

Original Article

Hydronephrosis 환자의 Kidney MAG3 검사 시 Background ROI 설정에 따른 신장 상대 섭취율 변화에 관한 연구

삼성서울병원 핵의학과
노익상 · 안병호 · 김수영 · 최성욱

Research on Changing of Renal Relative Uptake Depending on the Setting of Background ROI in Kidney MAG3 Study of Hydronephrosis Patients

Ik Sang Noh, Byung Ho Ahn, Soo Yung Kim and Sung Wook Choi
Department of Nuclear Medicine, Samsung Medical Center, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate kidney function, renal relative uptake is very important and is affected by kidney and the setting of background region of interest (ROI). In particular, in the case of patients with hydronephrosis to the naked eyes, such as size, position and shape etc. can be difficult to identify. So according to ROI to be set by user, the results are many differences. This study assumes the ROI of a constant kidney. According to the change of background ROI by analyzing renal relative uptake affect how the results are intended to study. **Materials and Methods:** From January 2012 to February 2013, we analyzed 27 patients with hydronephrosis who were examined MAG3 test in nuclear medicine department of Samsung medical center. After patients were received intravenous injection of ^{99m}Tc-MAG3 185 MBq (5 mCi) data were obtained. While we reconstructed images of patients, we've changed background ROI in the process of setting up ROI. First, in the process of renal processing, automatic ROI which set automatically and background ROI which needed to set manually were compared. Second, we set the ROI position separated by above, lateral and bottom of kidney. Third, background setting time were compared with 1-2 min and 2-3 min. **Results:** The relative uptake occurred in 3.7% of the errors on average in Automatic & Manual ROI study. And comparison of background ROI position study, located in the lower position was more accurate results. Above, lateral, bottom each of the values 74.6%, 67.6% and 62.0% showed respectively. The standard value was 59.9%. finally, split function range test doesn't show significant difference. **Conclusion:** The study shows that relative uptake of kidney is affected in the background ROI. Therefore, it should be set by considering various dependent factors. (*Korean J Nucl Med Technol* 2013;17(2):25-30)

Key Words : Renal relative uptake, Background, ROI, Hydronephrosis

서 론

신장은 복강 내에서 척추 양쪽의 복막 뒤쪽에 위치하며,

오른쪽 신장은 간 바로 아래쪽에 왼쪽 신장은 횡격막 아래 비장 근처에 있다. 비뇨계통에서 중요한 부분을 차지하는 신장은 소변을 생성하고 노폐물을 제거하는 기능 외에도 전해질 농도와 산-염기 균형을 조절하고, 호르몬과 효소와 같은 특정 물질을 혈액으로 분비하는 역할도 담당하고 있다. 이러한 신장에 기능이 저하되거나 병변이 발생하게 되면 정확한 진단을 위하여 검사를 진행하게 되는데, Kidney Mercaptoacetyl Glycine glycine (MAG3) 검사가 널리 사용되고 있다.

- Received: September 12, 2013. Accepted: November 2, 2013.
- Corresponding author : **Ik Sang Noh**
Department of Nuclear Medicine, Sam Sung Medical Center, 50 Ilwon-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-710, Korea
Tel: +82-2-3410-2663, Fax: +82-2-3410-2639
E-mail: sunvereign.noh@samsung.com

특히 ^{99m}Tc -MAG3는 ^{99m}Tc -DTPA보다 높은 추출률과 신장/배후방사능비 등의 이점이 있어 Hydronephrosis 환자의 검사에서 유용하게 사용된다. 신장 검사 중 좌측과 우측 신장의 상대적인 기능 정도를 분석할 수 있는 신장 상대 섭취율은 매우 중요한 지표이다. 환자의 향후 치료 계획을 세우거나 신장의 기능 변화를 관찰하는데 적합하기 때문이다. 그런데 신장의 상대 섭취율은 신장과 background에 의한 영향을 많이 받는다. 또한 사용자가 설정하는 background의 위치나 크기, 기하학적 형태, 신장 주위의 혈관이나 다른 조직에 의해서도 신장 상대 섭취율에 영향을 미칠 수 있다. Hydronephrosis가 많이 진행된 환자의 경우, 육안으로 식별이 어려운 경우도 있어 ROI 설정이 결과에 큰 영향을 줄 수도 있다. 따라서 보다 정확한 ROI를 설정하여 신뢰할 수 있는 결과를 산출하도록 연구를 진행하였다.

