

# $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA와 $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 신접취율을 이용한 신기능의 평가

경북대학교 의과대학 핵의학교실

정병천 · 최정일 · 김광원 · 이재태 · 이규보

내과학교실

권 태 환 · 조 동 규

= Abstract =

## Evaluation of Renal Function Determined by Relative Renal Uptake of $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA and Relative Glomerular Filtration Rate of $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA

Byung Chun Chung, M.D., Chung Il Choi, M.D.

Kwang Weon Kim, M.D., Jae Tae Lee, M.D. and Kyu Bo Lee, M.D.

*Department of Nuclear Medicine, School of Medicine,  
Kyungpook National University, Taegu, Korea*

Tae Hwan Kwon, M.D. and Dong Kyu Cho, M.D.

*Department of Internal Medicine*

**Background:** The evaluation of individual renal function is important to diagnosis and follow-up of various diseases. Ureteral catheterization of each kidney has been widely used for this purpose, but this method had some technical difficulty, frequent complications and much restriction in reapplication. Therefore we tried to applicate radiopharmaceuticals for the evaluation of individual renal function.

**Methods:** We measured 2 hour, 4 hour and 24 hour relative renal uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA and relative glomerular filtration rate of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA with 59 patients with various renal diseases to determine their usefulness for assessment of individual renal function and to compare correlations between every renal uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA and relative glomerular filtration rate.

**Results:** The correlations between 2 hour-, 4 hour- and 24 hour- relative renal uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA and relative glomerular filtration rate of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA were  $R=0.9190$  ( $p<0.001$ ),  $R=0.9229$  ( $p<0.001$ ) and  $R=0.9917$  ( $p<0.001$ ). In acute obstructive uropathy, the correlations at 2 hour and 4 hour were poor as  $R=0.1812$  ( $p<0.05$ ) and  $R=0.4923$  ( $p<0.05$ ), but the correlation at 24 hour was good as  $R=0.9942$  ( $p<0.001$ ).

**Conclusions:** We concluded that relative renal uptake at 2 hour and 4 hour had good correlation with relative DTPA uptake ratio in the cases without chronic renal failure and obstructive uropathy. Delayed image with 24 hour relative renal uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA had the best correlation with relative glomerular filtration rate of  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA and that might be useful in evaluation of chronic renal disease in which showed increased background activity or acute obstructive uropathy.

## 서 론

신질환의 진단과 치료에 있어서 양측신이 침습된 정도를 기능적으로 파악하는 것이 필요하며, 특히 편측성 신질환에서 좌우신의 개별적 신기능을 정확히 평가하는 것은 환자의 치료 및 경과관찰에 매우 중요하다. 지금까지는 양측 뇨관삽입술에 의하여 개별적인 신기능 평가를 하여왔으나 시술로 인한 여러 합병증과 검사에 순응도가 낮아서 진단과 추적검사에 어려움이 있었다.

핵의학적 영역에서는 비침습적으로 신기능을 평가하기 위하여 여러가지 방사성 의약품을 이용한 방법을 시도하여 왔으나, 그 중에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA는 주로 근위세뇨관세포에 섭취되어 그 섭취정도는 현재 기능을 하고있는 신피질의 양과 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다<sup>1,2)</sup>.  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA주사후 일정시간에 양측신의 신섭취율을 측정하여 좌우신의 개별적 신기능을 비교하는 진단방법이 이용되어 양측신의 기능을 비교하고, 이 환된 편측 혹은 양측신의 치료후 경과를 관찰하는데 사용되고 있다<sup>3)</sup>. 그리고  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA는 대부분이 사구체여과를 통하여 배설되고 소량만이 신세뇨관을 통해 배설되며 사구체여과율 측정 및 레노그램에 이용되고 있으며<sup>4)</sup>,  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율은 밀접한 상관관계를 보인다는 보고들이 있다.

본 교실에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA를 이용한 사구체여과율을 검토하여 보고한 바 있는데<sup>5)</sup>  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 신섭취율의 경시적 변동과 사구체여과율의 상관성을 검토하기 위하여 저자들은 각종 신질환에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA를 주사후 2시간, 4시간, 24시간에 좌우신에서 측정된 방사능의 상대적 신섭취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA를 주사후 2분에서 3분사이에 신장부위의 방사능을 체외계측하여 얻은 상대적 사구체여과율을 서로 비교하고, 좌우신의 개별적인 신기능평가에 있어서  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA스캔과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA스캔의 상관성을 살펴보았다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

경북의대 내과와 비뇨기과에 내원한 남자 35명과 여자 24명을 대상으로 하였으며, 이들의 병명은 신결석 17명,

Table 1. Clinical Summary of the Patients Undergoing DTPA and DMSA Functional Analysis

Diseases	Affected Kidney		
	Both (n=32)	Left (n=17)	Right (n=10)
Renal stone	6	7	4
UVJ stricture	1	4	1
Bladder tumor and metastatic tumor	3	1	1
Renal tuberculosis	0	2	1
Renovascular HTN	0	1	1
Interstitial renal disease	2	0	0
Perirenal abscess	0	0	1
Renal trauma	0	2	1
Chronic renal failure	1	0	0
Acute renal failure	1	0	0
Diabetes mellitus	13	0	0
Essential hypertension	2	0	0
Others	3	0	0

신배협착 5명, 방광암 및 전이성암등으로 인한 요로폐색성 질환 6명, 신결핵 3명, 신동맥 협착(신성 고혈압) 2명, 간질성 신질환 2명, 신 주위 농양 1명, 신외상 3명, 만성 신부전 1명 및 급성 신부전 1명등으로 다양하였고, 전신질환으로는 당뇨병 13명, 고혈압 2명, 기타 3명이었다 (Table 1).

