

# 요로감염 소아에서 입원 초기 시행한 DMSA 신 스캔 결과에 따른 임상양상의 차이에 대한 연구: DMSA 신 스캔의 임상적 의미

명지병원 소아청소년과

김동욱 · 이상민 · 이정봉 · 고영빈 · 김수진

Dong Ouk Kim, M.D.,  
Sang Min Lee, M.D.,  
Jeong Bong Lee, M.D.,  
Young Bin Ko, M.D.,  
and Su Jin Kim, M.D.

Department of Pediatrics, Myongji Hospital,  
Goyang, Korea

**Corresponding Author:** Su Jin Kim  
Department of Pediatrics, Myongji Hospital,  
Goyang, Korea  
Tel: 031-810-5114, Fax: 031-969-0500  
E-mail: [sjkim0128@mjh.or.kr](mailto:sjkim0128@mjh.or.kr)

Received: 15 September 2013  
Revised: 16 October 2013  
Accepted: 16 October 2013

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/bync/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## Differences in the Clinical Characteristics of Children with Urinary Tract Infections Based on the Results of $^{99m}\text{Tc}$ -Dimercaptosuccinic Acid Renal Scanning

**Purpose:** The  $^{99m}\text{Tc}$ -Dimercaptosuccinic acid (DMSA) renal scan is used primarily for the diagnosis of renal scarring and acute pyelonephritis in children with urinary tract infections (UTI). This study aimed to evaluate clinical differences based on the positive or negative results of DMSA scans and kidney ultrasonography (US) in pediatric UTI.

**Method:** We retrospectively reviewed 142 pediatric patients with UTI who were admitted to Myongji Hospital from January 2004 to December 2012. We performed a comparative analysis of clinical parameters such as age, sex, white blood cell (WBC) count, neutrophil count, blood urea nitrogen (BUN) level, creatinine (Cr) level, C-reactive protein (CRP) level, and durations of hospitalization and fever, grouped by the results of the DMSA scans and kidney US.

**Results:** The mean age of the patients was  $33.8 \pm 48.3$  months, and 78 (55%) were male. Fifty-two patients had abnormal DMSA findings, and 71 patients had abnormal kidney US findings (test positive groups). In the DMSA scan positive group, there were significant differences in age, WBC counts, neutrophil counts, CRP level, BUN level, Cr level, hospitalization duration, number of abnormal findings on kidney US, and incidence of vesicoureteral reflux (VUR) compared with the scan negative group. The kidney US positive group had significant differences in age, neutrophil count, CRP level, BUN level, Cr level, hospitalization duration, number of abnormal findings on the DMSA scans, and more frequent VUR compared with the US negative group.

**Conclusion:** Our data suggest that there were no major differences in clinical parameters based on the results of the DMSA scans compared with kidney US in pediatric UTI. However, as kidney US and DMSA scan were performed to predict VUR, the sensitivity and negative predictive value was increased.

**Key words:** DMSA scan, Urinary tract infection, Kidney ultrasonography

## 서론

요로감염(Urinary tract infection, UTI)은 소아에서 5세 이하의 소아에서 비교적 흔한 세균성 질환으로 발열이 있는 소아의 2-6%로 빈도가 보고되고 있다[1]. 요로감염이 있는 소아의 25-50%에서 방광요관역류(Vesicoureteral reflux, VUR)가 있으며, 방광요관역류가 있는 소아의 30-49%에서 신 반흔(Renal scar)이 동반된다[2]. 반복적인 요로감염과 이에 따른 신반흔은 신 손상의 위험 요인이 되며, 이는 신고혈압이나, 신부전등 중증의 신 질환의 원인이 될 수 있다[3]. 따라서 요로감염 환자에서 요로감염에 선행되는 선천성 기형, 신 반흔 유무, 방광요관 역류 여부를 확인하기 위한 영상학적 검사가 필요하며, 가장 효율적인 영상학적 검사 지침을 수립하기 위해 많은 연구가 있어 왔다[4-6].

요로감염 환자에게 시행하는 대표적인 영상학적 검사로 신장초음파, <sup>99m</sup>Tc-Dimercaptosuccinic acid (DMSA) 신 스캔, 배뇨성 방광요도 조영술(Voiding cystourethrography, VCUG) 등의 검사가 있고, 이 중 VCUG는 방광요관 역류의 정도를 정확히 파악할 수 있는 유일한 검사이다. 하지만 침습적인 검사로 도뇨관 삽입으로 인한 통증 유발 및 방사선 조사에 노출, VCUG 시행 후 2차 감염의 문제 등의 부작용을 야기할 수 있다[7, 8]. 신장 초음파의 경우 비 침습적이고 방사선 노출도 없으며, 비교적 쉽게 시행할 수 있으나 방광요관역류를 예측하거나 급성 신우신염이나 신반흔을 보는 데 있어서는 적합하지 않다는 보고들이 있다[9, 10]. DMSA 신 스캔은 비 침습적인 검사이고 급성 신우신염이나 신반흔을 보는 데 유용한 검사로 본 연구에서는 요로감염 소아에서 입원 중 시행한 DMSA 신 스캔 결과에 따른 임상양상의 차이를 비교함으로써 요로감염 소아에서 DMSA 신 스캔의 임상적 의미를 보고자 하였다.

