

경도의 방광요관역류가 있는 소아에서 ^{99m}Tc-dimercaptosuccinic acid 신 스캔의 필요성

인제대학교 의과대학 상계백병원 소아과

고 지 연 · 구 자 옥

Necessity of ^{99m}Tc-dimercaptosuccinic acid scan in infants with low grade vesicoureteral reflux

Ji Yeon Koh, M.D. and Ja Wook Koo, M.D.

Department of Pediatrics, Sanggye Paik Hospital,
College of Medicine, Inje University, Seoul, Korea

Objective : ^{99m}Tc-dimercaptosuccinic acid(DMSA) scan is considered to be the most sensitive examination for detection of renal scars. However, because of its high radiation exposure to the kidney and its limited usefulness for patients with low grade vesicoureteral reflux(VUR), some authors have suggested that DMSA scans should be reserved primarily for children with VUR grade 3 and above. The aim of this study was to reevaluate the necessity of DMSA scans as a screening test in infants without reflux or with low grade reflux.

Methods : In this retrospective study, 189 infants(mean age:6.2 months) diagnosed as UTI were enrolled. Voiding cystourethrogram(VCUG), DMSA scan and renal ultrasonography were performed within 1 month of UTI. VUR grade was classified into three subgroups; low grade(grade 1-2), moderate grade(grade 3), and high grade(grade 4-5), respectively.

Results : Renal defects were present in 67 of 189 infants, and 82 of the 378 renal units. The incidence of renal defects was significantly correlated with VUR grade($P<0.01$); 28 percent without reflux, 38 percent with low grade, 53 percent with moderate grade, 100 percent with high grade, respectively. However, there was no significant differences in incidence of renal defects between the low grade and moderate grade group.

Conclusion : In this study, renal defects were found in quite high percentages; 28 percent patients without reflux and 38 percent patients with low grade VUR, respectively. Moreover, there was no significant difference in the incidence of renal defects between the low grade and moderate grade groups. Therefore, DMSA scan should be performed for infants with UTI as a screening test regardless of the presence of VUR. (Korean J Pediatr 2006;49:648-652)

Key Words : DMSA scan, VUR, UTI

서 론

요로감염은 소아에서 흔한 질환으로, 요로감염이 지속될 경우 요로계에 구조적 또는 기능적 이상이 동반될 수 있고, 반대로 요로계의 이상으로 인해 요로감염이 반복될 수 있다¹⁾. 요로감염이 있는 환자에서 여러 방사선 검사를 시행하는 이유는 이런 요

로계 이상을 조기진단 함으로써 신반흔 및 고혈압, 만성신부전 등의 진행을 예방하는 데 있다²⁾. 방광요관역류는 소아의 요로감염과 신반흔을 일으키는 원인 중의 하나로 요로감염이 있는 환자의 약 25-50%에서 일어나는 것으로 보고되고 있으며, 역류가 있는 환자의 30-49%는 신반흔을 가진 것으로 보고되고 있다³⁻⁵⁾. 이러한 신반흔을 검출하는 데 있어 ^{99m}Tc-dimercaptosuccinic acid(DMSA) 신 스캔은 가장 좋은 검사이며 정맥내 신장조영술(intravenous pyelography, IVP)^{6,7)}이나 신장초음파^{8,9)}보다 더 유용한 것으로 알려져 있지만, 다른 방사선학적 검사에 비해 신장에 대한 방사능 강도가 크다는 단점이 있다. 따라서 요로감염으로 확진된 환자에서 신피질결손의 여부를 확인하는 것은 필요

접수 : 2006년 2월 3일, 승인 : 2006년 4월 4일
책임저자 : 구자옥, 인제대학교 상계백병원 소아과
Correspondence : Ja Wook Koo, M.D.
Tel : 02)950-1074 Fax : 02)951-1246
E-mail : koojw9@sanggyepaik.ac.kr

