

## 요로감염 환자의 방광 요관 역류에 대한 선별검사로서 초음파와 $^{99m}\text{Tc}$ Dimercaptosuccinic Acid (DMSA) Scan의 효용성

전남대학교 의과대학 소아과학교실

양은미 · 김상정 · 김찬종\* · 우영종

### Clinical Usefulness of Ultrasonography and $^{99m}\text{Tc}$ Dimercaptosuccinic Acid Scan for Predicting the Vesicoureteral Reflux in Children with Urinary Tract Infection

Eun Mi Yang, Sang Jeong Kim, Chan Jong Kim\* and Young Jong Woo

Department of Pediatrics, Chonnam National University Medical School, Gwangju, Korea

The purpose of this study was to evaluate the predictive value of ultrasonography (US) and  $^{99m}\text{Tc}$  dimercaptosuccinic acid (DMSA) scan for vesicoureteral reflux (VUR) in children with urinary tract infection (UTI). This study was a retrospective review of 114 children who were diagnosed as UTI from January 2004 to December 2007. A total of 114 patients underwent a US, DMSA scan and VCUG. The patients were divided into three groups according to the results of VCUG. The findings of the US and DMSA scan were compared with VCUG results. Of the 114 patients, there were 79 (69.3%) without VUR, 12 (10.5%) with low-grade VUR (grade I, II) and 23 (20.2%) with high-grade VUR (more than grade III). The US predicted 15 of 35 VUR with a sensitivity of 42.9% and a specificity of 70.9%. A DMSA scan predicted 26 of 35 VUR with a sensitivity of 74.3%. If either the US or DMSA scan was abnormal, this condition predicted 29 of 35 VUR with a sensitivity of 82.9%, negative predictive value (NPV) of 82.9%. VUR was associated with abnormal DMSA scan findings and abnormal findings of either US or DMSA scan. If either the US or DMSA renal scan was abnormal in children with a urinary tract infection, this was predictable factor for VUR. And this condition was more accurate in high-grade VUR. As screening examination for VUR, US and DMSA scan are useful and should be performed together. If both tests are normal in children with a urinary tract infection, there may be little or no clinically significant VUR.

**Key Words:** Urinary tract infections; Technetium Tc 99m dimercaptosuccinic acid; Vesico-ureteral reflux; Ultrasonography

## 서 론

요로감염은 소아에서 흔히 발생하는 감염으로 여아에서는 3~5%, 남아에서는 1%의 발병률을 보인다.<sup>1</sup> 방광 요관 역류는 소아의 요로감염과 신반흔을 일으키는 원인 중의 하나로 요로감염이 있는 환아의 약 25~50%에서 발생하며, 역류가 있는 환아 중 30~49%는 신반흔을 가진 것으로 보고되고 있다.<sup>2-4</sup> 여러 연구에서 방광 요관 역류 환아에서 발생한 신반흔은 향후 신장 기능의 저하, 고혈압, 임신성 고혈압 및 임신 중독증 등 합병증의 증가와 연관되어 있다고 알려져 있다.<sup>5-9</sup> 따라서 첫 요로감염의 경우에 영상학적 검사로 신장 초음파, <sup>99m</sup>technetium dimercaptosuccinic acid (DMSA) scan, 배뇨성 방광 요도 조영술 등의 검사가 추천된다.<sup>10</sup> 초음파는 신장의 크기, 요로 폐쇄 유무와 정도, 신장 또는 신장 주위 농양, 요관 확장, 방광 기형 등을 진단하고 DMSA scan은 신 반흔, 신 위축 등을 진단하며 급성기에 시행 시 급성 신우 신염을 진단할 수 있으며 배뇨성 방광 요도 조영술은 방광 요관 역류, 후부요도 판막의 진단에 필요하다.<sup>11</sup> 그러나 배뇨성 방광 요도 조영술은 환아들에게 통증을 유발할 수 있으며 방사선 노출 및 요로감염부터 방광천공까지 다양한 합병증을 초래할 수 있다.<sup>12,13</sup> 따라서 배뇨성 방광 요도 조영술의 선택적인 시행을 주장하는 여러 연구가 있으며 침습적인 배뇨성 방광 요도 조영술을 대체하기 위한 다양한 검사방법이 고안되고 있다.<sup>14-19</sup>

이에 저자는 초음파 및 DMSA scan과 같이 비침습적인 검사로써 방광 요관 역류를 예측할 수 있는지 알아보고, 배뇨성 방광 요도 조영술의 빈도를 줄일 수 있는 지를 조사해 보고자 하였다.