## 대상 및 방법

2004년 1월부터 2012년 12월까지 요로감염으로 명지병원 소아청소년과 병동에 입원한 환자 495명 중, 입원 1주일 이내에 신장 초음파와 DMSA를 모두 시행한 142명을 대상으로 하였다.

요로감염은 다음과 같은 조건을 만족한 경우로 정의 하였다. 먼저 발열, 황달, 구토 및 설사, 복통, 배뇨통 등 하나 이상의 증상이 있으며, 소변을 가릴 줄 아는 연장아 또는 소아는 깨끗한 중간뇨(외요도부를 증류수 등으로 깨끗이 한 후 멸균 플라스틱 컵에 채뇨)를 그렇지 못한 환자들에

게서는 무균 채뇨백(요도부 주위를 소독한 후 무균 채뇨백 부착)을 이용하여 받은 소변 검사에서 농도가 있으면서, 소변 배양검사에서 단일 균주가 100,000 CFU/mL 이상 배양되었을 경우이다. 만일 항생제 사용 후 배양검사를 시행한 경우는 DMSA 신 스캔이나 초음파 결과에서 급성 신우신염의 소견이 있는 경우로 정의하였다. 본 연구에서는 이전 요로감염의 과거력이 있는 환자, 발열 기간 및 항생제 사용 기간을 알 수 없는 환자, 다른 감염이나 중증 질환이 동반되었거나, 신경인성 방광 이상이 있는 환자는 연구에서 제외하였다.

DMSA 신 스캔 양성군은 DMSA 신 스캔상 한 구획 이상의 Tc-99m 흡수 감소나 결손이 보이는 경우 또는 양쪽 신장의 상대적 기능이 45% 이하일 경우, 신 위축 소견이 있는 경우로 정의하였고, 음성인 경우는 DMSA 신 스캔에서 이상이 없는 군으로 정의하였다.

신장 초음파의 경우 수신증, 요관 확장, 신 피질 음영의 증가, 중복 요관, 신장 무형성, 위축 신 등의 이상이 있는 경우를 양성군으로 이상이 없는 군을 음성군으로 정의하였다.

VCUG의 경우 국제 소아 역류 연구회의 방광요관 역류 등급(International reflux study committee, 1981)에 따라 grade I-II를 경증, grade III-V를 중증으로 분류하였다[11].

VCUG를 시행한 환자군 중 방광요관이 있는 경우 환자 1명당 2신단위(Renal unit)로 기술하였다.

본 연구는 후향적으로 시행되었으며, 환자의 성별, 나이, 요로감염의 원인 균주, 혈중 백혈구 수치와 중성구 비율, 혈장 C-반응성 단백(C-reactive protein, CRP), 혈중 요소질소(Blood urea nitrogen, BUN) 수치, Creatinine (Cr) 수치, 발열기간, 입원기간, 신장 초음파 소견, DMSA 신 스캔 소견, VCUG를 시행한 경우 VCUG 소견을 의무기록을 통해 조사하였다.

통계적 방법으로는 SPSS for window version 17.0 (Chicago, Illinois, USA)를 이용하였으며, Mann-Whitney test, Pearson Chi-square test를 통하여 각각의 환자 군을 비교하였고, P value 0.05 미만인 경우에 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

## 결과

### 1. 연구 대상 환자의 특성

대상 환자는 모두 142명으로 남자가 78명(54.9%), 여자가 64명(45.1%)으로 남자가 다소 많았고(1.2:1), 평균 연

령은 33.8±48.3 개월이었으며, 입원 당시 백혈구 수 14.2±5.7×10<sup>3</sup>/mm<sup>3</sup>, 호중구의 비율 57.6±18.2%, 혈중 C-반응성 단백 6.5±6.7 mg/dL, 혈중 요소질소 10.2±4.4 mg/dL, Cr 0.5±0.16 mg/dL 이었다. 환자들의 평균 발열기간은 3.1±2.3일이었고, 입원기간은 7.1±3.0일 이었다. 소변배양 검사에서 동정된 균주는 *Escherichia coli*가 가장 많았고(74.5%), 그 외 *Enterobacter cloacae* (5.8%), *Klebsiella pneumoniae* (4.9%), *Enterococcus species* (4.9%), *Proteus mirabilis* (3.9%), 등이 동정되었다.

