離が僅かに異なるだけでもカウント数の著しい違いがみられ、定量的検査の reliability は少いとされていた。

E. Kalis¹⁹⁾ は、¹³¹I-Hippuran と γ -カメラを用い、残尿量検査を行っているが、導尿によつて得た残尿量と較べて、その差が 5 cc 以下のものが 23 例中 20 例であり、他の 3 例もその差が 10 cc 以下であつたとのべ、アイソトープと γ -カメラを用いた残尿測定法と、導尿によつて得た残尿測定法には臨床的に殆んど差がなく、定量的の reliability はきわめて高いとしている。われわれも、ファントムスタディで同様の結果を得ており、臨床的にも、定量的な reliability がきわめて高いとの印象を得ているが、更に症例を重ねて詳細な検討をすすめる予定である。

(2) 装置について

γ -シンチカメラとミニコンピューターを用いると膀胱充满時のシンチグラムがわずか 2~3 分で作成でき、又排尿時の膀胱部の放射能を経時的に追うことができる。われわれは Hitac 10 II で 1~2 秒毎の膀胱部のカウントをグラフに描かせてみたが、セットの条件を変えれば更に短い間隔で排尿している間のカウント数を集積曲線で描出できる。又 VTR でプレイバックでき保存にもスペースを必要としない。ROI をきめてセットすると、その部の詳細な情報も知り得る。

(3) 排尿曲線について

i) 従来の排尿状態の検査法では遷延性排尿、再延性排尿、尿意逼迫、残尿量などを的確に数量的に表わす方法が少なかつた¹⁷⁾。たとえば遷延性再延性排尿を訴えても、他覚的の検査法は殆んど行われておらず、もつばら

患者の自覚的訴えにのみ頼っているのが現状である。

^{99m}Tc-DTPA γ シンチカメラによる排尿曲線は、排尿開始迄の時間、排尿開始より終了までの時間、膀胱部のカウントの減少の推移、及び残尿量が数量的に、時間を追つて観察できる。

ii) 残尿量について。

アイソトープを用いて、残尿量を計測する方法は、種々報告されているが^{18)~22)}、本法ではきわめて容易に推測でき、またコンピューター分析により正確に知り得る。

本法では、残尿量は排尿後の排尿曲線が、基線とはほぼ平行になつた部分のカウント数から残尿量が得られ、排尿後のイメージによつても、又、そのポラロイドフィルムによつても推測でき、更に排尿量がわかれば、次の式から求められる。

$$R = \frac{b}{a-b} \times V$$

R : 残尿量 (ml)

a : 排尿前の膀胱部カウント (CPS)

b : 排尿後膀胱部カウント (CPS)

V : 排尿量 (ml)

また曲線を一見するだけで推定でき又、排尿時のイメージを観察することにより残尿の有無をみることができる。

iii) 排尿曲線の型について

排尿量、遷延性、再延性排尿、残尿量などを考慮に入れ、次の五型に分類した。

第一型：尿閉型 (写真 第 9)

第二型：遷延性排尿型 (" 第 10)

第三型：再延性排尿型 (" 第 11)

第四型：残尿多量型 (" 第 12)

第五型：正常型 (" 第 13)

第一型は、排尿量が 0、又は、僅少のもので DTPA 排尿曲線では、検査開始時と終了時のカウント数がほぼ等しいものを含む。第一型に属するものは今回の検査で 79 例中 3 例であつた。

第二型は、被検者に排尿開始を命じてから実際に排尿

写真 9 排尿曲線第一型 (尿閉型)

写真10 排尿曲線第二型。(遷延性排尿型)

写真11 排尿曲線第三型。(再延性排尿型)

写真12 排尿曲線第四型(残尿多量型)

写真13 排尿曲線第五型(正常型)

を開始するまでの時間が異常に長いもので、 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 排尿曲線では、膀胱部のカウント数が減少し始める時までの時間が No. 0 より No. 5 を超えるもの……すなわち、排尿開始までの時間が10秒を超えるものを含む。79例中28例がこの第二型に属した。第二型に属するのが異常に多いが、これは一つは被検者の排尿する位置が周囲から完全に遮蔽されていないため、精神的要因が加味されていることと、排尿指示と recording tape 開始時間とが完全には一致していなかったことによるものと思われる。

