

^{99m}Tc -DTPA를 이용한 신장스캔에서 사구체 여과율의 측정방법과 영상분석에서 구한 지표들에 의한 신장기능의 평가

영남대학교 의과대학 부속병원 핵의학과

조인호

영남대학교 의과대학 내과학교실

윤현대 · 원규장 · 이찬우 · 이형우 · 이현우

서 론

사구체 여과율(glomerular filtration rate, GFR)의 측정에는 Creatinine clearance가 임상적으로 많이 사용되고 있으나 24시간 요를 정확하게 모아야하는 번거로움이 있고 신세뇨관에서 Creatinine이 소량 분비되므로 사구체 여과율이 높게 측정될 수 있는 단점이 있다.^{1,3)}

이러한 단점을 보완하기 위한 방법 중에 방사성 동위원소를 이용하여 사구체 여과율을 측정하는 방법이 보고되고 있다. 이 중 ^{99m}Tc -DTPA는 소량이 혈장 단백질과 결합하여 사구체 여과율이 낮게 측정되는 단점도 있으나, 방사성 의약품으로서의 요구 조건을 거의 만족시키며, 사용하기 간편하고, 피폭 선량이 적으며, 값이 싸서 널리 쓰이고 있다.⁴⁻¹⁵⁾ 특히 Gates^{16,17)}는 배후 방사능을 교정한 신장의 섭취율을 체외 계측으로 구하였는데 이 방법은 실제 사구체 여과율과 상관성이 높고 재현성이 우수하며 6분 이내로 검사가 끝나므로 간편하게 시행될 수 있다.

이밖에도 사구체 기능을 정량화하는 방법으로 사구체 여과율이외에 통상적인 신장 스캔의 영상에서 구할 수 있는 time between aortic and kidney peak(A-K)등의 몇 가지 지표들이 신기능을 평가하는데 이용이 가능하다.

저자들은 Gates^{16,17)}의 방법에 의한 사구체 여과율과 신장스캔 과정에서 얻을 수 있는 time between aortic and kidney peak(A-K)등의 지표들이

신기능 평가에 이용될 수 있는가를 알기 위하여 정상 및 신장질환 환자를 대상으로 Gates의 방법을 시행하여 사구체 여과율을 구하고 이를 크레아티닌 청소율과 그리고 A-K등의 지표들과 비교분석하여 다음과 같은 성적을 얻었기에 보고하는 바이다.

대상 및 방법

연구대상은 1993년 7월부터 1994년 4월까지 영남대학교 의과대학 부속병원 내과를 방문한 환자중 고혈압 31례, 요도 폐쇄 7례, 만성 신부전 3례, 급성 신부전 2례 그리고 위암 1례를 포함한 44명과 신공여자 13명을 포함하여 모두 57명이었으며, 이들중 남자는 29명, 여자는 28명이었다. 그리고 이들의 평균연령은 49세 였다(표 1, 2).

^{99m}Tc -DTPA를 이용한 사구체 여과율의 측정엔 상기환자 57명을 대상으로 ^{99m}Tc -DTPA를 이용하여 신기능곡선(renogram)과 함께 사구체 여과율을 측정하였다. 감마카메라는 PICKER사의 Prism 2000을 사용하였고, 조준기(collimator)는 환자의 후부에 위치시켰다. ^{99m}Tc -DTPA 370 MBq(10 mCi)를 피검자의 상박 정맥에 순간 주사하고 연속적인 감마선 영상을 2초 간격으로 1분간 측정하고, 20초 간격으로 25분간 측정하였다. 실제로 사구체 여과율을 구하기 위해서는 6분이면 충분하지만^{4,16-18)} 신기능곡선을 얻기 위하여 시간을 25

분까지 늘었다. 또한 ^{99m}Tc-DTPA 주사기는 주사하기 직전에 조준기(collimator)로부터 30cm 거리에서 주사기를 1분간 계측하고 모든 영상 수록이 끝난 후에 다시 주사기를 같은 방법으로 1분간 계측하여 실제 투여된 방사능의 양을 구하였다. 연속적인 신장의 영상에서 양측 신장의 관심 영역을 그리고

신장 주변의 배후 영역을 묘사하여 배후 방사능량을 짧은 시간 방사능 곡선에서 2분에서 3분 사이의 방사능량을 합산하여 총신장 방사능계수치로 하고 실제 투여된 계수치에서 대한 총신장 방사능 계수치의 백분율을 신장의 섭취율로 하였다.

$$\% \text{ Renal uptake} = \frac{\frac{\text{Lt kidney count-background}}{e^{-\mu x}} + \frac{\text{Rt kidney-background}}{e^{-\mu x}}}{\text{Preinjection count-Postinjection count}} \times 100$$

여기에서 μ 는 ^{99m}Tc의 연부조직 감쇠 계수로 0.153이고 χ 는 피부로부터 신장의 중심부까지의 거리로 아래의 Tonnesen 공식¹⁹⁾을 이용하여 구하였다.