한 일이지만 조기검사로 시행할 것인지에 대해서는 아직 논란이 많은 상태이다. 또한, 이전 연구 발표¹⁰⁻¹²⁾에 따르면 모든 요로감염으로 진단된 환아들에서 DMSA 신 스캔을 시행해야 한다는 보고가 많았던 반면, 최근의 연구^{13, 14)}에서는 신반흔의 빈도와 비교해서 방광요관역류 grade III 이상에서만 시행해야 한다는 연구결과가 보고되었다. 저자들은 낮은 grade의 방광요관역류가 가진 환아에서 신반흔으로 발전되는 사례가 임상적으로 있어 DMSA 신 스캔의 조기검사로써의 필요성에 대해 의문을 갖게 되었다. 본 연구에서는 요로감염이 확진된 환아의 DMSA 신 스캔과 배뇨성 방광 요도 조영술(voiding cystourethrogram) 결과를 분석함으로써 방광요관역류가 존재하지 않거나 방광요관역류의 grade가 낮은 경우에도 DMSA 신 스캔을 시행할 필요성이 있는지에 대하여 재조명하여 보고자 하였다.

대상 및 방법

1995년 3월부터 2004년 2월까지 10년 동안 인제대학교 상계백병원 소아과에서 요로감염증으로 입원한 생후 24개월 미만의 환아들을 후향적으로 분석하였다. 요로감염의 진단은 12개월 미만에서는 치골 상부 방광천자나 도뇨관으로, 12개월 이상에서는 무균 채뇨백으로 채취한 소변에서 단일 세균이 10⁵ colony forming units(cfu)/mL 이상 배양되는 경우로 정하였다. 배양된 균으로는 *E. coli*(72%)가 가장 많았고, 그 외 *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus*, *Enterobacter* 등의 균이었다. 전체 213명의 환아들 중 신장초음파, DMSA 신 스캔, 배뇨성 방광 요도 조영술을 모두 시행하였던 189명만을 대상으로 하였다. 환자의 연령분포는 생후 3일에서 24개월까지였고, 성별분포는 남아가 148명, 여아가 41명이었다.

배뇨성 방광 요도 조영술 시행 전에는 예방적 항생제 요법을 실시하였고, 신장초음파, DMSA 신 스캔, 배뇨성 방광 요도 조영술은 요로감염 진단 후 적어도 1개월 이내에 시행하였다. DMSA 신 스캔의 경우 ^{99m}Tc-DMSA를 10 mCi 정맥 주사하고 투여 2-4시간 후 촬영한 것을 분석하였다. DMSA 신 스캔에서 신피질결손의 유무는 방사선과 의사의 판독에 의해 결정하였다. 신피질결손의 분류는, 하나의 신단위에 1-2개의 작은 국소적 결손만 존재하는 경우는 국소성 신피질결손(focal renal defect)으로, 2개 이상의 결손 또는 하나의 큰 결손이 있거나 신기능이 40% 이하로 감소되어 있는 경우는 미만성 신피질결손(diffuse renal defect)으로 분류하였다. 방광요관역류는 International reflux study committee¹⁵⁾의 기준에 의하여 배뇨성 방광 요도 조영술을 판독함으로써 정의하였고, 역류의 정도는 grade I-II를 경도(low grade), grade III를 중등도(moderate grade), grade IV-V를 중증도(high grade)로 분류하였다. 자료의 통계학적 처리는 SPSS(version 12.0) 통계 프로그램을 이용하였다. 두 군간의 평균치에 대한 차이는 t-검정을 이용하여 분석하였다. 방광요관역류 grade에 따른 네 군에서 신피질결손 빈도의 차이

는 ANOVA와 사후검정법으로 분석하였고, 방광요관역류 grade와 미만성 신피질결손 사이의 상관관계는 표본수가 적어 비모수적 검정법인 Spearman 상관계수로 분석하였다. 통계적 유의수준은 P값이 0.05 미만인 경우로 하였다.

결 과

1. 요로감염 환아군의 성별, 연령별 분포

189명 중 남아가 148명, 여아가 41명으로 전체 남녀비는 3.6:1이었다. 연령분포는 생후 3일부터 24개월 사이였고 평균 6.2개월이었다. 연령별로 나누어 볼 때 1세 미만은 155명, 1세 이상은 34명이었다.

2. 배뇨성 방광 요도 조영술 소견

189명 모두에서 배뇨성 방광 요도 조영술이 시행되었고, 189명 중 67명, 378 신단위(renal unit) 중 98 신단위에서 방광요관역류가 나타났다(26%). 일측성인 경우는 36명이었으며 양측성인 경우는 31명이었다. 등급별 분포를 보면 방광요관역류가 있는 98신단위 중 grade I 15례(15%), grade II 27례(28%), grade III 36례(37%), grade IV 15례(15%), grade V 5례(5%)로 나타났다.

