

《ノート》

2核種同時注入・同時測定による ガンマカメラレノグラフィ

— ^{99m}Tc -DTPA と ^{131}I -hippuran —

Gamma Camera Renography by Simultaneous Dual-nuclide Technique
(Tc- 99m -DTPA and I- 131 -hippuran)

白川 恵俊* 石田 博文* 九谷 亘* 新宅 敬夫*
舟木 亮* 赤木 弘昭*

Shigetoshi SHIRAKAWA*, Hirofumi ISHIDA*, Wataru KUTANI*,
Takao SHINTAKU*, Ryo FUNAKI* and Hiroaki AKAGI*

* Department of Radiology, Osaka Medical School, 2-7 Daigaku-machi, Takatsuki-shi,
Osaka-fu 569, Japan

I. はじめに

腎機能検査用の放射性医薬品としては、腎血漿流量物質である ^{131}I -hippuran¹⁾ と糸球体濾過量物質である ^{99m}Tc -DTPA (diethylenetriamine penta-acetic acid)²⁾ が広く臨床的に応用されている。

今回我々は、同一患者で同時に上記2核種の腎動態を観察することを目的として、2核種用2チャンネル波高分析器 (PHA) を付属されたガンマカメラと、これにインターフェイスを介して接続したミニコンピュータを用い、2核種同時注入・同時測定³⁾ による経時的腎イメージよりカメラレノグラムを作成した。本法により、各種腎疾患について尿細管機能と糸球体機能を同一患者で同時に検査することの有有用性について若干の検討を行ったので、その結果を報告する。

II. 検査方法

1. 検査対象

検査の対象は、1978年の1年間に大阪医科大学附属病院放射線科へレノグラム検査を依頼された患者1,179名のうち30例(男14例, 女16例)である。これらの年齢構成は31歳から78歳までで(平均年齢48.5歳), 5例の健常例を含み, 臨床診断は本態性高血圧症6例, 糸球体腎炎5例, 糖尿病性腎症4例, 尿路結石症4例, SLE 3例, ネフローゼ症候群3例であった。

2. 放射性医薬品

^{99m}Tc -DTPA は第一ラジオアイソトープ研究所より市販されている DTPA バイアル (塩化第一スズを含む) を放射性過テクネシウム酸 ナトリウムで溶解し, 常温で約20分間放置した後, 放射能濃度を 3 mCi/ml として使用した。また, ^{131}I -hippuran は第一ラジオアイソトープ研究所の放

* 大阪医科大学附属病院放射線科
受付: 54年6月4日

最終稿受付: 54年9月25日

別刷請求先: 高槻市大学町 2-7 (☎ 569)

大阪医科大学附属病院放射線科

白川 恵 俊

Key words: Gamma camera renography, Simultaneous dualnuclide technique, Tc- 99m -DTPA, I- 131 -hippuran

射性ヨウ化馬尿酸ナトリウム注射液で、生理食塩水で稀釈し、放射能濃度を $300 \mu\text{Ci/ml}$ とした。

3. 使用装置

使用したガンマカメラは Nuclear Chicago 社製 (Pho/Gamma Model HP 6406) で 2 チャンネルの PHA を付属させた。電算機としては、Nova 1,200, 記憶容量 16 K 語を、補助記憶装置は磁気ディスク装置 (Decision 社, 1.2 M 語) を用いた。表示装置は記憶型の CRT 表示装置 (Tektronix 社, 4002 A 型) およびハードコピー装置を用いた。

4. 検査手技

検査 30 分前に水 400 ml を飲用させ、患者を腹臥位とし、コリメータは SKC-No 10 型 (Parallel collimator, 1,200 孔, 厚さ 7.6 cm) を使用した。

測定にあたり、それぞれの PHA を $^{99\text{m}}\text{Tc}$ に対し 140 KeV, チャンネル幅 20%, ^{131}I に対し 360 KeV, チャンネル幅 20% に合わせた。ついで、体重当たり $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ $50 \mu\text{Ci/Kg}$, $^{131}\text{I-hippuran}$ $5 \mu\text{Ci/Kg}$ を同一注射器に用意し、同時に肘静脈

より投与した。

2 核種同時測定とディスク記憶装置への転送は 30 秒間隔で 40 回, 20 分間の画像 40×2 枚の収録を行った。測定終了後、ディスクの記憶内容は磁気テープに転送し、保存した。

カメラレノグラムの作成は、独自のプログラムにより、 40×2 枚の画像の積算を行い、両腎全体に関心領域を設定し、30 秒間隔で 20 分間の両核種のレノグラムを得た。なお、両核種のレノグラムを比較し易くするため、 $^{131}\text{I-hippuran}$ の計数率を 10 倍して同一 CRT 上に表示できる様にした。

