

GFR の評価におけるボラス静注の重要性

高山 輝彦, 中嶋 憲一, 絹谷 清剛
山本和香子, 道岸 隆敏, 利波 紀久

要 旨

腎機能が経過観察されている症例で、算出されたままの GFR 値を報告したところ、主治医から再検討を依頼された。画像およびレノグラムの見直しにより、GFR が過小評価された原因はボラス静注の不良と考えられた。時間の遅れを加味して再評価したところ、「前回の GFR 値と著変なし」の結果が得られた。長期加療の患者では太い静脈の確保が困難な例も少なくないが、RI のボラス注入が不良の際には不正確となることが再認識された。

はじめに

^{99m}Tc -DTPA 腎スキャンによる GFR の評価は広く行われている。今回、GFR の評価にはボラス静注が欠かせないことを再認識させられた 1 例を経験したので報告する。

症 例

症 例: 男性, 44 歳

主 訴: 腎機能低下

既往歴: 42 歳 左腎盂尿管移行部 (UPJ) 狭窄のため腎盂形成術施行

現病歴および経過: 2 年前の 7 月に手術を受けて以来、泌尿器科外来で経過観察されていた。本年 2 月に 5 回目の ^{99m}Tc -DTPA 腎スキャンが施行され、左腎 GFR 8.0 ml/min, 右腎 GFR 31.3 ml/min, 全腎 GFR 39.3 ml/min の値が得られた。前回 (1 年

5 カ月前) の左腎 GFR 10.8 ml/min, 右腎 GFR 46.7 ml/min, 全腎 GFR 57.5 ml/min に比べ低値を示したことから、「左腎機能低下, および両腎とも前回に比べ機能低下の傾向にある」と報告された。

健側腎の GFR 低下について、報告を受けた泌尿器科の主治医、患者本人、当院看護婦の妻の間で原因の詮索が行われたが、思い当たるものはなく、核医学科に読影の再検討が依頼された。

画像の再検討: 今回と前回の検査方法は同一条件で施行された。すなわち、 ^{99m}Tc -DTPA の投与量 (300 MBq), 装置 (ガンマカメラ: 東芝社製 GCA-901 A/W 2, データ処理装置: GMS-550 U), データ収集法 (1 秒/フレーム \times 80 秒 + 20 秒/フレーム \times 56 フレーム), 撮像条件 (5 秒/フレーム \times 16 フレーム + 80 秒/フレーム \times 15 フレーム), データ処理 (腎, バックグラウンドなどの関心領域 (ROI) の設定) に差はみられなかった。

前回検査時の RI アンギオグラフィでは、最初に心と肺が描画され、ひき続き大動脈が腹部正中に明瞭に認められる。右腎の血流は良好で大動脈に続いて右腎が描画されるが、左腎の描画は不明瞭で血流の低下を示している (Fig. 1 A)。連続イメージでも RI 集積の左右差は明瞭で、左腎の機能低下を示す (Fig. 1 B)。一方、今回の RI アンギオグラフィでは心臓に相当する部位に RI の集積が認められず、また肺への集積も明らかに少なく、かつ腹部大動脈も同定し難い (Fig. 2 A)。連続イメージでも腎部は遅れて描画されている (Fig. 2 B)。レノグラム (時間

The significance of bolus injection in estimating glomerular filtration rate

Teruhiko Takayama, Kenichi Nakajima, Seigo Kinuya, Wakako Yamamoto, Takatoshi Michigishi, Norihisa Tonami

Department of Nuclear Medicine, Kanazawa University Hospital
金沢大学医学部附属病院 〒920 金沢市宝町 13-1