第三型は排尿時間の延長のあるもので DTPA 排尿曲線では、膀胱部のカウント数が減少し始めてから終までの間隔が No. 30 を超えるもの、すなわち排尿時間が60秒をこえるものを含む。79例中16例が第三型であった。

第四型は、排尿後の残尿量が異常に多いもので、前項の残尿計算法で得た残尿量が40cc 以上のものを含む。検査時に排尿量を正確に測定しなかった10例があるので、被検者総数69例で、そのうち残尿40cc 以上のものが24例であった。

第五型は、以上の何れにも属していないものであり、前立腺手術後の例を含み69例中31例であった。

(4) 本法の臨床的意義について

i) 排泄性膀胱内圧測定法の補助的手段として。神経因性膀胱には排泄性膀胱内圧測定法が最も生理的な方法として欠くことのできない検査法であるが、内圧記録中の各時点における膀胱内液量の測定法が確立していない。

膀胱内容量の経時的測定は $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ を γ -カメラで追求することにより可能となり、神経因性膀胱のみならず、正常の膀胱内蓄積・排泄状態を定量的に計測することにより、膀胱機能解明の新しい一補助的検査法としてきわめて有効である。

ii) 排尿異常の他覚的検査法として。従来、排尿時の自覚的訴えとして、排尿困難・遷延性・再延性排尿などがあつても、その他覚的検査法が繁雑であり、またその程度を記載し記録に残すことが困難であつた。たとえば、患者が「排尿に時間がかかる」と訴えても、直接排尿時間を測定することが望ましいにもかかわらず、実際に行われることは稀である。その理由は、種々あるが、専門医が比較的少ないことに起因することが多い。

$^{99m}\text{Tc-DTPA}$ を用いて、 γ -カメラで観察し、その data を記録として残すことは、専門医が行う必要はなく、熟

練したパラメジカル・スタッフによつてなされうる。又、患者の主観的な訴えを他覚的に検索する方法としても、すぐれた検査法である。

iii) 残尿測定への利用。アイソトープを残尿量測定に用いることは、かなり古くから行われていたが、 γ -カメラを用いることにより、正確度が著しく増した。E. Kalis らののべるように、 γ -カメラを用いた残尿量測定法と、膀胱にカテーテルを挿入して残尿を測定する方法との差は、大部分が0~5cc程度で、多くとも10ccを越えない。カテーテル挿入による患者の不快感、感染、尿道粘膜損傷などに加え、一般には医師によつてなされなければならないことなどを考えると、本法の利用価値は大きい。

IV) 前立腺肥大症へのスクリーニング・テストとして。近来、高齢者の増加と共に前立腺肥大症が著しく増加している。一方、集団健診、人間ドックなどによる結核、癌、心疾患などの早期発見法が普及してきている。前立腺肥大症の場合も、当然のことながら、早期発見が望ましい。しかしながら、従来用いられた方法では、患者の訴えによるのと、直腸診が大きな診断的根拠となり、他覚的スクリーニング法……(肺結核に対する胸部X線撮影、心疾患に対する心電図のような検査法)はなかつた。本法を利用すると、臨床放射線技師が、胸部写真を、臨床検査技師が心電図をとるように、排尿曲線がえられる。しかも、排尿時だけの短時間である故、装置をセットしてVTRを流せば、多数の人の検索を短時間にでき、更にコンピューターで分析することにより、異常曲線の抽出は困難でなく、集団健診への利用が可能である。

V) 膀胱尿管逆流現象の検査。膀胱内への蓄積容量の推移が的確に、又経時的に計測できるので、膀胱容量蓄積推移の異常を γ -カメラで発見することにより、膀胱尿管逆流現象の有無を推定できる。すなわち、正常膀胱では、膀胱容量は経時的に漸増するものと推定されるが、この漸増度が軽減したり、逆に増加せず減少、又は増加が停止した場合、膀胱内尿が尿管内に逆流したと考え得る。この様な二症例を検査する機会を得たが、十分有効な情報を提供しうるものと確証をえた。症例を加え、逐次発表する予定である。

VI) 膀胱形態の描出。ヨード過敏症を有する患者では、逆行性膀胱撮影も、排泄性膀胱撮影も、不快な副作用を呈することがある。本法では、 ^{99m}Tc が低エネルギーで物理的半減期が6時間と短く、 β 線を出さないの

