

《短 報》

^{99m}Tc-DTPA 短時間 2 回投与法による運動負荷レノグラム

—deconvolution analysis による本態性高血圧症の検討—

窪田 靖志* 宮尾 賢爾* 嶺尾 徹* 岡嶋 泰*
 楠岡 茂宏* 村田 稔** 小寺 秀幸** 山田 親久**
 杉原 洋樹*** 足立 晴彦*** 山下 正人**** 細羽 実*****

I. はじめに

従来より使用されている腎機能評価法としてのレノグラフィは安静状態に行われる。最近、運動負荷や薬物負荷の施行についての報告がされているものの十分に検討されていないのが現状である¹⁾。著者らは、^{99m}Tc-DTPA を短時間に 2 回投与し、Matrix 法による deconvolution analysis を用いて GFR の指標となる H_0 ^{2,3)} を求め、本態性高血圧者の運動負荷時の腎機能を検討したので報告する。

II. 対象と方法

A. 安静時 2 回投与法による再現性の検討

正常者および腎機能障害者、計 13 名を対象とした。方法は、被検者に 200 ml の飲水をさせた後シンチレーションカメラ（シーメンス社製 ZLC/75）を背部に設定し、2 mCi の ^{99m}Tc-DTPA を肘静脈より急速静注し直ちに 10 ml の生食でフラッシュした。島津社製シンチパック 1200 を使用して 64×64 matrix size で 20 sec/frame の image mode

で 20 分間の data 採取を行った。次いで再び 200 ml の飲水後、30 分間安静に保ち検査前に排尿させて 3 frame の収録を行い、その後、再度 ^{99m}Tc-DTPA を 2 mCi を静注し、同様の data 採取を行った。deconvolution analysis には、Deffy ら⁴⁾ の方法に従って matrix algorithm を使用した。

$$R(t) = \int_0^t I(t-\tau) H(\tau) d\tau$$

$$H(i) = 1/I(i)\Delta t [R(i) - \sum_{j=1}^{i-1} I(i-j+1) H(j)]$$

input curve, output curve は 1:2:1 の linear nonstationary smoothing を 6 回行い、初期の腎皮質外の組織分布血流を考慮して静注直後より 3 frame 目を開始点とし、 H_0 値を求めた⁵⁾。input curve (流入曲線) と output curve (レノグラム) を求めるための ROI は、腹部大動脈および腎に設定した (Fig. 1)。さらに、background ROI を腎周囲下半分に設定し面積比を考慮して background subtraction を行いレノグラムを作製した。この際、第 1 回と第 2 回検査時で、若干の腹部大動脈や腎の変位が認められることがあるが、これに対しては ROI の大きさを変えず、そのまま ROI を移動させて腹部大動脈や腎の位置に合わせた。第 2 回目の input curve, output curve は ^{99m}Tc-DTPA 静注前の frame の count 数を差し引いて補正し求めた。

B. 運動負荷時の検討

正常者 9 名 (平均年齢 44±7 歳) および収縮期血圧 160 mmHg 以上、拡張期血圧 95 mmHg 以上の WHO I 期の本態性高血圧症者 9 名 (平均年齢

* 京都第二赤十字病院内科

** 同 放射線科

*** 京都府立医科大学第二内科

**** 同 放射線科

***** 島津製作所

受付: 60 年 9 月 2 日

最終稿受付: 60 年 12 月 11 日

別刷請求先: 京都市上京区河原町広小路上ル梶井町
(☎ 602)

