

Original Article

신장 Depth 측정 방법에 따른 GFR 값의 최적화

서울대학교병원

권형진 · 문일상 · 노경운 · 강건욱

Optimization of GFR value according to Kidney Depth Measurement Methods

Hyeong-Jin Kwon, Il-Sang Moon, Gyeong Woon Noh, and Keon Wook Kang

Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

Purpose

In patients with unusual kidney position after ^{99m}Tc -DTPA renal dynamic imaging study, the GFR(Glomerular Filtration Rate) values are significantly different according to the depth of the kidney. Thus, we tried to compare the difference of the GFR values between the depth measurement methods and in-vitro test. 30 adult patients who were subjected to renal study. 27 patients were in usual position and 3 patients were in unusual. 555 ± 37 MBq of ^{99m}Tc -DTPA was administrated to all patients. GE infinia gamma camera was used. GFR values were obtained in-vivo(gates method) and in-vitro(blood). The kidney depth in-vivo was calculated by three methods(tonnensen, manual, taylor). In-vitro, GFR was performed by blood test. Differences in the mean values of GFR and correlation between depth and GFR values were evaluated using the SPSS 12.0 statistical program. The GFR values for 27 patients with kidney in the usual position are as follows(1.tonnensen 2.manual 3.taylor 4.invitro); 69.3 ± 4.2 , 88.2 ± 5.6 , 77.8 ± 4.3 , 82.2 ± 5.8 ml/min. The three unusual cases are as follows, first(congenital renal anomaly): 66.4, 101.24, 69.07, 94.8 ml/min. second(transplantation kidney): 12.22, 29.99, 19.36, 23.5 ml/min. third(horseshoe kidney): 37.37, 93.54, 35.9, 92.5 ml/min. There was a difference between tonnensen and manual in the usual position of the kidney($p<0.05$). There was no significant difference between the other methods. However, there was a significant difference in case of the unusual position of the kidneys. Correlation analysis between both kidney depth and GFR value shows person correlation as follows; Rt kidney: 0.298, Lt kidney: 0.322. When compared with the GFR values in-vitro test, it was useful to calculate the GFR value by measuring the kidney depth using a manual formula in the unusual position of the kidneys. GFR values and kidney depth were significantly related.

Key Words

GFR(Glomerular Filtration Rate), tonnensen, taylor, Gates method

서 론

동적신장스캔은 신장에서 섭취되고, 배설되는 ^{99m}Tc -DTPA를 정맥주사한 후에 신장과 비뇨관을 동적으로 영상화하는 방법이다.¹⁾ 먼저 신장에서 첫 번째 순환 시에 급속히 방사능이 증가하는 시기를 제1상이라고 하며, 콩팥관류영상을 얻는 시기다.¹⁾ 제2상에서는 혈액내의 추적자가 지속적으로 신장에서 추출되는 시기이고 혈액내의 추적자 농도가 급속하

게 감소한다.¹⁾ 이 시기는 콩팥기능과 관련이 있다. 본원에서는 체외검사, 동적신장스캔을 통하여 신장의 기능을 평가하고 있다. 체외검사는 혈액으로 평가하고 체내검사는 동적신장스캔을 통하여 Gates 방법으로 사구체여과율(GFR: Glomerular filtration rate)값을 구하여 신장의 기능을 평가하고 있다(Fig. 1). 이 Gates 방법의 정확성은 많은 요소의 영향을 받는다. 그중에서도 신장의 깊이가 가장 중요한 요소이다.²⁾ 정상적인 위치에 신장이 있는 환자들과 달리 비정상적인 위치에 신장이 있는 환자들의 경우 신장 깊이에 따라서 그 값이 상당히 다르다. 마제형(Horseshoe) 신장이나 선천적 신장 기형 환자들의 경우에는 적절한 치료 계획을 결정하기 위해서 정확한 신장 기능 평가가 중요하다.²⁾ GFR의 정확한 평가는 임상증상의 해석, 약의 복용량, 신장 질환의 관리 및 보호 고

• Received: September 16, 2019 Accepted: October 27, 2019
• Corresponding author: Hyeong Jin Kwon
• Department of Nuclear Medicine, Institute of Cancer Research, Seoul National University College of Medicine 101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea
Tel: +82-2-2072-3937, FAX: +82-2-745-7690
E-mail: rnjs8012@naver.com