**2. DMSA 신 스캔 양성군과 음성군의 비교**

DMSA 신 스캔에서 이상을 보인 환자는 52명(36.6%) 이었으며, DMSA 신 스캔 양성군이 음성군에 비해 나이가 많았고(49.3±55.0 months vs. 25.2±42.1 months, *P*-value=0.002), 입원 당시 백혈구 수(16.4±5.9×10<sup>3</sup>/mm<sup>3</sup> vs. 12.9±5.3×10<sup>3</sup>/mm<sup>3</sup>, *P*-value<0.001), 호중구의 비율 (67.3±16.8% vs. 50.6±17.5%, *P*-value<0.001), C-반응성 단백(11.7±7.9 mg/dL vs. 3.6±3.5 mg/dL, *P*-value<0.001)가 더 높았다. 입원 기간(8.1±3.5일 vs. 6.6±2.6일, *P*-value=0.006) 역시 DMSA 신 스캔 양성군에서 더 길었다. 그러나 성별과 발열기간(3.3±3.5일 vs. 3.0±2.5일, *P*-value=0.117)에는 차이가 없었다. 또한 DMSA 신 스캔 양성군에서 신장 초음파와 VCUG에서 이상 소견을 보인 경우가 통계적으로 유의하게 많았다(Table 1).

**3. 신장 초음파 양성군과 음성군의 비교**

142명 중 초음파에서 이상을 보인 환자는 71명(50.0%) 이었고, 이 중 신 실질의 음영 증가 및 급성 신우신염이 30

명(21.1%)으로 가장 많았고, 신우 확장증을 포함한 수신증이 25명(17.6%), 요관 확장 5명(3.5%), 중복요관 3명(2.1%) 등이었다.

신장 초음파 양성군이 음성군에 비해 나이가 많았고(51.1±54.8 months vs. 16.0±32.3 months, *P*-value<0.001), 입원 당시 호중구의 비율(63.4±18.7% vs. 49.5±16.6%, *P*-value<0.001), C-반응성 단백 (7.9±7.5 mg/dL vs. 5.4±5.1 mg/dL, *P*-value=0.011)가 높았다. 입원 기간 역시 신장 초음파 양성군에서 길었다(7.6±2.8 vs. 6.7±3.2일, *P*-value=0.030). 그러나 입원 당시 백혈구 수(14.0±4.9×10<sup>3</sup>/mm<sup>3</sup> vs. 14.3±6.5×10<sup>3</sup>/mm<sup>3</sup>, *P*-value=0.903)와 성별, 발열기간(3.3±2.4일 vs. 2.9±2.2일, *P*-value=0.326)에는 두 군간의 차이가 없었다. 신장 초음파 양성군에서 마찬가지로 DMSA 신 스캔과 VCUG에서 이상 소견을 보인 경우가 음성군에 비해 통계적으로 유의하게 많았다(Table 2).

**4. 방광요관역류가 있는 군에서 신장 초음파와 DMSA 신 스캔의 비교**

142명의 환자 중 VCUG를 시행한 환자는 모두 59명으로, 이 중 20명(33.8%)에서 방광요관역류가 있었다. 방광요관역류가 관찰된 26 신단위에서 13 신단위는 경증이었고, 나머지 13 신단위는 중증이였다.

대상 환자의 방광요관역류의 진단에서 신장 초음파의 민감도는 80.0%이고, 특이도는 61.5%이며, 양성 예측도는 51.6%, 음성 예측도는 85.7%였다. DMSA 신 스캔의 경우는 민감도는 75.0%, 특이도는 76.9% 였으며, 양성 예측도는 62.5%였고, 음성 예측도는 85.7%였다. 신장 초음파 또는 DMSA 신 스캔 중 하나라도 양성인 경우에는 민감도와 양성 예측도가 각각 90.0%와 88.8%까지 증가하였으며, 특이

**Table 1.** Comparison of Clinical Characteristics According to DMSA Scan Findings in Study Subjects

	DMSA positive (n=51)	DMSA negative (n=91)	<i>P</i> -value
Sex (% of male)	50.9%	57.1%	0.488
Age (month)	49.3±55.0	25.2±42.1	0.002
CRP (mg/dL)	11.7±7.9	3.6±3.5	<0.001
WBC (×10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	16.4±5.9	12.9±5.3	<0.001
Neutrophil (%)	67.3±16.8	50.6±17.5	<0.001
BUN (mg/dL)	12.2±4.9	8.8±3.9	<0.001
Cr (mg/dL)	0.6±0.2	0.5±0.1	<0.001
Fever duration (day)	3.3±3.5	3.0±2.5	0.117
Admission duration (day)	8.1±3.5	6.6±2.6	0.006
Abnormal finding of kidney US (%)	66.6%	41.7%	0.005
Abnormal finding of VCUG (%)	62.5%	14.2%	<0.001

Abbreviations: DMSA, <sup>99m</sup>Tc-Dimercaptosuccinic acid; CRP, C-reactive protein; WBC, White blood cell; BUN, Blood urea nitrogen; Cr, Creatinine; US, Ultrasonography; VCUG, Vesicoureteral reflex.

