

# 산전 초음파가 정상인 소아에서 첫 열성 요로 감염 시 영상 검사의 유용성

## The Efficacy of Imaging Studies after a First Febrile Urinary Tract Infection in Young Children with Normal Prenatal Ultrasonographic Findings

Gi Young Kim, Sung Won Lee, Hong Sang Moon, Hae Young Park, Hong Yong Choi

From the Department of Urology, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** The primary purpose for imaging the urinary tract of children with urinary tract infection is to detect congenital anomalies that may predispose the children to persistent or recurrent infection and also to prevent progressive renal deterioration. We evaluated the efficacy of imaging studies after a first febrile urinary tract infection in young children with normal prenatal ultrasonographic findings.

**Materials and Methods:** We retrospectively reviewed 52 young children who were treated due to their first febrile urinary tract infection between 2001 and 2003. In all cases, urine specimens were collected via suprapubic aspiration. An the ultrasonogram and dimercaptosuccinic acid (DMSA) renal scans were obtained within 48 and 72 hours after hospitalization. Contrast voiding cystourethrograms were obtained within 1 to 4 week later after controlling the urinary tract infection.

**Results:** On the ultrasonographic studies, 43 children (90%) were normal and 9 children (10%) were abnormal, and all of these abnormalities were upper tract dilatation that was not due to obstructive uropathy. DMSA renal scans revealed acute pyelonephritis in 34 children (65%) and normal findings in 18 (35%). Voiding cystourethrogram revealed reflux in 15 children (31%). 4 children had Grade II reflux, 1 child had III reflux and 9 children had grade IV reflux.

**Conclusions:** After the first febrile urinary tract infection in young children with normal prenatal ultrasonographic findings, an ultrasonogram performed at the time of acute illness is of limited value for the clinical decision about further treatment. A DMSA renal scan is useful for identifying pyelonephritis and renal scar, but its effect on the outcomes is unclear. Voiding cystourethrogram is most useful imaging study for identifying the reflux that needs antimicrobial prophylaxis for reducing reinfections and to prevent renal scarring. (*Korean J Urol* 2006;47:293-297)

**Key Words:** Urinary tract infections, Imaging techniques, Vesicoureteral reflux

대한비뇨기과학회지  
제 47 권 제 3 호 2006

한양대학교 의과대학 비뇨기과학교실

김기영 · 이성원 · 문홍상  
박해영 · 최홍용

접수일자 : 2005년 8월 9일  
채택일자 : 2005년 12월 22일

교신저자: 최홍용  
한양대학교 구리병원 비뇨기과  
경기도 구리시 교문동 249-1  
☎ 471-701  
TEL: 031-560-2373  
FAX: 031-560-2372  
E-mail: qpqp@hanyang.ac.kr

### 서 론

소아 요로 감염은 성인 요로 감염과 다른 몇 가지 점에서 중요한 차이가 있다. 첫째, 임상 증상이 다양하고 모호하며,

둘째, 신손상이 잘 일어나며, 셋째, 방광근과 외요도 괄약근 사이의 조화가 완전하지 않아 요로 감염을 더욱 악화시킨다. 이러한 이유로 이에 대하여 정확하게 진단하고 즉각적으로 치료하여 신실질 손상을 예방하는 것이 중요하다.<sup>1</sup> 요로 감염을 가진 소아의 요로계 이상은 크게 폐색성 요로병

변과 역류성 요로병변으로 나눌 수 있는데, 첫 열성 요로 감염 시 요로계 기형을 확인하고 병변을 감별하여야 한다. 이를 위해 시행되는 영상 검사에는 배설성요도조영술 (excretory urography), 복부초음파검사, 배뇨중방광요도조영술, dimercaptosuccinic acid (DMSA) 신주사, 컴퓨터단층촬영 (tomography), 자기공명검사 (MRI) 등이 있다. American Academy of Pediatrics에서 첫 열성 요로 감염 시 권장하는 영상 검사는 복부초음파 및 배뇨중방광요도조영술인데, 비침습적이고 방사선 노출이 없으며 비용이 비교적 적게 드는 복부초음파검사를 시행하고, 역류성 병변을 확인하기 위하여 배뇨중방광요도조영술을 시행하며 경우에 따라 신주사를 시행하기도 한다.<sup>2</sup> 하지만 향후 치료 지침을 결정하고 결과에 미치는 영향에 대해 이들 영상 검사의 가치가 제한적이다.<sup>3</sup>