리고 진행 평가에 대해서 필수적이다.²⁾ 그래서 본 논문은 신장 깊이를 측정방법들에 따른 GFR 값과 기준이 되는 체외검사 GFR 값과 비교 분석하여 내원하는 환자들에게 정확한 검사와 평가를 하고자 하였다.

$$\text{Gates method} = \% \text{ renal uptake} = \frac{\frac{Lt.kidney \text{ count} - \text{Background}}{e^{-0.153 \times \text{kidney depth}}} + \frac{Rt.kidney \text{ count} - \text{Background}}{e^{-0.153 \times \text{kidney depth}}}}{\text{Preinjection count} - \text{Postinjection count}} \times 100$$

$$\text{GFR}(mL/min) = (\% \text{ renal uptake}) \times 9.8127 - 6.82519$$

Fig. 1. gates method formula

실험재료 및 방법

1. 연구대상 및 방법

이 실험에 사용한 장비는 GE Healthcare Infinia Hawk eye 를 이용하였다(Fig 2). 연구대상으로는 내원한 환자 성인 30명 을 대상으로 하였다(27명: 정상적인 위치에 신장이 있는 환자, 3명: 특이한 위치에 신장이 있는 환자). 검사 30분 전 모든 환자 에게 500 ml 물을 드시게 하였고, 검사 전 장비는 환자 테이블 과 Detector 1, 2 사이의 거리를 각각 32 cm으로 하였다. 방사성 의약품은 ^{99m}Tc-DTPA 555 MBq를 사용하였고, 다음 그림과 같이 전체 주사기 계수(full syringe counts)를 측정하였다. 측정 조건은 stop on time method: 60 sec, matrix size: 256 × 256, zoom factor: 1.14로 하였다(Fig. 3). 측정 후 신장 동적영상검사를 시행하였다(flow: 1분, clearance: 20분). 검사 조건은 Feet first supine position, matrix size:128x128, zoom factor: 1.14, collimator: LEHR, energy: 140±10%로 하였다. 검사 종료 후 빈 주사기 계수(empty syringe counts)를 전체 주사기 계수와 같은 조건으로 측정하였고, 측정 조건도 같게 하였다. GFR 값은 체내검사와 체외검사로 각각 구하였다. 체내검사는 다음과 같이 3가지 방법들(a.tonnensen, b.taylor c.manual)로 신장의 깊이(depth)를 구하였다. 3가지 방법들의 공식은 다음과 같다.

a. tonnensen

$$\begin{aligned} \text{left}(cm) &= 13.2(\text{weight}/\text{height}) + 0.7, \\ \text{right}(cm) &= 13.3(\text{weight}/\text{height}) + 0.7 \end{aligned}$$

b. taylor

$$\begin{aligned} \text{left}(cm) &= 16.17(\text{weight}/\text{height}) + 0.027\text{age} - 0.94 \\ \text{right}(cm) &= 15.13(\text{weight}/\text{height}) + 0.022\text{age} - 0.077 \end{aligned}$$

c. manual (CT transverse image로 신장 깊이를 측정)

$$\text{left, right}(cm) = A + B / 2 \text{ (Fig. 4)}$$

체외검사는 혈액으로 GFR 값을 구하였고 모든 GFR 값의 기준은 체외검사로 하여 체내검사와 비교분석 하였다.



Fig. 2. GE Healthcare Infinia Hawk eye



Fig. 3. full syringe counts 측정

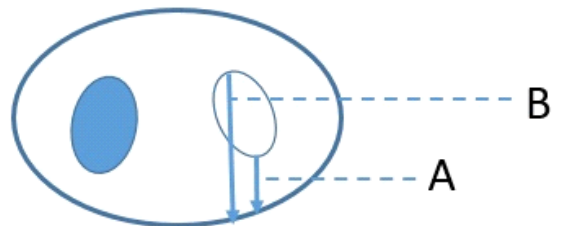


Fig. 4. 신장 깊이 측정(manual method)

2. 평가 방법

SPSS 12.0 통계프로그램을 이용하여 정상적인 위치에 신장이 있는 환자 27명에 대한 GFR 평균값과 각 집단에 대한 변동계수를 비교해 보았다. 그리고 신장의 깊이와 GFR 값과의 상관관계 분석해 보았다. 특이한 위치에 신장이 있는 환자들에 대해서는 각각의 GFR 값들을 비교해 보았고, 체외검사 GFR 값을 기준으로 차이가 얼마나 나는지 비교해 보았다.