3. DMSA 신 스캔 소견

DMSA 신 스캔을 시행한 189명 중 67명(35%)에서 신병변이 나타났다. 신병변의 소견은 한측 단일 병소가 52명, 양측 병소가 15명이었다. 신병변이 있는 전체 82 신단위 중 미만성 신피질결손은 39 신단위(48%)였고, 국소성 신피질결손은 43 신단위(52%)였다.

4. DMSA 신 스캔과 방광요관역류의 상관관계

DMSA 신 스캔에서 양성병변을 보인 67명 중 36명(54%)에서 방광요관역류가 있었으며, 음성병변을 보인 122명 중 31명(25%)에서 방광요관역류가 있었다. 역류의 정도에 따른 신피질결손의 빈도를 보면(Table 1), 역류가 없을 때 28%, 경도(low

Table 1. Results of DMSA Scan in Relation to VUR Grade

Reflux grade	Abnormal DMSA scan(renal unit)	Normal DMSA scan(renal unit)	Total renal unit
0	79(28%)	201(72%)	280
Low	16(38%)*	26(62%)	42
Moderate	19(53%)*, †	17(47%)	36
High	20(100%)*, †, ‡	0	20

Statistical significances were tested by oneway ANOVA among groups and LSD multiple comparison test between each groups

*P>0.1 compared with reflux grade 0

†P<0.01 compared with reflux grade 0

‡P>0.05 compared with reflux low grade

§P<0.05 compared with reflux moderate grade

Table 2. Renal Defects in Patients

Reflux grade	Diffuse renal defect*	Focal renal defect†
0(R.U [‡] =280)	6(2.1%)	22(7.9%)
Low(R.U=42)	4(9.5%)	12(28.5%)
Moderate(R.U=36)	12(33.3%)	7(19.5%)
High(R.U=20)	17(85.0%)	2(10.0%)

Statistical significance was evaluated by Spearman's correlation

*P<0.05 correlated with reflux grade

†P>0.1 correlated with reflux grade

‡R.U : renal unit

Table 3. Comparison of Clinical Data in Infants with Normal or Abnormal DMSA Scan

	Normal DMSA (n=122)	Abnormal DMSA (n=67)
Age(months)*	0.58±0.53	0.80±0.65
Duration of fever(days)*	3.38±1.76	4.0±4.69
Duration of hospitalization (days)*	6.76±2.58	6.98±3.40
WBC at admission(/mm ³)*	14,474±6,153	16,235±8,085
ESR at admission(mm/hr)*	43.43±25.93	46.74±30.62
CRP at admission(mg/dL)*	6.945±5.155	8.322±6.505

Values are shown as mean±standard deviation

Statistical significance was evaluated by student t-test

*P>0.05

grade)일 때 38%, 중등도(moderate grade)일 때 53%, 중증(high grade)일 때 100%로써, 역류가 심해질수록 신피질결손의 빈도는 높아졌다. 또한, 각 등급간의 신피질결손 빈도 비교에서, 중등도 역류일 때의 빈도는 경도의 역류시와 의미있는 차이는 없었고, 중증의 역류일 때보다는 의미있게 낮은 것으로 나타났다(P<0.05).

또한 역류등급별로 신피질결손의 정도를 비교해 보면(Table 2), 역류가 없을 때 미만성 신피질결손은 2.1%, 경도의 역류시 9.5%, 중등도의 역류시 33.3%, 중증의 역류시 85%로 역류가 심해질수록 미만성 신피질결손이 의미있게 증가함을 보여준다(P<0.05).

5. 임상 소견

DMSA 신 스캔상 정상인 군과 신피질결손이 있는 군의 임상 소견을 비교해보면, 나이는 각각 0.58±0.53, 0.80±0.65개월, 입원시 혈청 백혈구 수치는 14,474±6,153, 16,235±8,085(/mm³), ESR은 43.43±25.93, 46.74±30.62(mm/hr), CRP는 6.95±5.16, 8.32±6.51(mg/dL)로 두 군 사이에 의미있는 차이는 없었다. 또한, 각각 발열기간은 3.38±1.76, 4.0±4.69일, 입원기간은 6.76±2.58, 6.98±3.40일로 역시 두 군 사이에 의미있는 차이는 없었다(Table 3).

