

Original Article **동적신장검사에서 신장깊이에 따른 사구체여과율 비교**

부산대학교병원 핵의학과

황주원 · 임영현 · 윤종준 · 이화진 · 이무석 · 정지욱 · 박세윤

The Comparison of Glomerular Filtration Rate by Kidney Depth in Dynamic kidney Scan

Ju-Won Hwang, Young-Hyen Lim, Jong-Jun Yun, Hwa-Jin Lee, Mu-Seok Lee, Ji-Uk Jung and Se-Yun Park

Department of Nuclear Medicine, Pusan National University Hospital

Purpose Find out about the significance of the GFR values calculated by the kidney depth is measured by comparing the values obtained for kidney depth was measured GFR in the CT image kidney depth and is calculated by Tonnesen law in ^{99m}Tc-DTPA dynamic kidney scan with each applies.

Materials and Methods Among patients with normal value (75~120 mL/min) computed GFR conducted of dynamic renal scan to visit from February 2013 to February 2014 and donor GFR values in patients with normal value. The mean age was 46.9 years with 14 men 13 females. We used abdomen CT image which checked before conducting dynamic Kidney scan for measuring the depth of kidney. We only used CT image that contains renal hilum and measured outermost front of the kidney from the skin surface (a) and the final surface (b) calculated the average depth of [(a + b) / 2] respectively. Using the same ROI in order to limit the change in GFR values by the other additional element was set before and after the depth value was excluded from the GFR falls kidney disease.

Results Using Tonnesen law the average value was calculated 5.94 cm from the right kidney 5.90 cm from the left kidney. It was 6.83 cm, 8.71 cm in the left kidney and the right kidney average value of the depth measured on the basis of the CT image. The respective increase in left kidney 0.93 cm and right kidney 2.77 cm calculated on the basis of CT image actually measured values. GFR was calculated as the average depth of the subject calculated by the method Tonnesen 83.3±9.79 mL/min. 98.6±14.07 mL/min GFR was applied to calculate the average depth of the subjects using the CT image, is the difference appears 15.26 mL/min was increased after setting up depth value, *P* value was less than 0.01 which is significant.

Conclusion The difference between GFR before-after setting up depth value cause that the different of depth value. Is a measured depth of the extension value of the calculated estimates Whereas Tonnesen kidney depth method is to use in calculating the value of GFR in a typical dynamic elongation test depth derived using the CT image depth. Is thought to be able to calculate more accurately the GFR value by the distance to the center of kidney more accurately measured in the skin thereby.

Key Words GFR, kidney depth

서 론

• Received: September 23, 2014. Accepted: October 20, 2014.
• Corresponding author: **Ju-won Hwang**
Department of Nuclear Medicine, Pusan National University Hospital
305 Gudeok-Ro, Seo-gu, Pusan, 602-739, Korea
Tel: +82-51-240-7770, Fax: +82-51-241-5570
E-mail: kio980707@hanmail.net

신장질환은 일반적으로 당뇨와 고혈압 같은 성인병이나 사구체신염이 원인이 되어 신장의 기능이 떨어지고 여러 가지 합병증을 유발하는 질환이다.¹⁾ 최근들어 식습관의 서구화와 현대인의 운동부족 등의 원인으로 증가하는 추세를 보이며,



Fig. 1. GE Healthcare infinia gamma camera.



Fig. 2. DTPA vial.

치료법과 예방법에 있어서 많은 연구가 진행중에 있다. 그리고 이러한 신장질환과 함께 수반되는 다양한 증상 중 한가지로 GFR(사구체 여과율)의 감소가 있다.