도는 41.0%, 양성 예측도는 43.9% 였다. DMSA 신 스캔 음성군에서 6 신단위가 방광요관역류로 진단되었고, 이중 3 신단위는 중증 방광요관역류였다. 또한 신장 초음파 음성군에서도 5 신단위가 방광요관역류로 진단되었는데 모두 중증 방광요관역류였다. 그러나 신장 초음파와 DMSA 신 스캔이 모두 음성 소견을 보이는 경우에 방광요관역류가 진단된 예는 없었다(Table 3).

### 5. DMSA 신 스캔 추적 검사 결과

입원 기간 중 시행한 DMSA 신 스캔 결과에서 양성이었던 52명 가운데 21명에서 4-6개월 후 DMSA 신 스캔을 추적 검사한 결과 이 중 3명(14.2%)에서만 신반흔이 남아있었고, 18명(85.8%)은 호전되는 소견을 보였다. 신반흔이 남은 3명의 환자 중 방광요관역류가 있는 환자는 1명이었고, 좌측의 grade III의 역류가 동반되어 있었다.

### 고찰

소아에서 요로감염 후 15-60%에서 영구적인 신반흔이

관찰되는 것으로 알려져 왔다[13, 14]. 광범위한 신 손상은 신장의 성장 저하, 신우신염의 재발, 사구체 기능 저하 및 단백뇨, 고혈압 및 임신성 고혈압과 관련이 있다고 알려져 있다[15-17]. 특히 급성 신우신염은 세균의 내독소와 같은 세균적 요인 및 Interleukin-1 (IL-1), Tumor necrosis factor (TNF) 등 세포 독성물질의 분비 및 다형핵 백혈구의 침윤으로 의한 급성 신 실질의 손상 외에도 섬유아세포의 상처 부위로의 이동과 증식을 촉진하여 조직의 재형성 즉, 영구적인 신 손상을 일으키는 신반흔을 형성할 수 있다 [1]. 신 손상을 받은 부위는 DMSA 신 스캔 상 방사선의 흡수율의 차이가 생기고 좌우 비교 신기능(Differential renal function)의 차이가 생기게 되는데, 신실질의 손상으로 방사선 흡수율이 정상적이지 못할 경우 신손상 및 신반흔을 의미하며 이는 신반흔을 보여주는 가장 좋은 검사이다[12].

DMSA 신 스캔은 급성 신우신염을 진단하는 데 있어 가장 좋은 검사 방법으로 DMSA 섭취율은 신세뇨관 기능을 대변하여 신장 내 혈류 분포 및 근위 신세뇨관 세포의 기능을 파악하는 데 유용한 검사이다[18]. 또한 호중구 침착에 의한 신장 실질의 염증성 변화인 급성 신우신염의 병리학적 조건에서도 DMSA 신 스캔의 결과와의 일치율이 97%로 매우 높아 신 실질의 급성 염증성 변화의 범위 및 신 반

**Table 2.** Comparison of Clinical Characteristics According to Kidney US Findings in Study Subjects

	US positive (n=72)	US negative (n=70)	P-value
Sex (% of male)	47.2%	62.8%	0.066
Age (month)	51.1±54.8	16.0±32.3	<0.001
CRP (mg/dL)	7.9±7.5	5.4±5.1	0.011
WBC (×10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	14.0±4.9	14.3±6.5	0.903
Neutrophil (%)	63.4±18.7	49.5±16.6	<0.001
BUN (mg/dL)	11.4±5.0	8.7±3.6	<0.001
Cr (mg/dL)	0.6±0.2	0.4±0.1	<0.001
Fever duration (day)	3.3±2.4	2.9±2.2	0.326
Admission duration (day)	7.6±2.8	6.7±3.2	0.030
Abnormal finding of DMSA (%)	47.2%	24.2%	0.005
Abnormal finding of VCUg (%)	51.6%	14.2%	0.003

Abbreviations: DMSA, <sup>99m</sup>Tc-Dimercaptosuccinic acid; CRP, C-reactive protein; WBC, White blood cell; BUN, Blood urea nitrogen; Cr, Creatinine; US, Ultrasonography; VCUg, Vesicoureteral reflex.

**Table 3.** Usefulness of US and DMSA Scan for Predicting VUR

Test		VUR			Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
		No VUR (n=39)	Low-grade (n=10)	High-grade (n=10)				
US	Positive	15	10	6	80.0	61.5	51.6	85.7
	Negative	24	0	4				
DMSA	Positive	9	7	8	75.0	76.9	62.5	85.7
	Negative	30	3	2				
US or DMSA	Positive	5	7	4	90.0	41.0	43.9	88.8
	Negative	34	3	6				

Abbreviations: VUR, Vesicoureteral reflex; PPV, Positive predictive value; NPV, Negative predictive value; US, Ultrasonography; DMSA, <sup>99m</sup>Tc-Dimercaptosuccinic acid.