で大量投与が可能であり、しかも急速に膀胱内に蓄積するものであり、画質や被爆線量の点で優れた性質をもっている。従つて、実物大の膀胱形態の描出が可能でヨード過敏症の症例にも施行でき、また、従来の膀胱造影にとつてかわるだけの充分な情報を提供し、臨床に有用であるものと確信する。

結 語

- 1) ^{99m}Tc -DTPA, γ シンチグラム、及びミニコンピュータを用いた膀胱排尿推移曲線の臨床例について報告した。
- 2) 対象は鋼管病院スタッフ、外来、入院患者79例であり、うち8例の興味ある症例についてのべた。
- 3) ^{99m}Tc -DTPA γ シンチグラムについて考察を行った。
- 4) ^{99m}Tc -排尿曲線の一般的事項についての考案をなし、特に残尿量、排尿曲線の型の分類について述べた。
- 5) この排尿曲線は大きく五型に分類され、その典型的な曲線を写真で示した。
- 6) 本法の臨床的意義、特に将来の利用法への展望について述べた。

(終りに、御指導、御校閲いただいた横浜市立医大泌尿器科高井修道教授、日本鋼管病院長、佐藤靖夫博士、副院長、塙良三博士に深甚なる感謝の意を表します。)

文 献

- 1) 宮崎 亮, 内藤政男, 西蔭雄二, 三本重治, 増岡忠道, 伊勢谷修, 増田由美: 日泌尿会誌, 66, 770, 1975.
- 2) 大石幸彦, 千葉一夫, 松井謙吾, 山田英夫, 入倉英雄, 飯尾正宏, 南 武, 町田豊平: 核医学, 11, 541, 1974.
- 3) 道岸隆敏, 瀬戸 光, 杉原政美, 鈴木 豊, 久田欣一, 松平正道: 核医学, 12, 67, 1975.
- 4) 宮前達也, 坪郷義崇: 23, 29, 1974.
- 5) Haynie, T.P., Konikowski, T., Glenn, H.J.: J. Nucl. Med., 13, 205, 1972.
- 6) Hosain Fazle: J. Nucl. Med., 15, 442, 1973.
- 7) Kloppe, P., Wolfgang Hausner, Harold L. Atkins, William C. Eckelman, Richards, P.: J. Nucl. Med., 13, 107, 1972.
- 8) 大石幸彦: 慈医誌, 89, 1, 1974.
- 9) 岸本 孝: 日泌尿会誌, 62, 756, 1971.
- 10) 三木 誠, 町田豊平, 大石幸彦, 上田正山, 木戸晃, 南武: 臨床泌尿器科, 28, 797, 1974.
- 11) Atkins, H.L., Cardinale, K.G., Eckelman, W.C., Hausner, W., Kloppe, J.F., Richards, P.: Radiology, 98, 674, 1971.

- 12) Fliegel, C.P., Dewanjee, M.K., Holman, L.B., Daris, M.A., Treves, S.: *Radiology*, **10**, 407, 1974.
 - 13) Klopper, J.F., Hauser, W., Atkins, H.L., Eckelman, W.C., Richards, P.: *J. Nucl. Med.*, **13**, 107, 1972.
 - 14) Konikowski, T., Glen, H.G., Haynie, T.P.: *J. Nucl. Med.*, **13**, 834, 1972.
 - 15) Meisel, S.B., Isenstark, J.L., Siemen, J.K.: *Radiology*, **109**, 117, 1973.
 - 16) Raynand, C., Koutoulidis, C., Cendron, J., Freeman, L.M.: *J. Urol.*, **109**, 1033, 1973.
 - 17) 石川登喜治, 本村勝昭: *日泌尿会誌*, **65**, 800, 1971.
 - 18) Cotran, R.S., Kass, E.H.: *New England Journal of Medicine*, **259**, 337, 1958.
 - 19) Kalis, E., Likourinas, M., Dermentzoglou, F., Samara, B., Goulondris, N.: *Brit. J. Urol.*, **47**, 567, 1975.
 - 20) Lindbjerg, I.F., Brandt, N.J.: *Acta Chir. Scand.*, **127**, 676, 1964.
 - 21) Mulrow, P.J., Huros, A., Buchanan, D.L.: *Lab. Clin. Med.*, **57**, 109, 1961.
 - 22) Smith, D.R.: *J. Urol.*, **83**, 188, 1960.
(1976年10月30日受付, 特別掲載)
-