

## 《原著》

 **$^{99m}\text{Tc-DTPA}$  腎攝取率による糸球体濾過率の評価**

伊藤 綱朗\* 竹田 寛\* 豊田 俊\* 前田 寿登\*  
 北野外紀雄\*\* 中川 肇\* 山口 信夫\*

**要旨**  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  腎攝取率による GFR の評価について検討を加え、以下の結果を得た。

- (1) 超音波法を用いて坐位にて背部より測定した腎の深さ (cm) と、体重(kg)/身長(cm) 比とは、右腎で相関係数 0.849 ( $p < 0.001$ )、回帰式  $Y = 16.55X + 0.66$ 、左腎で相関係数 0.823 ( $p < 0.001$ )、回帰式  $Y = 17.05X + 0.13$  と相関した。
- (2) 上で求めた回帰式を用いて、腎の深さによる  $\gamma$  線吸収を補正した  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  腎攝取率 (%) を求め、これを内因性 Ccr (ml/min) と比較検討したところ、静注後 1~2 分までの攝取率が相関係数 0.925 ( $p < 0.001$ ) と最も良好な相関を示し、その回帰式より GFR を腎攝取率から算出する次式が得られた。

$$\text{GFR (ml/min)} = (1 \sim 2 \text{ 分腎攝取率}) \times 6.26 + 3.10$$

- (3) この方法は GFR を短時間にかつ簡単に算出することができ、また算出された GFR を (右腎攝取率) : (左腎攝取率) の比に配分することにより分腎 GFR をも算出することができ、腎機能検査法として臨床上非常に有用である。

**I. 緒 言**

腎機能検査は、腎疾患の診断や経過・予後の判定においてきわめて重要であり、その 1 つとして臨床的には、糸球体濾過率 (GFR) の測定が最も広く行われている。GFR の測定には、従来よりイヌリン・クリアランス法が最も理想的であると言われているが、その手技が煩雑であるために、一般にはクレアチニン・クリアランス (Ccr) 法が行われている。一方核医学の立場から、 $^{125}\text{I}$ -iothalamate,  $^{51}\text{Cr}$ -EDTA,  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  などの糸球体濾過放射性薬剤の血中消失率から、GFR を測定する方法も行われている<sup>1~11)</sup>が、最近ガンマカメラを用いて、腎血流相での  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  摂取

率を求めるこにより、GFR を採血や採尿などを行うことなく、簡単にかつ正確に、しかもきわめて短い検査時間で求めることが試みられている<sup>12)</sup>。この場合、 $\gamma$  線の軟部組織による吸収のため、ガンマカメラで計測されるカウント数は実際よりも少なくなる。腎攝取率を正確に求めるためには、この  $\gamma$  線吸収を補正することが必要であり、そのためには背部より左右両腎までの深さを正確に求めることが必要である。背部より腎の深さを求める方法としては、年齢・身長・体重などの諸因子から算出する、Tauxe ら<sup>13)</sup>、Norman<sup>14)</sup>、Tønnesen ら<sup>15)</sup>の式が報告されているが、これらの算出式はいずれも欧米人を対象として得られたものであり、日本人と欧米人との体格の違いを考慮すれば、これらの算出式をそのまま日本人の場合に用いるのは問題がある。そこでわれわれは、腎シンチグラム検査時に、一部の症例において、超音波法により腎の深さを測定して、身長・体重から腎の深さを算出する式を作成し、この式を用いて腎の深さによる  $\gamma$  線吸収を補正した  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  腎攝取率を求め、この攝取率を Ccr と比較するこ

\* 三重大学医学部放射線科

\*\* 同 中央放射線部

受付：58 年 8 月 12 日

最終稿受付：59 年 7 月 25 日

別刷請求先：三重県津市江戸橋 2-174 (514)

三重大学医学部放射線科

伊 藤 綱 朗

とにより、GFR測定の方法としての有用性を検討したので報告する。

## II. 対 象

三重大学附属病院 RI検査室において、 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 腎シンチグラム検査を依頼された症例のうち、検査前1週間以内に内因性Ccrが求められており、かつその間に血清BUN、クレアチニンに大きな変動のない48例を対象として選んだ。男子23例、女子25例で、年齢は3歳から76歳まで(平均37.3歳)であった。そのうち男子21例、女子14例の計35例において、超音波法による腎の深さの測定を行った。

