

分腎機能検査としての ^{99m}Tc -DMSA レノシンチグラフィーの有用性について

名鉄病院泌尿器科

岡 村 菊 夫

伊 藤 浩 一

名鉄病院放射線技術科

千 田 実

伴 克 彦

竹 内 藤 雄

名古屋大学医学部泌尿器科学教室

下 地 敏 雄

THE USE OF ^{99m}Tc -DIMERCAPTOSUCCINIC ACID RENOSCINTIGRAPHY IN EVALUATION OF DIFFERENTIAL RENAL FUNCTION

Kikuo OKAMURA and Kouichi ITO

From the Department of Urology, Meitetsu Hospital

Minoru SENDA, Katsuhiko BAN and Fujio TAKEUCHI

From the Department of Radiotechnology, Meitetsu Hospital

Toshio SHIMOJI

From the Department of Urology, School of Medicine Nagoya University

We studied the total and differential renal function by ^{99m}Tc -dimercaptosuccinic acid (DMSA) renoscintigraphy and present a formula to estimate the renal depth for the Japanese and the attenuation coefficient which influenced renal uptake.

Total renal uptake of ^{99m}Tc -DMSA correlated well with creatinine clearance and with the PSP test, and there was a close correlation between its relative uptake and relative function as determined by ^{99m}Tc -diethylenetriaminepentaacetic acid (DTPA) renography. Therefore differential renal function test with ^{99m}Tc -DMSA renoscintigraphy was found to have clinical utility. We also demonstrated ^{99m}Tc -DMSA renoscintigraphy provided useful morphological information.

Key words: ^{99m}Tc -DMSA renoscintigraphy, Differential renal function test, Renal depth

はじめに

泌尿器科領域においては、総腎機能のみならず分腎機能を知ることはきわめて重要なことである。しかし従来より施行されてきた尿管カテーテル法による分腎機能検査は侵襲が大きくかつ採尿が正確であるとはいえないためいまひとつ一般化されなかった。

近年、核医学検査にコンピューターが導入され、腎機能の解析が定量的におこなわれるようになってきた。種々の核種が開発されるなかで、とりわけ ^{99m}Tc -2,3-dimercaptosuccinic acid (以後 ^{99m}Tc -DMSA と略す) は、特異的に腎皮質に集積する radioisotope であり尿中への排泄も少ないため腎の静的イメージを得るために用いられている。川村らはこれを応用し分

腎機能検査として確立させた¹⁾。この方法では^{99m}Tc-DMSAの各腎への取り込みを体外計測するだけで分腎機能を知ることができるが、腎の深さによる γ 線吸収の補正が必要である。腎の深さについてはすでにTønnessen^{2,3)}やRaynaudら⁴⁾の報告があるが、われわれは人種間の体格の差を考慮して本邦人における腎の深さを求める計算式を導くとともに、減衰係数の求めかたも考えた。

今回われわれは腎の深さによる^{99m}Tc-DMSA腎摂取率の補正、^{99m}Tc-DMSA腎摂取率と臨床検査および^{99m}Tc-diethylenetriaminepentaacetic acid(以後^{99m}Tc-DTPAと略す)レノグラフィーとの相関性について検討したので報告する。

対象と方法

(i) 腎の深さと γ 線吸収の補正について

6カ月から72歳までの29人に対し、腹臥位での背側皮膚より腎表面までの距離を超音波検査にて計測し、体重および身長を因子として重回帰分析より腎の深さを求める関係式を導いた。さらに胴体ファントムを使用し、腎の深さと減衰係数との関係を回帰分析より求めた。

(ii) ^{99m}Tc-DMSA腎摂取率について

1983年3月より1984年4月までの14カ月間に名鉄病院を受診し^{99m}Tc-DMSA renoscintigraphyを施行した患者を対象とした。

用いたシステムは、高分解能コリメータを装着したシンチカメラ(シーメンス社製ZLC-75)にデータ処理装置としてADAC社system 2を連結したものである。

^{99m}Tc-DMSA腎摂取率の求めかたは、川村らの方法にほぼ準じた。^{99m}Tc-DMSA(日本メジフィック社供給)2 mCiを急速静注し2時間後に両腎および腸骨部に関心領域(以後AOIと略す)を設定し、1分間のデータ収集をおこなった。左右両腎の集積カウントよりAOI面積で補正した腸骨部のバックグラウンドカウントを減じ総投与カウントで除したのち、腎の深さによる γ 線吸収を補正し、これを腎摂取率とした。式であらわすと下記のようなになる。