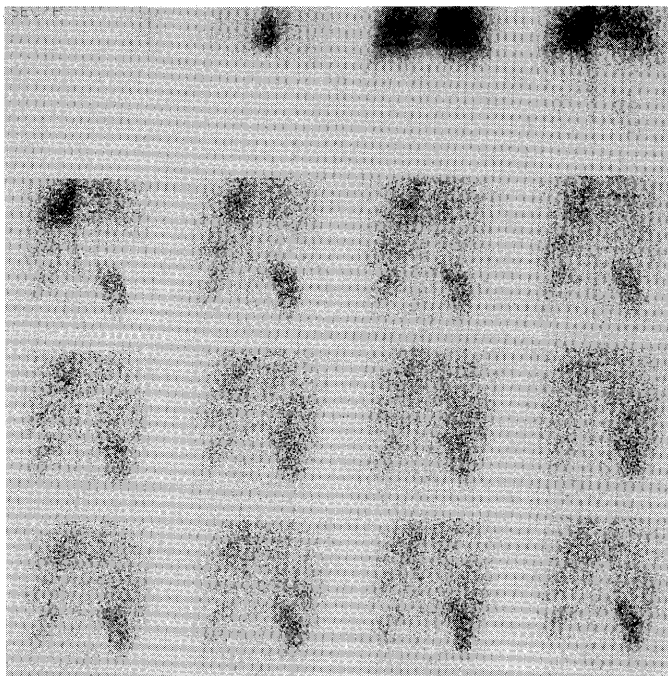


Fig. 1(A) Dynamic images (5 sec/frame)

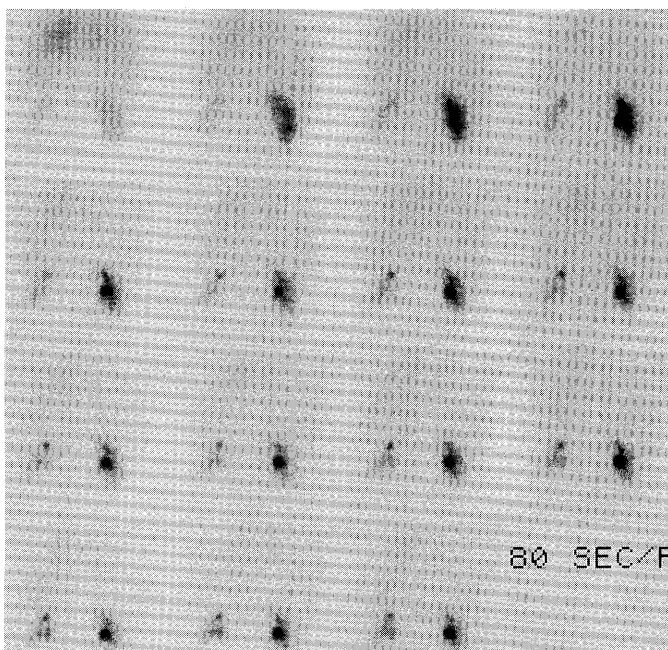


Fig. 1(B) Serial images (80 sec/frame)

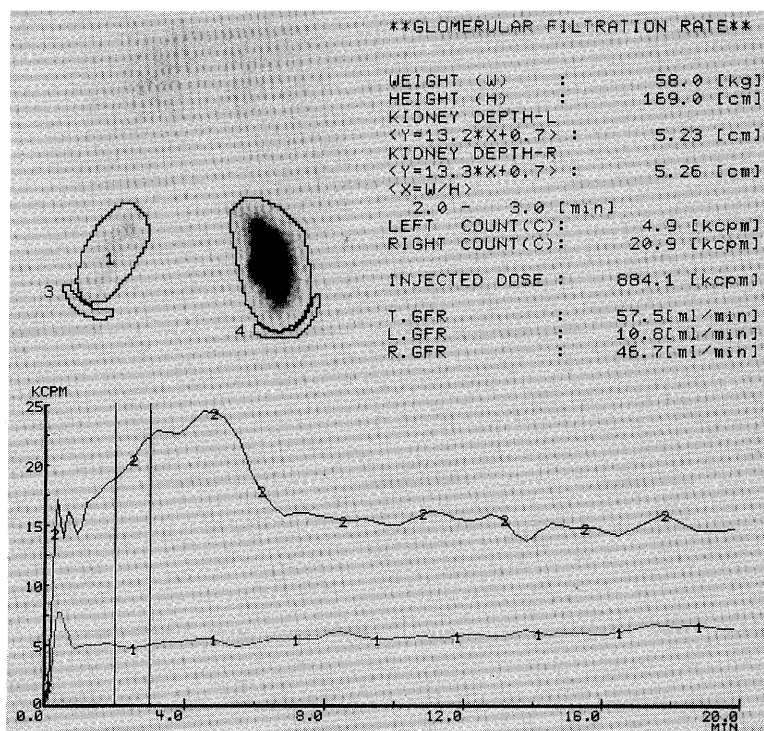


Fig. 1(C) Time-activity curve
^{99m}Tc-DTPA scanning in the previous study.

