

급성 신우신염의 진단을 위한 영상 검사의 유용성

국립경찰병원 소아과

한혜정 · 김지희 · 이혜선 · 이인실

The Significance of Renal Imaging Studies in the Diagnosis of Acute Pyelonephritis

Hye Jung Han, M.D., Ji Hee Kim, M.D., Hye Sun Lee, M.D. and In Sil Lee, M.D.

Department of Pediatrics, National Police Hospital, Seoul, Korea

= Abstract =

Purpose : It is difficult to diagnose acute pyelonephritis(APN) in young children, because of their nonspecific symptoms. The younger the age, the higher the risk of renal scars after APN, which can be prevented by early diagnosis and treatment. We compare the significance of renal imaging studies by age for diagnosis of APN in febrile urinary tract infection(UTI) in children.

Methods : Fifty-three hospitalized children(34 patients under age 2 and 19 patients over age 2) with febrile UTI and who had undergone dimercaptosuccinic acid(DMSA) scan, renal ultrasonography(RUS) and voiding cystourethrography(VCUG) during the acute stage were reviewed. We compared the renal imaging studies between the different age groups.

Results : The DMSA scan showed cortical defects in 23.5% of patients under age 2, which was significantly lower than 63.2% of patients over age 2($P<0.05$). The renal cortical defects on DMSA scan were associated only with a high peripheral leukocyte count, but not with fever duration, erythrocyte sedimentation rate(ESR), and C-reactive protein(CRP). And there was no correlation between the DMSA scan, VCUG or RUS findings.

Conclusions : The DMSA scan is not sensitive for diagnosis of APN in children less than 2 years of age and the findings cannot predict the presence of vesicoureteral reflux(VUR). VCUG may be necessary for proper management in this age group. (**J Korean Soc Pediatr Nephrol 2007;11:212-219**)

Key Words : DMSA scan, APN, VCUG

서 론

발열을 동반하는 상부 요로 감염은 소아 연령의 가장 흔한 중증 세균성 감염질환 중 하나로서, 발열이 있는 소아의 2-6% 빈도로 이환된다[1-3].

신실질을 침범하게 되는 급성 신우신염은 비가역적인 신손상을 초래하여 고혈압, 저장뇨증, 단백뇨, 말기 신부전 등의 합병증을 유발할 수 있는 것으로 알려져 왔다[4-7].

이 때 신반흔은 주로 이전에 급성 신우신염이 있던 부위에 발생하는 것으로서 새로운 부위에의 발생은 드물기 때문에 급성기에 생긴 신장 침범 정도 여부가 신반흔 형성에 영향을 준다[8-9]. 급성 신우신염의 조기 치료를 통해 신반흔을 예방하거나 감소시킬 수 있으므로[6, 10-11] 이의 감별진

접수 : 2007년 9월 20일, 승인 : 2007년 10월 16일
책임저자 : 이혜선, 서울 송파구 가락본동 58번지
국립경찰병원 소아과
Tel : (02)3400-1364 Fax : (02)3400-1282
E-mail : hesunlee@hotmail.com

단이 매우 중요하다.

특히 전형적인 임상양상이 나타나지 않는 영아나 어린 소아에서는 급성 신우신염의 감별진단을 위하여 현재 여러 가지 요로계 영상 검사가 이용되고 있다. 급성 신우신염의 진단에 있어서 높은 민감도와 특이도를 가진 것으로[9, 12] 알려진 Technetium-99m-labeled dimercaptosuccinic acid (DMSA) 신스캔, 방광 요관 역류 진단에 유용한 배뇨성 방광 요도 조영술, 선천성 기형 등을 감별하기 위한 신초음파 등이 중요한 요로계 영상 검사들인데 검사의 연령에 따른 민감도가 다르고 [13-15], 그 수월성과 부작용 등을 고려할 때 그 적응증에 대해서는 이견이 있다[16-18].