## 대상 및 방법

2004년 1월부터 2007년 12월까지 전남대학교병원에서 요로감염으로 진단 받은 환아 중에서 초음파, DMSA scan, 배뇨성 방광 요도 조영술을 모두 시행한 114명을 대상으로 후향적으로 분석하였다. 요로감염의 진단은 38°C 이상의 발열이 있는 환아 중 소변검사에서 고배율 시야에서 5개(5/HPF, high power field) 이상의 농도가 있으면서 소변 배양 검사에서 단일 균주가 mL당  $10^5$  집락 형성 단위(colony forming units) 이상 배양되었을 경우 또는 항생제 사용 후 배양 검사를 받은 경우는 DMSA scan 상 신우신염이 있는 경우로 하

였다. 소변은 2세 이상의 환아 중 요의를 표현할 수 있는 경우 중간뇨를, 요의를 표현하지 못하는 2세 이상의 환아 및 2세 미만의 모든 환아에 대해서는 무균 채뇨백을 이용하여 채취하였으며, 배타딘으로 요도 주위를 닦은 뒤 채뇨백을 부착하는 방법으로 시행하였다. 다른 감염이 동반된 환아와 신경학적 방광 기능 이상이 있는 환아들은 연구에서 제외하였다.

초음파는 내원 3일 이내에 시행하였으며 수신증, 요관의 확장, 신 실질 부위의 위축이나 증가, 요로결석, 방광벽의 비후, 마제신, 중복 요관이나 다낭성 신질환 등의 소견이 있는 군을 양성으로 하였다. DMSA scan은 내원일로부터 평균 5일 이내에 시행하였으며 급성 신우신염이나 신반흔을 시사하는 신피질 결손이 있거나 동위원소 섭취율이 저하된 경우, 신 위축 소견이 있는 경우, 마제신이나 중복요관이 있는 경우를 양성으로, 이러한 소견이 없는 군을 음성으로 하는 두 군으로 분류하였다. 배뇨성 방광 요도 조영술을 시행 후 방광 요관 역류의 존재 유무에 따라 있는 군과 없는 군으로 분류하였으며, 세부등급은 국제소아역류연구회의 방광 요관 역류 등급 분류(International Reflux Study Committee, 1981)에 따라 나누었고 grade I-II를 경증 역류, grade III-V를 중증 역류로 분류하였다.

환아의 성별, 나이, 원인 균주, 혈중 백혈구 수치와 혈장 CRP 수치 및 초음파와 DMSA scan의 이상소견과 방광 요관 역류와 연관성에 대해 조사하였다. 또한 방광 요관 역류에 대해 초음파, DMSA scan의 민감도(sensitivity), 특이도(specificity) 및 양성예측도(positive predictive value)와 음성예측도(negative predictive value)를 조사하였다. 통계처리는 통계 전문 상용 소프트웨어인 SPSS for windows version 12 (SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하였으며 방광 요관 역류의 등급에 따른 각 인자의 연관성은 일원배치 분산분석(one-way ANOVA test)을, 영상학적 검사와 방광 요관 역류와의 관계는 Fisher의 직접 확률계산법(Fisher's exact test)을 이용하여 p값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

## 결 과

### 1. 대상 환아의 특성

대상 환아의 나이는 평균  $16.94 \pm 27.73$ 개월이며 남아가 66명(57.9%), 여아는 48명(42.1%)이었다. 평균 혈중 백혈구 수치는  $13,230 \pm 6,832/\text{mm}^3$ , 혈장 CRP 수치는  $3.42 \pm 4.44$  mg/dL였다. 초음파에서 이상소견을 보인 환아는 38명(33.3%), DMSA

scan에서 이상소견을 보인 환아는 68명(59.6%)이었고 방광요관역류가 없는 군은 79명(69.3%)이었으며 경증 역류는 12명(10.5%), 중증 역류는 23명(20.2%)이었다. 소변배양검사서 79명의 환아에서 균주가 동정되었으며 *E. coli*가 50명(63.3%)으로 가장 많았고, *Enterococcus species* 9명(11.4%), *Klebsiella pneumoniae* 8명(10.1%)순이었고, 이외 *Staphylococcus species* 4명(5.0%), *Morganella morganii* 3명(3.8%), *Enterobacter cloacae* 2명(2.5%), *Pseudomonas aeruginosa* 1명(1.3%) 등의 균들이 배양되었다(Table 1).

