

# Gates 法による GFR の測定に及ぼす技術的因子

唐木 克也 関本 繁 中嶋 憲一\*  
今井 啓子\* 高山 輝彦\*\*

## 要 旨

Gates<sup>1)</sup>の方法による GFR の測定に影響を及ぼすと考えられる技術的因子について検討した。即ち、データ収集の開始時期、腎部 ROI の大きさ、BKG の設定部位および腎の深さの 4 因子である。このうち腎部 ROI の大きさが最も重要と考えられた。BKG は通常用いている腎下部が最も好ましかった。データ収集開始時期や腎の深さも少なからず影響した。

## はじめに

Gates の方法による GFR の測定は、手技的に簡便で精度もほぼ満足しうることから分腎機能の定量的評価法として日常臨床に広く使用されている<sup>2)</sup>。しかしながら、その解析には多くの因子が含まれており偏差の原因となっている。定量的評価の観点からは偏差はできるだけ小さい方が好ましく、また、より正確な評価のためには因子の変動による偏差の程度を知っておくことが重要である。それゆえ GFR におよぼす因子の影響について検討を試みた。

## 対象と方法

Table 1 に示すように通常の方法で得られた Total GFR が 24, 56, 68, 84, 120 ml/min の患者 5 人を対象とした。<sup>99m</sup>Tc-DTPA (第一ラジオアイソトープ研究所製) 6 mCi を静注後 5 秒/Frame で 60 秒間アンギオグラフィを撮像しその後 20 秒/Frame, 60 Frame でデータをコンピュータに記録

した。使用カメラは東芝 GCA 401-5 で低エネルギー高分解能コリメータを用いた。データ処理には GMS-55 A を用いた。

Gates の式は、

$$GFR = \frac{(right\ renal\ counts - BKG) / e^{-\mu dr} + (left\ renal\ counts - BKG) / e^{-\mu dl}}{preinjection - postinjection\ counts} \times 100 \times 9.81272 - 6.82519 \dots \dots \dots (1)$$

で表される。ここで  $\mu = 0.153$  (軟部組織に対する<sup>99m</sup>Tc の  $\gamma$  線の線減弱係数) である。また dr, dl は腎の深さで体重 W (kg), 身長 H (cm) とすると T $\phi$ nnesen<sup>3)</sup> により

$$右腎の深さ\ dr = 13.3 (W/H) + 0.7 (cm) \dots \dots (2)$$

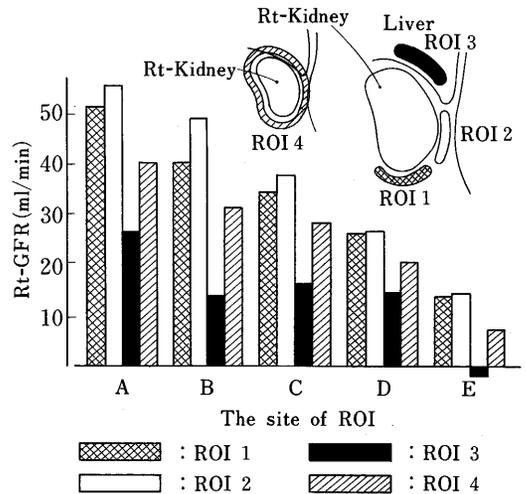


Fig. 1 Correlation between ROI of Rt-Kidney and Rt-GFR.

Technical factors affecting the measurement of GFR by Gates' method

Katsuya Karaki, Shigeru Sekimoto, Kenichi Nakajima\* Keiko Imai\*, Teruhiko Takayama\*\*

Department of Nuclear Medicine, Kaga Central Hospital

\*Department of Nuclear Medicine, Kanazawa University School of Medicine, \*\*School of Allied Medical Professions

公立加賀中央病院 〒922 加賀市大聖寺八間道 65, \*金沢大学核医学教室 〒920 金沢市宝町 13-1,

\*\*金沢大学医療技術短期大学 〒920 金沢市小立野 5 丁目 11 番 80

**Table 1** Summary of five patients.

No.	Age	Sex	Disease	Height (cm)	Weight (kg)	Total GFR (ml/min)	Rt-GFR (ml/min)	Rt-GFR (%)
A	34	M	Hypertention	155.6	71.5	120	51.4	42.8
B	46	F	I-upj stenosis	151.0	45.0	84	40.8	48.6
C	39	M	CGN	165.0	60.0	68	34.5	50.7
D	61	M	Nephrotic Syndrome	162.5	53.0	56	26.2	46.8
E	70	M	Collagen Disease susp.	163.5	59.0	24	14.6	60.8