2시간 및 4시간  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율은 40명에서 시행하였으며, 24시간  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율은 19명에서 시행하였고 양측성 신질환이 32명, 좌측성 신질환이 17명 및 우측성 신질환이 10명이었다. 환자의 연령은 1세에서 77세 사이로, 평균연령은 45세였다.

## 2. 방 법

### 1) $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA 신섭취율

$^{99m}\text{Tc}$ -DMSA 5mCi를 전박정맥에 순간 주사하고 low-energy, all-purpose, parallel-hole collimator를 이용하여, 배위에서 주사후 2시간, 4시간, 24시간에 각각 500,000 계수의 정적영상을 컴퓨터에 수록하였다. 이어 얻어진 각각의 영상에서 좌우신장의 위치에 관심영역을 설정하였고, 신장 주위에 C-형태의 관심영역을 정하여 구한 배후방사능치를 교정하여 각각 신장의 섭취계수를 구하였다 (Fig. 1. A).

일측신에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율(relative renal uptake, r-RU)은  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율의 전체값(total r-RU)으로 개별신에  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 섭취된 방사능치로 나눈 값으로 구하였다(본 논문에서는 좌측신을 기준으로 하였음).

r-RU of right kidney

$$= \frac{\text{counts of right kidney}}{\text{total r-RU}} \times 100\%$$

r-RU of left kidney

$$= \frac{\text{counts of left kidney}}{\text{total r-RU}} \times 100\%$$

## 2) $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA스캔

$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA를 3-5 mCi 순간 주사후 배위에서 관류영상과 신섭취의 동적 영상을 Microdelta 컴퓨터에 수록하였고 좌우신 위치에 관심영역을 설정하여 2분에서 3분 사이의 개별신의 방사능측정치를 구하였고, C

-형태의 보정영역을 설정하여 배후방사능치를 교정해 주었다(Fig. 1, B). 신장의 깊이에 따른 방사능치의 감쇠는 Tonnesen의 회기방정식<sup>6)</sup>을 이용하여 얻은 신장의 깊이를 기준으로하여 0.153/cm의 연조직 감쇠상수로 보정하였다.

Depth of right kidney

$$= 13.3[\text{weight (kg)/height (cm)}] + 0.7$$

Depth of left kidney

$$= 13.2[\text{weight (kg)/height (cm)}] + 0.7$$

배후방사능치를 보정하고,  $^{99m}\text{Tc}$ 의 자연 붕괴에 따른 감쇄를 보정한  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 사구체 여과율은 다음과 같다.

Renal DTAP uptake (RU)=

$$\frac{(\text{kidney count-background count})}{e^{-ux}(\text{preinjection counts-postinjection counts})} \times 100\%$$

u: soft tissue attenuation coefficient ( $u=0.153$ )<sup>7)</sup>.

x: depth of kidney (cm).

$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA가 포함된 주사기를 collimator로부터 30 cm 거리에서 각각 1분간 두어 주사전과 주사후의 방사능치(preinjection counts and postinjection counts)를 측정하여 주입량을 산출하면서 Tonneson 공식에 의한 신장의 깊이에 따른 방사능치의 감쇠를 보정한 Gates방법<sup>8)</sup>에 의하여 신사구체여과율을 구한 공식은 아래와 같다.

$$\text{GFR} = \frac{[(\text{RK-BKG})/e^{-ux}] + [(\text{LK-BKG})/e^{-uy}]}{\text{preinjection counts-postinjection counts}}$$

GFR of right kidney

$$= \frac{[(\text{RK-BKG})/e^{-ux}]}{\text{preinjection counts-postinjection counts}}$$

GFR of left kidney

$$= \frac{[(\text{LK-BKG})/e^{-uy}]}{\text{preinjection counts-postinjection counts}}$$

일측신의 상대적 신사구체여과율(relative glomerular filtration rate, r-GFR)은 전체 사구체여과율에 대한 개별신의 사구체여과율의 비로 구하였다(본 논문에서는 좌측신을 기준으로 하였음).

r-GFR of right kidney

$$= \frac{\text{GFR of right kidney}}{\text{GFR}} \times 100\%$$

r-GFR of left kidney

$$= \frac{\text{GFR of left kidney}}{\text{GFR}} \times 100\%$$

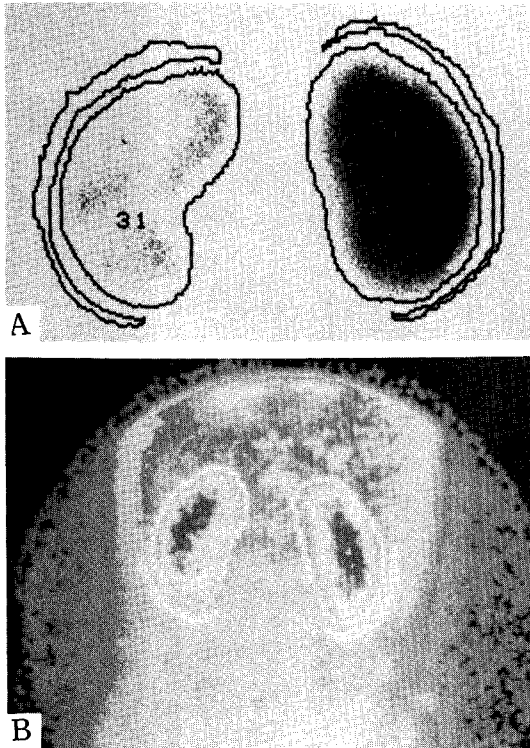


Fig. 1. Region of interest created over the kidney and background. The C-shaped background region which was placed laterally around each kidney was used for correction of background activity in  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA (A) and  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA scan (B).