고 찰

소아 요로감염증의 진단에 있어서 소변에서의 균의 배양이 가장 정확하지만, 진단과정에 있어서 특히 방사선 검사가 중요한 이유는 요로감염에 선행되는 선천성 기형 및 신반흔 및 기능적 이상 등을 찾아내는 데 큰 역할을 하기 때문이다¹⁶⁾. 최근에는 DMSA 신 스캔이 신감염 초기에 감염의 위치를 결정하고 신반흔을 검출하는데 유용한 검사방법으로 알려져 있고, 예전에 주로 쓰이던 IVP나 신장초음파에 비해 진단의 예민도와 특이도가 높은 것으로 알려져 있다¹⁷⁾. ^{99m}Tc-DMSA 는 신세관 상피세포에 선택적으로 흡수되고, 섭취된 후 요 배설이 아주 적어 신피질의 기능 손상 평가를 용이케 하는 시약으로¹⁸⁻²¹⁾, 해부학적인 조직 손상이 나타나기 이전 빠른 시간 내에 손상의 정도를 알 수 있다. 또한 전처치 과정이 필요없고, 장내 공기에 의해 영향받지 않으며 조영제 부작용이 적다는 장점이 있다^{6, 22, 23)}. 따라서 요로 감염증이 있을 때 진단 및 치료방침에 도움이 되나, 아직 그 시행시기 및 적응증 등은 정확한 방침이 정해져 있지 않다.

또한, 요로감염 환아에서 역류성 신병증이 동반되어 있을 때 신피질섬취결손의 정확한 진단은 매우 강조되어 왔는데, 이는 소아의 경우 급성 감염시의 신피질섬취결손은 적절한 치료시 가역적으로 회복가능한 것으로 알려져 있기 때문이다. 만일 요로감염의 진단이 늦어지거나 적절한 치료를 받지 못하는 경우 신조직의 손상을 받고 역류성 신병증(reflux nephropathy)으로 진행되며 이는 만성 신부전까지도 이룰 수 있다. 따라서 방광요관역류가 있을 때 DMSA 신 스캔 시행은 필요한 것으로 생각되어 보편화되어 왔지만, 아직 각 역류의 정도에 따른 정확한 시행시기는 명확하지 않은 상태이고, 특히 신장에 영향을 주는 방사선 용량이 크기 때문에 역류 초기부터 시행하여야 하는지에 대해서는 논란이 되고 있다.

이전의 한 연구결과¹⁰⁾는 요로감염 치료 후 실시한 DMSA 신 스캔에서 grade III-V 역류를 갖는 경우 43%에서 신반흔이 보였으나 grade I-II 역류의 경우 8%에서 나타남을 보고하였고, 또 다른 연구²⁴⁾에서는 1세 이하 영아에서 입원시 실시한 DMSA 신 스캔상 양성소견을 보인 57명 중 grade I-II 역류가 11명(19%), grade III-V 역류가 37명(65%)이었음을 보고하였다.

그러나 최근에 실시된 방광요관역류의 등급과 DMSA 신 스캔 소견에 대한 다른 연구²⁵⁾에서는 첫 요로감염이 발병한 환아에서 DMSA 신 스캔을 시행할 필요성에 대해서는 아직 명확하지 않다고 밝혔다. 또한, 그 이후 연구¹³⁾에서 1세 이하 영아에서 DMSA 신 스캔 양성소견의 빈도가 방광요관역류 grade 0-II 0%, grade III & IV 37.5%, grade V 100%라는 연구결과를 보고하였고, 첫 요로 감염에 걸린 3개월 이하의 남아를 대상으로 시행한 다른 연구 결과¹⁴⁾에서도 방광요관역류 grade III 이상에서만 신피질결손이 보임을 보고하여 grade III 이상의 역류시 DMSA 신 스캔을 조기검사로 시행하여야 함을 주장하였다.

