原 著

2 核種混合レノグラムの定量解析

京都大学医学部附属病院放射線部

新 保 多 加 子

(論文受理: 1982年5月14日)

(最終論文受理: 1982年7月16日)

(Code No. 32110, 311)

Key Words: Renogram, RPF, GFR, ^{131}I -Hippuran, ^{111}In -DTPA

QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE TWO-NUCLIDE RENOGRAM

TAKAKO SHINPO

The Clinical Radioisotope Division, Kyoto University
School of Medicine, Kyoto

(Article received; May, 14, 1982)

Summary

Renogram curves of two nuclides were obtained by simultaneous using a mixture solution of ^{131}I -Hippuran and ^{111}In -DTPA.

In this report, a simple quantitative analysis method for obtaining RPF and GFR from these renogram curves was investigated.

These results closely approximate the RPF and GFR values which were obtained from conventional renal clearance test.

1. はじめに

京大病院では、 ^{131}I -Hippuran と ^{111}In -DTPA の混合液を投与して2核種同時レノグラムを描かせ、注射後25分に採尿し、その尿中排泄率を用いたシミュレーション解析¹⁾²⁾によって RPF (Renal Plasma Flow), GFR (Glomerular Filtration Rate) の定量を日常のルチンにしている。この方法ではシミュレーション不能の case が意外に多いこと、尿中排泄率に大きく依存していること、解析に時間がかかり過ぎるなどの欠点がある。そこで尿中排泄率に依存せず、如何なる renogram curve にも適応でき、しかも renogram curve そのものから RPF,

GFR の近似値を与える RPF index, GFR index が同時に短時間に簡単な方法で計算できることを最大の目的に本法を考案した。

2. 方 法

2.1 レノグラム計測

患者には検査30分前に 300~400 ml の水負荷を行い、仰臥位にて ^{131}I -Hippuran 0.555~0.74 MBq (15~20 μCi) と ^{111}In -DTPA 1.48~1.85 MBq (40~50 μCi) の混合液を肘静脈から急速一回投与した。

装置は島津特製仰臥位レノグラム装置 (UTC-12 形) を使用した。左右腎部および膀胱部の検出器をそれぞれ

```
*****
RPF 646.7 ML/MIN.
(R RPF= 673 L RPF= 620.4 )
      ( R/L 51.3 / 48.6 )
DEAD TIME R= 2 MIN L= 2 MIN
MEAN TRANSIT TIME R= 5.8 MIN L= 5.9 MIN
      ( T 3/4 ) R= 4 MIN L= 4.5 MIN
GFR 177.7 ML/MIN.
(R GFR= 181.9 L GFR= 173.5 )
      ( R/L 51.4 / 48.5 )
DEAD TIME R= 2 MIN L= 2 MIN
MEAN TRANSIT TIME R= 7.8 MIN L= 7.9 MIN
      ( T 19/20 ) R= 3 MIN L= 3.5 MIN
FF .27
NOMAL RANGE RPF(435-700),GFR(85-150),FF(0.19-0.23)
*****
```

RPF: 635 ml/min, GFR: 172 ml/min, FF: 0.27

シミュレーション解析は腎における RI の転送機転、体内 RI 分布をモデル化して、アナログ計算機によるシミュレーションを行い^{11,12)}、後にデジタル計算機に変換して現在ルチンに使用している。この方法は正常腎機能の生理的モデルに従い、注射後25分の尿中排泄率を用いて定量的に RPF, GFR を算出しており、正常腎機能のレノグラム解析としてはその有用性が評価されている (Fig. 3 は Fig. 2 の症例のシミュレーション解析であ

2 核種混合レノグラムの定量解析 (新保)

(a)

(b)

Fig. 3. Case 1, 21 years old male.

Quantitative analysis by the computer simulation using excretion ratio in the urine.

(a): ^{131}I -Hippuran Renogram

(b): ^{111}In -DTPA Renogram

Fig. 4. Correlation between simulated RPF, GFR and RPF index, GFR index in the cases of the normal renogram.

る)。

そこで正常レノグラム30例についてシミュレーション解析により計算されたRPF, GFRとRPF index, GFR indexを比較検討して非常に良い相関が得られたので (Fig. 4), さらに一定期間の全患者100例につき比較検討した。Fig. 5はRPFをC点を10分にとったindex 10'とC点を15分にとったindex 15'とを比較したものである。C点を10分にとった場合, 中程に落ちこみがみられるのは, indexは左右別々に計算して平均したもの

を用いているので, 左右差のある異常レノグラムでは当然平均値が低下するための現象である。また片方の腎機能が正常の場合には, 注射後25分の尿中排泄率は良好なため, シミュレーション解析では正常に計算されるからである。

C点の時間を長く取れば取るほどRPF indexは高く計算され, 萎縮腎レノグラム以外は, それは除々に均一化されるであろう。そのため10分間と言う短い時間内における変化を, 左右別に捕える意義は大きいと考えた。同一患者でもC点を10分にとった場合と, 15分にとった場合

とはかなり異なることが判る。Fig. 6に示す histogramの分布状態においても, C点は10分にとる方が妥当であると判断した。

Fig. 7はGFRについてもRPFと同様な比較をしたものである。正常範囲のGFRに対してGFR indexでは200以上のものがみられるが, これはプレドニン等の使用により機能が著しく亢進しているためである。Fig. 8に示す histogramではGFR index 10'の平均値および分布は妥当であると判断した。

Fig. 5. Relationship between RPF and the renogram indices.