3) 통 계

신질환을 양측성 신질환과 일측성 신질환으로 구분하고, 일측성은 다시 급성 일측성 요로폐색과 나머지를 만성 일측성 신질환으로 구분하여 각 군사이의 2시간, 4시간 및 24시간의  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율간의 상관계수를 Pearson's correlation식을 이용하여 구하였고, 각 군의 상관관계를 비교하는 것은 Mann-Whitney test를 이용하여 유의성을 검정하였다.

결 과

저자들은 본 연구에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율중 2시간 및 4시간치를 40예에서 구하였고 이중 일측성 신질환은 17예였다. 24시간치를 19예에서 구하였으며 이중 10예가 일측성 신질환이었다. 59예 모두에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 Gate 방법으로 사구체여과율을 구하였다.

1. 이환된 신에따른 DMSA와 DTPA의 상관관계

1)  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율중 2시간 및 4시간치와  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율의 상관관계는 각각  $R=0.9190$ ,  $p<0.001$  및  $R=0.9229$ ,  $p<0.001$ 로 나타났다.  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율중 24시간치와  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율의 상관관계는  $R=0.9917$ ,  $p<0.001$ 로 나타났다(Fig. 2).

2) 양측성 신질환에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율중 2시간 및 4시간치와  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율의 상관관계는 각각  $R=0.9388$ ,  $p<0.001$  및  $R=0.9372$ ,  $p<0.001$ 로 나타났으며, 24시간치와 상관관계는  $R=0.9938$ ,  $p<0.001$ 로 나타났다.

3) 일측성 신질환에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율중 2시간 및 4시간치와  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율의 상관관계는 각각  $R=0.9024$ ,  $p<0.001$  및  $R=0.9150$ ,  $p<0.001$ 로 나타났으며, 24시간치와 상관관계는  $R=0.9906$ ,  $p<0.001$ 로 나타났다.

4) 일측성 신질환을 좌측 및 우측신으로 구분하여 2시간, 4시간 및 24시간의  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율간의 상관관계는 상관계수 각각  $R=0.7867$ ,  $p<0.01$ ,  $R=0.8557$ ,  $p<0.01$ ,  $R=0.9854$ ,  $p<0.01$  및  $R=0.7980$ ,  $p<$

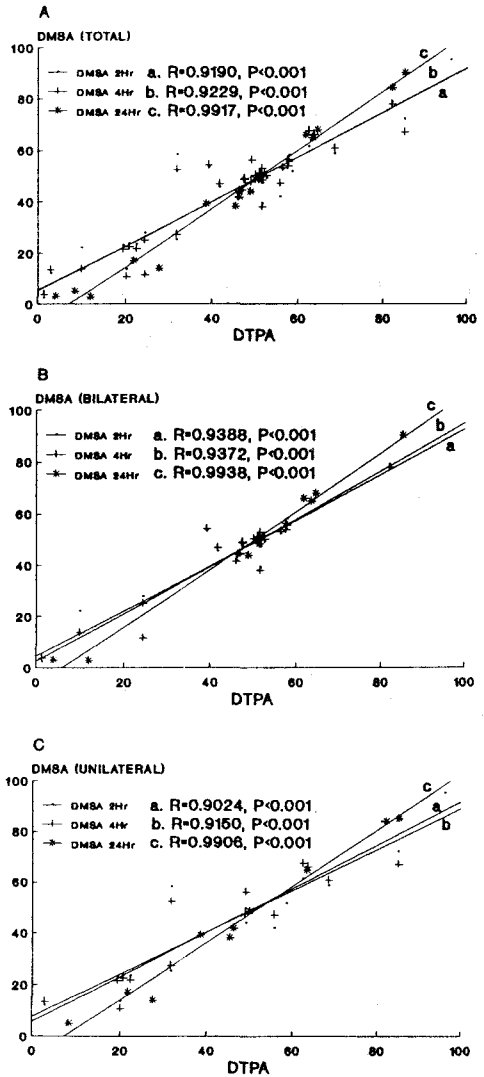


Fig. 2. The correlation between renal uptakes of DMSA and DTPA at 2hr (A), 4hr (B) and 24hr (C) in total (a), bilateral (b) and unilateral group (c).

0.01,  $R=0.5738$ ,  $p<0.05$ ,  $R=0.9939$ ,  $p<0.01$ 로 나타났다(Fig. 3).

5) 일측성 급성 요로폐색의 경우  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율간의 상관계수는 2시간치에서  $R=0.1821$ ,  $p>0.05$ , 4시간치에서  $R=0.4923$ ,  $p<0.05$  및 24시간치에서  $R=0.9943$ ,  $p<0.001$ 였다.

각각의 상관계수들을 일측성 만성 신질환의 상관계수와 비교한 결과 2시간 및 4시간치는 유의한 차이가 있었으나( $p < 0.05$ ), 24시간치는 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ) (Fig. 4).