5. レノグラムの平滑化および解析方法

得られたレノグラム情報を紙テープに打ち出し、パーソナルコンピュータ (YHP 9831 A) とプロッターで次の処理を行った。

まず、レノグラムを最小二乗法により 5 次の多項式に近似させ、次にこの近似曲線より、静注後最高値までの到達時間 (T_{max}), 最高値の 75% までの時間 (T_{75}), 最高値の 50% までの時間 (T_{50}) を自動的に計算させた (Fig. 1)。

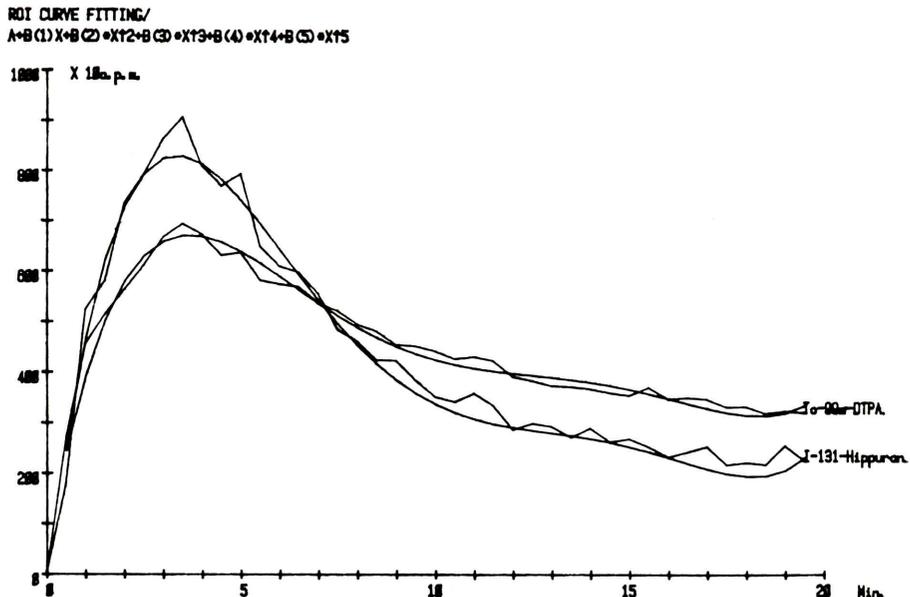


Fig. 1 Gamma-camera renogram of dual-nuclide by fifth-degree polynomial approximation.

III. 結 果

1. 同時注入・同時測定による ^{99m}Tc -DTPA と ^{131}I -hippuran レノグラムの比較

Fig. 2 は ^{131}I -hippuran と ^{99m}Tc -DTPA の正常型レノグラムで、CRT 上に同時に表示することができた。両者の曲線を比較すると、 T_{\max} はほぼ等しいが、第2相の上昇勾配は ^{131}I -hippuran が急峻で、第3相の下降勾配は ^{99m}Tc -DTPA の方が全体になだらかな曲線を描きながら下降した。健常者5例の T_{\max} , T_{75} , T_{50} を算出した結果、これらの係数の平均値と標準偏差は、 ^{99m}Tc -DTPA では T_{\max} 3.69 ± 0.30 , T_{75} 7.61 ± 0.75 , T_{50} 16.84 ± 0.61 であり、 ^{131}I -hippuran では T_{\max} 3.36 ± 0.35 , T_{75} 6.23 ± 0.67 , T_{50} 8.51 ± 0.96 であった。

2. 2核種同時注入・同時測定によるレノグラムの異常検出率

以上の健常者の平均値と標準偏差より、正常範

囲 ($\text{mean} \pm 3 \text{SD}$ とした) を定め、25例の各種疾患で異常の検出率を求めた (Table 1)。3つの係数のうち、両核種ともに T_{\max} , T_{75} , T_{50} の順に検出率は向上した。また、両核種の間では ^{131}I -hippuran よりも ^{99m}Tc -DTPA の方が T_{75} , T_{50} による検出率が高く、 T_{50} の検出率は92%を示した。

IV. 考 案

放射性医薬品を用いた腎動態機能検査を施行するにあたり、2核種同時測定法は1回の操作で二つの異なった情報が得られる点で臨床的にその意義を有している⁴⁾。特に ^{99m}Tc と ^{131}I の組み合わせは、両核種の投与量が10対1であり、測定の際に ^{99m}Tc と ^{131}I の相互の影響が少なく、また良好な画像の分離が可能で臨床的には余り問題とならない⁵⁾。さらに、 ^{99m}Tc -DTPA と ^{131}I -hippuran の組み合わせは、両放射性医薬品の排泄経路がそれぞれ糸球体、尿細管となるとされており⁶⁾、よ