Right Kidney Depth(cm) = 13.3(weight/height) + 0.7
 Left Kidney Depth(cm) = 13.2(weight/height) + 0.7

사구체 여과율은 Gates의 회귀 방정식을 이용하여 산출하였다.

GFR(ml/min) = % Renal uptake × 9.8127 - 6.82519

혈청 크레아티닌 농도는 나이와 몸무게 및 혈청 크레아티닌치를 알면 공식에 의하여 크레아티닌 청소율을 계산할 수 있다.²⁰⁾

즉 남자에서는

$$\text{Creatinine clearance} = \frac{(140 - \text{age}) \times \text{weight}(\text{kg})}{72 \times \text{serum creatinine}(\text{mg/dl})}$$

이고, 여자의 경우에는 남자의 85%이다.

동위 원소를 이용한 사구체 여과율과 공식에 의한 크레아티닌 청소율간의 상관관계를 SPSS통계 프로그램을 이용하여 상관 및 회귀 분석을 하였다.

신장 스캔중에 신기능의 평가에 사용할 수 있는 지표들로는 relative intensity of peak renal to peak aortic activity (pK/pA), time between aortic and

Table 1. Age and sex distribution of patients

Age	M	F	Total
20-29	7	0	7
30-39	5	6	11
40-49	5	6	11
50-59	6	5	11
60-69	6	8	14
70-	0	3	3
Total	29	28	57

Table 2. Clinical diagnosis of patients

Disease	No of patient
Hypertension	31
Renal donor	13
Ureteral obstruction	7
Chronic renal failure	3
Acute renal failure	2
Other(stomach cancer)	1
Total	57

kidney peak(A-K) 및 parenchymal renal activity at 25 min compared to peak kidney activity(25k/pk)를 이용하였으며(표 3), 이 지표들은 연구 대상중 요로 폐쇄 환자를 제외한, 일측성 또는 비대칭성 신질환, 신이식환자, 혈관성 신질환 및 space occupying lesion이 없는 50명에서 ^{99m}Tc-DTPA를 이용한 관류 및 배설검사에서 관계에 따라 구하였다. 그리고 이들 각각의 지표들과 ^{99m}Tc-DTPA를 이용한 사구체 여과율 사이의 상관관계를 구하였다.

Table 3. Evaluated parameters

Parameters
1. Time between aortic and kidney peak(A-K)
2. Relative intensity of peak renal to peak aortic activity(pK/pA)
3. Parenchymal renal activity at 25 min compared to peak kidney activity(25K/pK)

Table 4. Correlation between parameters and GFR

	GFR
A-K	-0.42
pK/pA	0.66
25K-pK	-0.48

성적

1) ^{99m}Tc-DTPA를 이용한 사구체 여과율과 공식에 의한 크레아티닌 청소율과의 상관관계

^{99m}Tc-DTPA를 이용한 사구체 여과율과 혈청 크레아티닌과 나이 몸무게에 따라 산출한 크레아티닌 청소율과의 비교에서 상관 계수는 r=0.9로 정의 상관관계에 있었다(그림. 1).

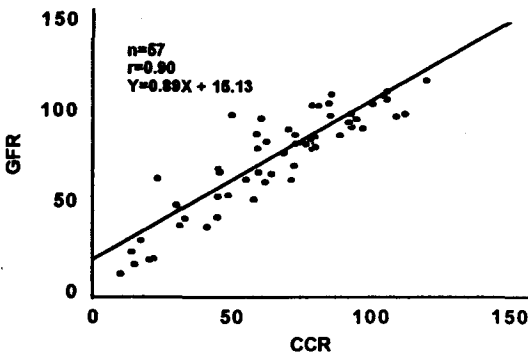


Fig. 1. Relationship between creatinine clearance and glomerular filtration rate

2) ^{99m}Tc-DTPA 영상의 각 지표들과 사구체 여과율과의 상관성

Relative intensity of peak renal to peak aortic activity와 ^{99m}Tc-DTPA를 이용한 사구체 여과율 사이에는 r=0.66의 상관관계를 보였으며, 그리고 time between aortic and kidney peak 및 parenchymal renal activity at 25 min compared to peak kidney activity(25k/pk)와 ^{99m}Tc-DTPA를 이용한 사구체 여과율 사이에는 각각 r=-0.42와 r=0.48의 상관 관계가 있었다(그림. 4).