一放射能曲線, TAC) も前回 (Fig. 1C) は血流相で急峻な上昇を示しているが, 今回の TAC では両側とも上昇がゆるやかでボーラスの不良を示している (Fig. 2C). Tmax, T 3/4 は, 前回の左腎で各々 0.3 分, 20 分, 右腎で各々 2.3 分, 5 分であり, 今回は左腎で各々 18 分, 20 分, 右腎で各々 3.7 分, 12.3 分であった。

再検討の結果, ボーラス不良による誤差は約 1 分の時間遅れに相当すると考えられたため, 3-4 分を用いて再度データ処理を行ったところ, 左腎 GFR 10.5 ml/min, 右腎 GFR 43.9 ml/min, 全腎 GFR 54.4 ml/min と前回に近い値が得られた。過去の GFR 値と比較すると, 今回の再検討前の右腎 GFR, および全腎 GFR 値が特別に低いことがわかる (Table. 1)。

考 察

現在, 腎機能の評価には Gates 法を用いた GFR の算出が汎用されている¹⁾。これは注射後 2-3 分の腎摂取率がクレアチニン・クリアランスと良く相関

することから, 両者の間で導かれた回帰式を用いるものである²⁾。それまでのレノグラムを用いた半定量的方法に比べ GFR を数値で表わすことができることから, 臨床上きわめて重宝がられている。しかし, 落とし穴がないわけではない。GFR 値に影響を及ぼす因子は沢山あり, 検査条件やデータ処理の方法次第で値が大きく異なる欠点がある³⁾。さらに, ひとたび GFR 値なるものが算出されると, 数値自体が非常に大きな意味をもってくる。なぜなら報告を受けとる依頼医は画像について検討することはなく, 記載された GFR 値のみに固執すると思われるからである。GFR 値と同時に誤差も併記できれば良いのだが, 誤差の算出は非常に難しい。

GFR 値に影響を及ぼす技術的因子として, 唐木ら⁴⁾は, データ収集の開始時期, 腎部 ROI の大きさ, バックグラウンドの設定位置, および腎の深さの影響について 5 症例で検討している。データ収集の開始が 20 秒早くなると GFR は減少し, 20 秒遅くなると GFR は増加し, -9% から 13% の変動がみられたと報告している。RI の注入とデータ収集の開始時期

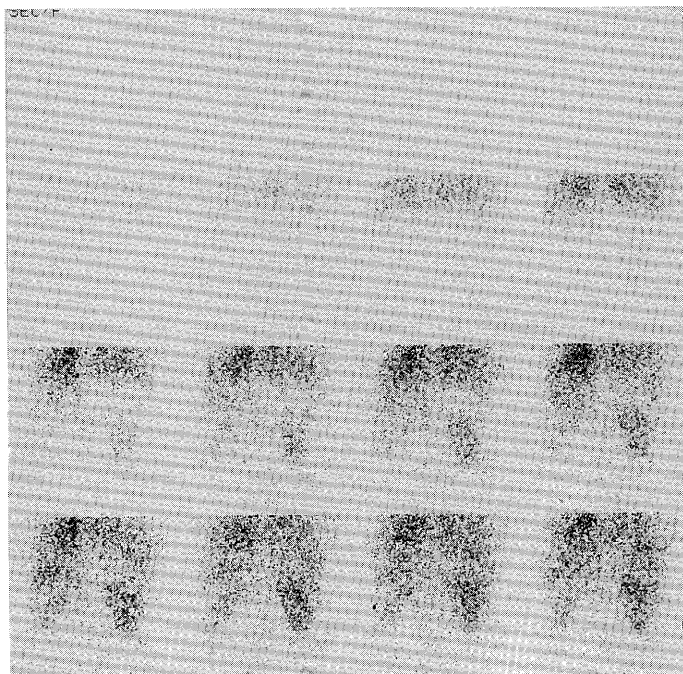


Fig. 2(A) Dynamic images (5 sec/frame)