GFR은 신장의 기능을 평가하는데 있어서 중요한 지표로써 추후의 치료방향결정, 병기분류에 중요한 역할을 한다.²⁾GFR을 측정하는 방법으로는 핵의학 검사중 동적신장검사이외에도 혈장크레아틴 측정법과 이눌린청소율 측정법 등의 방법이 있다. GFR 측정에 있어 더 정확한 방법이라 알려진 측정법은 이눌린청소율 측정법이지만 시간이 오래 걸리고 혈장농도를 일정하게 유지하여야 하는 단점이 있다.³⁾혈장크레아틴의 측정은 가장 보편적으로 사용되는 방법이나 24시간 요를 정확하게 모아야 하는 번거로움이 있고 신세뇨관에서 Creatinine이 소량분비 되므로 사구체 여과율이 높게 측정될 수 있는 단점이 있다. 핵의학 검사에서 사용하는 동적 신장검사에 의한 GFR 측정은 방사성 동위원소인 ^{99m}Tc와 표지제를 화합물의 형태로 만들어 체내에 주입한 후 체외에서 방사선 계수를 측정하고 이를 토대로 GFR을 측정하는 방법이다. 이 방법은 신장의 깊이와 관심영역(ROI) 등 검사자의 주관이 개입되어 오류의 여지가 있는 단점이 있다.⁴⁾ 동적신장검사에서는 ^{99m}Tc-DTPA를 주사한 첫 2, 3분 동안 신장내에 축적된 방사능을 측정하는 Gates방법이 많이 이용되고 있다. Gates방법을 이용할 때는 정확한 사구체 여과율을 측정하기 위해 순주사기 계수, 신장깊이, 그리고 교정신장계수의 3가지 기술적 요소를 고려해야 한다. Gates방법에서 상용화된 감쇠보정 소프트웨어는 신장깊이에 관한 자료를 대부분 서양인의 신장깊이를 토대로 한 Tonnesen 방정식을 채용하고 있다. Tonnesen 방정식은 초음파 탐침을 경사각도로 하여 신장깊이를 측정했기 때문에 양와위에서 영상을 얻는 신장 신티그람과는 차이가 있어 정확한 감쇠보정을 기대하기에는 무리가 있으며 서양인의 체

구를 토대로 만들어진 방정식이므로 일반적인 동양인의 신장 깊이가 계측에 있어서는 오차가 생길 수 있다. 따라서 본 저자는 Tonnesen방정식을 적용하여 산출된 신장의 깊이와 CT사진을 통하여 계측한 신장의 깊이를 각각 Gates법에 대입하여 비교하여 보고 CT사진을 토대로 구한 GFR 값의 유용성을 확인해보았다.

실험장비 및 재료

본 실험에 사용된 장비는 GE사의 infinia 감마카메라이다 (Fig. 1). Dual detector에 Low energy collimator를 장착하여 사용하였으며 동적신장검사 시 방사선을 계수하는데 있어서는 하나의 Detector만을 사용하였다. 사용한 소프트웨어는 Xeleris이며 동적신장검사를 시행하였을 경우 Gates법에 의해 GFR을 구하는 방식을 채택하였다. 동적신장검사에 있어서 주로 사용되는 방사성화합물 표지제로는 MAG3와 DTPA가 있으나 본 실험에서는 DTPA를 ^{99m}Tc와 결합한 화합물을 사용하였다(Fig. 2).

실험대상 및 방법

1. 실험대상

자료를 얻기 위한 대상으로는 2013년 2월부터 2014년 2월까지 약 1년의 기간 동안 본원인 부산대학교 병원을 방문하여 동적신장검사를 실시한 환자 중에서 GFR수치가 정상치로 산출된 환자만을 대상으로 하였다. 신장질환이 없는 정상인만을 대상으로 한 이유는 신장의 깊이가 아닌 다른 요소에 의해 GFR수치가 변하는 점을 제한하기 위함이다. 양측신장을 검

Lt. kidney Depth: $13.2 \times \text{weight}/\text{height} + 0.7$

Rt. kidney Depth: $13.3 \times \text{weight}/\text{height} + 0.7$

Fig. 3. Tonnesen equation.

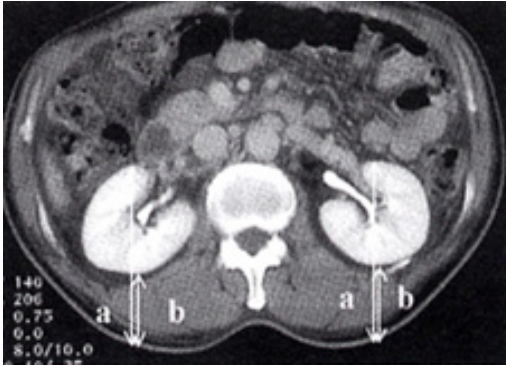


Fig. 4. Mesasuring kidney depth by abdomen CT image.