고찰

사구체 여과율의 측정은 신기능의 평가와 의심되는 신장 질환의 진단 및 만성적인 신질환에서의 질병의 경과 관찰에 중요한 지표가 되며, 신장으로 배설되는 독성약물의 용량계산에 필수적이다.²¹⁾ 이러한 사구체 여과율의 측정은 1929년 청소율(clearance)의 개념이 대두되면서 시작되었고 inulin, creatinine과 urea 등이 사구체 여과율의 결정에 사용되었다. 이 중에서 inulin clearance가 가장 이상적이긴 하나 지속적인 정맥내 주사가 필요하며 수회에 걸쳐 채혈을 해야하고 각 분신기능을 알기 위해서는 요관 또는 방광의 선택적 도사를 해야 하는 단점이 있다.⁵⁾

Creatinine clearance(Ccr)는 urea clearance보다 우수하여 임상적으로 많이 활용되고 있다. 그러나 정확하게 24시간 동안 소변을 모아야 한다는 불편함이 있고 소량이 세뇨관에서도 분비될 수 있어 사구체 여과율이 높게 나올 단점이 있다. 특히 사구체 여과율이 낮은 경우 그 오차는 커지게 된다. 또한 이것 역시 각 분신의 기능은 선택적 도사를 하지 않으면 측정할 수가 없다.^{1,3)}

이러한 방법 이외에 방사성 의약품을 사용하여 사구체 여과율을 측정할 수 있다. 사구체 여과율의 측정을 위한 방사성 의약품의 조건으로는 사구체에서 완전히 여과될 것, 신세뇨관에서 합성되거나 파괴되지 않을 것, 세뇨관에서 재흡수 또는 분비되지 않을 것, 생리적으로 무해할 것, 그리고 혈장 단백질과 결합되지 않을 것 등이다.^{5,6,22)} 이러한 방사성 의약품으로 ⁵¹Cr-EDTA²³⁾, ^{113m}In-DTPA²⁴⁾, ¹⁶⁹Yb-DTPA²⁵⁾, ¹³¹I-Diatrizoate(Hypaque)²⁶⁾ 그리고 ¹⁴C-inulin 등이 이용되었다. 이상적인 사구체 여과율의 측정매체로서는 inulin이 가장 좋겠지만 inulin에

부착될 수 있는 ^{14}C 는 인체에 투여할 수가 없다. $^{51}\text{Cr-EDTA}$ 는 이미 inulin과 비슷한 혈장 소실성이 입증된바 있어 사구체 여과율의 측정 기준으로 오랫동안 사용되고 있다. $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 는 생리학적 pH에서 안정성이 있고 사구체 여과율을 측정하는데 필수적인 여러가지 요구조건을 충분히 만족시키며 또한 쉽게 취급할 수 있고 환자에 대한 피폭선량이 적으며 값이 싸서 현재 사구체 여과율의 측정에 가장 널리 쓰이고 있다.⁶⁾ Braren 등⁵⁾은 $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 로 측정된 사구체 여과율과 24시간 요의 크레아티닌 청소율을 비교한 결과 유의한 상관관계가 있다고($r=0.87$)하였으며, Hilson 등⁷⁾은 1976년 $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 와 $^{51}\text{Cr-EDTA}$ 를 이용해 사구체 여과율을 비교한 결과 상관계수가 0.99라고 보고하였다. Balachandan 등²⁷⁾도 $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 로 측정된 사구체 여과율과 inulin clearance간의 상관관계는 높았다고 보고하고 있다. Chachatti 등¹⁾은 $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 를 이용한 사구체 여과율의 측정은 간편하면서도 양측 신장이나 일측 신장기능을 평가하는데 임상적으로 적합하다고 하였으며, Fawdry 등¹⁰⁾은 $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 의 정주후 3시간에 채혈한 혈장에서의 용량 분포를 이용한 사구체 여과율을 계산하여서 매우 신빙성이 있는 결과를 얻었다고 하였다. Russell 등²⁷⁾은 $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 를 정주한 뒤에 한번 또는 두번 채혈하여 사구체 여과율을 계속하였는데 어느 방법이라도 임상검사로 충분한 가치가 있다고 보고하였다. 그러나 Chatterton¹¹⁾은 사구체 여과율이 50ml/min 넘는 경우에는 합당한 상관성이 있으나 그 이하에서는 정확하지 않았다고 하였다. Russel 등¹²⁾(1988)은 $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 를 한번 주사한 후에 혈장소실 곡선을 얻으면 사구체 여과율뿐만 아니라 세포외액량을 계측할 수도 있다고 하였다. Specht 등²²⁾은 $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 를 사용한 신장의 기능검사시에는 과알루민혈증(hyperalbuminemia)이 있을 시에는 상당한 오차가 생긴다고 지적하였다. Gates¹⁶⁾는 $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 가 신장에 축적되는 분획을 계측하여 사구체 여과율을 계산하는 방법을 제시하고 이들의 사구체 여과율은 크레아티닌 청소율과 상관성($r=0.95$)이 우수하다고 하였다. 그러나 $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 는 시판되는 제품에 따라서 그 정확도가 다