이에 본 연구에서는 발열성 요로 감염으로 진단 받은 환아를 대상으로 연령 및 균주의 종류, 발열 기간 등에 따른 DMSA 신스캔의 민감도를 살펴보고, DMSA 신스캔과 다른 영상 검사와의 연관성을 알아보고, 또한 각각의 요로계 영상 검사의 연령별 민감도를 관찰함으로써, 소아의 급성 신우신염의 진단에 있어 연령에 따른 요로계 영상 검사의 유용성에 대해 살펴보고자 하였다.

대상 및 방법

2000년 1월 1일부터 2006년 1월 31일까지 국립경찰병원 소아과에서 발열성 요로 감염으로 진단된 54명 중 좌신 무형성 1례를 제외한 53명을 대상으로 2세 미만과 2세 이상의 두 군으로 나누어 의무기록지를 후향적으로 조사하였다.

입원 당시 혈액 검사와 소변 검사 및 소변 배양 검사를 시행하였는데, 소변을 가리지 못하는 영아에서는 방광 천자 또는 무균 채뇨백으로 채뇨하였고, 소변을 가리는 소아에서는 청결 배뇨 중간뇨로 채뇨하였다. 53례 모두에서 급성기 10일 이내에 DMSA 신스캔과 신초음파 검사를 시행하였고, 배뇨성 방광 요도 조영술(VCUG)은 33명의 환아에서 소변 배양 추적 검사상 음성이 확인된 후 시행하였다.

발열성 요로 감염의 진단기준은 1) 38.0°C 이상 원인불명의 발열이 있고, 2) 요 침사 현미경 검사상 백혈구수가 고배율 시야(high power field, HPF)에서 5개 이상의 농도가 있거나 세균이 1개 이상 관찰되거나 dipstick 요분석에서 leukocyte esterase나 nitrite 양성인 경우, 3) 소변 배양 검사에서 의미 있는 집락수의 단일 세균의 배양, 이 세 가지를 모두 만족하는 경우로 하였다.

소변 배양 검사의 채뇨 방법에 따른 의미 있는 균 집락 수는 대한 소아 신장 학회의 소아 요로 감염의 임상지침[17]에 따랐는데, 청결 배뇨 중간뇨는 단일 세균이 10^5 colony-forming units(CFU)/mL 이상이거나 증상이 있는 경우는 10^4 CFU/mL 이상, 방광 천자뇨는 그람 음성균은 모든 집락수, 그람 양성균은 10^3 CFU/mL 이상, 무균 채뇨백뇨는 증상이 있고 요 분석 검사가 양성이면서 단일 세균이 10^5 CFU/mL인 경우로 하였다.

DMSA 신스캔 이상은 신피질의 방사선 섭취율 결손이나 전체적 섭취율의 감소로 하였고, 신초음파의 이상은 신장크기의 차이와, 수신증, 신실질 에코증가 등으로 하였다. 역류의 정도는 International reflux study committee[19]의 분류에 따라 I, II, III, IV, V로 분류하였는데, I-III등급을 저등급 역류, IV-V등급을 고등급 역류로 다시 분류하였고, 역류가 양쪽에 존재할 때는 정도가 심한 등급을 따랐다.

통계 분석은 SPSS version 10.0을 이용하였고, 각 군들 간의 통계학적 유의성은 독립 변수의 분석은 Chi-square test, 기대치가 5 이하인 경우는 Fisher's Exact test, 연속 변수의 평균값 분석은 student's T test를 사용하여 $P < 0.05$ 이하인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

1. 연령 및 성별 분포

전체 53명의 환아에서 평균 연령은 2.28세로 2

한혜정 외 3인 : 급성 신우신염의 진단을 위한 영상 검사의 유용성

세 미만인 34명(64.2%) 2세 이상이 19명(35.8%)이었다. 이중 남아가 34명(64.2%), 여아가 19명(35.8%)이었다. 연령별로 남녀의 비율은 2세 미만에서는 남아가 28명(82.4%) 여아가 6명(17.6%)으로 4.7:1, 2세 이상에서는 남아가 6명(31.6%) 여아가 13명(68.4%)으로 1:2.2이었다(Table 1).