対象疾患の内訳は、閉塞性腎疾患11例、腎炎10例、膠原病7例、肝硬変4例、蛋白尿3例、腎癌による片側腎切除者1例、多発性囊胞腎1例、腎結核1例、腎乳頭体壊死1例、巨大尿管1例、腎形成不全1例、腎外傷1例、その他泌尿器系以外の疾患6例であった。

対象の内因性Ccr値は15.9ml/minから120.1ml/minまでに分布していた。

## III. 方 法

### 1) 超音波法による腎の深さの測定

使用した装置は、リニア式電子走査型超音波装置(東芝製SAL-30A)および3.5MHzプローブで

ある。

方法は、被検者を坐位にして腎シンチグラム検査時と同じ体位をとらせ、背部よりプローブを垂直にあて、腎洞部を通る左右両腎の長軸像を得る(Fig. 1左図)。得られた各腎エコー像において、Fig. 1右図のように、腎洞部を示すcentral echo complexの中点を通る垂線を引き、腎表面との交点をA(背側)、B(腹側)として、 $OA+OB/2$ を腎の深さとした。

### 2) $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 腎摂取率の算出

使用した $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ は、テクネDTPAキット(第一ラジオアイソトープ研究所)に2~4mlの $^{99m}\text{Tc-pertechnetate}$ を加えて攪拌作成したものである。

使用した装置は、低エネルギー用コリメータを装着した大型ガンマカメラ(東芝製GCA 401)および、オンラインで接続した核医学データ処理装置(東芝製GMS 90)である。

データ収集: まず被検者には、検査開始15分前に、成人では500ml、小児では100~300mlの水を飲用させておく。 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ を成人では約3mCi、小児では約1mCi注射器にとり、ガンマカメラの前方20cmのところにおき、そのカウント数を10秒間計測する。検査開始直前に完全排尿させた被検者に、ガンマカメラを背にして坐位をとらせ、先に計測した $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ を肘静脈よ

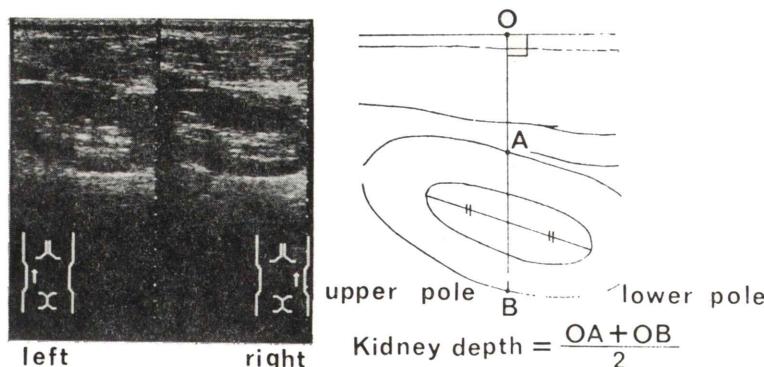


Fig. 1 Measurement of kidney depth by ultrasonic scanning. Long axial scanning pictures of right and left kidneys (left), and the method for measuring kidney depth (right).

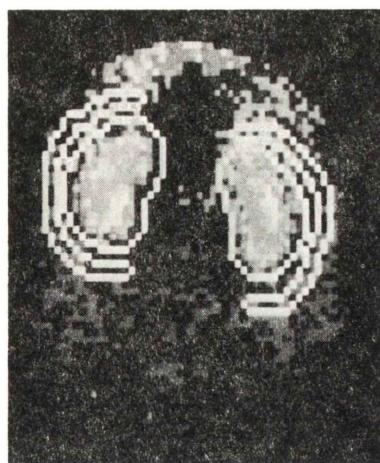


Fig. 2 An example of renal and background ROIs on renal scintigram.