르다고 지적된 바가 있으며⁸⁾소량이 혈장 단백질과 결합하는 단점이 있다. Klopffer 등⁶⁾은 계속적인 주입을 할 경우 혈장 단백질과의 결합율은 9.7%이지만 단회 주사하였을 경우 결합율은 1.8~5.9%로 비교적 적어서 사구체 여과율 측정에 문제가 없음을 보고하였다. 그러나 수시간에 걸쳐 혈청 방사능 곡선을 구할 경우 이에 의한 오차는 더욱 커질 가능성이 있다. Braren 등⁵⁾도 $^{99\text{m}}\text{Tc-DTPA}$ 가 혈장 단백질과 미량 결합 하지만 사구체 여과율 측정에는 영향이 거의 없다고 하였다.

방사성 의약품을 이용한 사구체 여과율의 측정은 과거 지속적인 정맥주사를 해야 했으나 단회의 정맥주사로도 검사가 가능하며 또한 혈중농도를 알기 위하여 과거 채혈을 했으나 근래에는 체외계측으로서도 간편하게 검사할 수가 있게 되었다.¹⁶⁾

다회채혈방법은 계산과정이 복잡하고 시간이 걸리며 수회의 채혈로 환자에게 부담을 주는 단점이 있다. 즉 방사성 의약품을 이용하여 한번 주사한 뒤 4시간동안 여러번 채혈하여 혈장 소실 곡선을 얻어 지수 분석(exponential analysis)을 통한 회귀 방정식으로 사구체 여과율을 구하는 것이었다.^{5-7,11,29)}이러한 번거로움 때문에 1회 또는 2회 채혈을 하여 사구체 여과율을 측정하는 방법이 제시되었는데 Tauxe 등³⁰⁾이 1971년 ERPF를 측정하는데 단회 채혈방법을 소개하였고 소아에서의 단회 채혈방법으로 사구체 여과율을 계측할때에는 정주후 91분후에 채혈하여야 가장 정확한 성적을 얻을 수 있다고 하였다. Russell 등²⁷⁾은 주입후 여러번 채혈하는 방법과 일정시간 후 1회 또는 2회 채혈하는 방법과를 비교하여 1회 또는 2회 채혈 방법이 표준오차(standard error)가 각각 4ml/min로 큰 오차없이 정확하게 사구체 여과율을 반영한다고 하였다. 그러나 이 방법도 역시 채혈을 하는 과정과 scintillation counter로 계수하는 과정이 시간이 걸리고 복잡한 단점이 있다.