## 2. 방광 요관 역류와 임상적 특성 및 검사실 소견과의 관계

배뇨성 방광 요도 조영술에 따라 역류가 없는 군은 79명(69.3%), 경증 역류가 12명(10.5%), 중증 역류가 있는 군이 23명(20.2%)이었으며 역류의 유무와 정도에 따른 성별,

**Table 1.** Patients characteristics

Characteristics (n=114)	No. of patients
Sex (%)	
Male	66 (57.9)
Female	48 (42.1)
Mean age (month)	16.94±27.73
Mean WBC counts (/mm <sup>3</sup> )	13,230±6,832
Mean serum CRP level (mg/dL)	3.42±4.44
Ultrasonography result (%)	
Normal	76 (66.7)
Abnormal	38 (33.3)
DMSA scan result (%)	
Normal	46 (40.4)
Abnormal	68 (59.6)
Voiding cystourethrography result (%)	
Absence of VUR	79 (69.3)
VUR grade I-II	12 (10.5)
VUR grade III-V	23 (20.2)
Isolated organism (n=79)	
<i>Escherichia coli</i> (%)	50 (63.3)
<i>Enterococcus faecalis</i> (%)	9 (10.1)
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (%)	8 (11.4)
The others (%)	12 (15.2)

DMSA, <sup>99m</sup>TcTcmercaptosuccinic acid; VUR, vesicoureteral reflux.

나이, 혈중 백혈구 수치, 혈장 CRP 수치, 원인 균주는 의의 있는 차이를 보이지 않았다(Table 2).

## 3. 초음파와 DMSA scan 소견

초음파에서 양성을 보인 경우는 대상 환아 114명 중 38명으로 수신증 18명(47.4%), 급성 신우신염 9명(23.7%), 요관 확장 3명(7.9%) 등의 순이었고 각각의 소견만으로 방광 요관 역류와 중증 방광 요관 역류와 연관성은 없었다(Table 3). DMSA scan에서 양성으로 확인된 환아는 68명

**Table 3.** Associations of each ultrasonographic finding with vesicoureteral reflux and high-grade vesicoureteral reflux

US finding	Number (%)	VUR	p value	High-grade VUR*	p value
Hydronephrosis	18 (47.4)	6	0.471	5	0.251
APN	9 (23.7)	4	0.266	4	0.070
Hydroureterosis	3 (7.9)	0	0.553	0	0.519
MCDK	2 (5.3)	1	0.513	0	0.647
Renal hypoplasia	2 (5.3)	2	0.089	1	0.353
Urolithiasis	1 (2.6)	0	-	0	-
Duplicated ureter	1 (2.6)	1	-	1	-
Horseshoe kidney	1 (2.6)	1	-	1	-
Bladder wall thickening	1 (2.6)	0	-	0	-

US, ultrasonography; VUR, vesicoureteral reflux; APN, acute pyelonephritis; MCDK, multicystic dysplastic kidney.

\*High-grade VUR, grade III-V.

**Table 4.** Associations of each <sup>99m</sup>Tcmercaptosuccinic acid scan finding with vesicoureteral reflux and high-grade vesicoureteral reflux

DMSA finding	Number (%)	VUR	p value	High-grade VUR*	p value
APN	63 (92.6)	22	0.134	18	0.004 <sup>†</sup>
Renal hypoplasia	2 (2.9)	2	0.089	1	0.353
MCDK	1 (1.5)	0	-	0	-
Horseshoe kidney	1 (1.5)	1	-	1	-
Duplicated ureter	1 (1.5)	1	-	1	-

DMSA, <sup>99m</sup>Tcmercaptosuccinic acid scan; VUR, vesicoureteral reflux; APN, acute pyelonephritis; MCDK, multicystic dysplastic kidney.

\*High-grade VUR, grade III-V; <sup>†</sup>Odds ratio 4.70 (95% CI, 1.48~15.0).