2. 원인균

Echerichia coli(31례), *Klebsiella pneumoniae*(5례), *Kluyvera ascorbata*(2례), *Klebsiella oxytoca*(2례), *Proteus*(2례), 기타(11례)이었다.

전체 대상 환자의 58.5%에서 요로 감염의 원인균이 *E.coli*이었고, 2세 미만 환자 군의 58.8%(20/34)에서 *E.coli*가 배양되어 2세 이상 환자 군의 57.9%(11/19)에서 배양된 것과 비교하여 유의한 차이가 없었다($P>0.05$).

3. 연령에 따른 영상 검사의 민감도

DMSA 신스캔에서 신피질의 방사선 섭취율 결손이 있는 경우는 37.7%(20/53), 정상인 경우가 62.3%(33/53)이었다. 연령에 따라 분류시 2세 미만 환자 군은 23.5%(8/34), 2세 이상 환자 군은 63.2%(12/19)에서 DMSA 신피질 결손을 보였고 이는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($P<0.05$, Table 2).

신초음파에서 비정상 소견을 보인 경우는 20.8%(11/53), 정상인 경우 79.2%(42/53)이었다. 신초음파에서 비정상인 경우는 2세 미만 환자 군의 26.5%(9/34), 2세 이상 환자 군의 10.5%(2/19)였으며 이는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다

Table 1. Age and Sex Distribution of Patients with APN

	Sex		Total
	Male(%)	Female(%)	
Age			
<2 yr	28(82.4)	6(17.6)	34
≥2 yr	6(31.6)	13(68.4)	19
Total	34(64.2)	19(35.8)	53

($P>0.05$, Table 3).

배뇨성 방광 요도 조영술은 33례에서 시행되었고 정상인 72.7%(24/33), 역류가 있는 경우가 27.3%(9/33)이었다. 2세 미만 환자 군은 18.2%(4/22)에서 방광 요관 역류가 있었고 이중 3명은 저등급 역류, 1명은 고등급 역류였다. 2세 이상 환자 군은 45.5%(5/11)에서 방광 요관 역류가 있었고 저등급 역류가 3명, 고등급 역류가 2명이었다. 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($P>0.05$, Table 4).

4. 원인균에 따른 영상 검사

대장균이 동정된 경우는 총 31례로 14례에서 DMSA 신스캔 결손이 있었고, 6례에서 신초음파 비정상 소견, 5례에서 배뇨성 방광 요도 조영술상 역류가 있었다. 비대장균은 모두 22례로 6례에서 DMSA 신스캔 결손, 5례에서 신초음파 비정상, 4례에서 배뇨성 방광 요도 조영술상 역류가 있었다. 대장균과 비대장균으로 분류하여 DMSA 신스캔과의 연관성을 살펴보았으나 통계학적으로 유의한

Table 2. Age Distribution of DMSA Renal Scan Findings

	DMSA		Total
	Normal(%)	Abnormal(%)	
Age			
<2 yr	26(76.5)	8(23.5)	34
≥2 yr	7(36.8)	12(63.2)	19
Total	33(62.3)	20(37.7)	53

$P>0.05$

Table 3. Age Distribution of Renal Ultrasonography(Renal US) Findings

	Renal US		Total
	Normal (%)	Abnormal(%)	
Age			
<2 yr	25(73.5)	9(26.5)	34
≥2 yr	17(89.5)	2(10.5)	19
Total	42(79.2)	11(20.8)	53

$P>0.05$

차이는 없었고($P>0.05$), 신초음파($P>0.05$), 방광 요관 역류와도($P>0.05$) 통계학적인 의미는 없었다.