결 과

정상적인 위치에 신장이 있는 환자들에 관한 결과는 다음과 같다(Table 1). 평균 GFR 값은 1)tonnensen: 69.3±4.2 ml/min, 2)manual:88.2±5.6 ml/min, 3)taylor:77.8±4.3 ml/min, 4)in-vitro:82.2±5.8 ml/min로 나타났다. 그래프로 비교결과 manual과 in-vitro GFR 값이 가장 비슷하였다(Fig 5). 3명의 특이한 위치에 신장이 있는 경우는 다음과 같다(Fig 6). 1)선천적 신장 기형(tonnensen:66.4, manual:101.24, taylor:69.07, in-vitro:94.8 ml/min) 2)신장 이식(tonnensen:12.22, manual:29.99, taylor:19.36, in-vitro:23.5 ml/min) 3)마제상 신장(tonnensen:37.37, manual:93.54, taylor:35.9, in-vitro:92.5 ml/min)으로 나타났다. in-vitro GFR 값을 기준으로 한 비교결과 첫 번째 환자의 경우는 tonnensen:42.0%, manual:6.7%, taylor:37.2% 차이가 났다. 두 번째 환자의 경우는 tonnensen:92.3%, manual:22.0%, taylor:21.3% 차이가 났다. 세 번째 환자의 경우는 tonnensen:147.0%, manual:2.0%, taylor:157.0% 차이가 났다.

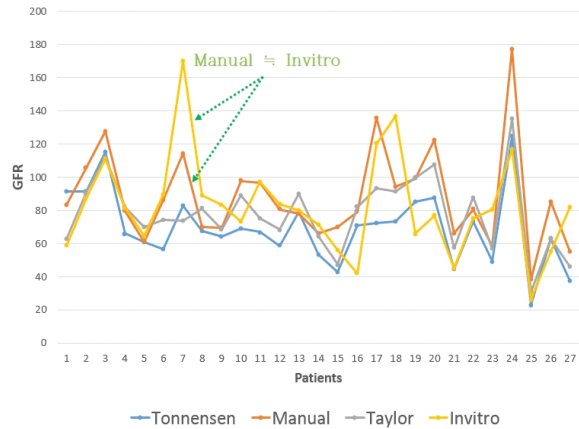
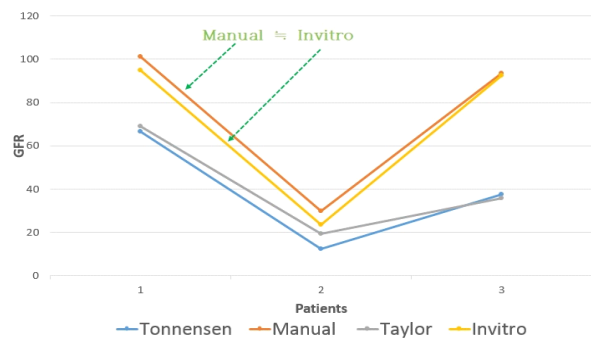


Fig. 5. 정상적인 위치에 신장이 있는 환자들에 대한 GFR 값의 비교



	1. patient	2. patient	3. patient
Tonnensen	42.0 %	Tonnensen 92.3 %	Tonnensen 147.0 %
Manual	6.4 %	Manual 22.0 %	Manual 2.0 %
Taylor	37.2 %	Taylor 21.3 %	Taylor 157.0 %

Fig. 6. 특이한 위치에 신장이 있는 환자들에 대한 GFR 값의 비교

	1.Tonnensen	2.Manual	3.Taylor	4.Invitr0
91.53	83.26	62.69	58.7	
91.48	105.68	90.78	87.1	
115.29	127.77	111.86	111	
66	79.75	82.12	81.4	
61.06	60.85	70.18	64.7	
56.62	86.38	74.4	89.5	
82.74	114.48	73.96	170	
67.66	69.99	81.03	89.1	
64.37	69.59	68.47	83.2	
69.22	97.86	89.18	73.2	
67.02	96.63	75.1	97.2	
58.76	80.73	68.36	83.7	
78.88	78.05	89.9	80	
53.13	66.27	64.38	71.5	
42.86	70.04	47.39	56.3	
70.91	79.19	82.06	41.9	
72.28	135.98	93.48	120.3	
75.41	94.54	91.61	136.7	
85.13	99.33	99.79	66	
87.81	122.44	107.86	76.9	
44.76	66.34	57.26	45.2	
73.34	80.67	87.94	75.4	
49.3	58.75	57.12	80.3	
124.54	177.4	135.29	116.9	
23.06	38.45	30.79	26.4	
62.68	85.26	62.9	55.2	
37.54	55.26	46.37	81.9	
Mean±SD	69.3±4.2	88.2±5.6	77.8±4.3	82.2±5.8

