

성인 요로 감염 환자에서 ^{99m}Tc -DMSA 삼중검출기 SPECT 영상의 유용성

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 핵의학과, 내과*, 진단방사선과**

류진숙 · 배원규 · 문대혁 · 이명혜 · 김순배*
박수길* · 박정식* · 홍창기* · 조경식**

— Abstract —

Triple Detector SPECT Imaging with ^{99m}Tc -DMSA in Adult Patients with Urinary Tract Infection

Jin Sook Ryu, M.D., Won Gyu Bae, M.T., Dae Hyuk Moon, M.D., Myung Hae Lee, M.D.
Soon Bae Kim, M.D.,* Su-Kil Park, M.D.,* Jung Sik Park, M.D.*
Changgi D. Hong, M.D.* and Kyung Sik Cho, M.D.**

Department of Nuclear Medicine, Internal Medicine and Radiology,** Asan Medical Center
College of Medicine, University of Ulsan, Seoul, Korea*

Although early diagnosis of urinary tract infection is important, the radiologic evaluation is still controversial because of the low sensitivity and the lack of cost-effectiveness. This study was carried out to evaluate the clinical utility of high resolution triple head ^{99m}Tc -DMSA SPECT imaging in urinary tract infection.

We prospectively performed ^{99m}Tc -DMSA planar and SPECT imaging, ultrasound of kidney (US), intravenous pyelography (IVP) and voiding cystourethrography (VCU) in all 60 adult patients with UTI [26 with first episode of acute pyelonephritis (APN), 22 with recurrent APN, and 12 persistent asymptomatic pyuria] and 25 normal persons. To assess reversibility of the renal cortical defect (RCD), ^{99m}Tc -DMSA SPECT was repeated 1 to 8 months later in those patients with abnormal initial findings.

Overall detection rate of ^{99m}Tc -DMSA SPECT imaging was 83% ($^{60}/_{60}$), but planar, US, IVP and VCU showed abnormal findings in 68%, 28%, 32% and 13%, respectively. 25 out of 27 patients with normal or single RCD were all normal in other radiologic studies. Only two patients showed vesicoureteral reflux (VUR) on VCU (grade I) and mild hydronephrosis on IVP. But, high proportion of those with multiple RCD showed abnormal findings on US ($^{17}/_{33}$), IVP ($^{18}/_{33}$), and VCU ($^7/_{33}$): 67% in any of these 3 studies. Especially, 3 out of 7 patients with VUR showed multiple RCD on ^{99m}Tc -DMSA SPECT without any abnormality on IVP or US. 25 normal persons showed normal findings in all studies except one false positive finding on ^{99m}Tc -DMSA SPECT imaging. Follow-up ^{99m}Tc -DMSA SPECT was done in 28 patients (13 with single RCD, 15 with multiple RCD). All 13 patients with single RCD showed improvement. Those with multiple RCD presented improvement in 4, no change in 10, and aggravation in 1 on follow-up studies.

With these results, we conclude: 1) ^{99m}Tc -DMSA SPECT imaging is superior to planar imaging, US, IVP or VCU in detection of renal lesion in urinary tract infection. ^{99m}Tc -DMSA SPECT is useful as a initial diagnostic tool in adult patients with urinary tract infection.

2) The multiple RCD on ^{99m}Tc -DMSA SPECT represent the high probability of irreversible tissue change and need of extensive urological work-up.

서 론

만성 신우신염을 비롯한 요로감염은 만성 신부전의 주요 원인 중의 하나이며, 초기 감염시에 적극적으로 치료함으로써 신장 기능의 손상을 예방할 수 있는 것으로 알려져 있다. 임상적으로 급성 신우신염의 진단은 발열, 늑골척추각 압통, 요검사 및 소변 배양검사 등으로 이루어지는데, 임상소견만으로는 진단이 어려운 경우가 있으며, 특히 조기진단이 더욱 중요한 소아의 경우, 진단이 더 까다로운 경우가 많다.

소아 요로감염 환자를 대상으로 한 연구들에서는 여러 가지 영상검사 중에 ^{99m}Tc-DMSA 신장스캔이 가장 예민도가 높은 우수한 검사로 평가받고 있다¹⁻⁶⁾. 더욱이 최근 고해상의 다중검출기가 부착된 단일광전자 방출 전산화 단층촬영(SPECT)을 ^{99m}Tc-DMSA 신장스캔에 적용함으로써 더욱 정확하게 국소 신피질의 결손을 찾는 것이 가능하다고 보고되고 있다. 성인에 있어서도 임상소견으로 상부 요로계의 감염과 하부 요로계의 감염 여부를 감별하기 곤란한 경우가 있으며, 성인 여자 환자의 경우 비뇨기계의 해부학적인 검사를 언제 어떤 방식으로 할 것인가에 관하여는 곤란의 여지가 많다⁷⁾. 반복적인 신우신염 환자라고 하더라도 일반적으로 초음파, 정맥성 신우조영술이나 배뇨중 방광요도조영술 등의 검사는 정상조건을 보이는 경우가 많아 비용 효과적인 측면에서 비효율적이라는 지적들이 많다⁸⁻¹¹⁾. 그러나 성인 요로 감염환자에서 ^{99m}Tc-DMSA 신장스캔의 진단적 유용성을 평가한 보고는 드물게 있을 뿐이다¹²⁾. 따라서 저자들은 성인 요로 감염 환자에서 ^{99m}Tc-DMSA 신장스캔의 평면상 및 SPECT 영상을 시행하여 진단적 유용성을 평가하고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