흔의 발생을 파악하는 데도 도움이 된다[19, 20].

본 연구에서는 요로감염으로 입원한 환자들 중 입원 1주일 이내에 신장 초음파와 DMSA 신 스캔을 시행한 환자를 대상으로 하였고, 신장 초음파의 경우 50%에서 이상 소견을 보였고, DMSA 신스캔은 36.6%에서 이상 소견을 보였다. 요로 감염을 대상으로 한 다른 연구들에서 신장 초음파의 경우 21.3-56.1%, DMSA 신 스캔의 경우 26.0-59.6% [2, 21, 22-24]로 양성율은 다양하게 나타났고, 본 연구도 비슷한 결과를 보인다. DMSA 양성군과 음성군간의 임상양상 비교에서 양성군이 음성군에 비해 나이가 많았고, 입원 당시 C-반응성 단백, 혈중 백혈구수, 호중구 비율이 더 높고, 입원기간이 길었으나 성별이나 발열기간에서는 유의한 차이가 없었고, 이는 Mohkam 등의 연구에서 나타난 바와 같이 DMSA 신 스캔 양성군이 입원 당시 혈액 및 소변의 백혈구 수, ESR이 높고, 나이가 더 많다는 결과와 유사하다 [25]. 신장 초음파 양성군에서도 음성군에 비해 나이가 많았고, C-반응성 단백과 호중구의 비율이 더 높고, 입원 기간이 길었으나 그러나 DMSA 양성군에서와 달리 신장초음파 양성군에서는 입원 시 혈중 백혈구 수에서는 차이를 보이지 않았고, 그 외 성별과 발열기간은 DMSA 신 스캔 양성군과 마찬가지로 음성군과 유의한 차이를 보이지 않았다.

소아의 요로감염에서 연령에 따른 급성 신우신염과 신반흔의 발생율이 차이가 있다는 보고들이 있었고, 일반적으로 영아에서 신 손상 및 신 반흔의 위험성이 높다고 알려져 있으나[26, 27], 최근 Paolo의 연구에 의하면, 5세 이상의 요로감염 환자에서 급성 신우신염의 발생율이 영아에 비해 더 높았고, 신 반흔 역시 연령이 증가함에 따라 발생 빈도가 높아졌다고 하였으며[28], Ataei 등의 연구에서는 5세 이상의 환자에서 DMSA 신 스캔에 이상이 없는 환자가 신장 초음파에서 이상이 발견되는 경우는 없었으나, DMSA 신 스캔에 이상이 있는 환자의 경우 신장 초음파는 정상이었던 경우가 39%에서 발견되어, 5세 이상의 요로감염 환자에서 DMSA 신 스캔의 중요성을 강조하였다[20]. 본 연구에서도 DMSA 신 스캔 양성군에서 나이가 더 많은 것으로 나타났다.

소아의 요로감염에서 신 반흔 형성에 기여하는 요소에 대해서는 여러 연구가 있어왔다. 방광요관역류가 신 반흔 형성에 가장 중요한 영향을 미치는 것이 일반적으로 알려져 있으며[15, 29], 그 중 백혈구 수가 신 반흔의 형성에 관계가 있다는 연구들이 있다[30, 31]. Jung 등은 발열 기간이 길고, 백혈구 수가 증가되어 있는 경우 신 결손 및 신 반흔이 증가한다고 보고하였고[30], 본 연구에서도 신장초음파 양성군과 음성군은 혈중 백혈구 수에 차이가 없었으나

DMSA 신 스캔 양성군은 음성군에 비해 혈중 백혈구 수가 더 높았다. 그러나 Park 등의 연구에 따르면 급성 신우신염 후에 신 반흔의 형성은 백혈구 수, C-반응성 단백, 발열 기간 등에는 큰 차이가 없었고, 방광요관역류의 정도에만 연관이 있다고 하였다[5, 15]. 따라서 본 연구에서 신장 초음파 양성군과는 달리 DMSA 신 스캔 양성군에서만 백혈구 수가 높았던 것이 임상적으로 더 심한 신우신염을 뜻하거나 신 반흔 형성과 직접적으로 연관이 있다고 보기에는 현재로서는 어려울 것으로 사료된다.