Fig. 6. Histogram of RPF and the renogram indices.

Fig. 7. Relationship between GFR and the renogram indices.

3. 結果および考察

一日の測定患者8人に対するレノグラム計測時間約3時間に対して、シミュレーション解析による定量法は、一解析に10分～15分かかる上に Hippuran renogram と DTPA renogram を同時に解析できない (Fig. 3). また排泄率計算 (尿処理, 尿中放射能測定を含む) に1時間30分を要し, RPF, GFR を算出するまでに約5時間費さねばならない. 本法では20分で可能である.

シミュレーション解析による MTT の計算方法は, renogram curve の down slope からシミュレーションにより time constant を決め, それに最高ピークまでの時間 dead time を加えたものにより算出している. その MTT と Hippuran curve の $T_{3/4}$ とは相関係数0.96であり, DTPA curve の $T_{19/20}$ とは0.98とよく一致した (Fig. 9 に示す).

また正常レノグラム30例については, シミュレーション解析によって算出した RPF と, RPF index は相関係

2 核種混合レノグラムの定量解析 (新保)

Fig. 8. Histograms of GFR and the renogram indices.

数0.94であり、GFR と、GFR index は0.95で非常によく一致した (Fig. 4). Fig. 2 に示す正常レノグラムでは、尿中排泄率を用いたシミュレーション解析によって計算された RPF, GFR とよく一致する。Fig. 10 は慢性腎炎の左右差のある異常レノグラムで、機能の良好な右

腎はシミュレーション解析によって計算された RPF, GFR とよく一致する。しかし左腎に RI の排泄遅延と機能低下がみられる症例であるが、左 RPF 304, 左 GFR 68 は尿中排泄率によるシミュレーション解析では捕えにくい。

また慢性腎炎の患者で治療を打切ったあと、follow up のため1年に1回位の割合でレノグラム計測をしている場合が多々ある。除々にあるいは間欠的に renogram curve が低下しても、尿中排泄率は良好に保たれている場合がかなりある。そのためシミュレーション解析による定量法では RPF, GFR には余り変化はみられないので、腎機能の低下を見逃す場合がある。しかしこのような場合にはその1年後位から尿中排泄率にも除々に低下がみられ始め、さらにその1年後には機能低下が歴然とする。本法では renogram curve が低下すれば数値でそれを左右別に知ることができるので、腎機能の変化を早期に知ることができ、腎機能を厳しくチェックできる。

Fig. 11 は心臓疾患で腎血流が低下しているため、本法はシミュレーション解析により算出された RPF より低値に計算されているが、GFR はよく一致している。

Table 1 は SLE 患者の1カ月毎に施行した腎クリアランス試験⁵⁾と renogram のデータである。シミュレーション解析法ではあまり変化はみられない。本法では治療により一時 renogram curve は低下しているが、再びよく改善されたことが判る。

本法は renogram curve を数値化して定性的に観察し、しかもそれは RPF, GFR の近似値であることを確認した。また腎機能の少しの変化、異常も捕えることができるので、腎機能障害の早期発見、治療経過の観察に非常に適していると考える。

4. ま と め

1. Renogram curve そのものを解析するので尿中排泄率に依存したシミュレーション解析のように解析不可能な場合はない。

2. 非常に短時間に RPF, GFR の近似値が得られる。

3. 腎機能障害の早期発見、治療経過を観察するのに適している。

稿を終るにあたり、御指導下さいました当院内科第三講座田村忠雄先生、当教室湊小太郎先生、向井孝夫先生に厚く御礼申し上げます。

Fig. 9. Correlation between MTT by the computer simulation analysis and T3/4, T19/20 by the renogram index.
(a): ¹³¹I-Hippuran Renogram
(b): ¹¹¹In-DTPA Renogram

RPF: 560 ml/min, GFR: 116 ml/min, FF: 0.21

RPF: 430 ml/min, GFR: 108 ml/min, FF: 0.25

2 核種混合レノグラムの定量解析 (新保)

- とその応用. 臨床 ME, 5(3), May, (1981)
- 2) 平川顕名: アイソトープ体外計測. 日本臨床, 39, 2509-2517, (7, 1981)
- 3) 新保多加子: ^{131}I -Hippuran, ^{111}In -DTPA 2 核種混合レノグラムの検討. 日放技学誌, 38(5), 678~690, (1982)
- 4) Hirakawa A and Corcoran AC: ^{131}I -O-iodohippu- rate excretion and a quantitative formulation of the radioisotope renogram as indices of bilateral and unilateral renal functions. J. Lab. & Clin. Med., 61(5), 795-897, (May, 1963)
- 5) 浦壁重治, 折田義正, 小山紀久子, 他: 腎機能検査法(3) RPF, GFR の 1 回静注測定法. 臨床検査, 9, 584-593, (1965)