5. DMSA 신스캔과 말초 혈액 검사

급성기에 시행한 말초 혈액 검사상 총 백혈구 수의 평균은 DMSA 신스캔이 정상일 때 $11445.3 \pm 4188.6/\mu\text{L}$, DMSA 신피질 결손이 있을 때 $15185.0 \pm 6812.0/\mu\text{L}$ 이었다($P<0.05$). Erythrocyte sedimentation rate(ESR)의 평균값은 DMSA 신스캔이 정상일 때 $31.9 \pm 31.3 \text{ mm/h}$, DMSA 신피질 결손이 있을 때 $22.9 \pm 23.7 \text{ mm/h}$ 이었다($P>0.05$). C-reactive protein(CRP)이 음성일 때 25%(3/12)에서 DMSA 신피질 결손이 있었고, CRP가 양성일 때 42.5%(17/40)에서 DMSA 신피질 결손이 있었다($P>0.05$). 말초 혈액 검사를 하지 않은 1명은 제외하였다.

6. 발열 기간에 따른 DMSA 신스캔

요로 감염 치료 전 발열 기간은 24시간 이하가 6명, 24시간 초과는 46명, 발열 기간을 모르는 경우가 1명이었는데, 치료 전 발열 기간이 24시간 이하인 경우는 16.7%(1/6), 24시간 초과인 경우는 39.1%(18/45)에서 DMSA 신피질 결손이 있었고, 두 군 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($P>0.05$).

요로 감염 치료시작 후 발열 기간은 48시간 이하가 35명, 48시간 초과는 17명, 발열 기간을 모르

는 경우가 1명이었으며, 치료 후 발열 기간이 48시간 이하인 경우는 28.6%(10/35)에서, 48시간 초과인 경우는 52.9%(9/17)에서 DMSA 신피질 결손이 있었고, 두 군 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($P>0.05$).

총 발열 기간은 72시간 이하가 22명, 72시간 초과는 30명, 발열 기간을 모르는 경우가 1명이었다. 총 발열 기간이 72시간 이하인 경우의 22.7%(5/22), 72시간 초과인 경우의 46.7%(14/30)에서 DMSA 신피질 결손이 있었고, 두 군 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($P>0.05$).

7. DMSA 신스캔과 다른 영상 검사와의 연관성

DMSA 신스캔이 정상인 33례 중 24.2%(8/33)는 신초음파 이상 소견이 있었고, 75.8%(25/33)는 정상이었으며, DMSA 신피질 결손이 있었던 20례 중 15.0%(3/20)에서 신초음파 이상 소견이 있고, 85.0%(17/20)는 정상이었다. DMSA 신스캔과 신초음파간에 통계학적 유의성은 없었다($P>0.05$, Fig. 1).

DMSA 신스캔이 정상인 경우는 22.2%(4/18)에서 방광 요관 역류가 있었고 77.8%(14/18)는 방광 요관 역류가 없었으며, DMSA 신피질 결손이 있

Table 4. Age Distribution of Patients with Vesicoureteral Reflux(VUR)

Age	VUR			Total
	Normal (%)	Abnormal(%)		
		Low grade	High grade	
<2 yr	18(81.8)	3(13.6)	1 (4.5)	34
≥2 yr	6(54.5)	3(27.3)	2(18.2)	19
Total	24(72.7)	6(18.2)	3 (9.1)	53

$P>0.05$

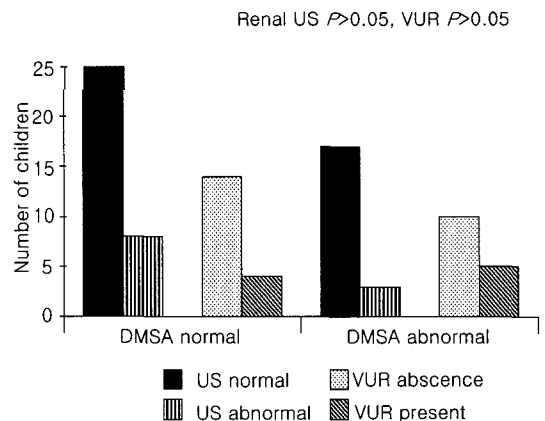


Fig. 1. Distribution of Renal Ultrasonography (Renal US) Findings and Vesicoureteral Reflux (VUR) in children with normal and positive DMSA Scans.