현재까지의 여러 연구에서는 요로감염에서 DMSA 신 스캔의 효용성은 주로 침습적인 VUCG 없이도 방광요관 역류의 유무를 유추하는 데 그 초점이 맞추어져 있는 경우가 많았다. Tseng 등의 연구에 따르면 첫번째 발열성 요로감염일 경우 신장 초음파와 DMSA 신 스캔을 시행하여, 두 가지 검사에서 이상 소견이 없는 경우는 VUCG를 시행하지 않는 것을 권고하였고[32], Lee 등의 연구에서도 비슷한 결론을 보였다[24]. 그러나 Mantadakis 등의 연구에서는 2개월에서 24개월 미만의 첫번째 발열성 요로감염에서는 24개월 이상의 환자들에 비해 DMSA 신 스캔에서 이상을 보이는 비율이 높으므로 신장 초음파와 VUCG를 시행하는 것을 권고하기도 하였다[7]. 국내 연구에서는 Yang 등의 연구[2]와 Lee 등의 연구[33]에서는 DMSA 신 스캔에서 정상인 경우 방광요관 역류가 있을 가능성이 낮으므로 불필요한 VUCG를 시행하지 않도록 해야 한다고 했던 반면, Woo 등의 연구[32]에서는 1세 미만의 영아에서의 요로감염의 경우 신장 초음파 및 DMSA 신 스캔 만으로는 방광요관역류의 존재 여부를 예측하기 힘들기 때문에 반드시 VUCG를 시행해야 한다고 하였다. 본 연구에서도 DMSA 신 스캔이나 신장초음파에서 이상 소견이 있었던 환자에서 역류가 있을 가능성이 높았고, DMSA 신 스캔과 신장초음파 두 가지 다 이상이 있을 경우 방광요관 역류에 대한 민감도와 음성 예측도는 각각 90.0%와 88.8%까지 증가하였다. 이는 다른 연구들에서 DMSA 신 스캔과 신장 초음파 두 가지 방법으로 방광요관역류를 예측했을 때 민감도가 73.9-83.2%, 음성 예측도가 77.4-92.1%로 나왔던 것과 유사한 결과를 보였다[21, 35, 36]. 본 연구에서 DMSA 신 스캔과 신장초음파 두 가지 다 정상이었으나 역류가 있는 경우도 있었으나 모두 한 쪽의 grade 1의 역류만 있는 경증이었다.

여러 연구에서 DMSA 신 스캔에서 보이는 신 결손은 28.1-38.0% 정도 지속된다는 보고들이 있었다[20, 31]. 그러나 Camacho 등의 연구에서 요로감염 6개월 후 추적 검사한 DMSA 신 스캔에서 9.8%만이 신 결손이 지속되었다는 보고가 있었고[23], 본 연구에서도 추적 DMSA 신 스캔 결과

에서 14.2%가 신 결손이 지속되어 기존의 보고보다 낮았다.

위와 같은 사실들을 종합하여 볼 때, DMSA 신 스캔에서 양성 소견을 보인 것이 신장 초음파와 비교하여 임상적으로 더 심한 요로감염을 시사하거나, 향후 신 반흔 형성에 직접적으로 관련이 있다고 보기는 어려웠다. 그러나 신장 초음파와 DMSA 신 스캔을 같이 시행하였을 때, 방광요관역류를 예측하는 데 민감도 및 음성 예측도를 증가시킬 수 있었다. 하지만 초기 DMSA 신 스캔에서 신 결손이 있었던 경우, 대부분 신 결손이 호전되는 양상을 보여 임상적으로 신반흔을 일으킬 위험성은 높지 않은 것으로 보이나 이는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 후향적 연구로 연구 대상군이 기존의 논문들에 비해 숫자가 적고, VUCG를 모든 환자에서 시행하지 못하였으며, DMSA 신 스캔 검사도 모든 환자에서 추적 관찰 검사 결과를 얻지 못했다는 한계점이 있다. 또한 연구 방법에서 치골상부천자(Suprapubic puncture) 방법이 아닌 무균체뇨백 방법을 사용하여 정확한 진단이 이루어 지지 않았을 가능성을 내포하고 있다는 점도 한계점이다. 향후 소아 요로감염에서 DMSA 신 스캔 검사의 임상적 유용성 및 시행 지침에 대해 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 요약

**목적:** 본 연구는 요로감염 환아에게 시행하는 영상학적 검사인 신장 초음파, DMSA 신 스캔, VUCG 중 비교적 시행하기 쉬운 DMSA 신 스캔이 방광요관역류나 신 반흔을 얼마나 예측할 수 있는지 그리고 신장 초음파와 비교했을 때 얼마나 신뢰성을 갖는지도 알아보고자 한다.

**방법:** 2004년 1월부터 2012년 12월까지 병원에 입원하였던 요로감염 환아 495명 중 입원 1주일 이내에 신장 초음파와 DMSA 신 스캔을 시행한 환아 142명을 선별하여 후향적 연구를 통해 연구를 진행하였다. 환자의 성별, 나이, 요로감염의 원인 균주, 혈중 백혈구 수치와 중성구 비율, 혈장 CRP, 발열기간, 입원기간, 신장 초음파 소견, DMSA 신 스캔 소견, VUCG를 시행한 경우 VUCG 소견을 SPSS for window version 17.0를 통해 통계적 방법으로 분석하였다.