## 2. 사구체 여과율에 따른 DMSA와 DTPA의 상관 관계

1)  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 절대적 사구체여과율이 50 ml/

min 이상인 군과 50 ml/min 미만인 군에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신접취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율간의 각각의 상관계수는 2시간치에서  $R = 0.8794$ ,  $p < 0.001$  및  $R = 0.9870$ ,  $p < 0.001$ , 4시간치에서  $R = 0.8868$ ,  $p < 0.001$  및  $R = 0.9932$ ,  $p < 0.001$  및  $R = 0.9904$ ,  $p < 0.001$ 로써 DMSA의 신접취율을 낮게 구할수록 상관관계가 좋았으며, 각 시간별로 비교한 결과 50 ml/min 이상인 군보다 50 ml/min 미만인 군에서

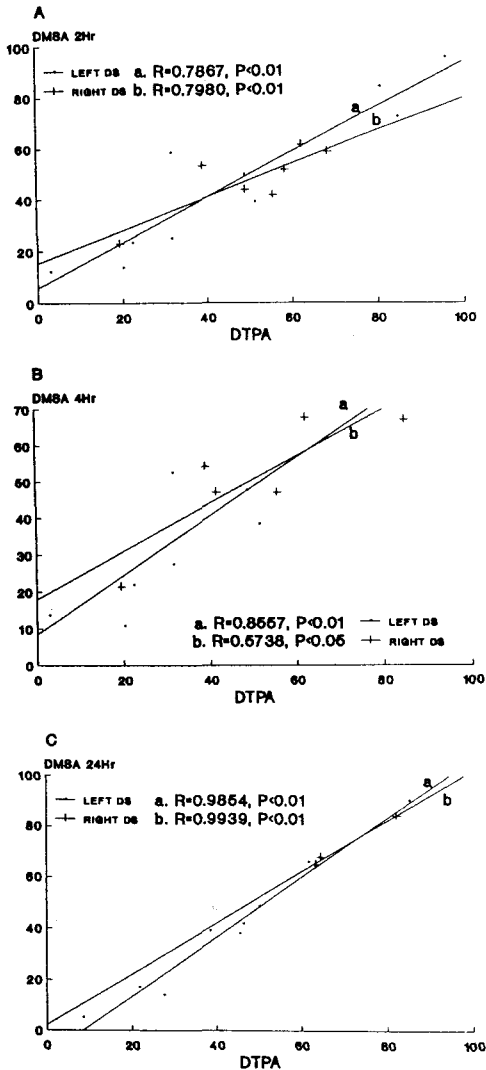


Fig. 3. The correlation between renal uptakes of DMSA and DTPA at 2hr (A), 4hr (B) and 24hr (C) according to left (a) and right (b) kidney.

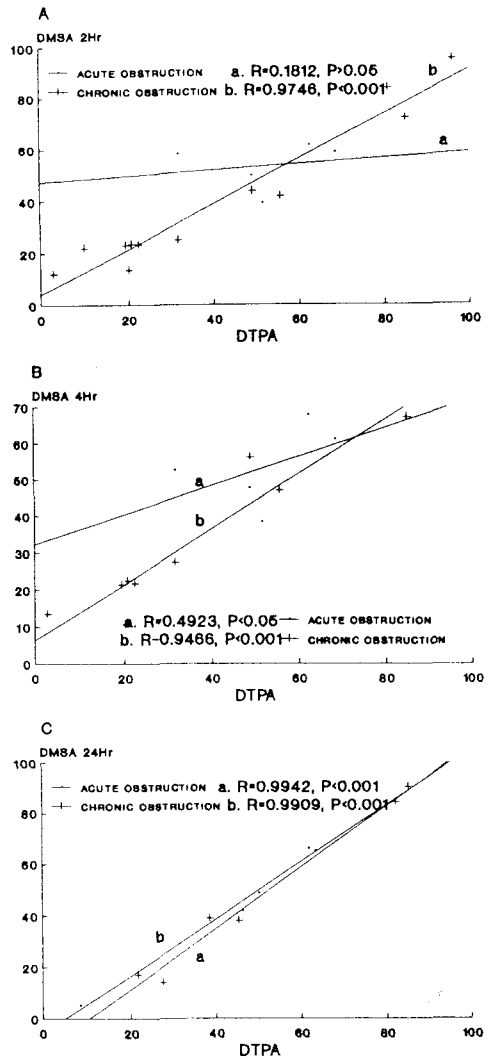


Fig. 4. The correlation between renal uptakes of DMSA and DTPA at 2hr (A), 4hr (B) and 24hr (C) in acute (a) and chronic obstructive uropathy (b).