1991년 3월부터 1992년 8월까지 서울중앙병원에 내원하여 요로감염으로 진단받은 성인환자 60명(여자 58명, 남자 2명)을 대상으로 하였다. 환자군은 처음 발생한 급성 신우신염 환자가 26명, 재발성 급성 신우신염 환자가 22명, 무증상의 지속성 농뇨를 보인 환자가 12명 이었다. 급성 신우신염의 진단은 발열, 늑골척추각 압통, 요

검사상 농뇨와 소변 세균배양 검사상 양성인 경우로 하였고, 48명의 신우신염환자중 45명에서 *Escherichia coli*가 자랐으며, 2명에서 *Klebsiella pneumoniae*, 1명에서 *Streptococcus viridans*가 자랐다. 무증상 지속성 농뇨는 1주 간격으로 2번이상 시행한 소변검사에서 10/mm³ 이상의 백혈구가 있을 때로 정의하였다. 환자들의 연령은 19세에서 73세 사이에 분포하였고 평균연령은 42.3세 였다. 대조군은 만성신부전환자에게 장기 기증을 자원한 건강함 정상 성인 25명으로(남자 16명, 여자 9명) 이들의 연령범위는 23세에서 59세였고 평균연령은 40.4세 였으며, 요검사 및 소변 세균 배양검사는 모두 음성이었다.

2. 방 법

모든 환자는 ^{99m}Tc-DMSA 신장스캔, 신장 초음파 검사(이하 US), 정맥성 신우조영술(이하 IVP)과 배뇨중 방광 요도조영술(이하 VCU)을 모두 시행하였다. 급성 신우신염 환자는 입원 1주이내의 급성기에 US와 ^{99m}Tc-DMSA 스캔을 시행하였다. 환자들은 2주이상 항생제를 투여 받았으며, IVP는 열이 떨어지고 적어도 3일 이상 경과한 후 시행하였고, VCU는 급성 감염기가 지난 후 2주 경과한 뒤에 시행하였다.

^{99m}Tc-DMSA 신장스캔은 ^{99m}Tc-DMSA를 5mCi 정맥주사한지 2시간후에 먼저 아날로그 평면영상을 얻고, 이어서 단일 광전자 방출 전산화 단층촬영(이하 SPECT)를 시행하였다. 평면영상은 후면상, 전면상 및 좌우 후사면상을 30만계수가 되도록 저에너지 고해상 조준기를 장착한 감마카메라(Simens Oribitor)를 사용하여 얻었다. SPECT 영상은 초고해상 조준기를 장착한 회전식 3중헤드 SPECT 카메라(Trionix TRIAD)를 사용하여 시행하였다. 자료획득은 360도에 걸쳐 비원형 궤도를 돌면서 128×64 매트릭스로 투사당 40초씩 120영상을 얻었고, Hamming 필터(1.2 cycle/cm)로 여과 후역투사하여 재구성한 3차원의 평면을 2.24 mm 두께의 절편으로 잘라 분석하였다.

^{99m}Tc-DMSA 신장스캔의 결과 판독은 평면과 SPECT 영상을 2명의 핵의학과 의사가 방사선 검사소견을 모르는 상태에서 증상이 있는 쪽 신장에 대하여 분석하였다. 평면영상의 판독기준은 신우신배로부터 신피질쪽으로 방사상의 냉소가 하나 또는 그 이상이 발견될 경우를 양성소견으로 하였다. SPECT 영상의 판독기준

은 신우신배로부터 신피질의곽까지 냉소가 있어 신피질의 단절이 관찰되는 경우를 양성소견으로 하였으며, SPECT 소견을 정상, 단일신피질결손, 다중신피질결손으로 분류하였다. 신피질에 방사선집적이 전혀 없는 경우는 다중신피질결손에 포함시켰다. 신피질결손의 회복 여부를 보기위하여, 양성소견을 보인 22명의 환자에서 1개월에서 8개월사이에(평균 2.1개월) ^{99m}Tc-DMSA 신장스캔을 다시 시행하였다. 방사선학적 검사들은 방사선과 의사들이 각각의 검사소견들의 정보를 모르는 상태에서 판독하였으며, IVP와 US는 신우신배의 변형 및 반흔에 의한 소견, 수신증, 결석이나 방광잔뇨등의 소견을 보이는 경우를 양성으로 보았고, VCU는 역류나 방광잔료가 있는 경우를 양성으로 판정하였다. 정상대조군은 ^{99m}Tc-DMSA 평면영상 및 SPECT, US와 IVP를 시행하였다.