り急速静注する。静注直後より 5 秒ごとのデータを  $64 \times 64$  マトリックスで 20 分間、計 240 フレームのデータを収集した。検査終了後、注射器内に残存する <sup>99m</sup>Tc-DTPA のカウント数を、ガンマカメラの前方 20 cm のところにおき、10 秒間計測した。

データ処理：各症例ごとに、得られたデータに対し、Fig. 2 に示すように、左右両腎および、それぞれの外側縁を取り囲む領域に关心領域 (ROI) を設定し、左右両腎および、それぞれのバックグラウンドの時間-カウント曲線を求めた。

左右両腎への <sup>99m</sup>Tc-DTPA 摂取率は、以下の方法で求めた。

まず、(1) 式に示すように、ガンマカメラにて計測した検査前後の注射器内カウント数の差より、<sup>99m</sup>Tc-DTPA 投与量の 10 秒間あたりのカウント数を求めた。

$$\text{投与カウント数} = \text{注射前カウント数} - \text{注射後カウント数} \quad \dots \dots (1)$$

次に各 ROI の時間-カウント曲線より、左右両腎および、それぞれのバックグラウンドの静注直後より 1 分間ごとの集積カウント数を求め、それぞれ対応する時間におけるカウント数の差を求めて左右両腎の集積カウント数とし、さらに腎の深

さによる  $\gamma$  線吸収を補正して、(2) 式に示すように、左右両腎への補正総集積カウント数を求めた。

$$\begin{aligned} \text{補正総集積カウント数} &= \frac{RC(r) - BG(r)}{e^{-\mu x(r)}} \\ &+ \frac{RC(l) - BG(l)}{e^{-\mu x(l)}} \dots \dots (2) \end{aligned}$$

ここで  $RC$  は 1 分間あたりの腎への集積カウント数、 $BG$  はバックグラウンドのカウント数、 $x$  は腎の背部よりの深さ (cm),  $r$  は右、 $l$  は左を示す。また  $\mu$  は <sup>99m</sup>Tc の軟部組織における吸収係数で、0.153<sup>12)</sup> を用いた。

このようにして求められた 1 分間ごとの左右両腎への補正総集積カウント数を、計測時間を 1 分間に換算した投与カウント数で除して、(3) 式に示すように、各時間における <sup>99m</sup>Tc-DTPA 腎摂取率を求めた。

$$\begin{aligned} \text{99mTc-DTPA 腎摂取率 (\%)} \\ = \frac{\text{補正総集積カウント数}}{\text{投与カウント数}} \times 100 \quad \dots \dots (3) \end{aligned}$$