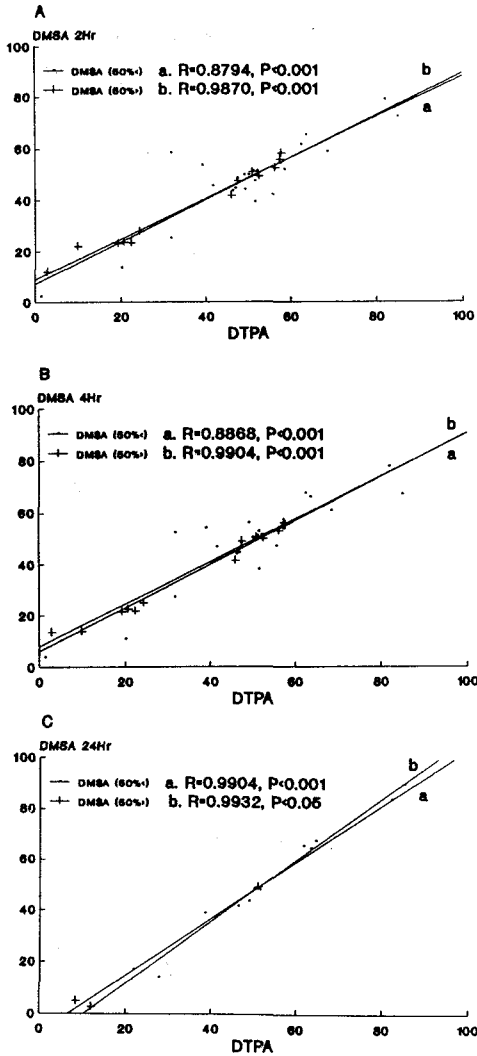


Fig. 5. The correlation between renal uptakes of DMSA and DTPA at 2hr (A), 4hr (B) and 24 hr (C) according to GFR which is above 50% (a) and below 50% (b).

더 좋은 상관관계를 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ ) (Fig. 5).

2)  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 절대적 사구체여과율이 25 ml/min 이상인 군과 25 ml/min 미만인 군에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율간의 각각의 상관계수는 2시간차에서  $R=0.9156$ ,  $p<0.001$  및  $R=0.9841$ ,  $p<0.001$ , 4시간차에

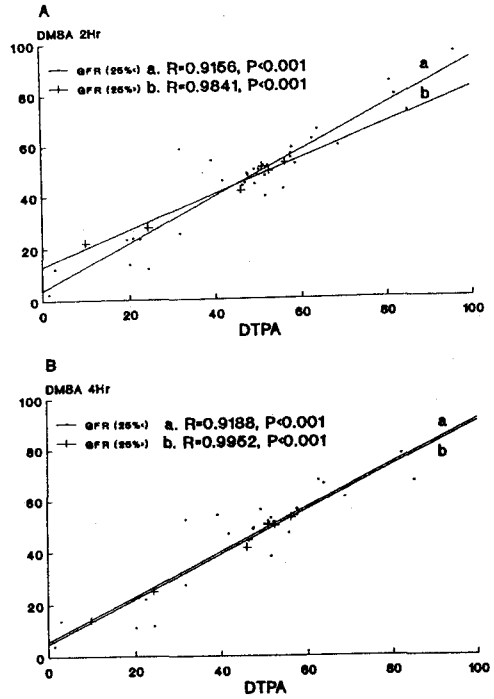


Fig. 6. The correlation between renal uptakes of DMSA and DTPA at 2hr (A) and 4hr (B) according to GFR which is above 25% (a) and below 25% (b).

서  $R=0.9198$ ,  $p<0.001$  및  $R=0.9952$ ,  $p<0.001$ 이었고 24시간차는 25 ml/min인 수가 적어서 비교할 수 없었다.

## 고 찰

$^{99m}\text{Tc}$ -DMSA를 이용한 스캔은 Lin등<sup>1)</sup>에 의하여 처음 소개되었으며, 정주후 초기에는 대부분이 혈장에 분포하며 적혈구 표면에는 거의 결합하지 않고 혈장단백질과 결합하는 것으로 알려져 있고<sup>9)</sup> 혈장단백질과의 결합율은 약 66%에서 90%까지 보고되어 있고<sup>1,10~13)</sup>, 일회 신관류 때마다 혈장  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 5%가 제거되며<sup>8,9)</sup> 24시간 이후에도 50% 이상이 신피질에 섭취된다고 한다<sup>14)</sup>.  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA는 신피질의 근위세뇨관세포에 친화성이 높아 전반적인 신형태 및 크기를 평가하는데 유용하며<sup>15)</sup>, 최근에  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 대사과정이 밝혀지

면서 단순히 신피질에 흡수되는 것 뿐아니라 일부는 신피질의 근위세뇨관세포와 그 주변세포에 흡수되기전에 사구체여과를 거쳐 근위세뇨관에서 재흡수되는 것으로 알려져 있다<sup>16)</sup>.

$^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 신선풀율은 투여후 5시간에서 7시간까지 지속적으로 증가하며<sup>11,16)</sup> 이후에는 평형을 이루거나 느리게 감소하여 24시간후에도 최고 선풀율과 비슷한 양이 남아있는 것으로 알려지게 되어 초기의 2시간 및 4시간 신선풀율과 비슷한양이 남아있는 것으로 알려지게 되어 초기의 2시간 및 4시간 신선풀율 뿐아니라 24시간 신선풀율도 신기능평가에 유용한 것으로 밝혀져 있다<sup>17)</sup>. 특히 Taylor등<sup>18)</sup>은 동물실험에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA 주사후 30분, 2시간 및 24시간에 각각 신선풀율과 배후 방사능치를 측정하여 비교한 결과  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 신선풀율은 거의 변화가 없는 반면 간, 근육 및 혈액의 배후 방사능치는 시간경과에 따라 감소하여 24시간 신선풀율이 신기능 평가에 가장 바람직하다고 하였다.  $^{99m}\text{Tc}$ 의 자연붕괴에 따른 방사능치의 감쇄를 보정하지 않으면  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 신선풀율은 2시간에서 3시간 사이에 최고치에 도달하고 이후 계속 감소하여 24시간후에는 초기 최고치의 25% 전후만이 남는다고 한다<sup>16)</sup>.