**Table 2** Correlation between time to the begining of counting after injection and Rt-GFR.

No.	80 (SEC) GFR(ml/min)	60 (SEC) GFR(ml/min)		100 (SEC) GFR(ml/min)	
A	51.4	49.1	-4%	53.9	+ 4%
B	40.8	37.0	-9%	44.2	+ 8%
C	34.5	32.6	-6%	39.2	+13%
D	26.2	24.5	-6%	26.2	0%
E	14.6	14.3	-2%	14.4	- 1%

**Table 3** Correlation between ROI of Rt-Kidney and Rt-GFR.

No.	Standard ROI GFR(ml/min)	Small ROI(-30%) GFR(ml/min)		Large ROI(+30%) GFR(ml/min)	
A	51.4	42.7	-17%	60.4	+17%
B	40.8	32.8	-19%	46.9	+15%
C	34.5	30.9	-10%	38.4	+11%
D	26.2	22.0	-16%	29.3	+12%
E	14.3	11.2	-23%	17.7	+21%

左腎の深さ  $dl=13.2 (W/H)+0.7 (cm) \dots\dots(3)$  で表される。

今回検討した因子は以下のものである。

**(1) データ収集の開始時期**

通常はアイソトープ静注後 80 秒から 1 分間のカウント数を収集して GFR を算出している。同じ 1 分間のデータ収集でも収集の開始が静注 60 秒後および 100 秒後と 20 秒ずれた場合にはどうなるか。

**(2) 腎部 ROI の大きさ**

右腎の ROI の大きさを最適 ROI と思われる通常 の大きさに対して面積で約 30% 増減した場合には、どうなるか。

**(3) バックグラウンド (BKG) の設定部位**

Fig.1 に示すように BKG の ROI を通常の腎下部 (ROI 1) のほか、腎側部 (ROI 2)、腎斜上部 (ROI 3)、および腎外周から少し離して全周性 (ROI 4) にとった場合にはどうなるか。

**(4) 腎の深さ補正**

通常用いている T $\phi$ nnesen の式による深さに対して 1cm 増減した値を用いた場合にはどうなるか。

以上についていずれも右腎で検討した。

**結果**

**(1) データ収集の開始時期**

Table 2 に示すように収集開始が早くなると

Table 4 Correlation between the site of BKG and Rt-GFR.

No.	BKG ROI 1 GFR (ml/min)	BKG ROI 2 GFR (ml/min)	BKG ROI 3 GFR (ml/min)	BKG ROI 4 GFR (ml/min)
A	51.4	55.5 + 7%	26.4 - 49%	40.5 - 21%
B	40.8	48.9 +10%	14.0 - 66%	31.7 - 22%
C	34.5	37.9 + 9%	16.9 - 51%	28.2 - 18%
D	26.2	26.7 + 2%	14.4 - 45%	20.5 - 20%
E	14.6	14.8 + 1%	-1.6 -111%	7.5 - 48%

Table 5 Correlation between Rt-renal depth and Rt-GFR.

No.	Standard depth GFR(ml/min)	Shallow depth(-1cm) GFR(ml/min)	Deep depth(+1cm) GFR(ml/min)
A	51.4	43.6 -15%	60.5 +18%
B	40.8	34.5 -15%	48.0 +18%
C	34.5	29.1 -16%	40.8 +18%
D	26.2	22.0 -16%	31.0 +18%
E	14.6	12.0 -16%	17.5 +20%

GFR は減少し、収集開始が遅くなると GFR は増加した。変動の程度は-9% から+13% であった。

### (2) 腎部 ROI の大きさ

Table 3 に示すように ROI を小さくとると GFR は減少し、ROI を大きくとると GFR は増加した。変動の程度は-23% から+21% であった。

### (3) BKG の設定

Table 4 に示すように BKG の ROI の位置によって GFR は変化した。変動の程度は-111% から+10% であった。

### (4) 腎の深さ

Table 5 に示すように T $\phi$ nnesen の式により求めた深さよりも浅くすると GFR は減少し、深くすると GFR は増加した。変動の程度は 1 cm 浅い場合-15%~-16%、1 cm 深い場合+18%~+20% であった。