**Table 2.** Relationship between clinical characteristics and vesicoureteral reflux

Variable	Absence (n=79)	Low-grade* (n=12)	High-grade <sup>†</sup> (n=23)	p value
Sex (male)	45 (56.9%)	6 (50%)	15 (65.2%)	0.66
Age (month)	14.91±26.66	23.83±36.22	20.348±26.86	0.47
WBC counts (/mm <sup>3</sup> )	13,361±7,152	14,070±6,493	12,327±6,136	0.79
CRP level (mg/dL)	3.29±4.45	5.76±6.23	2.67±3.01	0.26
Isolated organism ( <i>E. coli</i> )	34 (43.0%)	8 (66.7%)	8 (34.8%)	0.45

\*Low-grade, grade I-II; <sup>†</sup>High-grade, grade III-V.

**Table 5.** Usefulness of US, DMSA scan and a both test for predicting VUR

Test	Result	VUR			Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
		Absence (n=79)	Low-grade <sup>†</sup> (n=12)	High-grade <sup>‡</sup> (n=23)				
US	Normal	56	9	11	42.9	70.9	39.5	73.7
	Abnormal	23	3	12				
DMSA	Normal	37	7	2	74.3	46.8	38.2	80.4
	Abnormal	42	5	21				
US or DMSA scan	Normal	29	5	1	82.9	36.7	36.7	82.9
	Abnormal*	50	7	22				

US, renal ultrasonography; DMSA scan, <sup>99m</sup>technetium dimercaptosuccinic acid scan; PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value; \*Abnormal, abnormal findings on either US or DMSA scan; <sup>†</sup>Low-grade, grade I-II; <sup>‡</sup>High-grade, grade III-V.

**Table 6.** Relationship between abnormalities on image studies and the presence of vesicoureteral reflux

Test	Odds ratio	95% CI	p value
US	1.82	0.79~4.18	0.196
DMSA	2.54	1.06~6.12	0.040
US or DMSA scan	2.80	1.04~7.55	0.047

US, renal ultrasonography; DMSA, <sup>99m</sup>technetium dimercaptosuccinic acid scan.

으로 급성 신우신염이 63명(92.6%)으로 가장 많았으며 이는 중증 방광 요관 역류와 유의 있는 연관성이 있었다(OR=4.70, 95% CI: 1.48~15.0, p=0.004) (Table 4).

#### 4. 방광 요관 역류와 초음파, DMSA scan과의 관계

요로 감염 환자의 방광 요관 역류의 진단에서 초음파의 민감도는 42.9%, 특이도는 70.9%이며 양성 예측도는 39.5%, 음성 예측도는 73.7%이었다. DMSA scan의 민감도와 특이도는 74.3%, 46.8%이고 양성 예측도 및 음성 예측도는 38.2%, 80.4%이었다. 두 검사, 즉 초음파 혹은 DMSA scan 중 하나라도 양성소견이 있는 경우의 민감도와 음성 예측도는 각각 82.9%, 82.9%으로 상승하였다(Table 5). 방광 요관 역류에 대한 비교 위험도를 조사한 결과 DMSA scan (OR= 2.54, 95% CI: 1.06~6.12, p=0.040)과 두 검사 중 하나라도 양성 소견이 있는 경우(OR=2.80, 95% CI: 1.04~7.55, p=0.047)가 유의 있는 연관이 있었다(Table 6).

#### 5. 중증 방광 요관 역류와 초음파, DMSA scan과의 관계

요로 감염 환자의 중증 방광 요관 역류의 진단에서 초음파의 민감도는 52.2%, 특이도는 71.4%이며 양성 예측도는 31.6%, 음성 예측도는 85.5%이었다. DMSA scan의 민감도와 특이도는 91.3%, 48.4%이고 양성 예측도 및 음성 예측도

**Table 7.** Usefulness of US, DMSA scan and a both-test strategy for predicting high-grade vesicoureteral reflux

Test	Result	No high-grade VUR (n=91)	High-grade VUR* (n=23)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
US	Normal	65	11	52.2	71.4	31.6	85.5
	Abnormal	26	12				
DMSA	Normal	44	2	91.3	48.4	30.9	95.7
	Abnormal	47	21				
US or DMSA scan	Normal	34	1	95.7	37.4	27.8	97.1
	Abnormal	57	22				

US, renal ultrasonography; DMSA scan, <sup>99m</sup>technetium dimercaptosuccinic acid scan; PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value; \*High-grade, grade III-V.