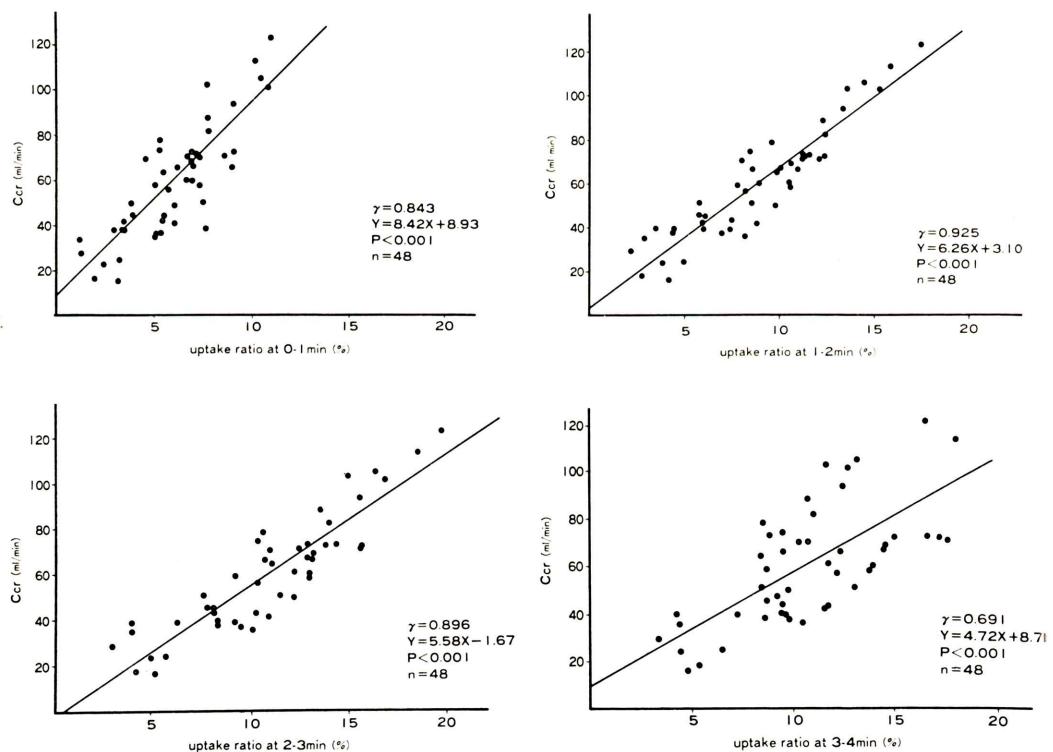
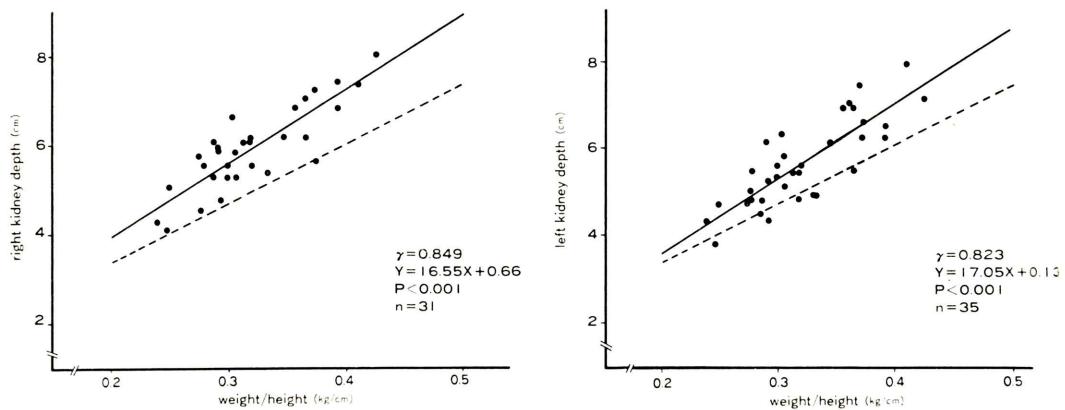
## IV. 結 果

### 1) 腎の深さの算出式に関する検討

超音波法により腎の深さを測定した対象 35 例のうち、明瞭なエコー像の得られた右腎 31 例、左腎 35 例において、その腎の深さと各症例ごとの体重 (kg) / 身長 (cm) 比との関係について検討した結果を Fig. 3 に示す。両者間の相関係数は、右腎 0.849、左腎 0.823 であり、左右両腎ともに危険率 0.1% 以下で有意の正相関が認められた。この時の回帰式より、右腎および左腎の深さを身長・体重から算出する次式が得られた。

$$\begin{aligned} \text{右腎の深さ (cm)} &= 16.55 \times \frac{\text{体重}}{\text{身長}} + 0.66 \\ \text{左腎の深さ (cm)} &= 17.05 \times \frac{\text{体重}}{\text{身長}} .13 \end{aligned} \quad \dots \dots (4)$$

一方、Fig. 3 において点線で示した直線は、われわれと同様に超音波法を用いた Tønnesen らの式を示す回帰直線であるが、その式より求められる腎の深さは、大部分の症例で実際の測定値よりも浅く算出され、過小評価される傾向にあった。



## 2) <sup>99m</sup>Tc-DTPA 腎攝取率と内因性 Ccr との比較

(4) 式を用いて左右両腎の深さを求め、吸収補正を行った <sup>99m</sup>Tc-DTPA 静注直後から 4 分後までの 1 分間ごとの各攝取率と、内因性 Ccr との関係について検討した結果を Fig. 4 に示す。両者間の相関係数はそれぞれ、0~1 分が 0.843, 1~2 分が 0.925, 2~3 分が 0.896, 3~4 分が 0.691 であり、各時間ともに危険率 0.1% 以下で有意の正相関が認められ、中でも 1~2 分での攝取率が最も良好な相関を示した。その回帰式より、静注後 1 分から 2 分までの <sup>99m</sup>Tc-DTPA 腎攝取率を用いて、GFR を算出する次式が得られた。

$$\text{GFR}(\text{ml}/\text{min}) = (1\text{~}2 \text{ 分腎攝取率}) \times 6.26 + 3.10 \quad \dots \dots \dots (5)$$