**결과:** DMSA 신 스캔 양성군과 음성군을 비교했을 때 나이, 입원당시 백혈구 수, 호중구 비율, CRP, 입원기간, 신장 초음파와 VUCG에서 이상소견을 보인 경우가 양성군이 음성군보다 통계적으로 유의하게 높은 값을 보였다. 신장 초음파 양성군과 음성군의 비교에서는 나이, 호중구 비율, CRP, 입원기간, DMSA 신 스캔과 VUCG에서 이상 소견을 보인

경우가 양성군이 음성군보다 통계적으로 유의하게 높은 값을 보였다.

**결론:** DMSA 신 스캔에서 양성 소견이 신장 초음파와 비교하여 임상적으로 더 심한 요로감염을 시사하거나, 향후 신 반흔 형성에 직접적으로 관련이 있다고 보기는 어려웠다. 그러나 신장 초음파와 DMSA 신 스캔을 같이 시행하였을 때, 방광요관역류를 예측하는 데 민감도 및 음성 예측도를 증가시킬 수 있었다.

## References

- Hewitson TD, Darby IA, Bisucci T, Jones CL, Becker GJ. Evolution of tubulointerstitial fibrosis in experimental renal infection and scarring. *J Am Soc Nephrol* 1998;9:632-42.
- Yang EM, Kim SJ, Kim CJ, Woo YJ. Clinical usefulness of ultrasonography and 99m Technetium dimercaptosuccinic acid scan for predicting the vesicoureteral reflux in children with urinary tract infection. *Chonnam Medical Journal* 2010;46:49.
- Ki HC, Kim SO, Yoo DH, Hwang IS, Hwang EC, Oh KJ, et al. Abnormal dimercaptosuccinic acid scan may be related to persistence of vesicoureteral reflux in children with febrile urinary tract infection. *Korean J Urol* 2012;53:716-20.
- Preda I, Jodal U, Sixt R, Stokland E, Hansson S. Normal dimercaptosuccinic acid scintigraphy makes voiding cystourethrography unnecessary after urinary tract infection. *J Pediatr* 2007;151:581-4, 4 e1.
- Lee YJ, Lee JH, Park YS. Risk factors for renal scar formation in infants with first episode of acute pyelonephritis: a prospective clinical study. *J Urol* 2012;187:1092-36.
- Mantadakis E, Maraki S, Michailidis L, Gitti Z, Pallikaris IG, Samonis G. Antimicrobial susceptibility of gram-positive cocci isolated from patients with conjunctivitis and keratitis in Crete, Greece. *J Microbiol Immunol Infect* 2013;46:41-7.
- Mantadakis E, Vouloumanou EK, Georgantzi GG, Tsalkidis A, Chatzimichael A, Falagas ME. Acute Tc-99m DMSA scan for identifying dilating vesicoureteral reflux in children: a meta-analysis. *Pediatrics* 2011;128:e169-79.
- Yi DY, Kim NY, Cho HY, Kim JE, Sim SY, Son DW, et al. Prediction of high grade vesicoureteral reflux in infants less than 3 months with urinary tract infection. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2008;12:178.
- Mahant S, Friedman J, MacArthur C. Renal ultrasound findings and vesicoureteral reflux in children hospitalised with urinary tract infection. *Arch Dis Child* 2002;86:419-20.
- Alshamsam L, Al Harbi A, Fakeeh K, Al Banyan E. The value of renal ultrasound in children with a first episode of urinary tract infection. *Ann Saudi Med* 2009;29:46-9.
- Lebowitz RL, Olbing H, Parkkulainen KV, Smellie JM, Tamminen-