**Table 8.** Relationship between abnormalities on image studies and the presence of vesicoureteral reflux

Test	Odds ratio	95% CI	p value
US	2.72	1.07~6.95	0.047
DMSA	9.83	2.18~44.39	0.001
US or DMSA scan	13.12	1.69~101.8	0.002

US, renal ultrasonography; DMSA, <sup>99m</sup>technetium dimercaptosuccinic acid scan.

는 30.9%, 95.7%이었다. 두 검사 중 하나라도 양성 소견이 있는 경우의 민감도는 95.7%, 음성예측도는 97.1%으로 상승하였다(Table 7). 중증 방광 요관 역류에 대한 비교 위험도를 조사한 결과 초음파(OR=2.72, 95% CI: 1.07~6.95, p=0.047), DMSA scan (OR=9.83, 95% CI: 2.18~44.39, p=0.001) 그리고 두 검사 중 하나라도 양성 소견이 있는 경우(OR=13.12, 95% CI: 1.69~101.8, p=0.002) 모두에서 유의 있는 연관이 있었다(Table 8).

## 고 찰

배뇨성 방광 요도 조영술은 요로감염이 발생한 환자에서 방광 요관 역류 유무를 확인하기 위해 보편적으로 시행되는 검사이다. 최근의 몇몇 연구에서 경증 방광 요관 역류(grade I-II)는 신손상과 유의있는 연관성이 없다는 연구결과가 있으며,<sup>20</sup> 자연 소실율도 높은 것을 알려져 있으나 중증 방광 요관 역류는 영구적 신손상과 연관이 있으며 방광 요관 역류로 인한 신장손상은 단백뇨, 고혈압, 만성신부전 등으로 이행될 수 있다고 알려져 있다.<sup>21-23</sup> 그러나 방광 요관 역류가 있는 환자 중 상당수에서 신반흔이 나타나지 않고 검사에 따른 고통과 방사선 조사의 위험성 때문에 DMSA scan에서 신손상이 있는 환자에게만 선별적으로 배뇨성 방광 요도 조영술을 시행하자는 주장이 있다.<sup>14,24,25</sup> 이러한 배경에서 불필요한 배뇨성 방광 요도 조영술의 시행을 줄이기 위해 방광 요관 역류를 예측할 수 있는 다양한 인자들에 대해 많은 연구가 시행되었다.

방광 요관 역류와 성별 및 연령과의 관련성에 대해서는 상반된 결과들이 발표되고 있다. Polito 등<sup>26</sup>의 보고에 따르면 방광 요관 역류의 예측에 있어서 환자의 성별은 의의가 없었으며 Oostenbrink 등<sup>15</sup>은 저연령, 남아, 가족력, 혈장 CRP 수치, 초음파 결과가 첫 요로감염 환자들의 방광 요관 역류의 유무를 가늠할 수 있다고 하였으며 Lee 등<sup>16</sup>은 연령 및 성별은 역류와 연관성이 없었고 발열, 농뇨, 적혈구침강 속도, 혈장 CRP 수치 등이 역류의 유무와 연관이 있다고 하였다. 본 연구에서는 연령 및 성별이나 실험실검사, 배양 검사에서 동정된 균주 등과 역류의 유무, 역류의 등급과 연관성이 없었다.

Ilyas 등<sup>27</sup>은 DMSA scan에서 급성 신우신염이나 신반흔이 관찰되는 환자 중 방광 요관 역류가 모두에서 동반되는 것은 아니나 중증 방광 요관 역류가 동반될수록 DMSA scan상에서 의의 있게 이상소견이 발견되었으며 Preda 등<sup>17</sup>이 시행한 전향적 연구에 따르면 DMSA scan에서 양성 결과를 보인 환자에서 1명을 제외한 26명 모두가 중증 방광 요관 역류가 동반되어 있었다. 이외 여러 연구에서 DMSA scan과 VUR의 관련성이 언급되어 DMSA scan을 통한 VUR의 예측가능성이 시사되었다.<sup>28-31</sup> 본 결과에서도 DMSA scan은 방광 요관 역류와 의의 있는 연관이 있었다. 그러나 방광 요관 역류의 진단에서 DMSA scan의 민감도는 연구에 따라 50~88%까지 많은 차이가 있으며<sup>14,16,18,32</sup> 본 연구에서 DMSA scan의 민감도는 74.3%으로 조사되어 DMSA scan 소견만

으로 방광 요관 역류를 예측하는 데는 무리가 있을 것으로 생각된다.