본 연구에서 DMSA 신 스캔상 양성인 경우는 역류가 없을 때 28%, 경도(low grade)일 때 38%, 중등도(moderate grade)일 때 53%, 중증(high grade)일 때 100%로 나타나 역류가 심할수록 신피질결손의 빈도가 높게 나타났다. 그러나 역류가 없을 때와 경도의 역류일 때의 신피질결손의 빈도가 28%, 38%로 많은 비율을 차지하고 있고, 중등도 역류일 때의 신피질결손의 빈도는 경도의 역류시와 유의한 차이를 보이지 않아 grade III 이상에서만 DMSA 신 스캔을 시행해야 한다는 최근 연구보고^{13, 14)}와는 다른 결과를 보였다. 본 연구에서는 역류의 등급별로 환자군의 수가 고르지 못했다는 점에서 이 결과가 영향을 미쳤을 가능성도 있을 것이라고 여겨진다. 최근 연구¹³⁾에서는 경도의 방광요관역류에서 신피질결손의 빈도가 많았던 이전 연구^{10, 12)}에 대해 환자군의 높은 연령으로 인해 역류가 소실되었거나 감염의 반복으로 인한 신피질결손의 가능성을 주장하였다. 그러나 본 연구에서는 1세 미만의 환아가 82%였고 평균연령 6.2개월로 비슷한 연령대를 보이고 있다. 또한, 신피질결손이 있는 군과 없는 군 사이의 임상소견을 비교해 보았을 때 발열기간, 입원기간, 입원시 혈청 백혈구 및 ESR, CRP 수치상 유의한 차이가 없는 것으로 보아 본 연구 대상군에서 신피질결손의 발생은 감염으로 인한 급성 염증 반응의 정도와 의미있는 상관관계가 없는 것으로 보였다.

이전에 보고된 방광요관역류의 치료지침²⁶⁾에 따르면, 신반흔이 있으면서 역류 정도가 낮은 환자의 경우 예방적 항생제 요법을 권장하고 있고, 역류 정도가 심하거나 역류가 지속되는 환자의 경우 수술적 요법을 권장하고 있다. 신반흔이 진행되는 경우는 요로감염이 반복되거나⁵⁾ 진단과 치료가 늦었을 때²⁷⁾, 배뇨장애가 있을 때²⁸⁾ 주로 나타난다. 본 연구에서는 환자군 모두가 첫 요로감염 발병 환아들로 급성기에는 모두 항생제로 치료를 하였고, 신반흔이 동반된 경우 퇴원 후에도 예방적 항생제 요법을 시행하였다. 수술한 환아는 총 6명으로 모두 요로감염 증세가 반복되며 grade III-IV의 역류가 지속되는 상태였다.

한 연구결과²⁹⁾는 배뇨성 방광 요도 조영술 및 DMSA 신 스캔을 통하여 방광요관역류와 양측 신반흔이 있음이 밝혀진 52명의 환자 중 10년 이후 4명이 만성 신부전으로 진행함을 보고하였고, 이는 요로감염 환자 중 신반흔을 가진 환자군이 합병증의 위험이 더 큼을 시사한다. 다른 연구결과에 따르면 신반흔이 나타나는 부위는 요로감염 급성기 때의 신피질결손 부위와 일치하며 방광요관역류 유무와 상관없이 나타난다고 하였고^{30, 31)}, 요로감염 급성기에 시행한 DMSA 신 스캔상 신피질결손이 없으면 나중에 신반흔이 발생하지 않는다는 연구결과도 보고된 바 있다³¹⁾. 본 연구에서는 중증의 방광요관역류시에는 신피질결손이 모든 환자군에서 나타났고, 경도의 역류와 중등도의 역류가 있는 환자군은 서로 유의한 차이가 없는 신피질결손의 빈도를 보였다. 또한, 역류가 없거나 경도의 역류가 있는 경우에도 28%, 38%로 신피질결손이 꽤 많이 존재하였고 이러한 급성기의 신피질결손 부위는 회복기 때 신반흔으로 진행할 수 있다. 이러한 결과들을

토대로 하였을 때, 역류가 없거나 경도의 방광요관역류만 있는 요로감염 환아에서도 초기에 DMSA 신 스캔을 시행하여야 정확한 진단 및 치료, 합병증 예방에 도움이 될 것으로 여겨진다.

본 연구에서는 첫 요로감염 발병 이후에 시행한 방사선학적 검사에 대한 추적관찰은 포함되지 않아서, 임상증상에 따른 신반흔 진행 정도 및 DMSA 신 스캔 추가시행의 필요성 등에 대해서는 알 수 없었다는 제한점이 있다. 또한 대상군이 증상이 심한 입원 환아들이어서 임상증상이 경미한 환아들과 차이가 있을 수 있다는 사실에 있어서 좀 더 보완해야 할 점이 있다.