^{99m}Tc-DMSA腎摂取率

$$= \frac{2 \text{ 時間後の腎部カウント} - \text{バックグラウンド部カウント}}{\text{総投与カウント}} \times \frac{1}{\text{減衰係数}} \times 100\%$$

^{99m}Tc-DTPAを用いた相対的分腎機能検査では、^{99m}Tc-DTPA(第1ラジオアイソトープ供給)静注後1分から2分までの左右腎の集積カウントの比(R/

R+L)を指標とした。

^{99m}Tc-DMSA腎摂取率と24時間内因性クレアチニンクリアランス(33例)、PSP test(18例)、^{99m}Tc-DTPAレノシンチグラフィ(32例)との関係について検討した。

結 果

1. 腎の深さと減衰係数

腎の深さ(d)は、下記の式で求められる。

$$\text{右腎 (cm)} \quad d = 0.69 + 0.058 \times \text{体重 (kg)} - 0.0014 \times \text{身長 (cm)} \quad R = 0.89$$

$$\text{左腎 (cm)} \quad d = 1.20 + 0.055 \times \text{体重 (kg)} - 0.0032 \times \text{身長 (cm)} \quad R = 0.85$$

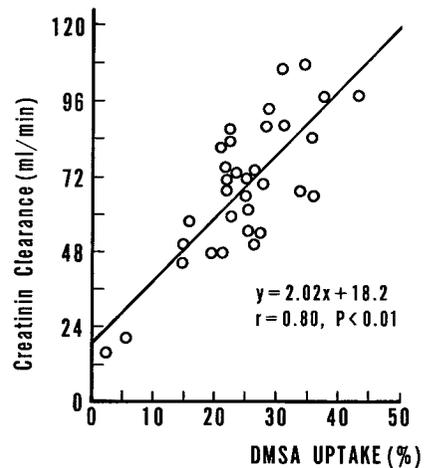


Fig. 1. Correlation between DMSA uptake and creatinin clearance

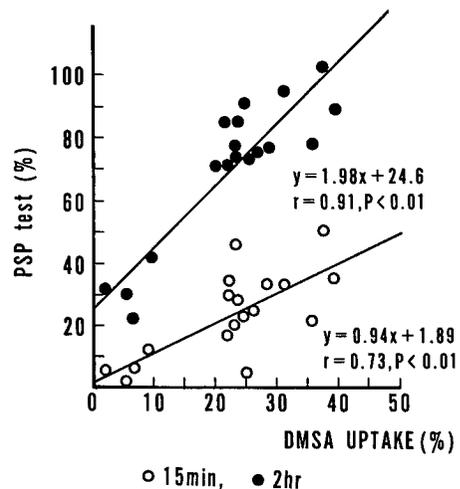


Fig. 2. Correlation between DMSA uptake and PSP test

減衰係数 (K) は,

$K = \text{Exp}(-0.1458 \times d)$ として求められる.

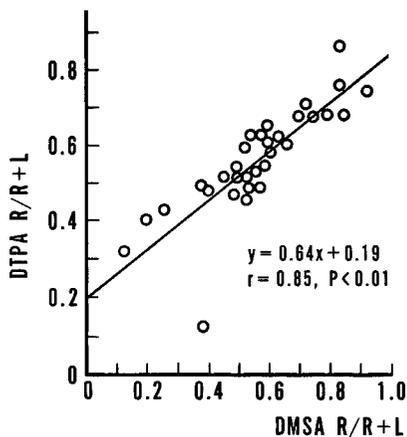


Fig. 3. Correlation between DMSA uptake and DTPA uptake

2. 総腎の ^{99m}Tc-DMSA 腎摂取率と24時間内因性クレアチンクリアランスは, Fig. 1 に示すごとく両者間には相関係数 $r = 0.80$ と比較的よい相関が示された.

3. Fig. 2 は横軸に総腎の ^{99m}Tc-DMSA 腎摂取率を, 縦軸に PSP 15分値および2時間値をプロットしたものであるが, それぞれの相関係数は, $r = 0.73$, $r = 0.91$ であった.

4. Fig. 3 は総腎の ^{99m}Tc-DMSA 腎摂取率に対する右腎の比を横軸に ^{99m}Tc-DTPA レノシンチにおける1分から2分までの右腎の総腎の摂取カウントに対する比を縦軸にとると, $r = 0.85$ と良好な相関が得られた.