$^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신선풀율을 구하는 방법으로는, 저자들은 위에서 언급한 DMSA의 약동학적 및  $^{99m}\text{Tc}$ 의 방사선편적 성질을 이용하여 2시간, 4시간 및 24시간에 각각 양측신의 방사능 신선풀율을 구한후 일측신의 방사능치의 비로써 상대적 신선풀율을 구하였다.  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신선풀율은 양측신중 어느 한측이 더 깊이 위치하거나, 신장의 모양 및 회전각도등에 따라 달라질 수 있고<sup>19)</sup>, 간 및 비장의 배후방사능치 때문에 어느 한쪽신의 선풀율 측정에 오차가 발생하여 상대적 신선풀율이 잘못 구해질 수도 있어<sup>11)</sup> 주의를 요한다. 그러나  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신선풀율의 전체값으로 개별신의 신선풀율을 나눈 값으로 구하였으므로  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 절대적 신선풀율에 비하여  $^{99m}\text{Tc}$ 의 감마선이 연조직 통과시 수반되는 방사능 감쇄를 신장의 깊이에 따라 보정해야 할 필요가 없으며<sup>20)</sup>, 이에 따른  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 신선풀율의 차이가 생겨도 계측치에는 영향을 거의 받지 않는다. 또한 탈수, 삼투성이뇨, 약제(probenecid), 요의 산성화 및 알카리화등과 같은 생체내의 상태에 따라  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 신선풀율이 변화할 수 있는 요인<sup>12)</sup>에도 큰 차이가 생기지 않을 것이다.

$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA는 기본적으로 inulin이나 iothalamate와 같은 성질의 것으로 혈청 단백질과 거의 결합하지 않고 세뇨관에서 재흡수나 분비가 되지않아 사구체여과율을 측정하는데 적합하며<sup>21)</sup>, 정주후  $3.0 \pm 0.5$ 분만에 사구체여과 되는 것으로 알려져있어<sup>22)</sup> 저자들은 2분에서 3분사이에 측정된 방사능치로 Gates의 방법<sup>7)</sup>을 이용해 절대적 사구체여과율을 구한 후 양측신의 방사능치에 대한 일측신의 방사능치의 비로써 좌우신의 상대적 사구체여과율을 구하였다.

$^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신선풀율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율은 서로 유의한 상관관계가 있으나  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 절대적 신선풀율과는 상관관계가 미흡한 것으로 알려져 있으며<sup>23)</sup> SPECT를 이용한  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA스캔의 경우 해상력의 증가로 신장내 부분적인 기능저하를 예민하게 반영할 수 있으나 전체적인 정량적 기능평가에는 기존의 planar gamma camera만으로도 유용한 것으로 알려져 있다<sup>16,24)</sup>.

저자들은 planar gamma camera를 이용해 59예의 신질환 환자들을 대상으로 2시간, 4시간 및 24시간의  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신선풀율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율과의 상관관계를 구해본 결과 각각  $R=0.9190$ ,  $R=0.9229$  및  $R=0.9917$ 으로 유의한 상관관계를 나타내 Taylor등<sup>23)</sup>의 보고와 유사하였다. 이와 같은 두 계측치간의 상관관계는  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 신피질 선풀율이 유효 신혈장량에 비례하고, 또한 유효 신혈장량이 사구체여과율에 비례하므로 성립된다<sup>25)</sup>고 할 수 있다.

59예의 환자중에 양측성 신질환자는 32예 였으며 2시간, 4시간 및 24시간의  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신선풀율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율의 상관계수를 구해본 결과 각각  $R=0.9388$ ,  $R=0.9372$  및  $R=0.9938$ 로 나타났다. 좌우측신을 구분하지 않고 일측성 신질환자 27예 모두를 대상으로 두 계측치간의 상관계수를 구해본 결과 각각  $R=0.9024$ ,  $R=0.9150$  및  $R=0.9906$ 로 나타났고, 이들 상관계수를 양측성 신질환의 경우와 각각 비교해보면 2시간치의 경우  $P=0.0577$ , 4시간치의 경우  $P=0.3856$ , 24시간치의 경우  $P=0.5863$ 으로써 모두 유의한 차이가 없었다. 그러나 양측성 및 일측성 신질환 모두에서 2시간 및 4시간의  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신선풀율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체 여과율의 상관관계보다 24시간치에서 더욱 우

수한 상관관계를 보였다( $p < 0.05$ ). 이는 신부전 등으로 배후방사능치가 증가하거나 요로폐색 등으로  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA가 확장된 신우에 정체되어 실제보다 높게 측정되는 경우 24시간 섭취율을 측정하는 것이 유리하다는 보고와 일치하였다<sup>18,23,26,27</sup>.

일측성 신질환의 경우를 세분하면, 좌측 신질환인 경우가 17예이고 우측신질환인 경우가 10예 였다. 두군의 2시간, 4시간 및 24시간의  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율의 상관계수를 구해본 결과 각각  $R=0.7867$ ,  $R=0.8557$ ,  $R=0.9854$  및  $R=0.7980$ ,  $R=0.5738$ ,  $R=0.9939$ 로 나타났으며 2시간 및 4시간의 신섭취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 사구체여과율의 상관관계는 낮게 나타났고 두군의 4시간치는 비교적 큰 차이를 보였으나 이는 모수가 감소하여 발생한 것으로 생각되며 두군간의 각각의 상관계수는 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 위의 결과는 상대적 신섭취율과 여과율을 구하는 경우 어느쪽 신을 기준으로 하여도 무관함을 뒷받침해주며 저자들은 좌측신을 기준으로 하였다.