이에 본 연구는 산전 초음파검사상 요로계 이상 소견이 없었던 소아에서 첫 열성 요로 감염 시 복부초음파검사, DMSA 신주사, 배뇨중방광요도조영술의 진단적 효용성 및 향후 치료 방침 결정에 미치는 영향에 대해 알아보하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2001년 1월부터 2003년 6월까지 첫 열성 요로 감염으로 입원 치료를 받았던 환자의 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 첫 열성요로 감염으로 진단받은 환자 중 반복적으로 산전 초음파 검사를 시행하였고 태아기 32-34주 초음파 검사에서 요로계 이상소견이 없고 생후 2개월 이상인 환아를 대상으로 하였다. 이 중 고열로 인해 입원치료를 받은 병력이 있는 경우는 첫 열성 요로 감염이 아닐 가능성이 높아

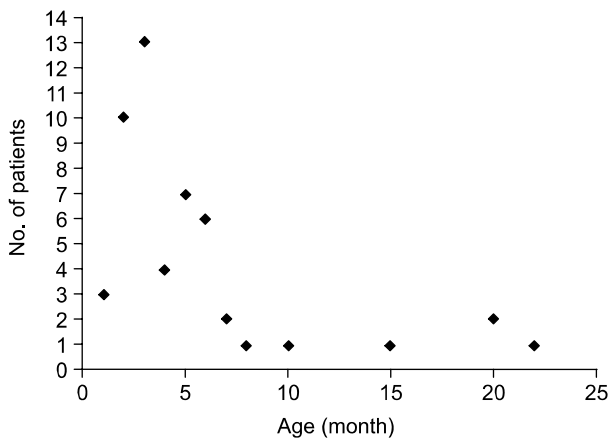


Fig. 1. Age distribution.

대상에서 제외하였다. 대상 환아는 52례로 남아가 40례, 여아가 12례였고, 평균 연령은 5.3개월 (2-22)로 12개월 이하의 환아가 48례였다 (Fig. 1).

2. 요검사

요검사 및 요배양검사는 치골 상부 천자로 하였고, Hellerstein 등<sup>4</sup>이 제시한 진단 기준을 이용하였다.

3. 영상 검사

1) 복부초음파: 입원 후 24-72시간에 시행하였고 신장의 형태, 크기, 수신증 유무, 해부학적 이상, 요관의 확장 유무, 요관 계실 및 방광 내 이상 유무를 확인하였다.

2) DMSA 신주사: 입원 후 24-72시간에 시행하였고 신우신염의 확인 및 상대적 신기능 정도를 평가하였다. 방사성 동위 원소가 신장에 균등하게 흡착되고 신외형이 잘 유지되는 경우를 정상으로 평가하였으며 국소적 또는 광범위하게 흡착이 감소되었으나 외형이 유지되는 경우는 신우신염에 합당한 소견으로 평가하였다. 또한 상대적 신기능 40-45%는 경증 감소, 20-40%는 중등도 감소, 20% 미만은 중증 감소로 평가하였다.