京都府立医科大学第二内科

窪田 靖志

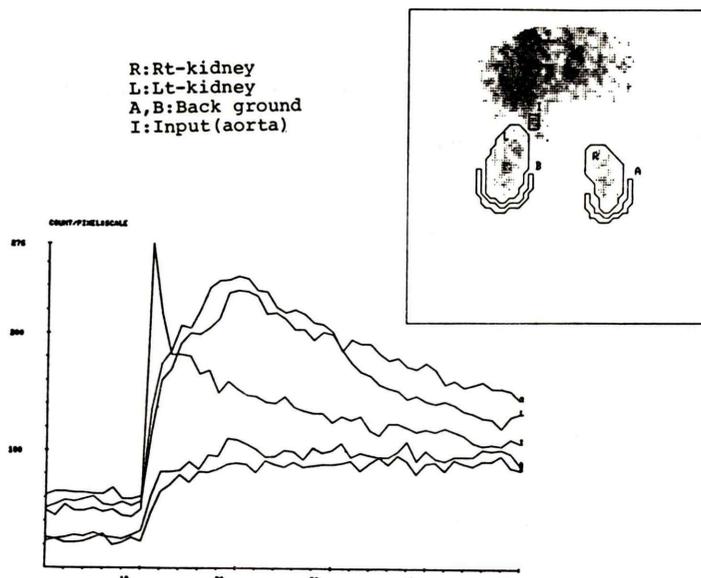


Fig. 1 Regions of interest (ROIs) assigned for aorta, kidneys and back ground, and histograms generated from these ROIs.

40±7歳)を対象とした。この2群間の年齢に有意差を認めなかった。まず、安静時に^{99m}Tc-DTPA 2 mCiを静注後、20 sec/frameにて20分間data採取を行った。次いで、運動負荷は自転車エルゴメーター(建部清州堂製EM405)を用い被検者の前後左右の振れをできる限り少なくするために60度の起坐位とし、女性25 Watt, 男性50 Wattの負荷量・1分間50回転で運動を実施した。血圧・脈拍の安定した時点より3 frameを収録後、^{99m}Tc-DTPAを2 mCiを静注し、そのまま15分間運動を持続させて安静時と同様なdata採取を行った。なお、運動負荷時の第2回^{99m}Tc-DTPA静注前の残存アイソトープはほぼ一定の値を取り安静検査時の第2回目静注前と変化が見られなかったため、安静時2回投与時と同様なdata解析を行った。

III. 結 果

A. 短時間2回投与法の妥当性

安静時2回投与時の左右腎の第1回目および第2回目のH₀値は、右腎r=0.97, 左腎r=0.94と良好な相関関係が得られ、左右腎より得られた

H₀値を加算した全体でも相関係数r=0.97と良好な相関関係を示した(Fig. 2)。

B. 運動負荷による高血圧患者の腎機能の検討

両群とも運動時H₀値は安静時H₀値より低値を示したが、その減少率を検討すると(Fig. 3), 本態性高血圧症群は正常群に比し有意に減少した。本態性高血圧症群を45歳以下と46歳以上の2群に分けると、高齢群がより減少する傾向が認められた。

IV. 考 案

本態性高血圧症と腎機能は密接な関係にあると考えられる。本症では腎血流量が減少傾向を示し、これに反し糸球体濾過量は正常域に止まるので濾過率は上昇を示す^{6,8)}とされている。このような腎機能の特徴は糸球体輸出血管の攣縮によるものと考えられているが、腎血流量の動揺が著しいのも本症の特徴である⁷⁾とされている。したがって本症と腎機能との関係を解明する上で本症での腎血流量を測定することは重要な意義を有すると考えられる。しかしこの場合安静時での腎血流量は本症の軽症例では異常を認めないことが多いので、

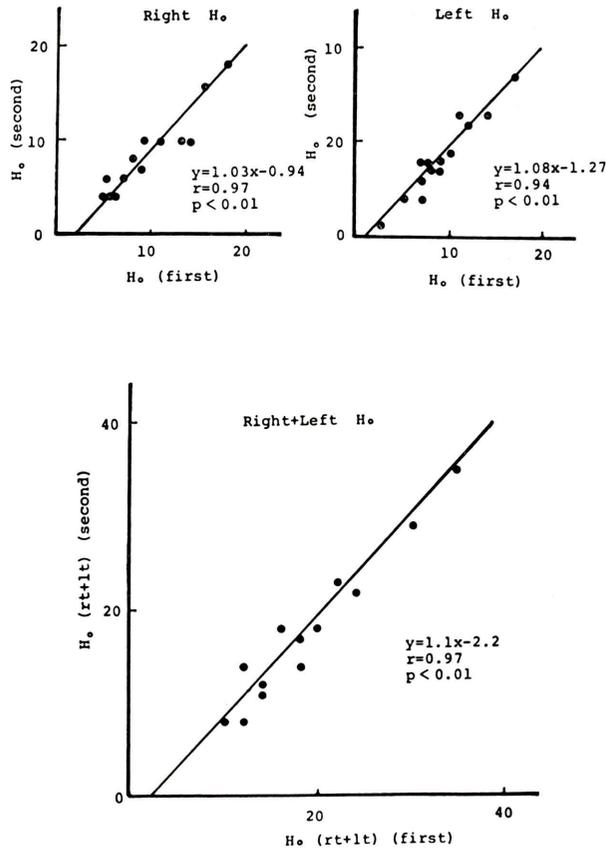


Fig. 2 Reproducibility on two-times injection method at rest. Excellent correlations were found on H₀ values obtained from right kidney (left upper), left kidney (right upper) and the summation of both kidneys (lower graph).