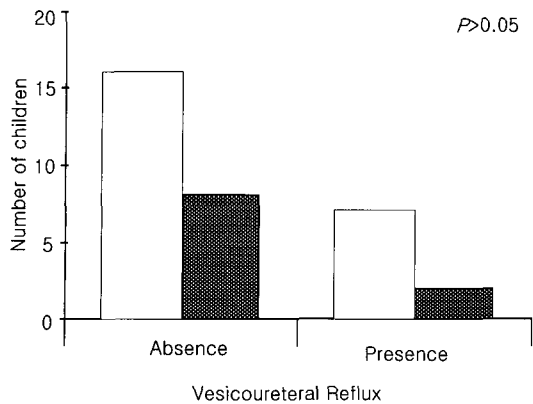


Fig. 2. Relation of Renal Ultrasonography and Vesicoureteral Reflux.

었던 경우는 33.3%(5/15)에서 방광 요관 역류가 있고, 66.7%(10/15)는 방광 요관 역류가 없었다. DMSA 신스캔과 방광 요관 역류 간에는 통계학적으로 유의한 관련이 없었다($P>0.05$, Fig. 1).

신초음파와 배뇨성 방광 요도 조영술이 모두 시행되었던 33명을 대상으로 방광 요관 역류가 있었던 9명 중 22.2%(2/9)에서 신초음파 이상 소견이 있었으며, 방광 요관 역류가 없던 24명 중 33.3%(8/24)에서 신초음파 이상 소견이 있었다. 신초음파와 방광 요관 역류 간에 통계학적 유의성은 없었다($P>0.05$, Fig. 2).

고 찰

열을 동반하는 상부 요로 감염은 신실질을 침범하게 되는데, 이러한 급성 염증 변화는 잠재적으로는 가역적인 것으로서, 반드시 모두 영구적 신손상에 이르는 것은 아니다[8]. 그러나 최근 연구에서, 급성 신우신염을 앓고 난 환자의 약 40-60%에서 수개월 후 DMSA 신스캔상 신반흔이 발견되며[8, 9, 15, 20, 21], 조기 진단 및 적절한 치료시에는 신반흔을 예방할 수 있다고 하였다[11]. 새로운 신반흔은 반드시 기왕의 급성 신우신염을 앓았던 부위에서만 발생한다고 알려져 있으므로[8, 9], 이를 예방하고 감소시키기 위해서는 급성 신우신염의 조

기 진단과 치료가 필수적이다.

말초 혈액 백혈구 수치, ESR, CRP 등은 일반적으로 신우신염에서 상승하지만 이는 민감도나 특이도가 떨어진다. 따라서 신우신염의 진단에는 요로계 영상 검사가 중요하다.

신실질 침범여부를 알기위한 요로계 영상 검사 중 DMSA 신스캔이 유용하다는 것은 널리 알려져 있는 사실로서, 진단율은 Benador 등[14]은 66-85%, Levocat 등[22]은 93%로 보고하고 있다. 그러나 연령에 따라 민감도가 다른데[13, 15, 23], Ilyas 등[13]의 보고서에 의하면 2세 미만, 2세 이상부터 8세 미만, 8세 이상의 세 개의 군으로 연령에 따라 분류 시, 각 48%, 52% 69%의 민감도를 보임으로써 연장아일수록 급성 신우신염의 임상적 특징 및 검사 소견과 양성 DMSA 신스캔 소견이 일치하는 경향이 있다고 발표하였다. 국내 Jang 등[24]의 연구에서는 2세 이하에서 47%, 2세 이상에서 70% 민감도를 보였으나 통계학적 유의성은 발견할 수 없었다. 본 연구에서는 2세 미만에서 23.5%, 2세 이상에서 63.2%의 민감도를 보였고 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(Table 2).