3) 배뇨중 방광요도조영술: 감염에 의한 결과평가의 오류를 피하기 위해 감염이 조절된 후 1주에서 한 달 사이에 시행하였고, 영양보급관 (feeding tube)이나 Nelaton catheter를 방광내에 삽입하여 배뇨시킨 후 방사선 투시하에 중력을 이용하여 30%로 희석시킨 조영제를 환자의 방광 용적에 따라 적정량을 주입한 후 배뇨를 시켰으며 요도, 방광의 형태 및 역류의 유무를 평가하였다. 역류의 정도는 국제 요관역류연구회의 등급분류를 이용하였으며 Grade I은 요관 확장 없이 상부요로까지 역류가 되는 경우, Grade II는 확장 없이 요관, 신우 및 신배까지 역류가 되는 경우 Grade III 이상은 요관, 신우 및 신배가 확장되는 경우로 하였으며 그 정도에 따라 Grade III, IV, V로 분류하였다.<sup>5</sup>

결 과

1. 요검사

모든 환아에서 세균뇨 및 균배양이 확인되었고, 요로 감염의 진단 기준에 합당하였으며 50례 (96%)는 *E.coli*, 2례 (4%)는 *K. pneumoniae*가 배양되었다.

2. 영상 검사

1) 복부초음파: 정상 소견이 43례 (90%)였고 9례 (10%)에서 수신증이 보고되었다. 모든 환아에서 급성 신우신염을 의심할 만한 소견은 없었으며, 중복요관, 요관류 등 해부학

**Table 1.** Correlation between the grade of reflux on VCUG and the findings on renal US

Grade of reflux	No. of patients	Abnormal US
Grade I	0	0
Grade II	4	0
Grade III	2	0
Grade IV	9	9
Grade V	0	0
Total	15	9

VCUG: voiding cystourethrogram, US: ultrasonogram

적 요로계 기형이나 폐쇄성 요로 병변도 발견되지 않았다.

**2) DMSA 신주사:** 신우신염에 합당한 경우는 34례 (65%)였고 정상이 18례 (35%)였으며, 상대적 신기능은 정상이 43례 (82%), 기능 감소를 보인 경우는 9례 (18%)로 경한 기능 감소는 4례 (44%), 중증도는 4례 (44%), 심한 감소를 보인 경우는 1례 (11%)였다.

**3) 배설성요로조영술:** 정상은 37례 (69%), 역류를 보인 경우는 15례 (31%)였고, 이 중 Grade II가 4례, Grade III가 2례, Grade IV가 9례였으며, 이외 후부 요도 판막 등의 이상 소견은 없었다. Grade II, III 역류 소견을 보인 6례의 복부 초음파 검사는 모두 정상 소견이었고, DMSA 신주사에서 정상 소견을 보였던 환자 중 역류를 보인 경우는 없었다 (Table 1, 2).

고 찰

요로계는 2개월에서 2세 이하의 소아에서 상대적으로 감염이 흔한 부위이며, 병력이나 신체검사상 고열의 원인이 확실하지 않은 소아의 5% 정도에서 요로 감염이 발견된다.<sup>6</sup> 소아의 요로감염은 성인과는 다르게 증상이 모호하고 뚜렷한 징후가 없어 진단에서 치료까지 시간이 지연될 수 있다. 또한, 5세 이하의 소아에서 상대적으로 신실질의 손상 및 방광요관역류의 빈도가 높다. 따라서 요로 감염을 조기에 발견하여 치료하고 방광요관역류 및 요로계기형을 발견함으로써 점진적인 신실질 손상 및 재감염을 예방하고자 하는 것이 소아 요로 감염 치료의 궁극적 목적이다.

방광요관역류의 경우 정상적인 소아에서 유병률이 약 1%로 보고되고 있으며 열성 요로 감염 환자의 30-35%에서 방광요관역류가 발견 될 정도로 소아에서 가장 흔히 볼 수 있는 요로계 기형이며, 첫 열성 요로 감염 시 역류를 발견하는 것이 향후 치료 방침을 결정하는 데 가장 중요하다.<sup>7</sup> 대부분의 경우 산전초음파의 보급으로 태아기에 요로 기형이

**Table 2.** Correlation between the grade of reflux and relative renal function on a dimercaptosuccinic acid (DMSA) renal scan