초음파는 간단하고 이용하기 쉬우며 비침습적이고 수신증이나 요관확장 등의 폐색성 병변이나 신 또는 신 주위 농양, 방광 기형 등을 비교적 빠르고 정확하게 평가할 수 있어 소아 요로감염 환자 또는 의심되는 경우에도 일률적으로 시행한다.<sup>33</sup> 그러나 신장초음파로 측정된 소아의 신길이(renal length)와 신부피(renal volume)는 검사자에 따라 2년 정도의 정상 성장만큼(about 2 years' normal growth)의 차이를 보이는데 이는 장내 가스 때문에 신장의 장축을 측정하기가 어렵고 수분공급 상태의 변화에 따른 신부피의 변화가 생기기 때문이다.<sup>34,35</sup> 따라서 소아 신장초음파의 경우 초음파 시행자의 기술과 경험에 따른 결과의 차이가 있을 수 있다.<sup>36</sup> 더욱이 Tsai 등<sup>37</sup>은 방광 요관 역류의 경우 동적이고(dynamic) 비폐색성인 특성 때문에 초음파에서 단지 경도의 수신증 또는 정상소견을 나타낼 수 있고 실제로 신생아 수신증의 상당수는 신우요관이행부 폐색이나 생리적 수신증이므로, 신생아 방광 요관 역류 발견을 위한 신장 초음파의 결과가 민감도, 특이도, 양성 예측치, 음성 예측치 등 모두에서 낮아 그 결과를 신뢰할 수 없다고 하였다. 본 연구 결과에서도 초음파는 방광 요관 역류의 유무와 통계적으로 의의 있는 연관이 없었으며 낮은 민감도와 특이도를 나타내었다.

초음파와 DMSA scan을 함께 고려하였을 때, 즉 한 검사에서라도 양성소견을 나타내었을 때 통계적으로 방광 요관 역류와 의의 있는 연관성이 있었으며 민감도와 음성예측도도 상승하였다. 이는 고등급의 방광 요관 역류와의 관계에서도 같은 결과를 나타내었고 비교 위험도가 DMSA scan은 9.83, 두 검사를 고려하였을 때 13.12로 높게 나타나 중증 방광 요관 역류에 있어서 더욱 영향력 있는 예측인자로 생각된다. 따라서 초음파와 DMSA scan 모두에서 정상일 때 신손상을 유발할 수 있는 중증 방광 요관 역류가 발생할 가능성은 낮아 배뇨성 방광 요도 조영술을 시행하지 않아도 될 것으로 생각한다. Tseng 등<sup>14</sup>도 DMSA scan의 중증 역류에 대한 민감도와 음성 예측도를 모두 100%로 보고하였으며 Preda 등<sup>17</sup>의 연구에서도 III등급 이상의 역류에 대한 DMSA scan의 민감도와 음성 예측도를 각각 96%, 99%라고 하였다. Lee 등<sup>19</sup>은 중증 역류에 대해서 초음파와 DMSA scan 모두를 고려하였을 때 민감도는 83.2%, 음성 예측도는 91.5%이며 초음파나 DMSA scan 각각의 민감도와 음성 예측도에 비해 그 결과가 상승하여 요로감염 환자에서 두 검사가 같이 시행되어야 하고 두 검사 중 하나라도 이상이 있을 때 배뇨성 방광 요도 조영술을 시행할 것을 제안하였다. 또한 Lee 등<sup>19</sup>은 초음파와 DMSA

scan에서 정상이었으나 중증 방광 요관 역류가 있었던 환아는 236명 중 20명(8.47%)였으나 이 중 10명은 추적검사에서 역류가 소실되었고 6명은 역류가 저등급으로 호전되었으며 4명만이 고등급의 역류가 지속되었다고 보고하였다. 본 연구에서도 초음파와 DMSA scan에서 정상소견이었으나 중증 방광 요관 역류가 있었던 환아가 1명(2.86%)이 있었으나 향후 추적검사에서 저등급으로 호전되었다.