결론적으로, 요로감염 환아에서 역류가 없거나 경도의 방광요관역류만 있는 경우에도 DMSA 신 스캔상 신피질결손이 꽤 많은 빈도에서 보이므로, 배뇨성 방광 요도 조영술의 결과에 상관없이 DMSA 신 스캔을 초기에 시행하면 초기 신실질 감염의 진단과 치료방침에 이용되어 합병증의 예방에 도움을 줄 것으로 생각된다. 따라서 DMSA 신 스캔은 소아 요로감염 환아에서 경도의 방광요관역류를 가진 경우에도 초기에 시행하여야 한다.

요 약

목적 : DMSA 신 스캔은 신장에 대한 높은 방사능의 위험성과 낮은 grade의 역류시 불필요한 것으로 인식되어 최근 연구들에서는 낮은 방광요관역류가 있을 시에는 조기검사에 포함시키지 않는 것으로 보고되고 있다. 그러나 실제 임상에서는 낮은 grade의 역류 환아에서도 신피질결손이 보이는 경우가 있어 DMSA 신 스캔의 조기검사로서의 필요성에 대해 재조명하여 보고자 하였다.

방법 : 1995년부터 2004년까지 상계백병원 소아과에서 요로감염으로 진단된 환아들 중 신장초음파, DMSA 신 스캔, 배뇨성 방광 요도 조영술을 모두 시행한 189명의 환아를 대상으로 하였다. 검사들은 요로감염으로 진단된 지 적어도 1개월 이내에 시행하였다. 방광요관역류의 정도는 grade I-II는 경도(low grade), grade III은 중등도(moderate grade), grade IV-V는 중증(high grade)으로 각각 분류하였다.

결과 : DMSA 신 스캔상 신피질결손은 총 189명 중 67명, 378 신단위 중 82 신단위에서 보였다. 신피질결손의 빈도는 역류가 없을 때 28%, 경도일 때 38%, 중등도일 때 53%, 중증일 때 100%로 역류가 심할수록 신피질결손의 빈도도 높아지는 것으로 나타났다($P < 0.01$). 중등도일 때의 신피질결손의 빈도는 경도일 때의 신피질결손의 빈도와 의미있는 차이는 없었다($P > 0.05$).

결론 : 본 연구에서는 역류가 없을 때와 경도의 역류일 때의 신피질결손의 빈도가 28%, 38%로 많은 비율을 차지하고 있고, 중등도일 때의 신피질결손의 빈도는 경도일 때와 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 DMSA 신 스캔은 높은 방사선 조사율에도 불구하고 역류가 없거나 낮은 요로감염 환아에서도 조기검사로 시행해야 한다.