Grade of reflux	No. of patients	Decreased relative renal function
No reflux	37	2
Grade I	0	0
Grade II	4	1
Grade III	2	1
Grade IV	9	5
Grade V	0	0
Total	15	9

발견되며<sup>8</sup>, 수신증이 요로계기형 중에서 가장 흔하며 100-200 임신 당 1명의 빈도로 발견된다.<sup>9</sup> 신우요관이행부폐색에 의한 수신증이 가장 흔한 원인이나, 10-30%에서 방광요관역류가 발견되어<sup>10</sup> 치료를 받게 된다. Zerlin 등<sup>10</sup>은 산전에는 수신증이 있었으나 산후에 시행한 초음파에서는 수신증이 발견되지 않았던 신생아 25%가 방광요관 역류를 가진다고 보고하였고 출생 후에도 수신증을 가진 환아는 더 높은 grade의 역류를 가지는 경향이 있다고 하였다.

요로 감염의 조기 발견 및 요로계이상의 진단에 이용되는 영상 검사로는 배설성요로조영술, 복부초음파, 배설성방광요도조영술, DMSA 신주사, 컴퓨터단층촬영, 자기공명검사 등을 들 수 있다.

배설성요로조영술은 비뇨기계의 전반적인 이상을 발견하는데 중요한 역할을 하지만, 신우신염을 진단하기에는 상대적으로 다른 영상 검사에 비해 민감도가 떨어지며 소아에 적용하기에는 방사선 노출이 많으며 상대적으로 신기능 떨어져 있는 환아에서 적절한 영상을 얻기가 어렵다는 단점이 있어 최근에는 복부초음파 및 신주사 등이 이를 대신하고 있다. 본 연구에서도 배설성요로조영술은 초기 검사로 시행하지는 않았다.

복부초음파는 요로에 대한 전반적인 형태를 파악하는데 수행되어 왔던 배설성요로조영술을 대신하고 있으며, 요로 감염 시 비뇨기계 이상이나 요로 확장 등을 발견하기 위해 초기 검사로 시행하는 것에 대해 반론의 여지는 없다. 초음파 검사의 장점은 비침습적이며 신장의 크기, 형태, 증복요관, 요관 확장, 요관 개설 및 마제철신과 같은 해부학적 이상의 유무를 확인할 수 있다는 것이다. 그러나 단점으로 수신증, 요관 확장, 급성 신우신염, 신반흔을 발견하는 데는 민감도가 떨어지며, 역동적 본성을 보이는 방광요관역류를 발견에도 민감도가 떨어진다는 것이다.<sup>11-13</sup> 또한, 신우신염을 앓고 난 뒤 발생할 수 있는 신반흔은 4-6개월 지난 뒤

발생하므로 최근에 와서는 첫 열성 요로 감염으로 진단 받은 환아에게 일반적으로 시행되는 초음파 검사의 임상적 가치가 향후 치료에 제한적 역할밖에 하지 못하므로 일반적인 시행에 대해 의문을 제기하는 연구도 있다.<sup>14</sup> 이처럼 제한적인 역할밖에 못하게 된 이유로는 산전 초음파 검사의 반복적 시행으로 인해 요로계의 폐쇄성 병변이 발견되어지고 있기 때문이고, Corteville 등<sup>15</sup>에 의하면 임상적으로 의미 있는 태아기 수신증이 100% 민감도를 보였다고 보고하였다. 본 연구에서도 폐색성 요로병변 등 비뇨기계 이상은 발견되지 않았으나 수신증이 9례에서 발견되었고 Grade II-III의 역류가 있는 환아에서 정상 소견을 보여 방광요관역류를 발견하는 데는 민감도가 떨어지는 경향이 있었으며, Stokland 등<sup>16</sup>도 방광요관역류 진단에 있어 특이도 및 민감도가 낮으며 시술자 사이에 결과 불일치 등의 이유로 역류를 발견하는 검사로는 추천하지 않는다고 하였다.