일측성 신질환 27예중 신결석에 의한 일측성 급성 요로폐색이 의심되는 경우가 10예였으며 2시간, 4시간 및 24시간의  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율의 상관계수를 구해본 결과 각각  $R=0.1812$  ( $p > 0.05$ ),  $R=0.4923$  ( $p > 0.05$ ), 및  $R=0.9942$  ( $p < 0.001$ )으로 나타나 2시간 및 4시간치는 거의 상관관계를 발견할 수 없었지만, 시간이 경과할수록 뚜렷하게 좋은 상관관계를 보였고, 나머지 17예(일측성 만성 신질환)은  $R=0.9746$  ( $p < 0.001$ ),  $R=0.9466$  ( $p < 0.001$ ), 및  $R=0.9909$  ( $p < 0.001$ )로 나타나 전자의 경우와 비교하여 초기부터 좋은 상관관계를 보였으며 24시간치가 가장 좋은 상관관계를 보였다. Rehling등<sup>28</sup>)은 경정맥성 요로 촬영술상 일측성 급성 요로폐색이 확인된 15예의 환자와 정상인 30예에서  $^{131}\text{I}$ -Hippuran 레노그램 및  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율로 신기능을 평가해 본 결과 정상인에서는 좋은 상관관계를 보였으나, 일측성 급성 요로폐색이 있는 경우에  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율이  $^{131}\text{I}$ -Hippuran 레노그램으로 구한 경우보다 낮게 측정된다고 하였다. 이러한 결과는 만성 일측성 신질환에서는 유효신혈장량의 감소와 사구체여과율의 감소가 서로 비례하지만 급성 일측성 신질환에서는 유효신혈장량의 감소보다 사구체여과율의 감소

가 더 심하여 발생한다고 한다<sup>29,30</sup>. 또한 Holton등<sup>31</sup>)은 일측성 급성 요로폐색환자에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율을  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율 및  $^{131}\text{I}$ -Hippuran의 상대적 신섭취율과 비교하여 만성 일측성 신질환에 비하여 DMSA의 확장된 신우에서의 정체로 높게 측정된다고 하였다. 이와같이 일측성 급성 요로폐색의 경우 DTPA나 DMSA의 신섭취율이나 측정치에 많은 오차가 발생할 수 있어 DMSA-24시간치를 구하는 것이 유리하다.

사구체여과율이 50% 이상인 군과 50% 이하인 군에서 2시간, 4시간 및 24시간의  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율의 상관계수를 구해본 결과 50% 이상인 군이 다소 나쁜 상관관계를 보였으나 두 군간에 각 상관계수의 유의한 차이는 없었다( $p < 0.05$ ). 일반적으로 만성 신부전 증상은 사구체여과율이 20~25%로 감소하면 나타난다고 하는데, 25% 수준을 기준으로 하여 25% 이상인 군과 25% 이하인 군으로 나누어 상관관계를 비교한 결과 2시간치는  $R=0.9156$  ( $p < 0.001$ ) 및  $R=0.9841$  ( $p < 0.001$ )이었고 4시간치는  $R=0.9188$  ( $p < 0.001$ ) 및  $R=0.9952$  ( $p < 0.001$ )로써 두군간에 각 상관계수의 유의한 차이는 없었다. 그러나 Von Poppel등<sup>25</sup>)은 사구체여과율이 떨어진 만성 신부전에서 배후방사능치의 교정시 오차가 발생하여 DMSA와 DTPA의 상관관계가 나빠진다고 하는 보고가 있어서 보다 많은 예의 관찰이 필요할 것으로 보이며, 실제로 DMSA의 섭취율을 구할때 주의 를 요할 것으로 사료된다.

## 결 론

$^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율은 신기능을 정량적으로 평가하고 추적하는데 있어서, 과거의 양측 요관삽관술에 비하여 비침습적이고 반복적으로 좌우신의 개별적 신기능을 평가할 수 있다는 장점이 있다.

저자들은 양측 및 일측성 신질환에서 2시간, 4시간 및 24시간  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA의 상대적 신섭취율과  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 상대적 사구체여과율간의 상관성을 검토하였던 바 좋은 상관관계를 보였고 그중 24시간치가 가장 좋은 상관관계를 나타내었다. 특히 일측성 급성 요로폐색이 있는 군에서  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA의 사구체여과율이 낮게



측정되거나,  $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 의 상대적 신선헤울이 신배에서의 배설지연으로 높게 측정되는등 계측상의 오류가 있을 수 있기에 24시간치의 신선헤울이 적합하겠으나, 만성 신부전이나 급성요로 폐색이 아니면 2시간 및 4시간 신선헤울도 유용한 신기능 평가방법임을 알 수 있었다.