References

- 1) Bhatnagar V, Mitra DK, Agarwala S, Kumar R, Patel C, Malhotra AK, et al. The role of DMSA scans in evaluation of the correlation between urinary tract infection, vesicoureteric reflux, and renal scarring. *Pediatr Surg Int* 2002; 18:128-34.
- 2) Meyrier A. Long-term risks of acute pyelonephritis. *Nephron* 1990;54:197-201.
- 3) Bellingier MF, Duckett JW. Vesicoureteral reflux: a comparison of non-surgical and surgical management. *Contrib Nephrol* 1984;39:81-93.
- 4) Weiss R, Tamminen-Mobius 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.
- 5) Smellie JM, Ransley PG, Normand IC, Prescod N, Edwards D. Development of new renal scars: a collaborative study. *BMJ Clin Res Ed* 1985;290:1957-60.
- 6) Merrick MV, Uttley WS, Wild SR. The detection of pyelonephritic scarring by radioisotope imaging. *Br J Radiol* 1980;53:544-56.
- 7) Goldraich NP, Goldraich IH. Update on dimercaptosuccinic acid renal scanning in children with urinary tract infection. *Pediatr Nephrol* 1995;9:221-6.
- 8) Tasker AD, Lindsell DR, Moncrieff M. Can ultrasound reliably detect renal scarring in children with urinary tract infection? *Clin Radiol* 1993;47:177-9.
- 9) MacKenzie JR. A review of renal scarring in children. *Nucl Med Commun* 1996;17:176-90.
- 10) Scherz HC, Downs TM, Caesar R. The selective use of dimercaptosuccinic acid renal scans in children with vesicoureteral reflux. *J Urol* 1994;152:628-31.
- 11) Han KS, Choi DJ, Cha SH, Cho BS, Ko YT, Lee SW. Renal scarring in relation to vesicoureteral reflux in urinary tract infection. *J Korean Pediatr Soc* 1993;36:1402-6.
- 12) Stokland E, Hellstrom M, Jacobsson B, Jodat U, Sixt R. Renal damage one year after first urinary infection: role of dimercaptosuccinic acid scintigraphy. *J Pediatr* 1996;129: 815-20.
- 13) Goldman M, Bistrizter 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.
- 14) Jung JS, Kwon KH, Kim JS, Lee YA, Kim HJ, Lee GW. Evaluation of imaging studies in male infants less than 3 months after first urinary tract infection. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2001;5:30-5.
- 15) Lebowitz RL, Obling H, Parkkulainen KV, Smellie JM, Tamminen-Mobius TE. International system of radiographic grading of vesicoureteric reflux. International Reflux Study in Children. *Pediatr Radiol* 1985;15:105-9.
- 16) Kangaroo H, Gold RH, Fine RN, Diamant MJ, Boechar MI. Urinary tract infection in infants and children evaluated by ultrasound. *Radiology* 1985;154:367-73.
- 17) Noemia PG, Isidoro HG. Update on dimercaptosuccinic acid renal scanning in children with urinary tract infection. *Pediatr Nephrol* 1995;9:221-6.
- 18) Kawamura J, Hosokawa S, Yoshida O, Fujita T, Ishii Y, Torizuka K. Validity of ^{99m}Tc-dimercaptosuccinic acid renal uptake for an assessment of individual kidney function. *J Urol* 1978;119:305-9.
- 19) Gordon AM, Hossein A, Bernard MC, Judith MA, David LG. ^{99m}Technetium-dimercaptosuccinic acid renal scanning and excretory urography in diagnosis of renal scars in children. *J Urol* 1989;142:790-2.
- 20) Gordon I. Urinary tract infection in paediatrics: the role of diagnostic imaging. *Br J Radiol* 1990;63:507-11.
- 21) Daly MJ, Henly RE. Defining renal anatomy and function with ^{99m}Technetium dimercaptosuccinic acid: clinical and renographic correlation. *J Urol* 1980;126:5-9.
- 22) Lee HS, Kim BK, Oh KK, Choi SK. Diagnostic value of ^{99m}Tc-DMSA scintigraphy in children with urinary tract infection. *Korean J Nephrol* 1989;16:473-80.
- 23) Kogan BA, Kay R, Wansick RJ, Carty H. ^{99m}Tc-DMSA scanning to diagnose pyelonephritic scarring in children. *Urology* 1983;21:641-4.
- 24) Farnsworth RH, Rossleigh MA, Leighton DM, Bass SJ, Rogenberg AR. The detection of reflux nephropathy in infants by ^{99m}Technetium-dimercaptosuccinic acid studies. *J Urol* 1991;145:542-6.
- 25) 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.
- 26) Elder JS, Peters CA, Arant BS Jr, Ewalt DH, Hawtrey CE, Hurwitz RS, et al. Pediatric vesicoureteral reflux guidelines panel summary report on the management of primary vesicoureteral reflux in children. *J Urol* 1997;157:1846-51.
- 27) Smellie JM, Poulton A, Precod NP. Retrospective study of children with renal scarring associated with reflux and urinary infection. *BMJ* 1994;308:1193-6.
- 28) Naseer SR, Steinhardt GF. New renal scars in children with urinary tract infections, vesicoureteral reflux and voiding dysfunction: a prospective evaluation. *J Urol* 1997;158: 566-8.
- 29) Smellie J, 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 randomized trial. *Lancet* 2001;357: 1329-33.
- 30) Rushton HG, Majd M, Jantusch B, Wiedermann BL, Belman AB. Renal scarring following reflux and nonreflux pyelonephritis in children: evaluation with ^{99m}technetium-dimercaptosuccinic acid scintigraphy. *J Urol* 1992;147:1327-32.
- 31) Hitzel A, Liard A, Vera P, Manrique A, Menard JF, Dacher JN. Color and power Doppler sonography versus DMSA scintigraphy in acute pyelonephritis and in prediction of renal scarring. *J Nucl Med* 2002;43:27-32.