체외 계측으로만 사구체 여과율을 측정하는 방법은 이러한 채혈 과정을 생략할 수 있고 선택적 도자 없이도 각 분신의 기능을 측정할 수 있는 장점이 있다.^{4,16-18,31)} 체외 계측의 이론적 근거는 요관으로 배설되기 전까지 신장에 방사성의약품이

측적되는 율은 혈장에서의 제거율과 같아서 동위원소의 주입후 방사능이 신장에 나타나기 시작하는 때로부터 특정한 시간 간격에 일어나는 신장의 상대적 신섭취율이 사구체 여과율과 상관관계가 있다는 것이다.^{4,16-18,31)} Schlegel 등^{4,18)}은 신기능곡선의 초기 1~2분간의 신장의 방사능 섭취율과 유효 신혈장 유량과의 상관관계를 밝혀 회귀 분석으로 계산하는 방법을 보고하였다. Gates^{16,17,32)}는 배후 방사능이 교정된 신기능곡선을 만들고 양측 신장의 2~3분에서의 total count를 구하고 각각의 신장의 깊이에 따른 감마선 감쇠를 고려하여 신섭취율(percentage of renal uptake)를 얻어서 사구체 여과율을 구하였다. 이렇게 얻은 사구체 여과율과 크레아티닌 청소율을 비교하였더니 유의한 상관관계가 있었다고 하였다. 저자들의 경우에도 Gates^{16,17,32)}의 방법으로 구한 여과율과 크레아티닌 청소율 사이에서 상관계수가 0.9로 측정되었는데 Gates^{16,17,32)}의 경우보다는($r=0.99$) 낮으나 다른 보고들보다는 높은 상관관계를 보여주었다. 즉 이 방법의 장점은 plasma clearance technique보다 실제의 사구체 여과율과의 상관계수가 높고 재현성이 우수하며 각각의 신장의 분할 기능의 측정에 우수함을 보인다.

또한 방사성 동위원소를 한번 준비하여 주입하는 것만으로 충분하며 단지 6분 이내로 검사가 완료될 수 있으므로 환자에게 별다른 고통을 주지않고 빠르고 간편하게 시행할 수 있는 비관혈적인 방법으로 인정받고 있다. 그러나 환자의 체형과 방사능화합물질의 체액내 분포에 따라서 신장의 방사능 섭취정도가 달라질 수 있으므로 소아에서는 사구체 여과율이 높게 측정되며 체격이 매우 큰 성인에서는 신장의 방사능 섭취가 적어서 실제보다 낮게 측정될 수 있다.^{1,6,17,33)}

^{99m}Tc-DTPA를 이용한 신장 스캔시행중에 신기능의 평가에 사용할 수 있는 여러가지 지표들이 보고되고 있다. 이러한 예로서 peak renal activity가 aortic 또는 splenic peak intensity보다 낮게 나타나거나 2분 영상에서 간장에 대한 신장의 계수치의 비가 3이하로 떨어지는 경우 및 pelvicalyceal system이 나타나지 않는 경우에 신장의 기능

저하를 판단할 수 있다고 한다.³⁴⁾

저자들은 이와 비슷한 지표들로 Sostre³⁰⁾등이 보고한 relative intensity of peak renal to peak aortic activity(pK/pA)와 time between aortic and kidney peak(A-K) 및 parenchymal renal activity at 25 min compared to peak kidney activity(25K/pK)를 신장스캔 시행중에 구하고 이들과 Gates방법으로 구한 사구체 여과율과의 사이에 구한 상관계수는 pK/pA에서는 0.66이고 A-K와 25K/pK에서는 각각 -0.42와 -0.48로서 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다. 따라서 이러한 지표들은 신기능의 평가에 사구체 여과율과 더불어 보조자료로서 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

저자들은 Gates의 방법으로 구한 사구체 여과율과 신장스캔 시행중에서 얻을 수 있는 relative intensity of peak renal to peak aortic activity (pK/pA), time between aortic and kidney peak(A-K) 및 parenchymal renal activity at 25 min compared to peak kidney activity(25K/pK)등의 지표들이 신기능 평가에 유용하게 사용될 수 있는지를 알기 위하여 정상 및 신장질환 환자등 57명을 대상으로 Gates의 방법을 시행하여 사구체 여과율을 구하고 이를 크레아티닌 청소율과 그리고 A-K, pK/pA 및 25K/pK등의 지표들과 비교분석하여 다음과 같은 성적을 얻었다. ^{99m}Tc-DTPA를 이용한 사구체 여과율과 크레아티닌 청소율 사이에는 유의한 상관관계가 있었다. ($r=0.9$) A-K, pK/pA 및 25K/pK 등과 ^{99m}Tc-DTPA를 이용한 사구체 여과율 사이에는 각각 유의한 상관 관계가 있었다. ($r=-0.42, 0.66, -0.48$) 이상의 결과로 Gates의 방법을 이용한 사구체 여과율의 측정은 통상적인 신장 스캔과 함께 시행함으로써 환자에게 별다른 고통을 주지 않으면서 간편하게 시행할 수 있는 검사로써 임상에 유용하게 사용할 수 있을 것으로 생각되며 그리고 A-K, pK/pA 및 25K/pK등의 지표들도 신기능의 평가에 사구체 여과율과 함께 이용할 수