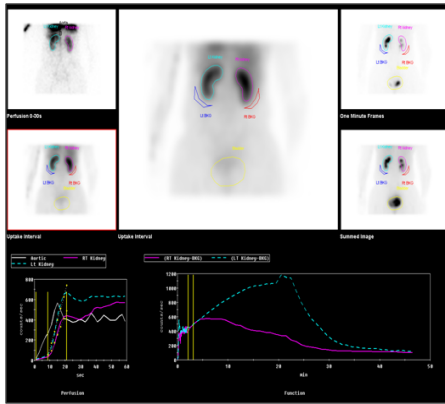


Fig. 5. AN example of a Dynamic abdomen kidney scan. This image shows ROI (region of interest) and T-A curve.

사하여 전체 GFR수치가 정상이라 하더라도 한쪽이 정상범위 (40~60 mL/min)에서 벗어나는 경우의 환자는 제외하였으며 이 조건을 만족하는 대상자중 동적신장검사 시행 6개월 전까지의 복부 CT검사를 실시한 환자에 한하여 대상을 선정하였다. 총 27명의 대상자를 대상으로 하였으며 대상자의 성별은 남자가 14명 여자가 13명이었고 평균연령은 46세였다.

2. 실험방법

먼저 선정된 대상자들의 신장과 체중을 Tonnesen방정식에 대입하여 신장깊이를 산출하고 Gates법에 적용시켜 GFR 값을 구하였다(Fig. 3).

그리고 같은 대상자의 CT사진 중 신장의 신문이 포함된 영상에서 skin에서 신장까지의 최전면(a)과 최후면(b) 직선거리

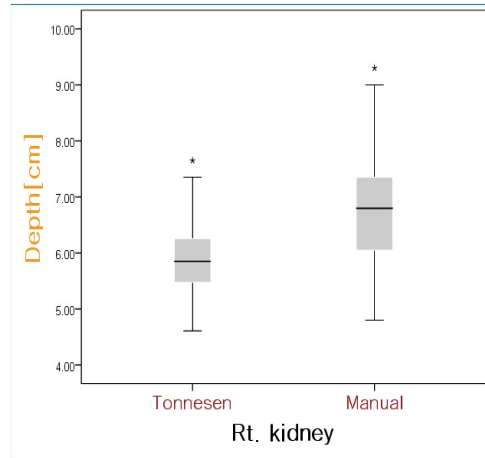


Fig. 6. Kidney depth in Rt. kidney.

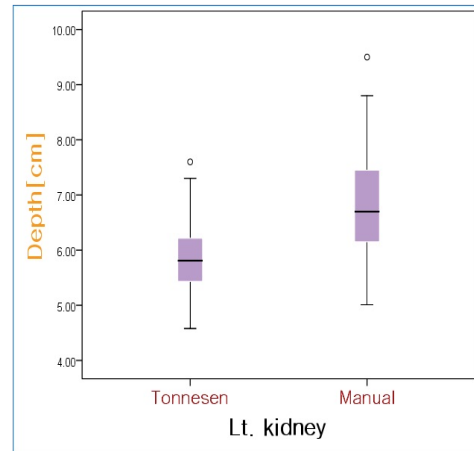


Fig. 7. Kidney depth in Lt. kidney.

를 각각 측정하여 평균값((a+b)/2)을 구하였다(Fig. 4). 측정된 신장깊이를 마찬가지로 Gates법에 적용시킨 후 GFR 값을 구하여 두 값을 비교했다. 두 값의 비교에 있어서 다른 변수를 제한하기 위해 신장과 신장의 배후 방사능 측정에 있어 동일한 ROI를 사용하였으며 IBM SPSS ver18로 두 수치를 비교하여 유의성 여부를 판별하였다(Fig. 5).