考 察

Radioisotope を用いた定量的分腎機能検査では腎の深さによる γ 線吸収を補正することが重要であると

Table 1. Formulae to calculate renal depth

Tauxe et. al. renal depth(mm)	$= 0.82 \times W - 0.36 \times H - 0.06 \times A + 61.08$	prone position
Tønnesen et. al. renal depth(cm)		
right side	$= 13.3 \times W / H + 0.7$	
left side	$= 13.2 \times W / H + 0.7$	sitting position
Raynaud et. al. renal depth(cm)		
0-9y.o.	$d = 2.366 + 0.083 \times W - 0.00281 \times H$	
9-19y.o.	$d = 3.686 + 0.028 \times W - 0.00248 \times H$	
19y.o.	$d = -1.017 + 0.049 \times W - 0.02198 \times H$	prone position
W=weight(kg), H=height(cm), A=age(y.o.)		

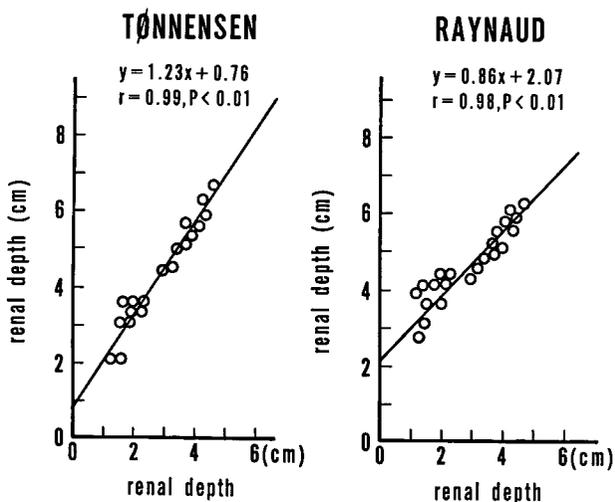


Fig. 4. Comparison of calculated renal depth

される¹⁻⁵⁾。腎の深さは、個々の症例ごとに超音波検査で計測するか、あるいは背側皮膚につけた isotope marker より腎部までの距離を側方よりの scanning で求めれば正確であろうが、臨床的には腎の深さを求める公式を利用するのが簡便である。Table 1 に各種の公式を示す。われわれは、人種間の体格の差を考慮して、体重および身長より本邦人における腎の深さを求める式を導いたが、これより求めた腎の深さと Tønnensen や Raynaud らの式より計算したものは Fig. 4 のごとき関係にある。彼らは体表より腎中央部までの距離を計測しているので、われわれの求めたものより 1 cm~1.7 cm 上回っている。腎の厚さは 3 cm ほどであるので、腎表面より腎中央部に至る距離を考えるならば、腎の深さを求めるのにどの公式を用いてもさして差はないといえる。

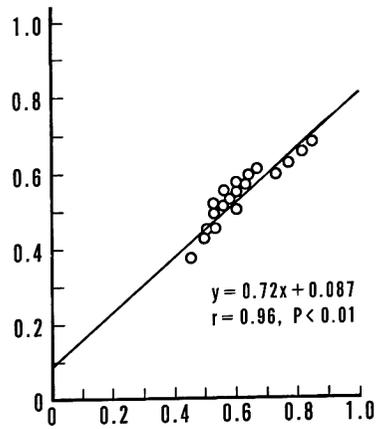


Fig. 5. Comparison of attenuation coefficient

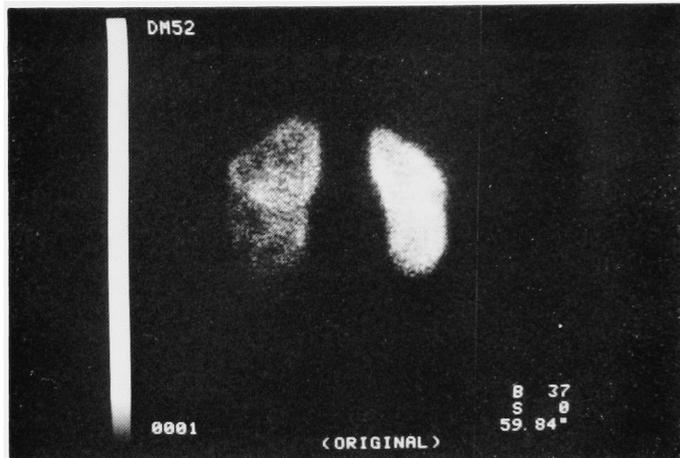


Fig. 6. Thirty nine-year-old woman, bilateral hydronephrosis, DMSA uptake (right 14.8%, left 10.5%)