결 과

60명의 대상환자 중 진단초기에 시행한 ^{99m}Tc-DMSA 신장스캔의 평면영상은 41명(68%)에서 양성이었으며, SPECT 영상은 50명(83%)에서 양성 소견을 나타내었다(Table 1). 평면영상에서 정상소견을 보였던 19명의 환자중 9명에서 SPECT 영상에서 양성소견을 나타내었으며, 평면영상에서 양성소견을 보였던 경우는 모두 SPECT 상에서 단일 또는 다중신피질결손이 발견되었

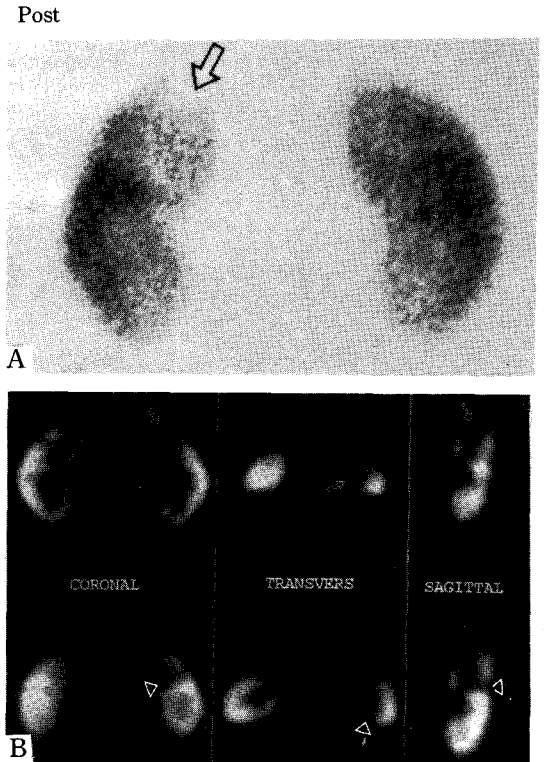


Fig. 1. ^{99m}Tc-DMSA planar (A) and SPECT (B) imaging in a 30 year-old woman with first episode of APN. Planar mage showed single cortical defect at upper pole of left kidney. SPECT images showed the other cortical defect at left kidney (△).

Table 1. Comparison of Detection Rates between Imaging Methods (Total number of patient : 60)

	DMSA planar	DMSA SPECT	US	VIP	VCU
Positive Number of Pt.	41	50	17	19	8
%	68%	83%	28%	32%	13%

Table 2. Comparison of Positive Rate between Imaging Methods According to Clinical Subclassification

Subclassification	DMSA planar	DMSA SPECT	US	IVP	VCU
First episode of APN (n=26)	16 (62%)	22 (85%)	3 (12%)	5 (19%)	1 (4%)
Recurrent APN (n=22)	19 (86%)	20 (91%)	9 (41%)	9 (41%)	6 (27%)
Asymptomatic pyuria (n=12)	6 (50%)	8 (67%)	5 (42%)	5 (42%)	1 (8%)

Table 3. Relationship between ^{99m}Tc-DMSA SPECT Findings and Other Radiological Studies. (Results of follow-up ^{99m}Tc-DMSA SPECT are also presented.)

DMSA SPECT	US abn	IVP abn	VCU abn	Total	F/U DMSA SPECT	
Normal (n=10)	0	0	1	1/10 (10%)		
Single cortical defect (n=17)	0	1	0	1/17 (6%)	Improved	¹³ / ₁₃
Multiple cortical defect (n=33)	17	18	7	22/23 (67%)	Improved No change Aggravated	⁴ / ₁₅ ¹⁰ / ₁₅ ¹ / ₁₅

다. 또 평면영상에서 단일신피질결손을 나타낸 환자중 2명은 SPECT 영상에서는 다중신피질결손을 나타내었다 (Fig. 1). 반면에 US, IVP와 VCU는 각각 17명(28%), 19명(32%), 8명(13%)에서 양성소견을 보였고, 이들 검사상 양성인 경우는 1명을 제외한 모든 환자에서 ^{99m}Tc-DMSA 스캔의 평면영상 및 SPECT 영상에서 양성소견을 나타내었다.

각 환자군 별로 양성률을 비교하면 Table 2와 같다. 즉, 재발성 급성 신우신염 환자군에서 처음 발생한 급성 신우신염 환자군이나 무증상 농뇨 환자군에서보다 ^{99m}Tc-DMSA 스캔상 양성률이 높았다. 또 재발성 급성 신우신염 환자군에서 처음 발생한 신우신염환자에 비하여 다중신피질결손의 비율이 높았고, 무증상 농뇨 환자군에서 단일신피질결손을 나타낸 환자는 없었으며, 정상소견이나 다중신피질결손을 보였다.

^{99m}Tc-DMSA SPECT 소견에 따라 다른 방사선학적 영상 검사 결과를 비교하면 (Table 3), SPECT 영상에서 정상소견을 보였던 10명의 환자 중, 단 1명의 환자에서 VCU상 Grade I의 요관역류가 있었을 뿐 나머지 방사선 검사는 모두 정상이었다. 단일신피질결손을 보였던 17명의 환자에서도 1명에서 IVP상 경한 수신증의 소견을 보였을 뿐 나머지 방사선 검사는 모두 정상이었다. 반면에 SPECT상 다중신피질결손을 나타내었던 33명중 17명이 US에 양성되었고, 18명이 IVP 상에 양성소견을 보였으며, VCU에서 7명에 양성소견을 나타내어, 방사선검사서 모두 67%의 양성소견을 보였다. 특히 VCU상 Grade II 이상의 역류소견을 보였던 7명중 3명은 IVP와 US 상에 이상소견을 발견할 수 없었으나,

DMSA SPECT 상에는 다중신피질결손을 발견할 수 있었다 (Fig. 2).