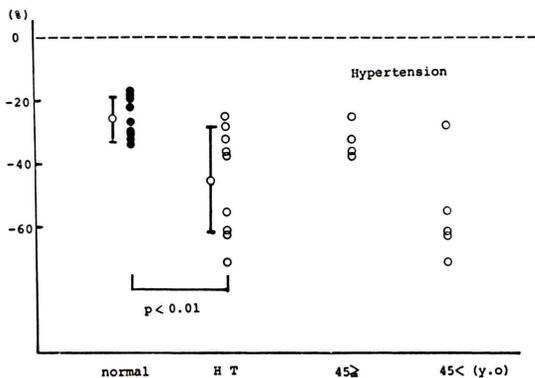


Fig. 3 Rate of changes in H₀ values (EX H₀—REST H₀/REST H₀). H₀ values in hypertensive were significantly lower than in normal subjects, and H₀ values in the older hypertensives (more than 45 years old) were lower than in the younger.

何らかの負荷を加えその応答をみるのが一般的に行われている。本症は、従来、安静時または薬物負荷で行われていたレノグラフィを運動負荷時に応用したものである。運動負荷時に施行するレノグラフィは、すでに Clorius らにより報告されているとはいえこれが主に定性的評価であることなど多くの短所を有している。これに対して本法は短時間内でかつ定量的に施行できるなどが大きな改良点である。短時間に繰り返して2回のレノグラフィを施行した場合、第1回目レノグラフィによる残存アイソトープの影響が問題となるが、30分後にはそのカウント数は、ほぼ一定と考えられるために ROI 設定部位の残存アイソトープを background として減算した。

deconvolution analysis による H_0 値は通常 GFR の指標^{2,3)} と考えられているが, input, output 部位の ROI 設定によるカウント数の差異および被検者の吸収の差位により一定の変動幅を有する³⁾ が, 安静時の第1回, 第2回検査時の H_0 値は良好な相関関係が得られ何らかの負荷によりその変化をみるには好都合な指標と考えられる. 運動負荷法では, 被検者の前後左右への振れが大きいことが一つの問題点となる. これに対しては, 著者らはエルゴメーターの台を60度に傾斜させ半坐位として 25 W または 50 W の軽労作を設定し体動の影響を取り除いた.

運動負荷時には全身血流分布の著明な変化が惹起され, 心筋(+35%) および運動筋(+103%) の増大に対して腹部臓器および腎(-33%) での減少が報告されている⁹⁾ が本法による腎での H_0 値の低下はこれを証明するものであろう. さらに, 正常者の値が一定の変動幅をもって減少したのに対し本態性高血圧症では変動幅が大きくその平均値では正常者より有意に低値を示したことは興味ある結果である.

腎に限らず一般に臓器血流の維持は臓器機能の保持に必要不可欠であり, この破綻時には複雑多岐を極める諸系統が絶妙な統御のもと調節され, その恒常性を発現している¹⁰⁾ ものと考えられる. 本態性高血圧症で認められる H_0 値の低下の正確な原因については今後の検索が必要であるが, 本症に認められるレニン・アンギオテンシン系, さらにプロスタグランジン系およびカリクレイン・キニン系などの異常とも考え合わせ体液性因子が深く関与しているもの^{11,12)} と考えられる. なお, 年齢による本態性高血圧症の H_0 値の変動は, 高血圧の罹患歴や aging による動脈硬化の進展等の関与が推測されるが, 今後, 症例を重ね検討を行う予定である.