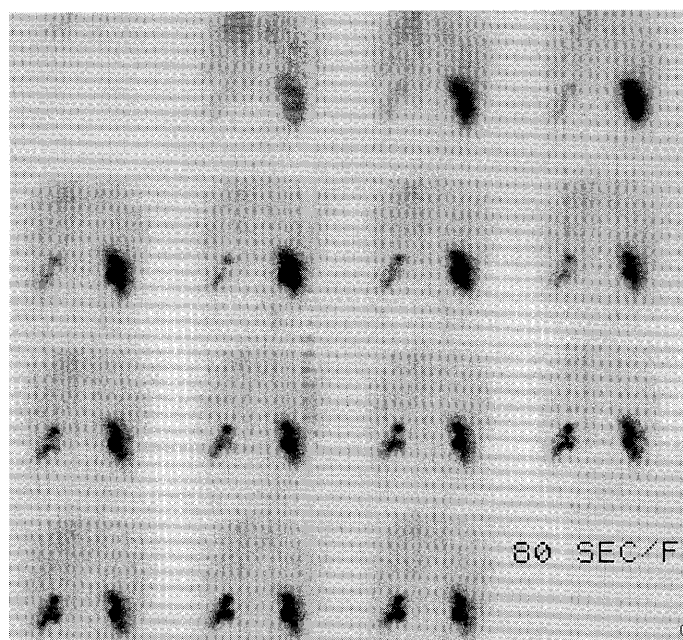


Fig. 2(B) Serial images (80 sec/frame)

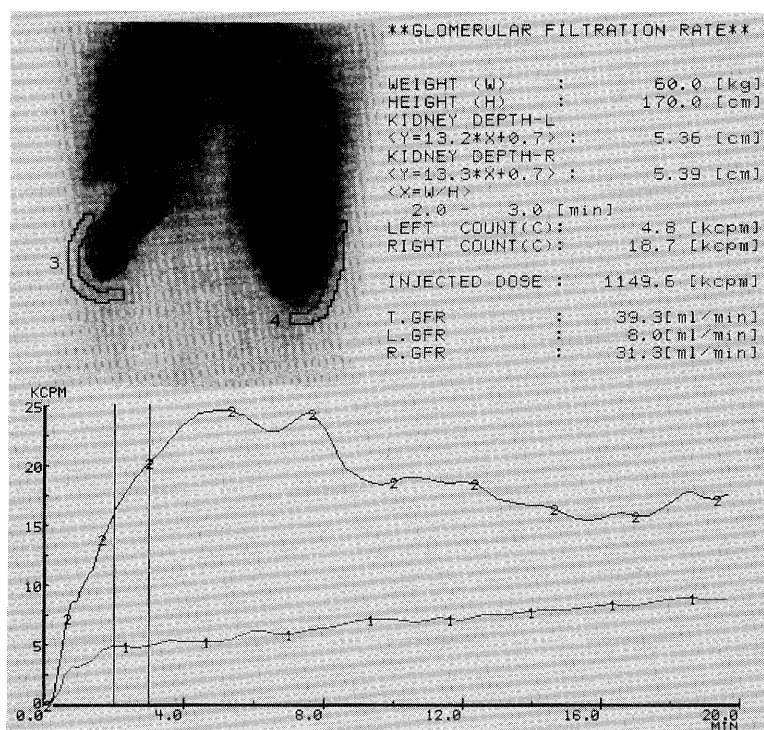


Fig. 2(C) Time-activity curve.
^{99m}Tc-DTPA scanning in the present study.

Table 1 Follow-up data of the split and total GFR in this patient

Date	L-GFR (ml/min)	R-GFR (ml/min)	T-GFR (ml/min)
'93. 7.27	7.8	51.7	59.5
'93.10.21	11.8	44.0	55.8
'94. 2.21	10.9	43.0	53.9
'94. 9.20	10.8	46.7	57.5
'96. 2.20	8.0	31.3	39.3
'96. 2.20	10.5	43.9	54.4

を合致させることは非常に重要であり、そのため Taylor ら⁵⁾は MAG 3 による ERPF の評価において、RI が腎に到達し始めた時間を正確に検出するソフトウェアを開発し、これを時間ゼロとして全検査で合致させる工夫をしている。