## 考 察

データ収集の開始時期について Gates<sup>1)</sup> は 120 秒後、伊藤ら<sup>4)</sup> は 60 秒後としている。今回の検討では、20 秒ずれると最高 13% の変動がみられたが、10% をこえたものは 1 例のみで他の因子の変動に比べ大きくなかった。

腎部 ROI の大きさについて、面積を 30% 減少す

ると GFR は最高 23% 減少し、また 30% 増加すると GFR は最高 21% 増加した。30% という値は任意に設定したものであり trial and error 法によってピクセル数を用いて求めたおよその値である。30% よりも大きくとると GFR を更に過大評価すると思われる。

BKG については ROI を全周性にとった場合 (ROI 4) および腎斜上部にとった場合 (ROI 3) にはいずれも GFR は減少した。これは ROI の中に肝臓が含まれ、BKG が高くなることが原因と考えられた。また、腎側部に ROI をとった場合 (ROI 2) には、いずれも GFR は増加した。この場合には、ROI が体からはみだすことによる BKG の低下が考えられた。それゆえ、今回の検討では BKG の位置として通常の腎下部が最も好ましいと考えられた。

腎の深さについて T $\phi$ nnesen の式による値を 1 cm 増減すると GFR は 15%~20% 変動した。これは他の因子による変動に比べてそれほど低くはなかった。伊藤綱朗ら<sup>4)</sup> は、超音波法で腎の深さを実測し T $\phi$ nnesen の式にかわるものとして

$$\text{右腎の深さ } dr = 16.55 (W/H) + 0.66 \dots (4)$$

$$\text{左腎の深さ } dl = 17.05 (W/H) + 0.13 \dots (5)$$

を提唱している。Table 6 に示すように伊藤の式で

**Table 6** The depth of Rt-Kidney due to T $\phi$ nnesen's formula and Ito's formula.

No.	T $\phi$ nnesen's formula	T. Ito's formula	K. Ito's formula
A	6.80(cm)	8.26(cm) +21(%)	7.92(cm) +16(%)
B	4.66	5.59 +20	5.85 +25
C	5.53	6.89 +20	6.72 +21
D	5.03	6.06 +20	6.23 +23
E	5.50	6.63 +20	6.68 +21

は T $\phi$ nnesen の式に比べ 20% 深く評価している。また、伊藤和夫ら<sup>5)</sup>は、CT スキャン像から深さを測定して

$$\text{右腎の深さ } dr = 13.6361 (W/H)^{0.6996} \dots\dots (6)$$

$$\text{左腎の深さ } dl = 14.0285 (W/H)^{0.7554} \dots\dots (7)$$

を提唱している。しかし、実測した腎の深さをを用いて吸収補正を行っても Ccr との相関が改善されなかった、と報告している。

以上、今回検討した因子の中では、腎部 ROI の大きさが最も重要と思われた。特に手動で ROI を設定する場合には、再現性の問題、あるいは技師間の個人差等について検討の余地が残っている。また、個々の因子の影響は小さくても加算されて無視できなくなる可能性がある。分腎機能の評価に Gates の方法を使用した場合には、以上のことを考慮する必要がある。

## 文 献

- 1) Gates GF: Glomerular filtration rate: Estimation from fractional renal accumulation of <sup>99m</sup>Tc-DTPA (Stannous). AJR 138: 565-570, 1982
- 2) 油野民雄, 高山輝彦, 中嶋憲一, 他: <sup>99m</sup>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
- 3) T $\phi$ nnesen KH, Munck O, Hald T, et al: Influence on the renogram of variation in skin to kidney distance and the clinical importance hereof. Presented at the International Symposium Radionuclides in Nephrology, Berlin, April, 1974
- 4) 伊藤綱朗, 武田 寛, 豊田 俊, 他: <sup>99m</sup>Tc-DTPA 腎摂取率による糸球体濾過率の評価. 核医学 21: 1579-1586, 1984
- 5) 伊藤和夫, 荒川政憲: <sup>99m</sup>Tc-DTPA 腎摂取率による腎機能算出法 (Gates 法) の再評価. 核医学 24: 389-396, 1987