DMSA 신스캔의 민감도가 연령에 따라 차이가 나는 이유는 첫째, 2-3개월 이하의 영아에서 세뇨관 기능이 미숙하여 신손상 여부를 진단하는데 민감도가 떨어지고[23] 둘째, 2세 미만 소아의 급성 신우신염 증상이 비특이적이어서 과잉 진단을 하기 쉬울 수 있으며 셋째, 연장아일수록 과거에 진단 없이 급성 신우신염을 앓고 지나간 기왕력이 있을 가능성이 크고, 그로인해 신반흔이 존재할 가능성이 더 많다는 것을 그 이유로 생각해볼 수 있겠다.

소아 요로 감염 환자의 방광 요관 역류는 국내에서는 15-22% 정도로 보고되며[25-28], 본 연구에서는 17.0%로 비슷한 비율을 보였는데 이를 진단하기 위해 시행하고 있는 배뇨성 방광 요도 조영술 시행 적응증에 대한 논쟁은 아직 계속되고 있다[4]. DMSA 신스캔과 방광 요관 역류의 상관

관계에 대한 여러 가지 논문들을 살펴보면 역류의 정도가 심할수록 신반흔이 많이 형성되었다는 보고도 있으나[25-26, 29], 역류의 정도와 신반흔과는 상관관계가 없으며 역류 없이 신반흔이 생길 수 있다는 보고도 있다[9, 15, 21]. Tseng 등[16]은 첫 요로 감염에서 시행한 DMSA 신스캔이 정상인 소아들은 방광 요관 역류가 드물고, 심한 정도의 역류는 없으므로 이들에 한해서 침습적인 배뇨성 방광 요도 조영술을 할 필요가 없다고 하였으나 본 연구결과에서는 DMSA 신스캔과 방광 요관 역류 간에 통계학적으로 유의한 관련이 없었다(Fig. 1).

Nam 등[29]은 12개월 미만과 12개월 이상의 연령군에 따라 역류 정도를 조사한 결과 연령군에 따른 역류 정도의 분포에는 차이가 없었다고 하였고, 본 연구에서도 2세 이상과 2세 미만으로 분류하였을 때 연령에 따른 방광 요관 역류의 차이는 없었다(Table 4).

신장 초음파 검사는 급성 신우신염의 진단에 있어서 상대적으로 민감도가 떨어지는데, Ilyas 등[13]은 연령별 신초음파의 민감도가 2세 미만에서 5.6%, 2세 이상부터 8세는 5%, 8세 이상은 7%로 매우 낮고, 세 군 모두에서 신초음파와 DMSA 신스캔 소견 간에 관계가 없었다고 하였다. 본 연구에서 신초음파의 민감도는 2세 미만에서 26.5%, 2세 이상에서 10.5%로 다소 높은 편이었으나, 연령에 따른 민감도에 차이는 보이지 않았으며(Table 3), DMSA 신스캔과도 통계학적인 유의성이 없었다(Fig. 1).

신초음파는 또한 방광 요관 역류에 대한 민감도도 떨어지는데, 역류가 있는 환자의 단지 40%만이 신초음파상 이상 소견을 보인다고 하며[4], 본 연구에서도 방광 요관 역류가 있던 환자 중 22.2% (2/9)에서만 신초음파 이상 소견이 관찰되었고, 신초음파와 방광 요관 역류 간의 통계학적 유의성은 없었다(Fig. 2).