결 과

Tonnesen방정식에 의해 도출된 신장깊이의 평균값은 좌측 신장에서 5.90 cm 우측신장에서 5.94 cm였고 CT사진을 토대로 구한 신장깊이의 평균값은 좌측신장에서 6.83 cm 우측신장에서 8.71 cm였다(Fig. 6, 7). CT사진으로 신장깊이를 측정한 대상자들의 평균 신장깊이는 Tonnesen방정식에 의해 측정된 대상자들의 평균 신장깊이보다 좌측에서 0.93 cm 우측신

Table 1. Both kidney depth by each method

	kidney depth by tonnesen method	kidney depth by CT image
Left kidney	5.90 ± 0.705 cm	6.83 ± 1.035 cm
Right kidney	5.94 ± 0.709 cm	8.71 ± 1.108 cm

Table 2. Both kidney GFR value by each method

	GFR by tonnesen method	GFR by CT image
Left kidney	41.88 ± 9.233 mL/min	48.18 ± 10.353 mL/min
Right kidney	43.74 ± 8.383 mL/min	50.55 ± 10.115 mL/min

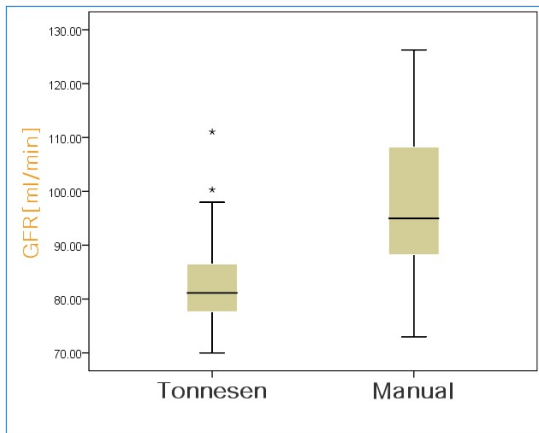


Fig. 8. Total Kidney GFR Value Graph.

장에서 2.77 cm 상승하였다(Table 1).

27명의 대상자중 23명은 CT사진을 이용한 신장깊이 측정법에 의해서 신장깊이 수치가 커졌으나 4명은 예외적으로 줄어드는 결과를 얻었다.

결과적으로 CT사진을 바탕으로 신장의 깊이를 측정하는 방법은 Tonnesen방정식에 의한 방법보다 평균적으로 커졌고 우측신장에서 더 큰 차이를 나타냈으며 성별과는 무관하게 전반적인 상승을 보였다.

신장깊이를 측정하는 두 가지 방법에 의해서 신장깊이는 차이를 보였으며 신장깊이의 차이가 남에 따라 GFR 역시 값이 변하게 되었다. GFR의 평균값은 Tonnesen 방정식에 의해 구하여진 신장깊이를 적용하였을 때 좌측신장에서 41.8 mL/min, 우측신장에서 43.7 mL/min 이었고 CT 사진을 이용한 신장깊이를 적용하였을 때는 좌측신장에서 48.1 mL/min, 우측신장에서 50.5 mL/min으로 양측신장에서 모두 상승하였으며 양측신장을 합산한 GFR은 Tonnesen 방정식에 의해 구

하여진 신장깊이를 적용하였을 경우 85.0 mL/min, CT사진에 의해 구하여진 신장깊이를 적용하였을 경우 101.1 mL/min로 약 15.1 mL/min의 차이가 났다(Fig. 8, Table 2). IBM SPSS ver18 프로그램으로 분석해본 결과 P값은 0.01 미만으로 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다.

고찰 및 결론

GFR은 신기능의 평가 및 만성신질환의 경과관찰에 중요한 지표이다.⁵⁾ 임상에서는 사구체 여과율 측정을 위한 여러 가지 방법이 사용되고 있지만 각각의 방법마다 많은 제한점과 실제 사구체 여과율과의 오차가 존재하게 된다. 오차가 있음을 감안하더라도 GFR을 알아내는데 있어서 오차의 범위를 줄이는 방향으로 검사가 진행 되어져야 한다.