DMSA scan의 이상소견은 방광 요관 역류의 예측인자이며 특히 중증 방광 요관 역류에서 비교 위험도가 높게 나타났다. 초음파와 DMSA scan을 함께 고려하였을 때, 즉 한 검사에서라도 이상소견이 있는 경우에는 방광 요관 역류의 대한 민감도와 음성 예측도가 상승하였으며 중증 방광 요관 역류에 대해서 음성 예측도는 97.1%로 높게 나타났다. 따라서 요로감염 환아에서 방광 요관 역류에 대한 선별검사는 초음파와 DMSA scan이 동시에 시행되어야 효과적이며 두 검사가 모두 정상소견일 경우 중증 방광 요관 역류가 동반될 가능성은 낮았다.

본 연구는 후향적인 연구라는 제한점과 초음파, DMSA scan, 배뇨성 방광 요도 조영술을 모두 시행한 환아를 대상으로 하여 초음파나 DMSA scan에서 이상 소견이 없어 배뇨성 방광 요도 조영술이 시행되지 않았던 경우가 제외되어 대상 환이수가 적었다는 한계점이 있다. 향후 다기관적 전향적인 무작위 통제 연구를 통해 요로 감염 환아의 진단시에 시행되는 침습적인 배뇨성 방광 요도 조영술에 대한 합리적인 적응증을 만들어 불필요한 배뇨성 방광 요도 조영술을 줄이도록 해야 할 것으로 생각한다.

## References

1. Jack S. Elder. Urinary tract infection. Vesicoureteral reflux. In: Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF, eds. Nelson textbook of pediatrics. 18th ed. Philadelphia: Saunders, 2007:2223-33.
2. Bellinger MF, Duckett JW. Vesicoureteral reflux: a comparison of non-surgical and surgical management. *Contrib Nephrol* 1984;39:81-93.
3. Weiss R, Tamminen-Möbius T, Koskimies O, Olbing H, Smellie JM, Hirche H, et al. Characteristics at entry of children with severe primary vesicoureteral reflux recruited for a multicenter, international therapeutic trial comparing medical and surgical management. The International Reflux Study in Children. *J Urol* 1992;148:1644-9.
4. Smellie JM, Ransley PG, Normand IC, Prescod N, Edwards D. Development of new renal scars: a collaborative study. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1985;290:1957-60.
5. Jacobson SH, Hansson S, Jakobsson B. Vesico-ureteric reflux: occurrence and long-term risks. *Acta Paediatr* 1999;88:22-30.
6. Jakobsson B, Berg U, Svensson L. Renal scarring after acute pyelonephritis. *Arch Dis Child* 1994;70:111-5.
7. Wennerström M, Hansson S, Jodal U, Sixt R, Stokland E. Renal function 16 to 26 years after the first urinary tract infection in childhood. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2000;154:339-45.
8. Smellie JM, Prescod NP, Shaw PJ, Risdon RA, Bryant TN. Childhood reflux and urinary tract infection: a follow-up of 10-41 years in 226 adults. *Pediatr Nephrol* 1998;12:727-36.
9. Jacobson SH, Eklöf O, Eriksson CG, Lins LE, Tidgren B, Winberg J. Development of hypertension and uraemia after pyelonephritis in childhood: 27 year follow up. *BMJ* 1989;299:703-6.
10. Practice parameter: the diagnosis, treatment and evaluation of initial urinary tract infection in febrile infants and young children. American academy of pediatrics. Committee on quality improvement. Subcommittee on urinary tract infection. *Pediatrics* 1999;103:843-52.
11. Lavocat MP, Granjon D, Allard D, Gay C, Freycon MT, Dubois F. Imaging of pyelonephritis. *Pediatr Radiol* 1997;27:159-65.
12. Stashinko EE, Goldberger J. Test or trauma? The voiding cystourethrogram experience of young children. *Issues Compr Pediatr Nurs* 1998;21:85-96.
13. McAlister WH, Cacciarelli A, Shackelford GD. Complications associated with cystography in children. *Radiology* 1974;111:167-72.
14. Tseng MH, Lin WJ, Lo WT, Wang SR, Chu ML, Wang CC. Does a normal DMSA obviate the performance of voiding cystourethrogram in evaluation of young children after their first urinary tract infection? *J Pediatr* 2007;150:96-9.
15. Oostenbrink R, van der Heijden AJ, Moons KG, Moll HA. Prediction of vesico-ureteric reflux in childhood urinary tract infection: a multivariate approach. *Acta Paediatr* 2000;89:806-10.
16. 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;12:62-9.
17. Preda I, Jodal U, Sixt R, Stokland E, Hansson S. Normal dimercaptosuccinic acid scintigraphy makes voiding cystourethrogram unnecessary after urinary tract infection. *J Pediatr* 2007;151:581-4.
18. Han SB, Ko YM, Lee SY, Jeong DC, Kang JH, Lee, KY, et al. The significance of (99m)technetium dimercaptosuccinic acid(DMSA) scan as a substitute for voiding cystourethrogram(VCUG) in evaluating children with first febrile urinary tract infection. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2007;11:220-8.
19. 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.
20. Swerkersson S, Andreasson AC, Jodal U, Sixt R, Stokland E, Hansson S. The insignificance of low-grade vesicoureteral reflux [abstract]. *Pediatr Nephrol* 2006;10:1511A.
21. Goonasekera CD, Shah V, Wade AM, Barratt TM, Dillon MJ. 15-year follow-up of renin and blood pressure in reflux nephropathy. *Lancet* 1996;347:640-3.
22. Smellie JM, Barratt TM, Chantler C, Gordon I, Prescod NP, Ransley PG, et al. Medical versus surgical treatment in children with severe bilateral vesicoureteric reflux and bilateral nephropathy: a randomised trial. *Lancet* 2001;357:1329-33.
23. Bailey RR, Lynn KL, Smith AH. Long-term followup of infants with gross vesicoureteral reflux. *J Urol* 1992;148:1709-11.