있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Chachati A, Meyers A, Godon JP, Rapid method for the measurement of differential function : Validation. J Nucl Med 28 : 829-836, 1987.
2. Price M : Comparison of creatinine clearance to inulin clearance in the determination of GFR. J Urol 107 : 339-340, 1972.
3. Brod J, Sorota JH : Renal clearance of endogenous 'creatinine' in man. J Clin Invest 27 : 645-654, 1948.
4. Schlegel JU, Halikiopoulos HL, Prima R : Determination of filtration fraction using the gamma scintillation camera. J Urol 122 : 447-450, 1979.
5. Braren V, Versage PN, Touya JJ, Brill AB, Giddard J, Rhamy RK : Radioisotopic determination of glomerular filtration rate. J Urol 121 : 145-147, 1979.
6. Klopper JF, Hauser E, Atkins HL, Eckelman WC, Richards P : Evaluation of ^{99m}Tc -DTPA for the measurement of glomerular filtration rate. J Nucl Med 13 : 107-110, 1971.
7. Hilson AJW, Maisey AN : ^{99m}Tc -DTPA for the measurement of glomerular filtration rate. Brit J Radiol 49 : 794-796, 1976.
8. Carlsen JE, Müller ML, Lund Jo, Trap-Jensen J : Comparison of four commercial ^{99m}Tc -DTPA preparations used for the measurement of glomerular filtration rate : Concise communication. J Nucl Med 21 : 126-129, 1980.
9. Hauser W, Atkins HL, Nelson KG, Richards P : Technetium-99m DTPA : a new radiopharmaceutical for brain and kidney scanning. Radiology 94 : 679-689, 1970.
10. Fawdry RM, Gruenewald SM : Three-hour volume of distribution method : An accurate simplified method of glomerular filtration rate measurement. J Nucl Med 28 : 510-513, 1987.
11. Chatterton BE : Limitation of the single sample tracer method for determining glomerular filtration rate. Brit J Radiol 51 : 981-985, 1978.
12. Russell CD, Bischoff PG, Rowell KL, Lloyd LK, Dubovsky EV : Estimation of extracellular fluid volume from plasma clearance on Technetium-99m DTPA by a single injection, two sample method. J Nucl Med 29 : 255-258, 1988.
13. Kuruc A, Treves ST, Rosen PR, Greenberg D : Estimating the plasma time activity curve during radionuclide renography. J Nucl Med 28 : 1338-1340, 1987.
14. Russell CD, Bischoff PG, Rowell KL, Kontzen F, Lloyd LK, Tauxe WN, Dubovsky EV : Quality control of ^{99m}Tc -DTPA for measurement of glomerular filtration : Concise communication. J Nucl Med 24 : 722-727, 1983.
15. Waller DG, Keast CM, Fleming JS, Ackery DM : Measurement of glomerular filtration rate with ^{99m}Tc -DTPA : Comparison of plasma clearance techniques. J Nucl Med 28 : 372-377, 1987.
16. Gates GF : Glomerular filtration rate : Estimation from fractional renal accumulation of ^{99m}Tc -DTPA(stannous). Am J Roentgenol 138 : 565-570, 1982.
17. Gates GF : Computation of glomerular filtration rate with ^{99m}Tc -DTPA : An in-house computer program. J Nucl Med 25 : 613-618, 1984.
18. Schlegel JU, Hamway SA : Individual renal plasma flow determination in 2 minutes. J Urol 116 : 282-285, 1976.
19. Tommesen KH, Munck O, Hald T, Mogen-