V. まとめ

短時間に ^{99m}Tc-DTPA を 2 回静注し, ガンマシンチレーションカメラによりレノグラフィを行

った. deconvolution analysis により得られた H_0 値は, 安静時には, 第1回静注時, 第2回静注時ともに良好な相関が得られた. 本態性高血圧者は, 運動負荷時, 正常者に比し有意に減少しその反応性に差異を認めた.

要旨は第24回核医学会総会, 第27回腎臓学会総会, 1984年ヨーロッパ核医学会にて発表した.

文 献

- 1) Clorius JH, Schmidlin P: The exercise renogram. A new approach documents renal involvement in systemic hypertension. *J Nucl Med* **24**: 104-109, 1983
- 2) Piepsz A, Han HR, Erbsmann F, et al: A cooperative study on the clinical value of dynamic renal scanning with deconvolution analysis. *Brit J Radiology* **55**: 419-433, 1982
- 3) 前田盛正, 長谷川隆, 吉田 博: I-131 orthoiodohippurate (I-131 OIH) Renogram における有効腎血漿流量 (ERPF) と Retention Function との相関について—Matrix 法による Deconvolution—. *核医学* **21**: 1285-1292, 1984
- 4) Diffey BL, Hall FM, Corfield JR: The Tc-99m DTPA dynamic renal scan with deconvolution analysis. *J Nucl Med* **17**: 352-355, 1978
- 5) O'Reilly PH, Shields PA, Testa HJ: *Nuclear Medicine in Urology and Nephrology*. Butterworth, London, 1979
- 6) Goldring W, Chasis H: Effective renal blood flow in subjects with essential hypertension. *J Clin Invest* **20**: 637-653, 1941
- 7) Kiochos JM, Kirkendoll W: Unilateral renal hemodynamics and characteristics of dye-dilution curve in patients with essential hypertension and renal disease. *Circulation* **35**: 229-249, 1967
- 8) Reubi FC, Weidmann P, Hodler J, et al: Changes in Renal Function in Essential Hypertension. *Am J Med* **64**: 556-563, 1978
- 9) 足立晴彦, 杉原洋樹, 中川博昭, 他: Thallium-201 2 回投与による運動負荷時の全身血流分布率の評価. *核医学* **21**: 1109, 1984
- 10) Guyton AC: *Arterial pressure and hypertension*. WB Saunders, Philadelphia, 1980
- 11) 尾前照雄: 高血圧の成因. *日本臨床* **42**: 240-241, 1984
- 12) Hall JH, Granger JP: Renal Hemodynamics of Angiotensin II: Interaction with Tubuloglomerular Feedback. *Am J Physiol* **245**: R166, 1983

Summary

Exercise Renography with Two-times Injection of ^{99m}Tc -DTPA at a Short Interval —Deconvolution Analysis in Normal Subjects and Patients with Essential Hypertension—

Yasushi KUBOTA*, Kenji MIYAO*, Thoru MINEO*, Yasushi OKAJIMA*,
Sigehiro KUSUOKA*, Minoru MURATA**, Hideyuki KOTERA**,
Chikahisa YAMADA**, Hiroki SUGIHARA***, Haruhiko ADACHI***,
Masato YAMASHITA**** and Minoru HOSOB*****

*Department of Internal Medicine, **Department of Radiology, Kyoto Second Red Cross Hospital

Department of Second Internal Medicine, *Department of Radiology,

Kyoto Prefectural University of Medicine

*****Shimadzu Corporation

We devised a concise method of renographies with two-times injection of ^{99m}Tc -DTPA at a short interval. The renographic data were analyzed by deconvolution method, and H_0 values, an index of renal function, was calculated. A first renography was performed at resting state, and at approximately 30 min after it a second study was performed either at resting stage ($n=13$) or during exercise given by upright ergometer ($n=18$). There is a good correlation ($R=0.97$) between the two H_0 values in the same patients ($n=13$) at resting state. This may prove the validity of this method. H_0 values

in exercise were decreased both in normal subjects ($n=9$) and in hypertensive patients ($n=9$). The rate of changes in H_0 values was significantly larger in hypertensive patients ($p<0.01$) than in normal subjects. These results may indicate that the renal circulation was impaired in hypertension. And this two-times injection method of renography is useful in evaluating renal circulation on various conditions.

Key words: Exercise renography, ^{99m}Tc -DTPA, Deconvolution analysis, Two-times injection method, Essential hypertension.