^{99m}Tc-DMSA 스캔상 신피질결손의 회복여부를 보기 위해 추적검사한 ^{99m}Tc-DMSA SPECT 상에서, 단일신피질결손을 보였던 환자중 추적검사가 가능했던 13명의 환자들은 모두 결손의 크기가 감소하여 결손이 회복되는 소견을 보였다 (Fig. 3-A). 다중신피질결손을 보였던 환자중 추적검사가 가능했던 15명의 환자들은 4명에서 호전되는 소견을 나타내었으며 (Fig. 3-B), 10명은 변화가 없었고 (Fig. 3-C), 1명에서는 결손의 정도가 심해지고 신장의 부피가 감소하는 악화소견을 보였다 (Fig. 3-D).

정상 대조군 25명에서 US, IVP는 모두 정상이었으며, ^{99m}Tc-DMSA 평면영상에서도 모두 정상소견을 나타내었는데, SPECT 영상에서는 1명에서 단일신피질결손을 발견할 수 있었다. 이 경우 US 상에는 같은 부위에 단순낭포의 소견이 있었고, 수술시에 이를 확인할 수 있었다 (Fig. 4).

고 안

이상의 결과는 성인에 있어서도 ^{99m}Tc-DMSA 신장스캔, 특히 SPECT 영상이 US, IVP 및 VCU등 일반적인 방사선학적 검사와는 달리, 신장 감염 여부를 찾는 데 매우 예민한 검사임을 나타내고 있다. ^{99m}Tc-DMSA는 정상적으로 신피질의 근위세뇨관 세포에 선택적으로 섭취되며, 만성 신우신염과 같이 반흔이 있는 경우 이 부위에 섭취결손이 일어난다¹³⁾. 급성 신우신염에서 섭취결