DTPA がボーラスされたか否かを画像で判定するには、腹部大動脈の描画の有無を検討するのが有用である。われわれは先に ^{99m}Tc-MAG 3, ^{99m}Tc-DTPA, および ¹²³I-OIH を用いて腎機能の評価を比

較した際に、腹部大動脈の描画について検討した⁶⁾。^{99m}Tc-MAG 3 では 15 例中 15 例 (100%), ^{99m}Tc-DTPA では 15 例中 14 例 (93.3%) で腹部大動脈が鮮明に描画されたが、¹²³I-OIH では対象とした 12 例全例で腹部大動脈は描画されなかった。この主な理由は、OIH の投与量 37 MBq が MAG 3 や DTPA の 300 MBq に比べ約 1/8 と少ないためである。通常、投与量が 300 MBq ならば腹部大動脈は描画される。RI アンギオグラフィとして腹部大動脈や腸骨動脈などの大血管を鮮明に描画するためには、370 MBq 以上の投与量を用いるのが好ましい。しかし、投与量を増やすと、投与前の注射器をガンカメラで測定する際に数え落としを生ずることになる。Gates⁷⁾は、RI アンギオグラフィと GFR の評価を併用するために、投与前の注射器の測定に際しビニル鉛シートで包んだポリビニルクロライドのパイプを使用して、線量を減弱させる工夫をしている。

摂取率測定の最適時間については、Gates は 2-3 分の摂取率、Schelegel ら⁸⁾は ERPF の算出において 1-2 分の摂取率を用いている。Taylor ら⁵⁾は 1-2

分, 1.5-2.5 分, 2-3 分の 3 種類の時間について検討し, いずれも良い相関が得られたとして, 時間ごとに係数に異なる回帰式を報告している。おそらく 3 分以内ならばどの時間も使用できると考えられるが, いずれの場合にもボーラス注入が大前提となっている。今回のようにボーラス注入されないと誤差は大きくなり, 信頼度が低下する。

腎機能が経過観察されている症例において, GFR や ERPF の値が軽度変化した際に, それが早期の病的変化なのか, あるいは誤差であるのかを判断するのは非常に難しい。臨床情報は大いに参考になるが, 他の情報なしに判断せざるを得ない場合も多い。曖昧な報告書は依頼医を困惑させるし, 断定的な誤った記述では, 不要の検査を追加させる。1 枚の報告書を作成するにも細心の注意が必要である。

文 献

- 1) 油野民雄, 高山輝彦, 中嶋憲一, 瀬戸幹人, 利波紀久, 久田欣一, ほか: ^{99m}Tc -DTPA 腎摂取率法を用いた GFR 測定による分腎機能評価. 核医学 22: 1781-1787, 1985.
- 2) Gates GF: Glomerular filtration rate: Estimation from fractional renal accumulation of ^{99m}Tc -DTPA (stannous). AJR 138: 565-570, 1982.
- 3) Awdeh M, Kouris K, Hassan IM, Abdel-dayem HM: Factors affecting the Gates' measurement of glomerular filtration rate. Am J physiol imaging 5: 36-41, 1990.
- 4) 唐木克也, 関本 繁, 中嶋憲一, 今井啓子, 高山輝彦: Gates 法による GFR の測定に影響を及ぼす技術的因子. 核医学画像診断 3: 31-34, 1988.
- 5) Taylor A, Corrigan PL, Galt J, Garcia EV, Folks R, Jones M, et al: Measuring Tc-99m MAG3 clearance with an improved camera based method. J Nucl Med 36: 1689-1695, 1995.
- 6) 高山輝彦, 油野民雄, 秀毛範至, 横山邦彦, 道岸隆敏, 孫 保福, ほか: ^{99m}Tc -MAG3 による腎機能評価. — ^{123}I -OIH および ^{99m}Tc -DTPA との比較—. 核医学 30: 753-760, 1993.
- 7) Gates GF: A dose-attenuation shield for use in glomerular filtration rate computations. A method for combined renal scintiangiography and functional quantification. Clin Nucl Med 16: 73-78, 1991.
- 8) Schlegel JU, Halikiopoulos HL, Plima R: Determination of filtration fraction using the gamma scintillation camera. J Urol 122: 447-450, 1979.