동적신장검사에서 신장깊이를 어떻게 설정하는가에 따라 GFR은 차이를 보이게 된다. 이는 GFR을 구하는 Gates공식에 있어서 신장깊이가 중요한 상수이기 때문이다. ^{99m}Tc-DTPA를 주사한 후 감마카메라로 첫 2,3분간 신장피질에 집적된 방사능을 측정하여 사구체 여과율을 구하는 Gates방법에서 순주사기 계수, 신장깊이, 그리고 교정신장계수의 3가지 기술적 요소가 사구체 여과율의 측정에 영향을 주므로 이 3가지 요소를 고려하여야 사구체 여과율을 정확하게 측정할 수 있다. 신장의 깊이 설정은 보다 더 정확한 GFR을 산출하기위해서 한국인의 체형에 맞고 좀 더 신뢰도가 높은 쪽으로 선택되어져야 할 것이다. 연구결과 Tonnesen 방정식에 의한 신장깊이와 CT사진을 이용한 신장깊이는 차이를 보였고 그에 따른 GFR 역시 차이가 났다. 신뢰도가 높아지기 위해서는 먼저 신장깊이를 보다 더 정확하게 측정할 수 있는 다양한 방법에 관한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

서론: 신장기능을 평가하는데 중요한 지표가 될 수 있는 GFR을 측정하는 데에는 여러 가지 검사방법이 있다. 핵의학 검사에서 사용하는 동적신장검사는 Gates법을 바탕으로 GFR을 구한다. 본 저자는 동적신장검사에서 일반적으로 GFR을 측정하는데 사용되는 Gates법에 신장깊이를 측정하는 방법을 달리하여 각각 적용하여 보았다. Tonnesen방정식을 이용한 신장깊이와 CT사진에서 도출한 신장깊이를 측정 한 후, 두 가지 측정방법에 따른 신장깊이와 GFR의 차이를 비교분석하고 그 유용성을 평가하고자 한다. **실험장비 및 재료:** Dual Detector인 GE사의 감마카메라에 Low energy collimator를 장착하여 사용하였으며 실험에서 대상자에게 투여하는 방사성 의약품은 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 이다. **실험대상 및 방법:** 2013년 2월에서 2014년 2월까지 1년간 본원에서 동적신장검사를 시행한 환자 중 양쪽신장의 GFR이 정상인 27명을 대상으로 하였다. 각 대상자들의 신장깊이를 Tonnesen방정식과 CT사진을 토대로 각각 산출하고 Gates법에 대입하여 GFR을 구하고 비교분석하였다. **결과:** 신장깊이는 좌신에서 0.93 cm 우신에서 2.77 cm 차이가 났으며 CT사진으로 구한 깊이수치가 더 큰 것으로 나왔고 GFR 값 역시 15.1 mL/min 상승하였다. **고찰 및 결론:** 한국인의 신장깊이가 서양인과 다르며 깊이를 측정하는 방법에 따라 GFR이 변할 수 있으므로 신장깊이 측정에 있어 신뢰도를 높일 수 있는 방법들에 대한 연구가 계속되어야 한다.

REFERENCE

1. 신장질환 알아보기 예방하기.
<http://blog.naver.com/mjmkmom81?Redirect=Log&logNo=220099506749>.
2. 고창순 외. 제3판 핵의학. 고려의학 2008. p 638-639.
3. 조인호, 이현우, 원규장, 이형우, 이찬우, 윤현대. $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 를 이용한 신장스캔에서 사구체 여과율의 측정방법과 영상분석에서 구한 지표들에 의한 신장기능의 평가=Estimation of Gomerular Filtration Rate (GFR) Using $^{99m}\text{TcDTPA}$ Renal Scan and the Parameters for Renal Function(영남대학교 의과대학부속병원 핵의학과, 영남대학교 의과대학 내과학교실).
4. 김영호, 이성용, 김성훈, 이형구, 이해규, 정용안, 박영하, 정수교, 손형선, 윤여동. 사구체 여과율 측정을 위한 한국인의 신장깊이에 관한 방정식 도출과 이용. 가톨릭대학교 의과대학 방사선과학교실, 의공학교실.
5. 김동현, 강신욱, 고광일, 김찬호, 이주현, 이진하, 김은영, 박정탁, 장태익, 김현욱, 박선영, 장제현, 김동기, 유태현, 한대석. 만성 신질환 환자에서 여러 가지 사구체 여과율 산출방법간의 비교=Original Article: Comparison of Various Methods for Estimating Glomerular Filtration Rate in Patients with Chronic Kidney Disease. 대한신장학회 Kidney Research and Clinical Practice.