실험재료 및 방법

1. 실험대상 및 방법

1) 실험대상 및 장비

2012년 1월부터 2013년 2월까지 삼성서울병원을 내원하여 Kidney MAG3 검사를 시행한 환자들 중 Hydronephrosis 환자 27명을 대상으로 실시하였다.

이 실험에 사용한 장비는 SIEMENS gamma camera e.cam 이고(Fig. 1), syngo MI Apps 프로그램을 이용하여 데이터를 분석하였다. 환자를 대상으로 검사에 사용된 약제는 Mallinckrodt사에서 제조한 MAG3 (Fig. 2)로서, ^{99m}Tc -MAG3을 각각 185 MBq (5 mCi)를 투여하였다.



Fig. 1. SIEMENS gamma camera e.cam.

2) 실험방법

환자는 검출기를 후면에 두고 등을 밀착한 상태로 바로 앉은 자세에서 검사를 진행하였다. 팔에 정맥주사를 하고 방사성 동위원소 ^{99m}Tc -MAG3 185 MBq (5 mCi)을 순간 주사하며 검사를 시작하였다. dynamic 영상은 1초씩 60frame을 획득하고, excretion 영상은 20초씩 60frame을 획득하는데 두 개의 phase 사이에는 간격 없이 바로 이어서 진행하였다.

2. 평가 방법

Renal processing의 기본 조건은 다음과 같다.

Renal method는 generic으로 하였으며, Body surface area는 1.73 m^2 를 기본으로 하고, Split function time은 1-2분으로 하였다. Kidney depth는 Standard를 채택하여 사용하였으며, 이는 약 7.5 cm를 가정한 값이다. ROI 설정은 manual과 automatic으로 이루어지는데, automatic의 경우 threshold는 40%를 기준으로 하였다. 신장 상대 섭취율은 다음과 같은 공식에 의해 계산된다. 신장에서의 카운트에서 background를 감하여 신장의 깊이에 따른 변수를 제공한 값을, 주사된 선량의 1분째 계수치로 나누어 백분율로 나타내준다.

$$\text{Relative Uptake (\%)} = \frac{(\text{kidney count} - \text{background} \times Y^2)}{(\text{1 minute count of injected dose})} \times 100$$

신장의 깊이(Y)는 아래와 같이 좌측은 상수 13.2, 우측은 13.3에 신장을 체중으로 나눈 값을 곱하고 좌우 각각 0.7의 값을 더하여 구한다.

$$\text{Renal depth (cm)}$$

$$L_t = 13.2 \left(\frac{\text{weight}}{\text{height}} \right) + 0.7$$

$$R_t = 13.3 \left(\frac{\text{weight}}{\text{height}} \right) + 0.7$$

신장 상대 섭취율의 기준은 다음과 같은 ROI를 standard로 하였다(Fig. 3).

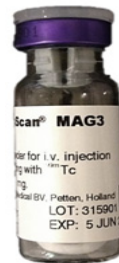


Fig. 2. Mallinckrodt MAG3.

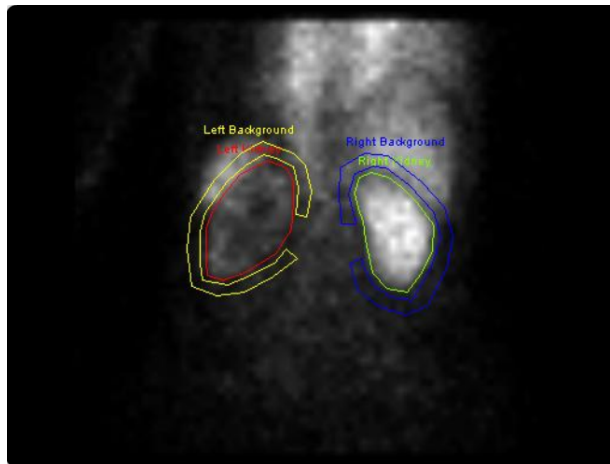


Fig. 3. Standard of setting kidney and background ROI.