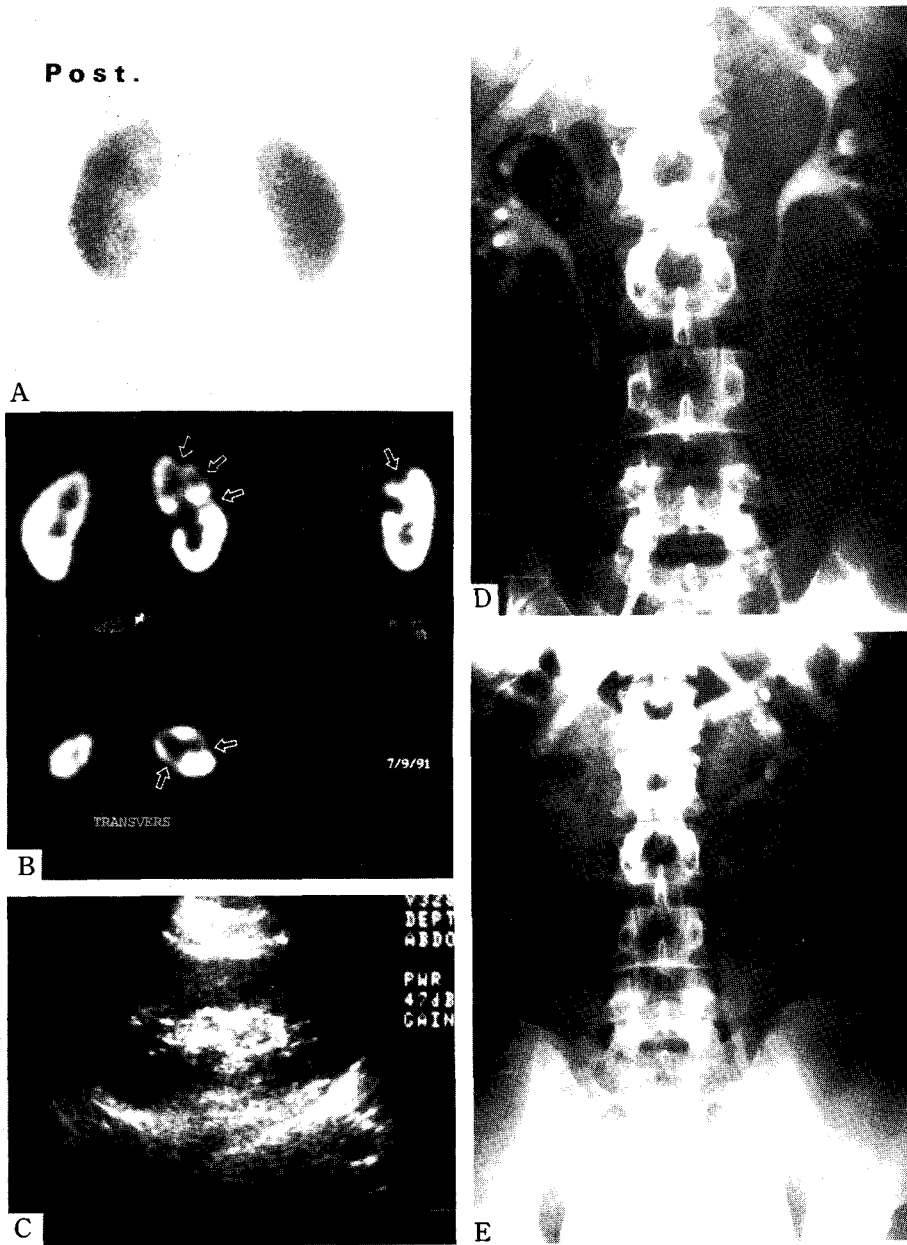


Fig. 2. ^{99m}Tc -DMSA planar (A) and SPECT imaging (B), US (C), IVP (D) and VCU (E) in a 29-year-old woman with recurrent APN. Note that IVP and US were normal in spite of vesicoureteral reflux and multiple cortical defects in ^{99m}Tc -DMSA scan.

손이 생기는 기전은 아직 명확히 알려져 있지는 않으나 여러가지 요인이 작용하는 것으로 이해되고 있으며, 특히 신혈류 저하와 근위세뇨관 세포막의 운반기능 장애가 중요한 것으로 여겨지고 있다¹⁴⁾. 급성 감염시에는 세뇨

관내 백혈구에 의해 만들어진 superoxide 등에 의한 직접적인 세포손상이 일어난다¹⁵⁾. 또 초기 염증반응의 하나로 신경맥에 renin이 상승되고, 혈관내 백혈구가 응집되어 소동맥이나 모세혈관 폐쇄가 일어나며¹⁶⁾, 간질부

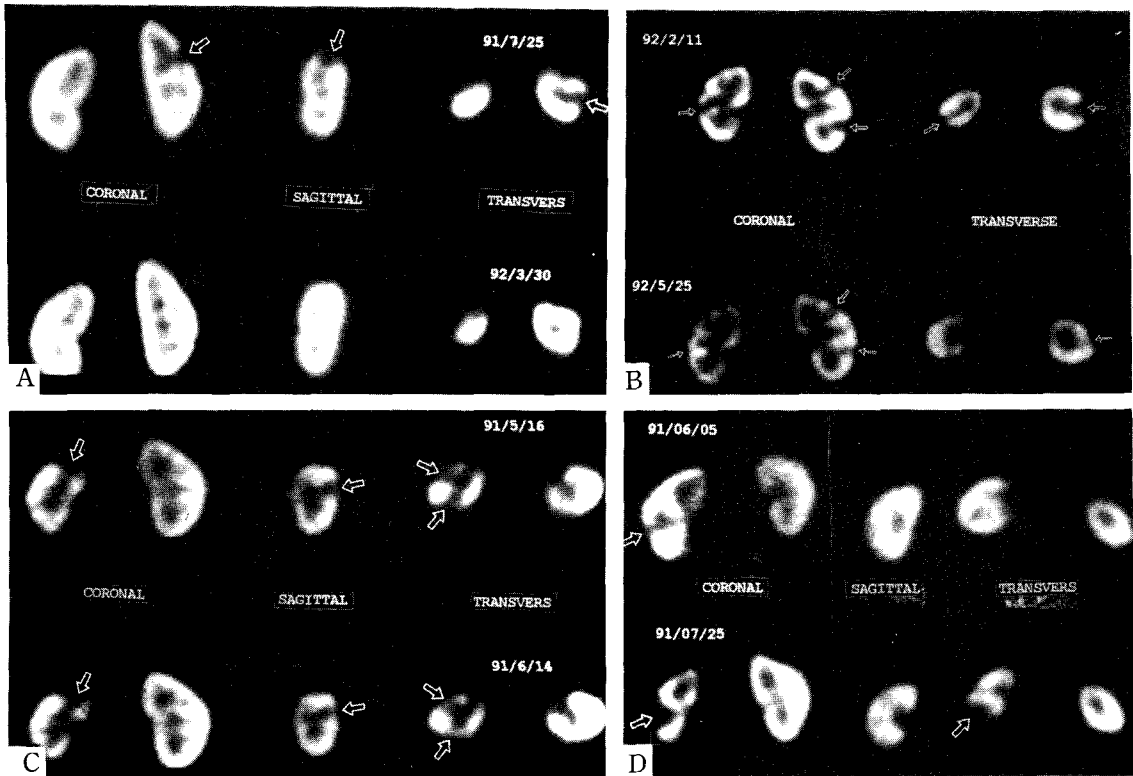


Fig. 3. Follow-up ^{99m}Tc-DMSA SPECT.

A: Improved single renal cortical defect in a 32 year-old woman with recurrent APN

B: Improved multiple renal cortical defects in a 59 year-old woman with recurrent APN.

C: No change of multiple renal cortical defects in a 29 year-old woman with recurrent APN.

D: Aggravation of multiple renal cortical defects and decreased renal size in a 66 year-old woman with first episode of APN.