24. Taskinen S, Rönholm K. Post-pyelonephritic renal scars are not associated with vesicoureteral reflux in children. *J Urol* 2005;173:1345-8.
25. Gordon I, Barkovics M, Pindoria S, Cole TJ, Woolf AS. Primary vesicoureteric reflux as a predictor of renal damage in children hospitalized with urinary tract infection: a systematic review and meta-analysis. *J Am Soc Nephrol* 2003;14:739-44.
26. Polito C, Rambaldi PF, Signoriello G, Mansi L, La Manna A. Permanent renal parenchymal defects after febrile UTI are closely associated with vesicoureteric reflux. *Pediatr Nephrol* 2006;21:521-6.
27. Ilyas M, Mastin ST, Richard GA. Age-related radiological imaging in children with acute pyelonephritis. *Pediatr Nephrol* 2002;17:30-4.
28. Jung SW, Jung KH, Kim MH, Lee JE, Hong YJ, Son BK. Factors associated with renal scarring in children with a first episode of febrile urinary tract infection. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2005;9:56-63.
29. Goldman M, Bistrizer T, Horne T, Zoareft I, Aladjem M. The etiology of renal scars in infants with pyelonephritis and vesicoureteral reflux. *Pediatr Nephrol* 2000;14:385-8.
30. Polito C, Rambaldi PF, Mansi L, Di Toro R, La Manna A. Unilateral vesicoureteric reflux: low prevalence of contralateral renal damage. *J Pediatr* 2001;138:875-9.
31. Gleeson FV, Gordon I. Imaging in urinary tract infection. *Arch Dis Child* 1991;66:1282-3.
32. Moorthy I, Easty M, McHugh K, Ridout D, Biassoni L, Gordon I. The presence of vesicoureteric reflux does not identify a population at risk for renal scarring following a first urinary tract infection. *Arch Dis Child* 2005;90:733-6.
33. Goldman M, Lahat E, Strauss S, Reisler G, Livne A, Gordin L, et al. Imaging after urinary tract infection in male neonates. *Pediatrics* 2000;105:1232-5.
34. Schlesinger AE, Hernandez RJ, Zerin JM, Marks TI, Kelsch RC. Interobserver and intraobserver variations in sonographic renal length measurements in children. *AJR Am J Roentgenol* 1991;156:1029-32.
35. Sargent MA, Long G, Karmali M, Cheng SM. Interobserver variation in the sonographic estimation of renal volume in children. *Pediatr Radiol* 1997;27:663-6.
36. Patel K, Charron M, Hoberman A, Brown ML, Rogers KD. Intra- and interobserver variability in interpretation of DMSA scans using a set of standardized criteria. *Pediatr Radiol* 1993;23:506-9.
37. Tsai JD, Huang FY, Tsai TC. Asymptomatic vesicoureteral reflux detected by neonatal ultrasonographic screening. *Pediatr Nephrol* 1998;12:206-9.