열성 요로 감염 환아의 치료에서 신주사의 역할에 대해 체계적으로 평가된 연구는 없다. 소아에서 임상증상, 신체 검사 및 기본적인 검사실소견만으로 상부요로감염을 진단하기에 어려움이 있으나, DMSA 신주사는 DMSA가 신세뇨관에 결합하여 기능이 있는 신실질에 축적됨으로써 급성 신우신염의 확진, 상대적인 신기능 및 신반흔 유무를 확인하는 데 유용한 검사이다.<sup>17-19</sup> 특히, 신반흔은 향후 신 성장 결여, 고혈압 및 신부전 등을 야기할 수 있으므로 추적 검사 중 신반흔을 확인하는 것이 치료 방침 결정에 있어 중요한 역할을 한다.

DMSA 신주사의 신우신염 발견에 대한 민감도가 85-90%라고 가정하면<sup>14</sup> 본 연구에서 보는 바와 같이 환자의 65%에서 신우신염에 합당한 소견을 보여 결국 임상적으로 고열 및 세균뇨를 보인 환자의 75% 이상에서 임상적으로 신우신염에 합당하다고 판단되고 이에 준하여 치료를 하여도 되므로 신우신염의 확진을 위해 일반적으로 시행될 필요는 없을 것으로 생각한다. 신반흔은 급성기에 상대적으로 흡착 감소를 보였던 부위에 생기게 되며, 대부분 역류와 동반되어 나타나므로 역류가 있는 환아에서 신반흔 유무의 추적 검사로 유용하리라 생각한다. Merguerian<sup>20</sup>도 환자 중 3.5%에서만 향후 치료에 변화를 주어 초음파에서 이상 소견이 발견되거나 역류가 동반되어 있는 경우 또는 돌파성 요로계 감염이 발생한 경우에는 DMSA 신주사를 시행하는 것이 바람직하다고 보고하였다.

Blickman 등<sup>21</sup>이 보고한 바에 의하면 배뇨중방광요도조영술은 열성 요로 감염 환아에서 배설성 요로 조영술이나 신초음파 보다 역류 발견에 중요하며 앞서 실시해야 하는 영상 검사라고 권유하였다. 본 연구에서도 산전 초음파검사가 정상이었음에도 불구하고 30%에서 방광요관역류가

발견되었으므로 향후 예방적 항생제 요법을 통한 재감염 및 신반흔의 위험도를 줄이게 됨으로써 반드시 시행되어야 하는 검사로 생각된다.

이외의 검사로 단층 촬영이나 자기공명촬영 등도 고려해 볼 수 있으나 상대적으로 방사선 노출이 심하고 그 가치에 대해 정확히 평가되어진 것이 없어 열성 요로 감염 시 기본 검사로 추천되지 않는다.

결 론

소아에서 첫 열성 요로 감염 시 시행되는 배뇨중방광요도조영술은 산전 초음파가 정상인 환아에서 방광요관역류의 확인을 위해 필요한 검사이다. 또한, 재감염의 방지와 신실질 손상의 예방을 위해 사용되는 항생제 요법 및 수술적 요법 등의 치료 방침의 결정을 위해 꼭 필요한 검사로 생각된다. 초음파 검사는 산전 초음파 검사의 광범위하고 반복적인 사용으로 인해 폐쇄성 요로 병변은 산전에 발견되어지고 있다. 그러나 정상적인 초음파 결과가 역류가 없음을 예측하는 데는 제한적인 역할밖에 하지 못하므로 역류가 발견된 환아에서 향후 추적 검사의 기본 자료로 유용하리라 생각된다. DMSA 신주사는 신감염의 유무, 위치 및 상대적 신기능을 평가하는 데 매우 민감하지만 향후 치료 방침을 결정하는 데는 그 역할이 뚜렷하지 않아 급성기보다는 신반흔 유무 확인을 위한 추적 검사로 유용하리라 생각한다.