- sen P, Wolf H : Influence on the renogram of variation in skin to kidney distance and the clinical importance thereof. Presented at the international symposium on radionuclides in nephrology. Berlin, April, 1974. Cited by Schlegel JU, Hamway SA : Individual renal plasma flow determination in 2 minutes. J Urol 116 : 2820-2825, 1976.
20. Wyngaarden JB, Smith LH, Bennett JL : Cecil Textbook of medicine, 19th edition 95.
 21. Bianchi C, Donadio C, Tramonti G : Non-invasive methods for the measurement of total renal function. Nephron 28 : 53-57, 1981.
 22. Hall JE, Guyton AC, Farr BM : A single-injection method for measuring glomerular filtration rate. Am J Physiol 232 : F72-F76, 1977.
 23. Stacy BD, Thorburn GD : Chromium-51 Ethylenediaminetetraacetate for estimation of glomerular filtration rate. Science 152 : 1076-1077, 1966.
 24. Reba RC, Hisain F, Wagner HN, Jr : Uranium-113m diethylenetriaminepentaacetic acid(DTPA) : A new radiopharmaceutical for study of the kidneys. Radiology 90 : 147-149, 1968.
 25. Hosain F, Reba RC, Wagne HN : Measurement of GFR using chelated ytterbium-169, Int J Appl Radiat 20 : 517-521, 1969.
 26. Tauxe WN, Bagchi A, Tepe PG, Krishnaiah PR : Single-sampled method for the estimation of glomerular filtration rate in children, J Nucl Med 28 : 266-371, 1987.
 27. Russell CD, Bischoff PG, Kontzen FN, Rowell KL, Yester MV, Lloyd LK, Tauxe WN, Dubovsky EV : Measurement of glomerular filtration rate : single injection plasma clearance method without urine collection. J Nucl Med 26 : 1243-1247, 1985.
 28. Specht HD, Belsey R, Hanada J : Alumine-mic disturbance of technetium-99m DTPA renal function measurement. J Nucl Med 28 : 383-386, 1987.
 29. Blaufox MD, Merrill JP : Simplified hippuran clearance : measurement of renal function in man with simplified hippuran clearance. Nephron 3 : 274, 1966.
 30. Tauxe WN, Maher FT, Taylor WF : Effective renal plasma flow : Estimation from theoretical volumes of distribution of intravenously injected ¹³¹I orthoiodohippurate. Mayo Clin Proc 46 : 524-531, 1971.
 31. Skripka CF, Jr, Schlegel JU : Accurate determination of renal function by renal histography without collection of blood or urine. II. Correlation of the renal histogram and renal function. J Urol 114 : 809-812, 1975.
 32. Gates GF : Split renal function testing using ^{99m}Tc-DTPA. Clin Nucl Med 8 : 400-407, 1983.
 33. Shore RM, Koff SA, Mentser M, Hayes JR, Smith SP, Smith JP, Chesney RW : Glomerular filtration rate in children : Determination from the ^{99m}Tc-DTPA renogram. Radiology 151 : 627-633, 1984.
 34. Sostre S, Osman M, Szabo Z, Drew HH, Luna HR, Civelek AC, Wagner HN : Estimating renal function from the visual analysis of ^{99m}Tc-DTPA images. Clin Nuc Med 18 : 281-285, 1993.

- Abstract -

Estimation of Glomerular Filtration Rate(GFR) Using ^{99m}Tc -DTPA Renal Scan and the Parameters for Renal Function

Ihn Ho Cho

*Department of Nuclear Medicine
Yeungnam University Medical Center
Taegu, Korea*

Hyun Dae Yoon, Kyu Chang Won, Chan Woo Lee
Hyoung Woo Lee, Hyun Woo Lee

*Department of Internal Medicine
College of Medicine, Yeungnam University
Taegu, Korea*

Many previously described nuclear medicine procedures to assess glomerular filtration rate have some problems because numerous blood sample is to be taken and they don't measure each separate renal function. Gates described isotopic method for the measurement of global and unilateral GFR based on the fractional renal uptake of ^{99m}Tc -DTPA 2 to 3 minutes after its intravenous injection.

We evaluated GFR using ^{99m}Tc -DTPA in 57 people according to Gates method and compared with creatinine clearance. A good correlation was observed between creatinine clearance and GFR calculated by Gates' formula with an r value of 0.9($P < 0.05$).

And also the relationship between parameters of ^{99m}Tc -DTPA renal scan images and GFR was taken. They were significantly correlated with GFR calculated by Gates' formula : r value 0.66 between relative intensity of peak renal to peak aortic activity(pK/pA) and GFR, -0.42 between time between aortic and kidney peak(A-K) and GFR and -0.48 between parenchymal renal activity at 25 min compared to peak kidney activity(25K/pK) and GFR.

In conclusion, the determination of GFR according to the Gates' formula shows good and reproducible of GFR with rapidity and simplicity. And the parameters from the renal scan images can use to estimate the renal function.

Key Words : Glomerular filtration rate, ^{99m}Tc -DTPA, Gates' method