중에 의해 사구체나 세뇨관, 모세혈관이 압박되어 염증 부위에 국소허혈이 발생하여 세뇨관세포의 기능장애가 유발된다¹⁷⁾. 따라서 급성 염증시의 ^{99m}Tc-DMSA 섭취 결손의 원인으로 국소허혈 및 세포기능장애가 모두 작용할 수 있는데, Majd 등은 동물실험을 통해 국소허혈이 세뇨관세포의 기능장애보다 먼저 일어난다고 제시하였고, ^{99m}Tc-DMSA 스캔은 세포의 기능장애가 일어나기 이전의 초기 질병상태에서도 이미 양성소견을 나타낼 수 있다고 예견하였다¹⁸⁾. 즉 US나 IVP상 병변이 발견되려면 조직 손상이 동반되어야 하는 반면, ^{99m}Tc-DMSA 스캔의 경우는 그 이전의 혈류장애 및 기능장애를 발견할 수 있으므로, 요로감염시 병변초기의 첫 진단 방법으로 가장 적당하다는 것을 이론적으로 뒷받침하고 있다. 또한 ^{99m}Tc-DMSA 스캔은 IVP나 US 에서 알수 없는

감염에 동반된 전반적인 신장기능의 손실도 함께 파악할 수 있는 장점도 있다.

본 연구와 같이 사람을 대상으로 한 연구에서는 조직학적 소견을 확인할 수 없으므로 직접 검사의 민감도와 특이도를 구하기 곤란한 문제가 있다. 그러나 Piglet과 같이 사람과 유사한 신장구조를 가진 동물에서 실험적으로 유발시킨 급성 신우신염의 경우 ^{99m}Tc-DMSA 스캔이 평면영상으로도 91%의 sensitivity와 99%의 specificity를 보고하고 있다¹⁹⁻²¹⁾.

또한 최근에는 기기 및 장비의 개발로 다중 검출기가 있는 고해상 SPECT 영상을 얻을으로써, 영상의 대조가 향상되고 작은 국소병변도 찾고 그 위치를 3차원적으로 정확히 판정할 수 있게 되었으며, 요로감염환자에 SPECT를 적용하여 더 우수한 성적을 보고하고 있

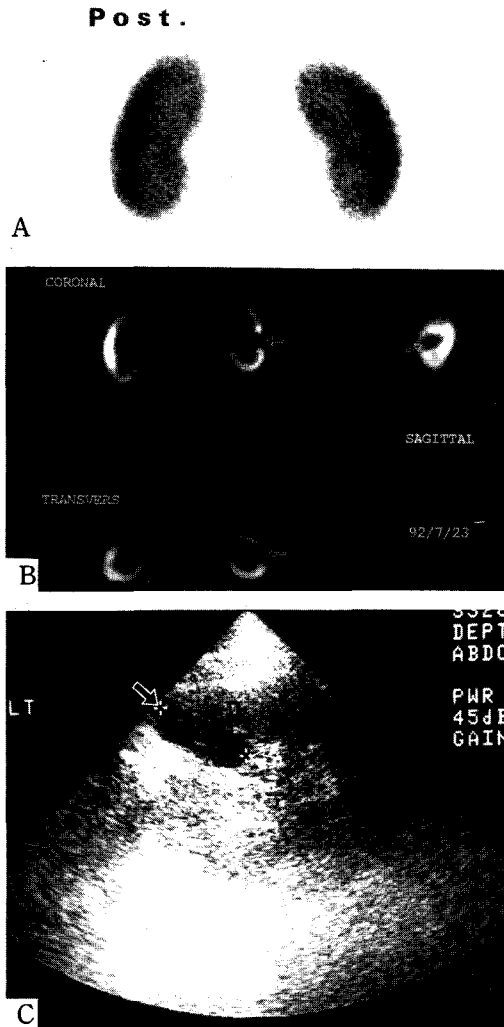


Fig. 4. ^{99m}Tc-DMSA planar (A) and SPECT (B) imaging in a normal 51 year-old man. Planar image was normal, but SPECT showed single renal cortical defect at left kidney. US (C) showed single renal cyst.

다²²⁾. 그러나 비교적 연구가 많이된 소아의 경우, 환자의 호흡운동이 미치는 영향이 크고, 일반적으로 어른에게 맞도록 고안된 SPECT 영상 장치로 인해 검출기와 환자의 거리가 벌어지는 등의 문제점이 있어 SPECT를 적용하더라도 제한적인 잇점이 있을 뿐이라는 보고도 있다²³⁾. 따라서 어른에 있어서도 실제 요로감염 환자에서 SPECT 영상의 이용이 얼마나 유용하며 타당한 검사인