발열성 요로 감염 환자에서 급성 신우신염을 조기 진단하기 위해서 시행하는 요로 영상 검사들이

모두 필수적인 것인가에 대해서 논의가 있어 왔다. 본 결과에서는 DMSA 신스캔, 배뇨성 방광 요도 조영술, 신초음파 검사 간에 유의한 상관관계가 없었고, 특히 임상 양상만으로는 신침범에 대한 판단이 어렵고 신반흔의 고위험군인 2세 미만의 영유아에서 DMSA 신스캔의 민감도가 낮은 것으로 나타났고, 또한 DMSA 신스캔이나 신초음파 소견이 신반흔의 위험인자인 방광 요관 역류의 유무를 예측할 수 없으므로, 배뇨성 방광 요도 조영술을 함께 시행하여, 급성 신우신염의 조기 진단율을 높이고, 신반흔에 대한 위험요소를 추적 관찰함으로써 영구적인 신손상을 방지해야 할 것이다.

한 글 요약

목적 : 소아의 급성 신우신염은 어릴수록 증상이 비특이적이어서 진단이 어렵고 신반흔이 발생할 위험이 높으나, 조기 진단 및 적절한 치료로써 신반흔의 유병률을 줄일 수 있다. 소아의 발열성 요로 감염 환자에서 급성 신우신염의 조기 진단을 위한 요로계 영상 검사를 비교함으로써, 연령별 유용성에 대해 살펴보고자 하였다.

방법 : 발열성 요로 감염으로 진단받고, 급성기에 DMSA 스캔과 신초음파 및 배뇨중 방광 요도 조영술을 시행했던 총 53명(2세 미만 34명, 2세 이상 19명)을 대상으로 하여, 두 연령군 사이에 영상 검사의 민감도 및 그 연관성을 관찰하였다.

결과 : DMSA 스캔의 신피질 결손율은 2세 미만에서 23.5%로서, 2세 이상의 63.2%에 비해 유의하게 낮았다($P < 0.05$). DMSA 스캔의 신피질 결손은 말초 혈액 백혈구 증가와 연관이 있을 뿐, 발열 기간, ESR, CRP와는 연관이 없었고, 신초음파 이상소견 및 방광 요관 역류 유무와도 유의한 연관성이 없었다.

결론 : 2세 미만에서는 DMSA 스캔의 민감도가 낮아서 급성 신우신염의 진단에 어려움이 있고, DMSA 스캔만으로 방광 요관 역류의 유무를 예측할 수 없으므로 배뇨성 방광 요도 조영술을 함