## V. 考 察

現在、GFR の測定は、腎疾患の診断や経過・予後の判定において臨床上不可欠な腎機能検査法の 1 つとなっている。GFR の測定は、Van Slyke ら<sup>16)</sup>により、“物質の腎クリアランス”という概念が提唱されて以来、イヌリンやクレアチニンなどの GFR 物質のクリアランス法により行われている。イヌリンは血漿蛋白と結合せず、糸球体で限外濾過のみをうけ、かつ糸球体以下の尿細管で排泄も再吸収もうけないため、イヌリン・クリアランス法は GFR 測定において最も理想的な方法であるとされているが、その測定には、試薬の持続点滴、繰り返される採血、膀胱尿の定期的な完全採取、血中・尿中試薬の化学的定量などが必要であり、その測定手技は非常に煩雑である。一方、Ccr 法では、24 時間内因性 Ccr 法や 1 回静注法が利用されるため、その測定手技はイヌリン・クリアランス法に比べて簡単である。このため臨床上、GFR の測定には Ccr 法が一般によく用いられている。

また近年の核医学の発達により、種々の標識化合物の GFR 測定への応用が試みられ、<sup>125</sup>I-iothalamate, <sup>51</sup>Cr-EDTA, <sup>99m</sup>Tc-DTPA などが開発され、その血中消失率から GFR を測定する方法

も行われている<sup>1~11)</sup>。特に <sup>99m</sup>Tc は半減期 6 時間、 $\gamma$  線エネルギー 140 KeV で、 $\beta$  線を放出しないという被曝の軽減、およびイメージングに有利な特性を有しているために、最近では <sup>99m</sup>Tc-DTPA を GFR 物質として用いることが多くなってきている<sup>8,17~20)</sup>。Braren ら<sup>10)</sup>は、24 人における <sup>99m</sup>Tc-DTPA クリアランスと 24 時間 Ccr とを比較検討し、相関係数 0.87 の正相関があったと報告している。Ash ら<sup>11)</sup>も、26 人において同様の検討を行い、相関係数 0.91 の正相関があったと報告している。しかしこれらの方法は、いずれも <sup>99m</sup>Tc-DTPA の 1 回静注法による血中消失曲線からクリアランスを算出するものであり、試薬の化学的定量の代わりに放射性物質のカウントを行うだけで、採血などの検査手技や検査時間は、従来の 1 回静注法による Ccr とほとんど変わらない。

一方、腎血流相においては、糸球体により濾過された物質はネフロン内を転送されており、腎孟尿管内にはまだ排泄されないため、腎血流相の間に腎に集積される <sup>99m</sup>Tc-DTPA は GFR と相関することが知られている<sup>21~25)</sup>。これをを利用して、最近、ガンマカメラを用いて腎血流相における <sup>99m</sup>Tc-DTPA の腎への攝取率を計測することにより、GFR を測定する方法が試みられている<sup>12)</sup>。この方法では、採血や採尿などの必要がなく、検査時間もきわめて短いため、GFR を非常に簡単に測定することができる。しかしこの場合、 $\gamma$  線の軟部組織による吸収(吸収係数 0.153)のため、ガンマカメラで計測される両腎への総集積カウント数は実際よりも少くなり、腎攝取率を正確に求めるためには、この吸収を補正することが必要である。実際われわれが検討した 48 例において、腎の深さによる  $\gamma$  線吸収の補正を行った攝取率および、補正を行わなかった攝取率を用いて算出した GFR を、Ccr と比較して求めた標準誤差は、それぞれ 8.75 ml/min, 12.71 ml/min であった。したがってこの補正是必要と考えられ、そのためには、背部から左右両腎までの深さを正確に求める必要がある。