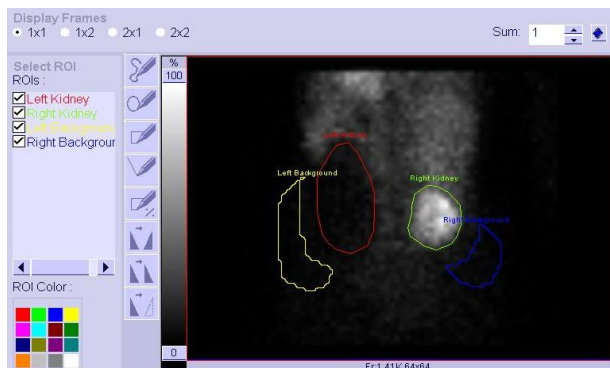


Fig. 4. Automatic background ROI.

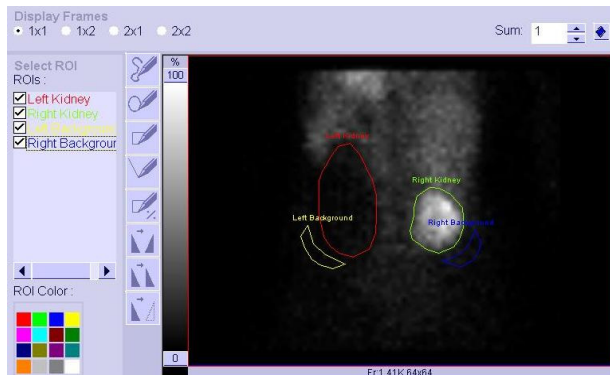


Fig. 5. Manual background ROI.

1) Automatic & Manual ROI

첫 번째 ROI의 설정에서는 동일한 kidney ROI를 전제로 background ROI를 적용하였다. 먼저 양쪽 kidney를 사용자가 직접 ROI를 설정하고, background를 두 가지로 나누어 결과를 산출하였다. 프로그램에 의해 자동으로 ROI가 설정 되었을 때(Fig. 4)와, 사용자가 직접 ROI를 설정하였을 때

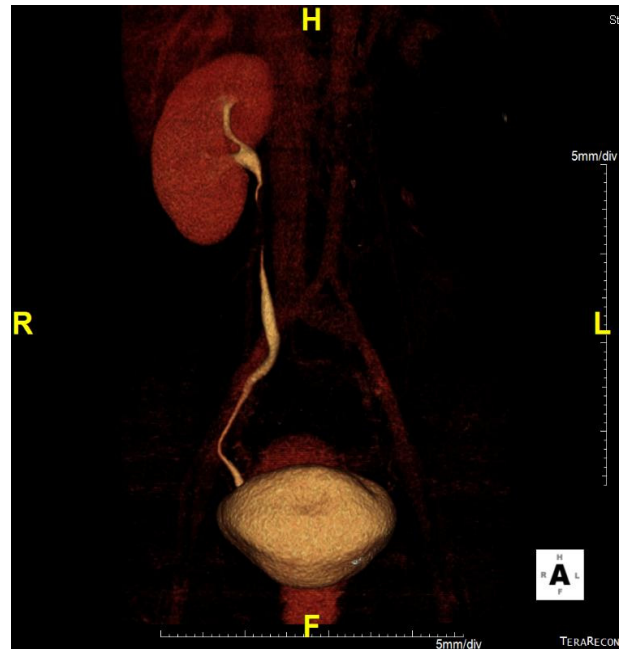


Fig. 6. CT image of hydronephrosis kidney.

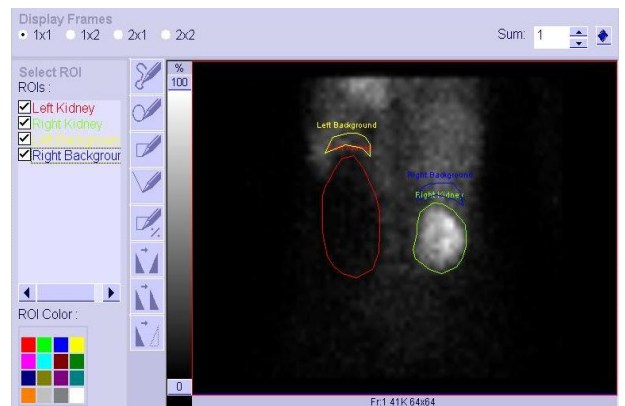


Fig. 7. Above position of background ROI.