가 여부를 살펴볼 필요가 있다. 본 연구 결과에서는 평면영상의 경우 전체적인 병변 발견율이 68%인 반면 SPECT 영상의 경우는 83%였고, 무증상 농뇨를 제외하고 급성 염증이 있던 경우만을 보면 SPECT의 병변 발견율은 88%로 평면영상과 현저한 차이가 있었다. 정상 대조군에서는 25명 모두 평면영상은 정상이었으며, SPECT 영상에서는 1명에서 평면영상에서 보이지 않던 단일신피질결손이 발견되었는데, 이는 추후에 단순낭포에 의한 것임이 밝혀졌다. 이와같이 ^{99m}Tc-DMSA 스캔상의 신피질결손은 요로감염시에만 특이적으로 나타나는 것이 아니라, 신장경색, 농양, 종양이나 낭포 등에서도 비특이적으로 섭취결손을 보일수 있으므로^{24~26)} SPECT 영상은 평면영상보다 적지만 위양성이 더 증가할 가능성이 있을 것으로 보인다²³⁾. 그러나 SPECT 영상은 임상적으로 상부요로감염이 의심될 때 평면영상의 소견이 애매하거나 정상인 경우, 신장의 유의한 병변 여부를 배제하고자 할 때 특히 유용할 것으로 생각된다.

또 위의 결과에서 ^{99m}Tc-DMSA SPECT 영상에서 정상이거나 단일신피질결손만 있을 때는 US, IVP 및 VCU에서 거의 정상소견을 나타냈고, 다중신피질결손일 경우에는 다른 검사에 양성소견을 동반하는율이 높았다. 특히 요관염류가 있더라도 US나 IVP 상에서는 정상소견을 보이고, ^{99m}Tc SPECT 영상에서만 다중신피질결손을 나타낸 예가 3명이 있었다. 이는 초기검사로 ^{99m}Tc-DMSA SPECT 영상을 시행했을 때 다중신피질결손이 있을 경우에만 추가검사를 시행하여 기저질환 유무를 파악하는 것이 적절하다는 것을 나타내고 있다.

일반적으로 급성 감염시의 ^{99m}Tc-DMSA 스캔상 발견되는 신피질결손은, 소아의 경우 완전히 회복되기도 하나 때로는 지속적 반흔으로 남을 수 있으며 결국 이부위의 성장이 저해되고 신장의 변형 및 기능손상을 초래할 수 있는 것으로 여겨지고 있다^{3~5)}. 본 연구의 추적검사 결과는 단일신피질결손이 있던 환자는 모두 회복되는 소견을 보였으나, 다중신피질결손이 있었던 경우는 추적검사상 변화가 없는 예가 많았고, 급성 신우신염에 다중신피질결손이 있었던 1예에서는 오히려 신장의 크기가 작아지고 결손의 크기가 증가되는 악화소견을 보였다. 이는 급성기의 부종이 빠지면서 신장의 크기가 줄고 만성반흔이 형성되었기 때문으로 여겨지는데, 이와같이 다중신피질결손은 처음 발생한 급성 신우신염이라도 그만큼 병변이 심하게나 반복되는 감염으로 이미 반흔이

형성된 상태에 중복 감염되었을 것을 시사한다고 하겠다. ^{99m}Tc -DMSA SPECT 영상을 더 자세히 분석하면 추적검사상 잘 호전되는 일시적인 급성 섭취결손들은 신장의 외형변화나 부피의 감소가 없는 특징들을 지니고 있었다. 반면, 추적검사상 회복되지 않는 만성 섭취결손들은 대개 신장표면 함몰등의 외형변화가 있거나 신장의 전체적 부피 감소가 동반되는 특징적인 소견을 지니고 있었다. 이는 다른 문헌에 보고된 바와 같이¹⁴⁾ SPECT 영상분석으로 어느 정도는 비가역적인 병변의 유무를 감별할 수 있을 것으로 생각되었다. 그러나 한번 시행한 검사만으로 급만성 섭취결손을 정확히 구별하는 것은 불가능하며, 신피질결손의 회복여부 판정은 추적검사를 시행하는 것이 필요할 것으로 여겨진다.

본 연구에는 무증상 농뇨환자가 포함되어 있다. 이들 중 ^{99m}Tc -DMSA SPECT 영상에서 정상이었던 환자들은 다른 검사들이 모두 정상이었으며, 다중신피질결손이 있는 8명의 경우는 다른 검사에서도 심한 비정상소견을 나타내었다. 이 중 4명은 추후 비뇨기계 결핵임이 밝혀졌다. 이처럼 증상이 없는 지속적 농뇨가 있는 경우는 급성 감염의 가능성은 떨어진다 하더라도 심각한 비뇨기계 만성변변이 있는 경우가 흔하므로, ^{99m}Tc -DMSA 스캔은 무증상 농뇨환자에서 신장의 병변여부를 보아 추후 검사를 결정하는 선별검사의 역할도 가능할 것으로 여겨진다.

결 론

이상의 결과를 종합해 볼때, 성인 요로 감염 환자에서 ^{99m}Tc -DMSA SPECT 영상은 평면영상이나 다른 방사선학적 검사들에 비하여 감염의 위치를 결정하고 초기 병변을 진단하는데 매우 예민한 방법으로, SPECT 소견에 따라 추가 검사 여부를 결정하는 초기진단 방법으로 적절하게 활용될 수 있을 것으로 생각된다. ^{99m}Tc -DMSA SPECT 영상에서 다중신피질결손이 있는 경우는 비가역적인 조직손상이 동반되었을 가능성이 크며 해부학적인 기저 원인질환을 밝히기 위한 추가검사가 더 요구된다고 하겠다.