腎の深さは体格によって異なるが、体重/身長

比と相関することが知られており、Norman<sup>14</sup>、Tønnesen ら<sup>15</sup>により、身長・体重から腎の深さを求める式が報告されている。Norman は55例の剖検例において、腎門部の中心から背面に垂直に穿刺針を刺すことにより腎の深さを測定し、左右両腎の深さの平均と体重／身長比とは、相関係数0.86 という良好な相関があったとして、腎の深さ＝ $13.7 \times W/H + 0.5$  という式を得ている。しかし、これは背臥位で求められた腎の深さであり、われわれの方法に必要な坐位における深さとは異なることが予想される。一方 Tønnesen らは55例の患者において、超音波法を用いて坐位での腎の深さを測定し、左右それぞれの腎の深さと体重／身長比とは、ともに相関係数 0.865 という良好な相関があったとして、右腎の深さ＝ $13.3 \times W/H + 0.7$ 、左腎の深さ＝ $13.2 \times W/H + 0.7$  という式を得ている。今回われわれは、35例の患者において超音波法を用いて、摂取率測定時と同じ坐位姿勢での腎の深さを測定した。右腎、左腎の深さと体重／身長比との間には、それぞれ 0.849、0.823 という良好な相関が認められ、左右両腎の深さを算出する式として(4)式を得た。Tønnesen らの式では、Fig. 3 に示すとく全体に過小評価される傾向がみられた。その原因には日本人と欧米人との体格の違い、皮下脂肪の差など、人種による差異が考えられるが、いずれにせよ日本人における腎の深さは、Tønnesen らの式では正確に求められず、われわれの式を用いるのが妥当であると考えられる。

$^{99m}\text{Tc-DTPA}$  腎摂取率から GFR を算出する際に、いかなる時間における摂取率を用いるのが適当であるかという点に関し、Gates<sup>12</sup> は35例において、Tønnesen らの式を用いて吸収補正した  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  腎摂取率と Ccr との相関を検討し、静注後 2～3 分における摂取率が最も良好な相関 ( $r=0.953$ ) を示したとして、その時の回帰式より、 $\text{GFR} = \text{摂取率} \times 9.756 - 6.198$  という関係式を得ている。一方48例におけるわれわれの検討では、静注後 1～2 分における摂取率が Ccr と最も良好な相関 ( $r=0.925$ ) を示した。この違いには、われわれの方法では検査前の水負荷を行ったために、

$T_{\max}$  が短縮する傾向にあったことも関係していると思われるが、一般に、 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  を用いた腎皮質局所レノグラムの  $T_{\max}$  は、正常例では 2～3 分の間になる<sup>25</sup>ことより、腎機能の良好な症例では 3 分以内に  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  の排泄が始まる可能性がある。したがってこのことより、 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  腎摂取率から GFR を算出するためには、われわれの結果のように、静注後 1 分から 2 分までの摂取率を用いるのが最も適当であると考えられる。この時 GFR は、(腎摂取率)  $\times 6.26 + 3.10$  で算出される。さらにこの式により算出された GFR を(右腎摂取率) : (左腎摂取率) の比に配分することにより、右腎、左腎それぞれの GFR を算出することもできる。ここで、われわれの方法で算出した GFR と Ccr との間には、前述のように 8.75 ml/min の標準誤差があるため、われわれの方法では、GFR を最大 17.5 ml/min ( $\pm 2$  s.d.) 程度、過大および、過小評価する可能性がある。またわれわれの方法では、腎の ROI 設定がマニュアルであるために、同一検者内および、異なる検者間における GFR 算出の再現性が問題となる。そのため種々の程度の腎機能をもつ 5 症例を選んで、腎シンチグラム読影経験者 5 人が各症例について 5 回の ROI 設定を行い、同一検者内および、異なる検者間での GFR 算出の変動係数(C.V.) を求めた。同一検者内での C.V. は最大で 5.7%，異なる検者間での C.V. は最大で 8.1% であり、GFR 算出の再現性はほぼ良好であると考えられる。