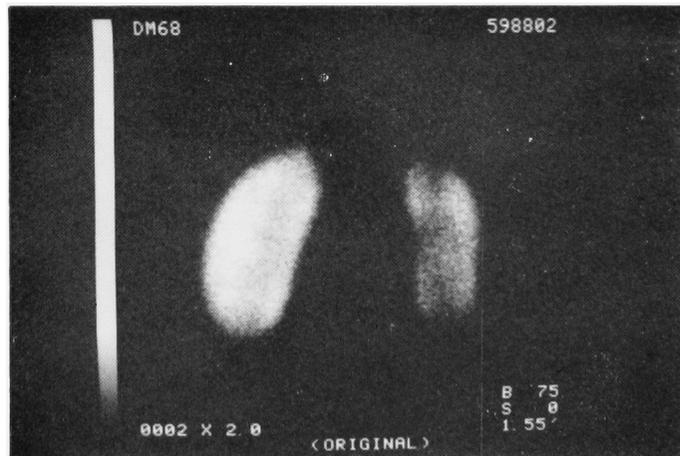


Fig. 7. Twelve-year-old boy, VUR and recurrent pyelonephritis of right side. DMSA uptake (right 9.9%, left 22.5%)



Fig. 8. Fifty three-year-old woman, left renal cell carcinoma, DMSA uptake (right 18.6%, 10.8%)

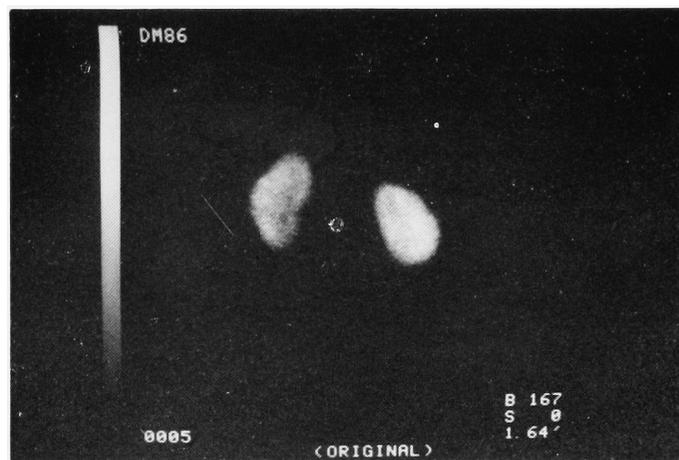


Fig. 9. Sixty six-year-old man, left dromedary hump kidney. DMSA uptake (right 21.8%, left 18.6%)

減衰係数に関しては、川村ら¹⁾は胴体ファントムを用いあらかじめ求めておいた腎の深さと減衰係数との関係曲線より減衰係数を決定しているが、われわれは減衰係数 $=\exp(-0.1458 \times \text{腎表面までの深さ})$ なる式を導いた。Earlyらによれば、軟部組織における^{99m}Tcの減衰係数は $\exp(-0.153 \times \text{腎の深さ})$ であるという⁶⁾。Fig. 5は横軸にわれわれの施設での減衰係数を、縦軸には川村らの方法で決定した減衰係数をプロットしたものであるが、両者はほぼ直線関係にあり、われわれの得た腎摂取率は川村らの腎摂取率の11%~17%低い値となっている。

^{99m}Tc-DMSA renoscintigraphyによる分腎機能検査は、体外計測のみで皮質血流依存性の腎機能を推

定することができ、¹³¹I-orthoiodohippurate (OIH) や^{99m}Tc-DTPAを用いたTauxe⁷⁾やBraren⁸⁾の方法のような経時的な血液や尿のサンプリングが必要ないので、より手軽におこなえる利点がある。