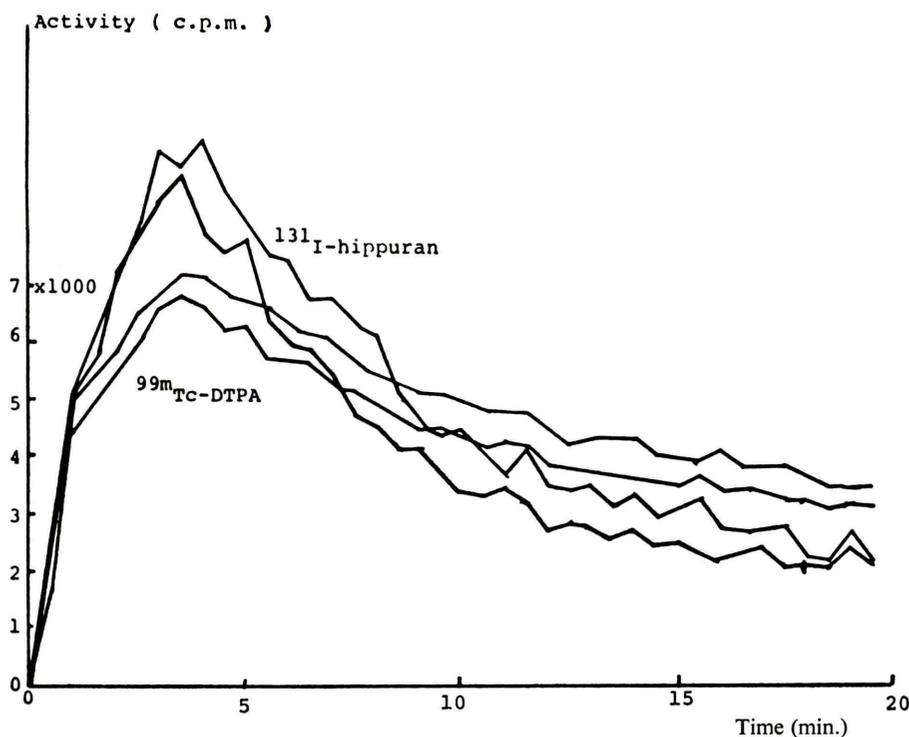


Fig. 2 R.O.I. curves of both kidney areas with ^{99m}Tc -DTPA and ^{131}I -hippuran by simultaneous injection.

Table 1 Values of parameters in control (5 cases) and detectability of abnormal cases (25 cases)
Mean±SD and upper limit of control Detectability (%)

Nuclide	Parameter					
	Tmax (min)	T75% (min)	T50% (min)	Tmax	T75%	T50%
Tc-99m-DTPA	3.69±0.30	7.61±0.75	16.84±0.61	(20)	(60)	(92)
UL	4.59	9.86	18.67			
I-131-hippuran	3.36±0.35	6.23±0.67	8.51±0.96	(36)	(52)	(76)
UL	4.41	8.24	11.39			

UL (upper limit)=mean+3SD

り一層理想的な組み合わせである。

現在までに、別々に $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ と $^{131}\text{I-hippuran}$ を投与し、これらのレノグラムを比較した報告⁷⁾はみられるが、元来 $^{131}\text{I-hippuran}$ によるレノグラムは尿流量等の種々の因子⁸⁾により修飾され、別々に測定する場合には、それらのレノグラムの再現性の点で問題があり、必ずしも真の比較とはいえない。

著者らは、腎で摂取排泄される、異なる2種の放射性医薬品を同時投与することにより、同一生理的条件下(血圧、腎血流量、体内水分量、尿流量等の条件)で、検査を施行し得られた、それぞれのレノグラムを比較検討することは有意義であると考えられる。正常腎には、腎内血流量の自動調節機構が存在し、その調節は、主として前糸球体細動脈と後糸球体細動脈により行われている。血管壁の緊張度の変化により、細動脈壁の平滑筋の筋収縮が生じ、腎血流量及び糸球体濾過量を一定に保つ。血管壁の緊張度は、血管の内径の1/2と血管内圧及び血管外周囲組織圧の差により決定されると考えられている⁹⁾。尿管が閉塞すると腎内組織圧が上昇し、血管内圧との差が縮小し、その結果腎血流量は増大する。また尿量が停滞すると、尿細管腔内液の停滞により、尿細管内液と血液中のhippuran濃度差は縮小し、hippuran排泄は低下するが、腎内自動調節機構の働きにより、腎血流量及び糸球体濾過量は維持される。 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ クリアランス値は尿流量の影響を受けず一定値を示し、プロベネドによる腎尿細管排泄阻止の影響も受けませんが、 $^{131}\text{I-hippuran}$ クリアランス値は、尿細管排泄阻止の影響を受け約半量を示す²⁾。腎