REFERENCES

1. Spencer JR, Schaeffer AJ. Pediatric urinary tract infections. Urol Clin North Am 1986;13:661-72
2. American Academy of Pediatrics. Practice parameter: the diagnosis, treatment and evaluation of the initial urinary tract infection in febrile infants and young children. Pediatrics 1999;103:843-52
3. Dick PT, Feldman W. Routine diagnostic imaging for childhood urinary tract infections: a systematic overview. J Pediatr 1996;128:15-22
4. Hellerstein S. Recurrent urinary tract infections in children. Pediatr Infect Dis 1982;1:271-81
5. Medical versus surgical treatment of primary vesicoureteral reflux report of the International Reflux Study Committee. Pediatrics 1981;67:392-400
6. 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
7. Andrich MA, Majd M. Diagnostic imaging in the evaluation of the first urinary tract infection in infants and young chil-

- dren. *Pediatrics* 1992;90:436-41
8. Kang YS, Han SW, Choi SK. The ultrasonographic follow up results and the prognosis of prenatal hydronephrosis. *Korean J Urol* 1995;36:1100-5
  9. Chitty LS, Pembrey ME, Chudleigh PM, Campbell S. Multi-centre study of antenatal calyceal dilatation detected by ultrasound. *Lancet* 1990;336:875
  10. Zerlin JM, Richey ML, Chang AC. Incidental vesicoureteral reflux in neonates with antenatally detected hydronephrosis and other renal abnormalities. *Radiology* 1993;187:157-60
  11. Foresman WH, Hulbert WC Jr, Rabinowitz R. Does urinary tract ultrasonography at hospitalization for acute pyelonephritis predict vesicoureteral reflux? *J Urol* 2001;165:2232-4
  12. Kass EJ, Fink-Bennett D, Cacciarelli AA, Balon H, Pavlock S. The sensitivity of renal scintigraphy and sonography in detecting nonobstructive acute pyelonephritis. *J Urol* 1992; 148:606-8
  13. Nguyen HT, Bauer SB, Peters CA, Connolly LP, Gobet R, Borer JG, et al. <sup>99m</sup>Tc dimercapto-succinic acid renal scintigraphy abnormalities in infants sterile high grade vesicoureteral reflux. *J Urol* 2000;164:1674-8
  14. Hoberman A, Charron M, Hickey RW, Baskin M, Kearney DH, Wald ER. Imaging studies after a first febrile urinary tract infection in young children. *N Engl J Med* 2003;348:195-202
  15. Corteville JE, Gray DL, Crane JP. Congenital hydronephrosis: correlation of fetal ultrasonographic findings with infant outcome. *Am J Obstet Gynecol* 1991;165:384-8
  16. Stokland E, Hellstrom M, Hansson S, Jodal U, Oden A, Jacobsson B. Reliability of ultrasonography in identification of reflux nephropathy in children. *BMJ* 1994;309:235-9
  17. Benador D, Benador N, Slosman DO, Nussle D, Mermillord B, Girardin E. Cortical scintigraphy in the evaluation of renal parenchymal changes in children with pyelonephritis. *J Pediatr* 1994;124:17-20
  18. Melis K, Vandevivere J, Hoskens C, Vervaet A, Sand A, Van Acker KJ. Involvement of the renal parenchyma in acute urinary tract infection : the contribution of <sup>99m</sup>Tc dimercapto-succinic acid scan. *Eur J Pediatr* 1992;151:536-9
  19. Verboven J, Ingels M, Delree M, Piepsz A. <sup>99m</sup>Tc-DMSA scintigraphy in acute urinary infection in children. *Pediatr Radiol* 1990;20:540-2
  20. Merguerian PA, Jamal MA, Agarwal SK, McLorie GA, Bagli DJ, Shuchett B, et al. Utility of spect DMSA renal scanning in the evaluation of children with primary vesicoureteral reflux. *Urology* 1999;53:1024-8
  21. Blickman JG, Taylor GA, Lebowitz RL. Voiding cystourethrography: the initial radiologic study in children with urinary tract infection. *Radiology* 1985;156:659-62
-