(Fig. 5)를 구분하여 분석하였다. hydronephrosis가 많이 진행된 환자의 경우 육안으로는 식별이 쉽지 않아 CT나 초음파 검사 기록을 바탕으로 신장을 최대한 정확하게 설정하였다 (Fig. 6).

2) Background 위치에 따른 ROI

두 번째 방법은 사용자가 ROI를 직접 설정하되, background 위치를 신장의 위(Fig. 7), 옆(Fig. 8), 아래(Fig. 9)쪽에 선택적으로 구분하여 분석하였다. 신장 주변의 다른 조직이나 혈관의 분포 등은 배제하고 모두 일관된 위치에 ROI를 설정하였다. ROI 형태는 모두 초승달 모양으로 통일하였으며, pixel 수가 최대한 비슷하도록 크기를 조절하였다.

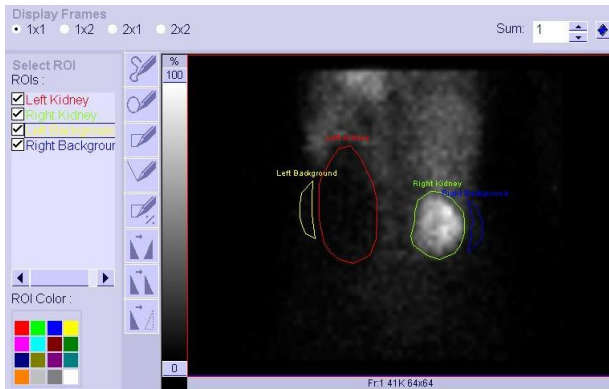


Fig. 8. Lateral position of background ROI.

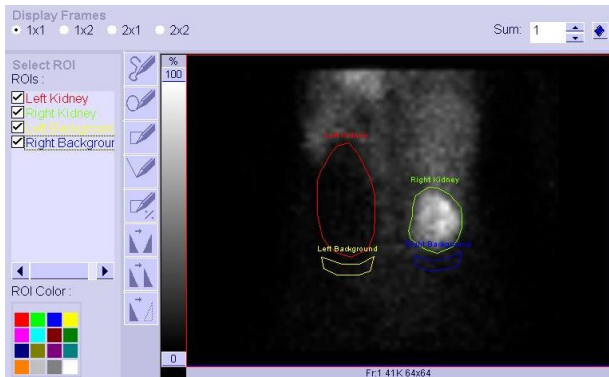


Fig. 9. Bottom position of background ROI.

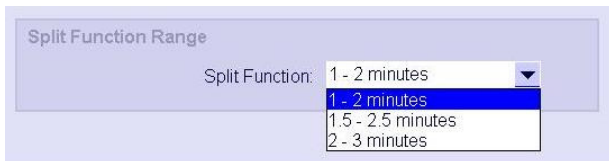


Fig. 10. Split function time setting.

3) Split function time

세 번째 방법은 Split function range를 1-2분과 2-3분으로 구분(Fig. 10)하는 방식으로 진행되었으며, 이때 신장과 background ROI는 동일한 조건으로 하였다. 레노그램에서 상대 섭취율은 주사 후 40초에서 2분 40초 사이에 결정되므로 제한된 범위 내에서 구분하여 분석하였다.

결 과

1. Automatic & Manual ROI

Automatic과 manual을 이용한 ROI 결과에서 신장 상대 섭취율은 평균적으로 3.7%p의 오차가 발생하였다(Fig. 11).

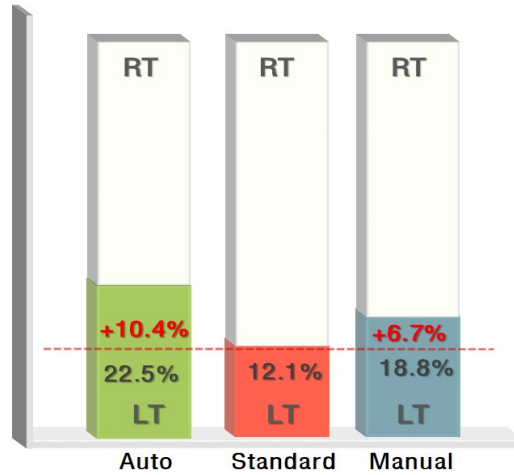


Fig. 11. Comparison of automatic and manual ROI.