血流量は体内水分量に影響を受けないが、尿流量は大きな影響を受け、水分制限時と水分負荷時を比較すると尿流量は約3倍から10倍まで増加し、そのため $^{131}\text{I-hippuran}$ レノグラムも影響を受け、第I相は変化しないが、第II相の上昇勾配は急峻となり、ピーク時間も短縮し、第III相の下向勾配も急峻となる⁸⁾。

今回、 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ レノグラムによる異常検出率が $^{131}\text{I-hippuran}$ レノグラムより上昇したのは、検査対象が、先述した腎血流量の自動調節機構にもかかわらず、糸球体機能低下を示し、尿細管機能は比較的良好に保たれていたためと考える。尿流量の影響に関しては、hippuran レノグラムは尿流量が増加すると、第II相、第III相は短縮し、尿流が停滞すると排泄遅延を示す。DTPAは、尿流量に影響されず、糸球体濾過は維持されるが、尿流の停滞により、ネフロン内転送過程¹⁰⁾が遅延する。特異的に尿細管機能に障害が起こる場合、DTPA レノグラムは影響を受けないが、hippuran レノグラムは排泄遅延を示し、尿細管機能障害型腎疾患の鑑別が可能であると思われる。軽度糸球体機能低下例や軽度腎血流量低下例では、hippuran レノグラムの変化が現われる以前に、DTPA レノグラムの変化が認められる¹¹⁾。以上2核種同時投与し測定する事により、得られる2種のレノグラムを比較検討する事で、より正確な腎機能の分析が可能と考える。今後大容量かつ高速の電算機を用いたリストモードによるデータ採取及び処理により¹²⁾、さらに多くの情報を得て解析する事ができれば、より詳細な腎機能の分析も可能となると思われる。

V. ま と め

1) $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ と $^{131}\text{I-hippuran}$ を用いた 2 核種同時使用・同時測定により一度に両放射性医薬品のカメラレノグラムを得た。また同一患者で同時に両者を比較する事ができた。

2) 2 核種同時測定法によるカメラレノグラムにより、 $^{131}\text{I-hippuran}$ では得られなかった情報を $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ を同時に使用する事により一度に得ることができた。

本論文の要旨は第18回核医学会総会で報告した。

文 献

- 1) Nordyke RA, Tubis M, Bland WH: Use of radioiodinated hippuran for individual kidney function test. *Clin Res* **56**: 438-445, 1960
- 2) Klopper JF, Hauser W, Atkins HL et al: Evaluation of $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ for the measurement of glomerular filtration rate. *J Nucl Med* **13**: 107-110, 1972
- 3) 間島行春, 関本 寛, 金崎美樹, 他: 2 核種同時注入. 同時測定による減算膝シンチグラム. *核医学* **14**: 203-210, 1977
- 4) 舟木 亮, 石田博文, 白川恵俊, 他: 2 核種同時測定法による $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 腎シンチグラム. *Radioisotopes* **27**: 57-60, 1978
- 5) 舟木 亮, 石田博文, 白川恵俊. 他: 2 核種同時測定法による $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 腎アンギオグラフィ. *Radioisotopes* **28**: 20-23, 1979
- 6) Kirchner PT, James AE, Reba RC et al: Diagnosis of obstructive uropathy with serial anger camera images. *J Nucl Med* **12**: 444-445, 1971
- 7) 道岸隆敏, 瀬戸 光, 杉原政美, 他: $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ (Sn) による腎動態検査: 従来のレノグラムならびに腎スキャンとの比較. *核医学* **12**: 67-76, 1975
- 8) Razzak MA, Botti RE, MacIntyre WJ: Inter-relationship between hydration, urine flow, renal blood flow and the radiohippuran renogram. *J Nucl Med* **10**: 672-675, 1969
- 9) Thureau KS: Renal hemodynamics. *Am J Med* **36**: 698-719, 1964
- 10) 石井 靖, 高橋正治, 鳥塚莞爾, 他: $^{99m}\text{Tc-(Sn)-DTPA}$ による腎内動態の検討とその臨床的効用について. *核医学* **12**: 245-253, 1975
- 11) 大石幸彦, 千葉一夫, 松井謙吾, 他: γ -カメラレノグラフィによる $^{99m}\text{Tc-(Sn) DTPA}$ の評価. *核医学* **11**: 541-552, 1974
- 12) Soussaline F, Todd-Pokropek AE, Raynaud C, et al: Double and triple isotope gamma camera studies with energy selection after data collection. *Proceedings of the First World Congress of Nucl Med* 3-7, 1974