- Möbius TE. International system of radiographic grading of vesicoureteric reflux. *International Reflux Study in Children. Pediatr Radiol* 1985;15:105-9.
- 12) Jakobsson B, Svensson L. Transient pyelonephritic change on 99m Technetium-dimercaptosuccinic acid scan for at least five months after infection. *Acta Paediatr* 1997; 86:803-7.
  - 13) Shaikh N, Ewing AL, Bhatnagar S, Hoberman A. Risk of renal scarring in children with a first urinary tract infection: a systematic review. *Pediatrics* 2010;126:1084-91.
  - 14) Faust WC, Diaz M, Pohl HG. Incidence of post-pyelonephritic renal scarring: a meta-analysis of the dimercapto-succinic acid literature. *J Urol* 2009;181:290-7; discussion 7-8.
  - 15) Park YS. Renal scar formation after urinary tract infection in children. *Korean J Pediatr* 2012;55:367-70.
  - 16) Peter C, Rushton H. Vesicoureteral reflux associated renal damage: congenital reflux nephropathy and acquired renal scarring. *J Urol* 2010;184:265-73.
  - 17) Jacobson SH, Eklof O, Eriksson C, Lins LE, Tidgren B, Wingerg J. Development of hypertension and uraemia after pyelonephritis in childhood: 27 year follow-up *BMJ* 1989;299:703-6.
  - 18) Lavocat MP, Granjon D, Allard D, Gay C, Freycon MT, Dubois F. Imaging of pyelonephritis. *Pediatr Radiol.* 1997;27:159-65.
  - 19) Sfakianakis GN SE. Nuclear medicine in pediatric urology and nephrology. *J Nucl Med* 1988;29:1287-300.
  - 20) Ataei N, Madani A, Habibi R, Khorasani M. Evaluation of acute pyelonephritis with DMSA scans in children presenting after the age of 5 years. *Pediatr Nephrol* 2005;20:1439-44.
  - 21) Fouzas S, Krikelli E, Vassilakos P, Gkentzi D, Papanastasiou DA, Salakos C. DMSA scan for revealing vesicoureteral reflux in young children with urinary tract infection. *Pediatrics* 2010;126:e513-9.
  - 22) Sheu JN, Wu KH, Chen SM, Tsai JD, Chao YH, Lue KH. Acute 99mTc DMSA scan predicts dilating vesicoureteral reflux in young children with a first febrile urinary tract infection: a population-based cohort study. *Clin Nucl Med* 2013;38:163-8.
  - 23) Camacho V, Estorch M, Fraga G, Mena E, Fuertes J, Hernandez MA, et al. DMSA study performed during febrile urinary tract infection: a predictor of patient outcome? *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004;31:862-6.
  - 24) Lee MD, Lin CC, Huang FY, Tsai TC, Huang CT, Tsai JD. Screening young children with a first febrile urinary tract infection for high-grade vesicoureteral reflux with renal ultrasound scanning and technetium-99m-labeled dimercaptosuccinic acid scanning. *J Pediatr* 2009;154:797-802.
  - 25) Mohkam M, Maham S, Rahmani A, Naghi I, Otokesh B, Raiati H, Mohseni N, Shamschiri AR, Sharifian M, Dalirani R, Ghazi R, Ahoopai M. Technetium Tc 99m dimercaptosuccinic acid renal scintigraphy in children with acute pyelonephritis correlation with other imaging tests. *Iran J Kidney Dis* 2010;4:297-301.
  - 26) Martinell J, Claesson I, Lidin-Janson G, Jodal U. Urinary infection, reflux and renal scarring in females continuously followed for 13-38 years. *Pediatr Nephrol* 1995;9:131-6.
  - 27) American Academy of Pediatrics. Committee on Quality Improvement. Subcommittee on Urinary Tract Infection. Practice parameter: the diagnosis, treatment, and evaluation of the initial urinary tract infection in febrile infants and young children. *Pediatrics* 1999;103:843-52.
  - 28) Pecile P, Miorin E, Romanello C, Vidal E, Contardo M, Valent F, et al. Age-related renal parenchymal lesions in children with first febrile urinary tract infections. *Pediatrics* 2009;124:23-9.
  - 29) Lee YJ, Lee JH, Park YS. Risk factors for renal scar formation in infants with first episode of acute pyelonephritis: a prospective clinical study. *J Urol* 2012;187:1032-6.
  - 30) Jung JI, Lim DH, Yim HE, Park MS, You KH, Hong YS. Fever duration and renal scar in pediatric urinary tract infection. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2008;12:70-7.
  - 31) Seon YS, Kwon DG, Shin YH, Pai KS. Prognostic factors of renal defects on the initial DMSA scan in children with acute pyelonephritis. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2010;14:195.
  - 32) Tseng MH, Lin WJ, Lo WT, Wang SR, Chu ML, Wang CC. Does a normal DMSA obviate the performance of voiding cystourethrography in evaluation of young children after their first urinary tract infection. *J Pediatr* 2007;150:96-9.
  - 33) Lee SH, Noh SH, Oh JE, Kim MS, Lee DY. Predictive value for vesicoureteral reflux in children with urinary tract infection. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2008;12:62-69.
  - 34) Woo MK, Kim MS, Koo JW. Should voiding cystourethrography be performed for infants with urinary tract infection. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2008;12:54-61.
  - 35) Lee HY, Soh BH, Hong CH, Kim MJ, Han SW. The efficacy of ultrasound and dimercaptosuccinic acid scan in predicting vesicoureteral reflux in children below the age of 2 years with their first febrile urinary tract infection. *Pediatr Nephrol* 2009;24:2009-13.
  - 36) Tsai JD, Huang CT, Lin PY, Chang JH, Lee MD, Huang FY, et al. Screening high-grade vesicoureteral reflux in young infants with a febrile urinary tract infection. *Pediatr Nephrol* 2012; 27:955-63.