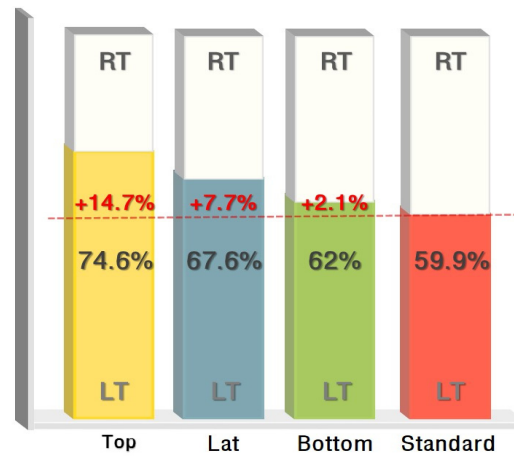


Fig. 12. Comparison of each ROI position.

automatic ROI의 경우 양쪽 신장의 섭취율이 기준 값과 10.4%p 차이를 나타낸 데 반하여, manual ROI는 6.7%p로 차이가 적은 결과를 나타내었다. Hydronephrosis가 있는 신장의 automatic ROI에서의 섭취율이 manual ROI에서의 값보다 약간 높게 평가되었다. Hydronephrosis가 많이 진행된 일부 환자의 경우, automatic ROI 설정에서 신장이 아닌 부분에 kidney ROI가 형성되거나 몸 밖에 background ROI가 잡히는 오류가 발생하기도 하였다.

2. Background 위치에 따른 ROI

Background 위치에 따른 실험에서 신장의 위쪽에 ROI를 설정한 경우 standard ROI 섭취율과 14.7%p의 차이를 나타내었다. 신장의 옆쪽과 아래쪽에 설정한 경우에는 각각 7.7%, 2.1%p의 결과가 나타났다. 특히 신장의 위쪽에 ROI를 설정



Fig. 13. Comparison of split function time.

했을 때, 정상 신장과 hydronephrosis 신장의 상대 섭취율이 큰 폭의 차이를 나타내었다(Fig. 12). 반면에 아래쪽에 ROI를 설정한 경우에는 hydronephrosis 신장의 섭취율이 약간 증가하며 신장 상대 섭취율의 오차를 감소시켰다. 아래쪽에 ROI를 설정하였을 때가 가장 근접한 결과를 나타내었다.

3. Split function time

Split function time을 조절한 실험에서, 2-3분으로 설정한 섭취율이 standard에 가까운 값을 나타내었다(Fig. 13). 1-2분으로 시간 설정을 했을 때보다 2-3분으로 했을 경우 hydronephrosis 신장의 섭취율이 감소하는 경향을 나타내었다. 증감의 차이는 4%p로서 큰 차이를 나타내지는 않았다.

결론

첫째, 정상 신장의 경우 automatic ROI가 대체적으로 신장 옆에 잘 설정되었으나, hydronephrosis 신장의 background는 상대적으로 적은 count 때문에 잦은 오차를 발생시켰다. 이러한 환자는 정확한 결과 산출을 위해서 사용자의 직접적인 작업이 필요할 것으로 생각된다.

둘째, 신장 이외에 ^{99m}Tc-MAG3가 정상적으로 섭취되는 간이나 비장 부근에 background가 위치할 경우 섭취율에 큰 오차가 나타남을 알 수 있었다. 신장 이외의 조직이나 혈관, 신장으로부터의 산란선 등이 없는 부분에 ROI를 설정해야 한다.

셋째, 1-2분과, 2-3분의 상대 섭취율이 큰 차이가 없는 것으로 볼 때 2-3분 시간대의 Split function을 사용하는 것이 보다 적절한 것으로 생각된다. 보우만 주머니에서 신우로 여

과, 분비되는 시간이 최소 2.5분이 소요되므로 체내에서 충분히 순환된 후에 결과를 내는 것이 보다 정확하기 때문이다.

핵의학 전산화 프로그램 발전으로 인해 Renal Processing ROI 설정 과정에서 사용자 편의가 향상되었으나 보다 정확한 결과를 산출하기 위해서 각 환자에 맞는 설정이 필요한 것으로 보인다. 특히 hydronephrosis 질환을 가진 환자의 경우 background ROI 설정 변화만으로 신장 상대 섭취율에 차이를 나타내었다. 본 연구에서 제시한 사항 외에 MAG3 방사성의약품의 특성 및 다양한 종속 인자들을 고려한 심도 있는 후속 연구가 필요하며, 다양한 세부 설정을 정확하게 적용하여 진단에 유용한 결과를 산출해야 할 것으로 사료된다.