この方法が従来の血中クリアランスを利用した方法よりすぐれている点は、(1) 非常に短時間で GFR を算出できること、(2) 採血や採尿などの必要がなく、その手技も簡単であり、幼児や小児にも施行できること、(3) 右腎、左腎それぞれの GFR を算出でき、分腎機能を定量的に評価できること、などが挙げられる。さらに、非常に短時間で GFR を算出できることを利用して、運動負荷直後における GFR を求めることもでき<sup>26</sup>、その他各種負荷時における腎機能の評価など、その臨床的応用は広範囲に及ぶものと期待される。

このように、 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  腎摂取率の測定は、

レノグラムおよび腎シンチグラム検査と同時に、総腎および、分腎の GFR を短い検査時間で算出することができ、被曝線量もごく微量で副作用もほとんどないなど、腎機能検査法として臨床上非常に有用であると考えられる。

本論文の要旨は、第23回日本核医学学会総会(昭和58年9月、於高槻)にて発表した。

## 文 献

- 1) Hall JE, Guyton AC, Farr BM: A single-injection method for measuring glomerular filtration rate. *Am J Physiol* **232**: 72-76, 1977
- 2) Elwood CM, Sigman EM, Treger C: The measurement of glomerular filtration rate with <sup>125</sup>I-sodium iothalamate (Conray). *Br J Radiol* **40**: 581-583, 1967
- 3) Malamos B, Dontas AS, Koutras DA: <sup>125</sup>I-sodium iothalamate in the determination of the glomerular filtration rate. *Nucl Med* **6**: 304-310, 1967
- 4) Silkals GI, Jeck D, Earon J, et al: Simultaneous measurement of glomerular filtration rate and renal plasma flow using plasma disappearance curves. *J Pediatr* **83**: 749-757, 1973
- 5) Chantler C, Garnett ES, Parsons V, et al: Glomerular filtration rate measurement in man by the single injection method using <sup>51</sup>Cr-EDTA. *Clin Sci* **37**: 169-180, 1969
- 6) Bröchner-Mortensen J, Giese J, Rossing N: Renal inulin clearance versus total plasma clearance of <sup>51</sup>Cr-EDTA. *Scand J Clin Lab Invest* **23**: 301-305, 1969
- 7) Ditzel J, Vestergaard P, Brinklov M: Glomerular filtration rate determined by <sup>51</sup>Cr-EDTA complex. A practical method based upon the plasma disappearance curve determined from four plasma samples. *Scand J Urol Nephrol* **6**: 166-170, 1972
- 8) Klopper JF, Hauser W, Atkins HL, et al: Evaluation of <sup>99m</sup>Tc-DTPA for the measurement of glomerular filtration rate. *J Nucl Med* **13**: 107-110, 1972
- 9) Hilson AJW, Mistry RD, Maisey MN: <sup>99m</sup>Tc-DTPA for the measurement of glomerular filtration rate. *Br J Radiol* **49**: 794-796, 1976
- 10) Braren V, Versage PN, Touya JJ, et al: Radioisotopic determination of glomerular filtration rate. *J Urol* **121**: 145-147, 1979
- 11) Ash JM, Gilday DL: Renal nuclear imaging and analysis in pediatric patients. *Urol Clin North Am* **7**: 201-214, 1980
- 12) Gates GF: Glomerular filtration rate. Estimation from fractional renal accumulation of <sup>99m</sup>Tc-DTPA (Stannous). *Am J Roentgenol* **138**: 565-570, 1982
- 13) Taupe WN, Burke EC: Kidney depth and isotope renography. *J Nucl Med* **9**: 225-226, 1968
- 14) Norman N: Effective plasma flow of the individual kidney. Determination on the basis of the <sup>131</sup>I-Hippuran renogram. *Scan J Clin Lab Invest* **30**: 395-403, 1972
- 15) Tønnesen KH, Munck O, Hald T, et al: Influence on the renogram of variation in skin to kidney distance and the clinical importance hereof. Presented at the International Symposium Radionuclides in Nephrology, Berlin, April, 1974
- 16) Van Slyke DD, Hiller A, Miller BF: Clearance, extraction percentage and estimated filtration of sodium ferrocyanide in mammalian kidney. comparison with inulin, creatinine and urea. *Am J Physiol* **113**: 611-628, 1935
- 17) Richards P, Atkins HL: Technetium-99m labeled compounds. Proceedings of the 7th Annual Meeting of the Japanese Nuclear Medicine Society, Tokyo, November, 1967
- 18) Atkins HL, Cardinale KG, Eckelman WC, et al: Evaluation of <sup>99m</sup>Tc-DTPA prepared by three different methods. *Radiology* **98**: 674-677, 1971
- 19) Eckelman WC, Richards P: Instant <sup>99m</sup>Tc-DTPA. *J Nucl Med* **11**: 761, 1970
- 20) Hauser W, Atkins HL, Nelson KG, et al: Technetium-99m DTPA. A new radiopharmaceutical for brain and kidney scanning. *Radiology* **94**: 679-684, 1970
- 21) Price RR, Born ML, Jones JR, et al: Comparison of differential renal function determination by Tc-99m DMSA, Tc-99m DTPA, I-131 hippuran and ureteral catheterization. *J Nucl Med* **20**: 631, 1979 (Abstr)
- 22) Piepsz A, Dobbeleir A, Erbsman F: Measurement of separate kidney clearance by means of <sup>99m</sup>Tc-DTPA complex and a scintillation camera. *Eur J Nucl Med* **2**: 173-177, 1977
- 23) Piepsz A, Denis R, Ham HR, et al: A single method for measuring separate glomerular filtration rate using a single injection of <sup>99m</sup>Tc-DTPA and the scintillation camera. *J Pediatr* **93**: 769-774, 1978
- 24) Powers TA, Stone WJ, Grove RB, et al: Radionuclide measurement of differential glomerular filtration rate. *Invest Radiol* **16**: 58-64, 1981
- 25) Ozaki M, Fukui K, Yano K, et al: Evaluation of the renoscintigram and renogram with <sup>99m</sup>Tc-DTPA in the clinical findings. *Kurume Med J* **23**: 113-118, 1976
- 26) 乾 拓郎, 内田幸憲, 吉住 完, 他: 腎疾患における運動負荷レノシンチグラム. *核医学* **19**: 1411, 1982