## REFERENCES

- 1) Lin TH, Khentigam A, Winchell HS: *A  $^{99m}\text{Tc}$ -chelate substitute for organomercurial renal agents.* *J Nucl Med* 15:34, 1974
- 2) Taylor Jr A: *Quantitation of renal function with static imaging agents.* *Sem Nucl Med* 12:330, 1982
- 3) Taylor Jr A: *Delayed scanning with DMSA: A simple index of relative renal plasma flow.* *Radiology* 136:449, 1980
- 4) Itoh K, Arakawa M: *Reevaluation of renal function measurement using  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  renal uptake.* *Jap J Nucl Med* 24:389, 1987
- 5) 이규보, 황기석, 조동규 : 방사성동위원소를 이용한 GFR검사의 연구. *경북의대지* 29:424, 1988
- 6) Tonnesen KH, Munck O, Mogensen P, Wolf H: *Influence on the radiorenogram of variation in skin to kidney distance and clinical importance hereof.* In: Winkel K, Blaufox MD, Funch LJ, eds. *Proceeding of international symposium on radionuclides in nephrology.* Stuttgart, Thieme, April 1974, p79-86
- 7) Early PJ, Razzak MS, Sodee DB: *Textbook of nuclear medicine technology.* St. Louis, Mosby, 1979, p115
- 8) Gates GF: *Glomerular filtration rate: Estimation from fractional renal accumulation of  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  (stannous).* *AJR* 138:565-570, 1982
- 9) Hosikawa S, Kawamura J, Yoshida O, Fujita T, Ishii Y, Torijuka K: *Clinical studies of renal function with scintillation camera.* *Acta Urol Jap* 22: 313, 1976
- 10) Peter AM, Jones DH, Evans K, Gorden I: *Two routes for  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  uptake into the renal cortical tubular cell.* *Eur J Nucl Med* 14:555, 1988
- 11) Arnold RW, Subramanian G, McAfee JG, Blair RJ, Thomas FD: *Comparison of  $^{99m}\text{Tc}$  complexes for renal imaging.* *J Nucl Med* 16:357, 1975
- 12) Yee CA, Lee HB, Blaufox MD:  *$^{99m}\text{Tc-DTPA}$  renal uptake: Influence of biochemical and physiologic factors.* *J Nucl Med* 22:1054, 1981
- 13) Blaufox MD: *The current status of renal radiopharmaceuticals. A Review.* *Contrib Nephrol* 56:31, 1987
- 14) Kawamura J, Hosikawa S, Yoshida O, Fujita T, Ishii Y, Torijuka K: *Validity of  $^{99m}\text{Tc}$  dimercaptosuccinic acid renal uptake for an assessment of individual kidney function.* *J Urol* 119:305, 1978
- 15) Bingham JB, Maisey MN: *An evaluation of the use of  $^{99m}\text{Tc}$  dimercaptosuccinic acid (DMSA) as static renal imaging agent.* *Br J Radiol* 51:599, 1978
- 16) Itoh K: *Quantitation of renal function using the gamma scintillation camera.* *Medical Review* 32:31, 1990
- 17) Itoh K, Asano Y, Kato C, Nakada K, Nagao K, Goto T, Nomomura K: *Quantitation of absolute and relative renal uptake using  $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ : Sequential change in time and correlation to  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  uptake.* *Jpn J Nucl Med* 27:237, 1990
- 18) Taylor Jr A, Lallone RL, Hangan PL: *Optimal handling of dimercaptosuccinic acid for quantitative renal scanning.* *J Nucl Med* 21:1190, 1980
- 19) Michael DJ, Jones W, Thomas G, Rudd T, Tremann J: *Differential renal function.* *J Nucl Med* 20:63, 1979
- 20) Ikeda I, Inoue O, Kurata K: *Preparation of various  $\text{Tc-}^{99m}$  dimercaptosuccinate complexes and their evaluation as radiotracers.* *J Nucl Med* 18:1222, 1977
- 21) Klopper JF, Hauser W, Atkins HL: *Evaluation of  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  for measurement of glomerular filtration rate.* *J Nucl Med* 13:107, 1972
- 22) Diffey BL, Hall FM, Corfield JR: *The  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  dynamic renal scan with deconvolution analysis.* *J Nucl Med* 17:352, 1976
- 23) Taylor Jr A, Kipper M, Witztum K: *Calculation of relative glomerular filtration rate and correlation with  $\text{Tc-DMSA}$  imaging.* *Clin Nucl Med* 11:28, 1986
- 24) Groshar D, Frankel A, Iosilevsky G, Israel O, Moskovitz B, Levin DR, Front D: *Quantitation of renal uptake of  $\text{Tc-DMSA}$  using SPECT.* *J Nucl Med* 30:246, 1989
- 25) Higashihara E, Okada YM, Tokuda H, Nishikawa J, Kishi H, Ilo M, Nijijima T:  *$^{99m}\text{Tc}$  dimercaptosuccinic acid uptake in long-term catheterized kidney.* *Invest Urol* 1001:327, 1988
- 26) Von Poppe H, Vereecken R, Veremans K, Verduyn H, Mortelman L, De Roo M: *Clinical evaluation*

- of <sup>99m</sup>Tc-DMSA renogram. *Urology* 25:413, 1985
- 27) Sherman RA, Blafox MD: *Obstructive uropathy in patients with nonvisualization on renal scan. Nephron* 24:82, 1980
- 28) Rehling M, Gammelgaard J, Lund OJ, Clausen E, Muller LJ, Trap-jensen J, Lange P: *Acute unilateral obstruction of ureter. Invest Urology* 1001:51, 1988
- 29) Bricker NS: *On the meaning of the intact nephron hypothesis. Am J Med* 46:1, 1969
- 30) Rehling M: <sup>99m</sup>Tc-DTPA gamma camera renography: *Normal values and rapid determination of single kidney glomerular filtration rate. Eur J Nucl Med* 11:1, 1985
- 31) Holton I, Strom HH: *Kidney scintigraphy with <sup>99m</sup>Tc-DMSA and <sup>131</sup>I-hippurate. Scand J Urol* 128:8, 1982
-