결론 및 고찰

본 연구를 통하여 정상적인 위치에 신장이 있는 환자들의 GFR 값은 체외검사와 비교한 결과 4가지 방법을 이용하여 신장의 깊이를 측정된 값으로 GFR 값은 유의미한 차이는 없다고 생각한다. 그리고 특이한 위치에 신장이 있는 환자들의 경우, 체외검사 GFR 값과 비교 결과 manual 방법으로 신장의 깊이를 측정하여 구한 GFR 값이 상당히 비슷한 것을 알 수 있었다. tonnensen, taylor 방법을 이용하여 GFR 값을 구한 것은 체외검사 GFR 값과 상당한 차이가 있었다. 그러므로 특이한 위치에 신장이 있는 환자들에 대한 GFR 값은 manual 방법을 통한 신장의 깊이를 측정하여 GFR 값을 구할 것으로 사료된다. 본 연구의 한계로는 골반 내에 신장이 있는 환자의 경우 뼈에 대한 감쇠보정을 하지 않고 GFR 값을 구하였다. 추후 연구를

통하여 보완해야 할 것이다.

요 약

GFR 검사는 신장의 기능을 평가하는 지표이다. 정확한 진단을 위해서 GFR 값은 상당히 중요하다. 체내검사와 체외검사-GFR 값을 비교하였고, 모든 GFR 값 기준은 체외검사로 하였다. 성인 환자 30명을 대상으로 하였다. 정상적인 위치에 신장이 있는 환자 27명과 특이한 위치에 신장이 있는 환자 3명(1. 선천적 신장 기형 환자, 2. 신장이식 환자, 3. 마제형 신장 환자)을 대상으로 하였다. 검사 장비로는 GE Healthcare Infinia Hawkeye SPECT를 사용하였다. 체내검사 방법은 검사 30분 전 물 500 ml를 드시게 하였고, 환자 table과 detector 1, 2의 거리를 32 cm으로 하였고, $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 555 MBq으로 전체 주사기 계수(full syringe counts)를 측정 후 신장 동적검사를 하였다(flow-1분, clearance-20분). 그리고 빈 주사기 계수(empty syringe counts)를 측정하였고, 3가지 방법(1. tonnensen 2. taylor 3. manual)으로 신장의 깊이를 측정하여 GFR 값을 구하였다. 모든 GFR 값은 gates method로 구하였다. 체외검사는 채혈을 통해서 GFR 값을 구하였다. 정상적인 위치에 있는 환

자들의 경우는 체내검사와 체외검사의 GFR 값은 유의미한 차이가 없었다 ($p > 0.05$). 하지만 특이한 위치에 신장이 있는 환자의 경우는 수동(manual)방법으로 신장의 깊이를 측정하여 구한 GFR 값이 체외검사 GFR 값과 상당히 비슷하게 나왔고, 편차는 다음과 같다(1.선천적 신장 기형 환자: 6.4%, 2. 신장이식 환자: 22.0%, 3번째 마제상 신장 환자: 2.0%). 그러므로 정상적인 위치에 신장이 있는 성인 환자들에 대해서는 어떤 방법으로 신장의 깊이를 이용하여 구하여도 체외검사 GFR 값과 유의미한 차이는 없었고, 특이한 위치에 신장이 있는 환자들에 대해서는 수동방법으로 신장의 깊이를 측정하여 GFR 값을 구하는 것이 가장 효과적이라고 사료된다.

REFERENCE

1. 고창순, 고창순 핵의학, 고려의학 2008.
2. Guangyu Ma, MS, Yingmao Chen, MS, Mingzhe Shao, BS, Jiahe Tian, BS, and Baixuan Xu, MS. Evaluation of the accuracy of renal depth estimation formulas in horseshoe kidney. 2017 Dec; 96(49): e9141.