## Summary

### Estimation of Glomerular Filtration Rate from Fractional Renal Uptake of $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA

Tsunao ITO, Kan TAKEDA, Syun TOYOTA, Hisato MAEDA,  
Tokio KITANO, Tsuyoshi NAKAGAWA and Nobuo YAMAGUCHI

*Department of Radiology, Mie University School of Medicine*

Glomerular filtration rate (GFR) was estimated from fractional renal uptake (FRU) of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA using the gamma camera-digital computer system with attenuation correction for kidney depth.

Forty-eight patients were studied, in whom 24 hour creatinine clearance (Ccr) were concomitantly obtained within a week of the study. A dose of 1-3 mCi of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA was rapidly injected intravenously into the patients who were pre-positioned posteriorly before the gamma camera and the sequential 5 sec. frame data was stored for 20 min. in a  $64 \times 64$  matrix form.

Attenuation corrected total renal counts at various time intervals after tracer injection were obtained by ROI selection over renal scintigram followed by background subtraction and depth correction to compensate for gamma ray attenua-

tion by the soft tissues. Our formula for determining kidney depth, obtained by ultrasonic scanning, is shown as follows.

$$\begin{aligned}\text{right kidney depth} &= 16.55 \text{ (weight/height)} + 0.66 \\ \text{left kidney depth} &= 17.05 \text{ (weight/height)} + 0.13\end{aligned}$$

Attenuation corrected total renal counts was divided by injected dose measured by the gamma camera (perinjection counts minus postinjection counts in syringe) and thus FRU was calculated.

FRU at 1-2 min. was best correlated with Ccr ( $r=0.925$ ,  $p<0.001$ ). The formula for calculation of GFR was derived from the regression analysis.

$$\text{GFR} = (\text{FRU at 1-2 min.}) \times 6.26 + 3.10$$

This method is highly valuable for estimating GFR rapidly and accurately.

**Key words:**  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, Renal uptake ratio, Glomerular filtration rate, Attenuation correction.