요약

신장의 기능을 평가하는데 있어 신장 상대 섭취율(Renal Relative Uptake: %)은 매우 중요한 의미를 가지며, 이는 신장과 background의 Region Of Interest (ROI) 설정에 따라 많은 영향을 받게 된다. 특히 hydronephrosis 환자의 경우 육안으로 신장의 위치와 형태, 크기 등을 식별하기 어려운 경우도 있어 사용자가 설정하는 ROI에 따라 결과 값이 많은 차이를 나타내기도 한다. 본 연구는 일정한 신장의 ROI를 전제로 background ROI 설정을 변화시키며 신장 상대 섭취율을 분석하여 결과에 어떠한 영향을 미치는지 연구하였다.

2012년 1월부터 2013년 2월까지 삼성서울병원을 내원하여 Kidney MAG3 검사를 실시한 hydronephrosis 환자 27명을 대상으로 하였다. 환자에게 ^{99m}Tc-MAG3 185 MBq (5 mCi)을 정맥주사 후 데이터를 획득하였고, 환자의 영상을 재구성하면서 ROI를 설정하는 과정에서 background ROI를 변화시켰다. 첫째, renal processing 과정에서 자동으로 설정되는 automatic ROI와 사용자가 직접 설정하는 manual ROI를 비교하였다. 둘째, ROI 설정 위치를 신장의 위, 옆, 아래 부분으로 구분하여 설정하였다. 셋째 background 설정 시간을 1-2분, 2-3분으로 구분하여 비교하였다.

Automatic ROI와 manual ROI의 신장 상대 섭취율을 비교한 결과 약 3.7%p 차이가 나타났고, hydronephrosis가 있는 신장은 직접 ROI를 설정하는 경우 신장 상대 섭취율이 소폭 감소하는 경향을 보였다. ROI 위치에 따른 연구에서 아래쪽에 background를 설정한 결과 값이 가장 근접한 신장 상대 섭취율을 나타내었고, 위쪽의 경우 매우 큰 편차를 보였다. Background 설정 시간에 따른 결과에서 4%p 차이를 확인할 수 있었다.

Hydronephrosis의 환자의 경우, automatic ROI는 위치를

설정하는데 오차가 적지 않게 나타났고, 사용자가 설정하는 ROI 위치에 따라서도 큰 폭의 변동성을 나타내었다. 이는 정상 신장에 비해 적은 count 섭취와 주변 조직과의 상대적인 관계에서 야기된 것으로 보인다. 따라서 신장과 background의 ROI를 설정할 시 보다 폭넓게 다양한 변수를 고려하여 오차를 최소화할 수 있는 방안을 연구해야 할 것이다.

REFERENCES

1. Russell D Folks, Ernest V Garcia, Andrew T Taylor. Development and prospective evaluation of an automated software system for quality control of quantitative ^{99m}Tc -MAG3 renal studies. *J Nucl Med Technol* 2007;35:27-33.
2. Mark L Lessne, Nirav P Shah, James F Stinchon, Mary E Cross, M Elizabeth Oates. Optimal scintigraphic evaluation of a hydro-nephrotic horseshoe kidney *J Nucl Med Technol* 2007;35: 255-258.
3. Zeki Dostbil, Necmettin Pembegul, Mehmet Kucukoner, Yasar Bozkurt. Comparison of split renal function measured by ^{99m}Tc -DTPA, ^{99m}Tc -MAG3 and ^{99m}Tc -DMSA renal scintigraphies in paediatric age groups. *Clin Rev Opin* vol. 3, 2011. p. 20-25.
4. Itoh K, Nonomura K, Tamashita T, Kanegae K, Murakumo M, Furudate M. Quantification of renal function with a count-based gamma camera method using ^{99m}Tc -MAG3 in children. *J Nucl Med* 1996;37:71-75.
5. Itoh K. ^{99m}Tc -MAG3: review of pharmacokinetics, clinical application to renal diseases and quantification of renal function. *Ann Nucl Med* 2001;15:179-190.
6. Moonen M, Jacobsson L, Granerus G, Friberg P, Volkmann R. Determination of split renal function from gamma camera renography: a study of three methods. *Nucl Med Commun* 1994; 15:704-711.