REFERENCES

1) Verboven M, Ingels M, Delree M, Piepsz A: 99m

Tc-DMSA scintigraphy in acute urinary tract infection in children. *Pediatr Radiol* 20:540, 1990

2) Stoller ML, Kogan BA: Sensitivity of ^{99m}Tc -DMSA for the diagnosis of chronic pyelonephritis: Clinical and theoretical considerations. *J Urol* 135:977, 1986

3) Handmaker H: Nuclear renal imaging in acute pyelonephritis. *Semin Nucl Med* 12:246, 1982

4) Conway J: Radionuclide imaging of acute bacterial nephritis. *Contrib Nephrol* 39:28, 1984

5) Sty J, Wells R, Starshak R, Schroeder B: Imaging in acute renal infection in children. *Am J Roentgenol* 148:471, 1987

6) Conway JJ: The role of scintigraphy in urinary tract infection. *Semin Nucl Med* 18(4):308, 1988

7) Rubin RH, Tolkhoff-Rubin NE, Cotran RS: Urinary tract infection, pyelonephritis and reflux nephropathy. In: *The Kidney*, edited by Brenner BM, Rector FC. WB Saunders Company, Philadelphia, 1991

8) Fair WR, McClennan BLK, Jost RG: Are excretory urograms necessary in evaluating women with urinary tract infection? *J Urol* 121:313, 1979

9) Engel G, Schaffer AJ, Grayback JT, Wendel EF: The role of excretory urography and cystoscopy in the evaluation and mangement of women with recurrent urinary tract infection. *J Urol* 123:190, 1980

10) Fowler JE Jr, Pulaski ET: Excretory urography, cystography, and cystoscopy in the evaluation of women with urinary tract infection: A prospective study. *N Engl J Med* 304:462, 1981

11) Delange EE, Jones B: Unnecessary intravenous urography in young women with recurrent urinary tract infections. *Clin Radiol* 34:551, 1983

12) 목차수, 신동진, 최호진, 김경옥, 이강욱, 최대섭 : 급성 신우신염에서 ^{99m}Tc -DMSA 신장스캔의 임상적 의의. *대한핵의학회지* 23(2):201, 1989

13) Sfakianakis GN, Vonorta K, Zilleruelo G, Jaffe D, Georgiou M: Scintigraphy in acquired renal disorders. *Nucl Med Annual* p 157, 1992

14) Majd M, Rushton GH: Renal cortical scintigraphy in the diagnosis for acute pyelonephritis. *Semin Nucl Med* 12(2):98, 1992

15) Roberts JA, Ruth JK Jr, Dominique GJ: Immunology of pyelonephritis in the model V. Effect of superoxide dismutase. *J Urol* 128:1394, 1982

16) Haack MB, Dowling KJ, Patterson GM: Immunology of pyelonephritis VIII. *E. Coli* causes

- granulocytic aggregation and renal ischemia. J Urol* 136:1117, 1986
- 17) Androulakakis PA, Ransley PG, Risdon PA: *Microvascular changes in the early stage of reflux pyelonephritis. An experimental study in the pig kidney. Eur Urol* 13:219, 1987
- 18) Majd M, Rushton HG, Chandra RS: *Focal intrarenal blood flow changes in experimental acute pyelonephritis in piglet. Radiology* 177:142, 1990
- 19) Rushton HG, Majd M, Chandra R, Yim D: *Evaluation of ^{99m}Tc-Technitium-dimercaptosuccinic acid renal scan in experimental acute pyelonephritis in piglets. J Urol* 140:1169, 1988
- 20) Parkhouse HF, Godley ML, Cooper J: *renal imaging with ^{99m}Tc-labelled DMSA in the detection of acute pyelonephritis: An experimental study in the pig. Nucl Med Comm* 10:63, 1989
- 21) Wikstad I, Hannerz L, Karlsson A, Ekloef A, Olling S, Alperia A: *^{99m}Tc-Technitium dimercaptosuccinic acid scintigraphy in the diagnosis of acute pyelonephritis in rats. Pediatr Nephrol* 4:331, 1990
- 22) Itoh K, Asano Y, Tsukamoto E, Kato C, Nakada K, Nagao K, Furudate M, Gotoh T: *SPECT with ^{99m}Tc-DMSA in patient with upper UTI and/or vesicoureteral reflux. Ann Nucl Med.* 5(1):29, 1991
- 23) Williams ED: *Renal single photon emission computed tomography: Should we do it ? Semin Nucl Med* 22(2):112, 1992
- 24) Handmaker H, Young BW, Lowenstein JW: *Clinical experience with ^{99m}Tc-DMSA, a new renal imaging agent. J Nucl Med* 16:28, 1975
- 25) Bingham JB, Maisey MN: *An evaluation of the use of ^{99m}Tc-dimercaptosuccinic acid (DMSA) as a static renal imaging agent. Brit J Rad* 51:599, 1978
- 26) Daly MJ, Henry RE: *Defining renal anatomy and function with ^{99m}Tc-dimercaptosuccinic acid: Clinical and renographic correlation. J Urol* 126:5, 1981