^{99m}Tc-DMSA renoscintigraphyの分腎機能検査としての有用性についてはすでにいくつかの報告があるが^{9,10)}、われわれもこの点をあきらかにしようとした。

総腎の^{99m}Tc-DMSA腎摂取率と24時間内因性クレアチニンクリアランスやPSP 15分値および2時間値とはかなりよい相関が得られた。また、^{99m}Tc-DMSA腎摂取率の左右比と^{99m}Tc-DTPA腎摂取率の左右比とはよく相関していた。以上のことより、^{99m}Tc-DMSA renoscintigraphyは、定量性の高い分腎機

能検査であることがわかった。

また、 ^{99m}Tc -DMSA renoscintigraphy は少ない被曝線量ですぐれた腎皮質のイメージが得られるので、機能検査としてだけでなく形態学的検査としても有用である。Fig. 6 は両側水腎症の症例でとくに左腎は菲薄化した腎実質と拡張した腎盂腎杯系が描出されている。Fig. 7 は右 VUR および再発性腎盂腎炎の症例で、scarring をともなう萎縮腎の像である。Fig. 8 は腎上極より発生した腎癌の症例の ECT 像である。腎下極は機能的に正常であるが、上極は腫瘍により占められ欠損として描出されている。Fig. 9 は左腎外側縁の突出したひとこぶらくだ腎の像である。突出部には RI の集積を認め、正常な腎組織であることがわかる。

以上、 ^{99m}Tc -DMSA renoscintigraphy の分腎機能検査としての有用性を中心に、形態学的検査としてもきわめて有用であることを述べた。

結 論

分腎機能検査としての ^{99m}Tc -DMSA レノシンチグラフィの有用性について検討した。

1. 本邦人における腎の深さを求める公式を導き、それより減衰係数を求めた。
2. 総腎の ^{99m}Tc -DMSA 摂取率と24時間内因性のクレアチニクリアランス、PSP 15分値および2時間値とはよく相関していた。
3. ^{99m}Tc -DMSA 腎摂取率の左右比と ^{99m}Tc -DTPA 腎摂取率の左右比とはよく相関していた。
4. 以上のことより、 ^{99m}Tc -DMSA renoscintigraphy は定量性の高い分腎機能検査であることがわかった。
5. さらに ^{99m}Tc -DMSA renoscintigraphy は形態学的検査としても有用であると思われた。

本論文の要旨は第144回東海泌尿器科学会で発表した。

文 献

- 1) 川村寿一：腎シンチグラフィ、腎の機能と形態検査。p. 43~50, 南江堂, 1982
- 2) Schlegel JU and Hanway SA: Individual renal plasma flow determination in 2 minutes. *J Urol* **116**: 282~285, 1976
- 3) Tønnensen KH, Munck O, Hold T, Mogensen P and Wolf H: Influence on the radiorenogram of variation in skin to kidney distance and clinical importance. Hereof. Read at International Symposium on Radionuclides in Nephrology, Berlin, Germany, April 1 1974
- 4) Raynaud C, Jacquot C and Freeman LM: Measuring renal uptake of $^{197}\text{HgCl}_2$ by Gamma Camera. *Radiology* **110**: 413~417, 1974
- 5) Tauxe WN and Burke EC: Kidney depth and isotope renography. *J Nucl Med* **9**: 225~226, 1967
- 6) Early PJ, Razzak MA, and Sodee DB. In: Textbook of nuclear medicine technology, 3d ed. St. Louis, Mosby, 1979, p 115
- 7) Tauxe WN, Dubovsky EV, and Kidd T: New formulae for calculation of effective renal plasma flow by the single plasma sample method. *Radionuclides in Nephrology* P119~124, ACADEMIC PRESS INC. LTD. LONDON, 1982
- 8) Braren V, Versage PN, Touya JJ, Brill AB, Goddard J and Rhamy RK: Radioisotopic determination of glomerular filtration rate. *J Urol* **121**: 145~147, 1979
- 9) Daly MJ and Henry RE: Defining renal anatomy and function with technetium dimercaptosuccinic acid: clinical and renographic correlation. *J Urol* **126**: 5~9, 1981
- 10) Maeyer PD, Simons M, Oosterlinck W and Desy WA: A clinical study of ^{99m}Tc dimercaptosuccinic acid uptake in obstructed kidneys: comparison with the creatinine clearance. *J Urol* **128**: 8~9, 1982

(1984年11月12日受付)