계 시행하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Hoberman A, Chao HP, Keller DM, Hickey R, Davis HW, Ellis D. Prevalence of urinary tract infection in febrile infants. *J Pediatr* 1993;123:17-23.
- 2) Hoberman A, Wald ER. Urinary tract infection in young febrile children. *Pediatr Infect Dis J* 1997;16:11-17.
- 3) Shaw KN, Gorelick M, McGowan KL, Yakscoe NM, Schwartz JS. Prevalence of urinary tract infection in febrile young children in the emergency department. *Pediatrics* 1998;102:16-20.
- 4) Elder JS. Urinary tract infections. In: Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB, Stanton BF. *Nelson Textbook of Pediatrics*. 18th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co, 2007;2223-34.
- 5) Rushton HG. Urinary tract infections in children: Epidemiology, evaluation and management. *Pediatr Clin North Am* 1997;44:1133-69.
- 6) Roberts JA. Etiology and pathophysiology of pyelonephritis. *Am J Kidney Dis* 1991; 17:1-9.
- 7) Willam V, Omar K. Pyelonephritis. *Pediatr Rev* 2005;26:364-70.
- 8) Rushton HG, Majd M, Jantusch B, Wiedermann bl, Belman AB. Renal scarring following reflux and nonreflux pyelonephritis in children: Evaluation with ^{99m}Techneium-dimercaptosuccinic acid scintigraphy. *J Urol* 1992;147:1327-32.
- 9) Majd M, Rushton HG. Renal cortical scintigraphy in the diagnosis of acute pyelonephritis. *Semin Nucl Med* 1992;22:98-111.
- 10) Wikstad I, Hannerz L, Karlsson A, Eklof AC, O lling S, Aperia A. ^{99m}Techneium dimercaptosuccinic acid scintigraphy in the diagnosis of acute pyelonephritis in rats. *Pediatr Nephrol* 1990;4:331-4.
- 11) Hoberman A, Wald ER, Hickey RW, Baskin M, Charron M, Majd M et al. Oral versus initial intravenous therapy for urinary tract infections in young febrile children. *Pediatrics* 1999;104:79-86.
- 12) Rushton HG, Majd M. Dimercaptosuccinic acid renal scintigraphy for the evaluation of pyelonephritis and scarring: a review of experimental and clinical studies. *J Urol* 1992;148:1726-32.
- 13) Ilyas M, Mastin ST, Richard GA. Age related radiological imaging in children with acute pyelonephritis. *Pediatr Nephrol* 2002; 17:30-4.
- 14) Benador D, Benador N, Slosman DO, Nussle D, Mermillod B, Girardin E. Cortical scintigraphy in the evaluation of renal parenchymal changes in children with pyelonephritis. *J Pediatr* 1994;124:17-20.
- 15) Benador D, Benador N, Slosman D, Mermillod B, Girardin E. Are younger children at higher risk of renal sequelae after pyelonephritis? *Lancet* 1997;349:17-9.
- 16) 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.
- 17) Lee SJ, Kim JH, Park YS, Bae KS, Lim IS, Ha IS. Guidelines for childhood urinary tract infection. *Korean J Pediatr* 2004;47(suppl 4): 785-92.
- 18) 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.
- 19) International Reflux Study Committee. Medical versus surgical treatment of primary vesicoureteral reflux. *Pediatrics* 1981;67:392-400.
- 20) Stokland E, Hellstrom M, Jacobsson B, Jodal U, Sixt R. Renal damage one year after first urinary tract infection: Role of dimercaptosuccinic acid scintigraphy. *J Pediatr* 1996; 129:815-20.
- 21) Jakobsson B, Berg U, Svensson L. Renal

- scarring after acute pyelonephritis. Arch Dis Child 1994;70:111-5.
- 22) Lavocat MP, Granjon D, Allard D, Gay C, Freycon MT, Dubois F. Imaging of pyelonephritis. *Pediatr Radiol* 1997;27:159-65.
- 23) Stokland E, Hellestrom M, Jacobsson B, Jodal U, Lundgren P, Sixt R : Early ^{99m}Tc dimercaptosuccinic acid(DMSA) scintigraphy in symptomatic first-time urinary tract infection. *Acta Paediatr* 1996;85:430-6.
- 24) Jang KA, Yang JA, Hah TS, Lee JH, Park HW. Sensitivity of dimercaptosuccinic acid renal scan in children with acute pyelonephritis. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2003;7:38-43.
- 25) Lim HS, Park CR, Ko CW, Koo JH. Urinary tract infection and vesicoureteral reflux in children. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 1997; 1:46-52.
- 26) Kim KH, Jang SH, Lee DY. Factors associated with renal scar in children with vesicoureteral reflux. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2001;5:43-50.
- 27) Lee SY, Lim SH, Lee DY. Initial ^{99m}Tc -dimercaptosuccinic acid renal scan finding and vesicoureteral reflux as predicting factor of renal scarring. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2003;7:44-51.
- 28) Han KS, Chio DJ, Cha SH, Cho BS. Renal scarring in relation to vesicoureteral reflux in urinary tract infection. *Korean J Pediatr* 1993;36:1402-6.
- 29) Nam HY, Shin JH, Lee JH, Choi EN, Park HW. Vesicoureteral reflux and renal scar. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2006;10:201-12.