

소아 요로감염의 원인균주별 임상양상과 항생제 내성률 : 대장균과 비대장균의 비교

가톨릭대학교 의과대학 소아과학교실

배이영 · 이수영 · 정대철 · 강진한

Clinical Characteristics and Antibiotic Resistance of Urinary Tract Infections in Children: *Escherichia. coli* Versus Non-*E. coli*

E-Young Bae, M.D., Soo-Young Lee, M.D., Dae-Chul Jeong, M.D., and Jin Han Kang, M.D.

Departments of Pediatrics, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Purpose: We aimed to compare the clinical features and antibiotic resistance of urinary tract infection (UTI) caused by pathogens other than *E. coli* (non-*E. coli*) with UTI caused by *E. coli* in children.

Methods: We enrolled patients with culture-proven UTI, who were admitted to the study hospital from September 2008 to August 2009. We investigated clinical data of patients with UTI and antibiotic resistance of isolated strains. For comparison, patients were divided according to results of the urine culture into *E. coli* and non-*E. coli* UTI groups.

Results: A total of 84 patients participated in this study. Twenty one cases (25.0%) were caused by non-*E. coli* pathogens. Frequency of non-*E. coli* UTI differed according to age and sex: 'male <6 months', 10.5%; 'male ≥6 months', 50.0%; 'female <6 months', 43.7%; and 'female ≥6 months', 25.0% ($P=0.014$). More patients who received previous antibiotic treatment ($P=0.017$), but fewer patients who showed hematuria ($P=0.014$) were included in the non-*E. coli* UTI group than in the *E. coli* UTI group. Comparison of antibiotic resistance showed that the non-*E. coli* UTI group possessed more strains that were resistant to cefazolin, cefotaxime, imipenem, trimethoprim/sulfamethoxazole (TMP/SMZ) and tetracycline than the *E. coli* UTI group ($P<0.05$).

Conclusion: Increased incidence, different distribution by age and sex, and high antibiotic resistance of non-*E. coli* UTI should be considered in selection of empirical antibiotics for treatment of UTI in children. (Korean J Pediatr Infect Dis 2010;17:67-73)

Key Words: Urinary tract infections, Uropathogens, Drug resistance, Bacterial

서 론

소아 요로감염(urinary tract infection, UTI)은, 2세 미만 영유아의 무병터 발열(fever without a focus)의

가장 흔한 원인이 되며 소아 응급실을 방문하는 원인의 5-14%을 차지할 정도로, 임상에서 흔하게 접할 수 있는 질환이다^{1, 2)}. 발열이 나타난 UTI 환자의 60% 이상은 신 실질을 침범하는 신우신염으로, 진행성 신질환을 유발시켜 영구적 신기능 장애를 초래할 수 있다^{3, 4)}. 대장균(*Escherichia coli*, *E. coli*)은 UTI의 65-90%을 차지하는 가장 흔한 원인균주이며, 대장균이외 균주(non-*E. coli*)로는 *Klesiella* spp.와 *Proteus* spp., *Citrobacter* spp., *Enterococcus* spp. 등이 알려져 있다⁵⁻⁷⁾.

UTI가 의심될 경우에는, 패혈증으로 악화되거나 신손

*이 연구는 한국소아감염병학회 학술연구상의 재정 지원에 의하여 이루어졌음

접수 : 2010년 5월 25일, 수정 : 2010년 7월 12일

승인 : 2010년 7월 14일

책임저자: 강진한, 가톨릭대학교 의과대학 소아과학교실

Tel : 02)2258-6183, Fax : 02)537-4544

E-mail : kjhan@catholic.ac.kr

상으로 진행할 가능성을 최소화하기 위하여, 배양검사 결과를 확인하기 전에 항생제 치료를 시작하여야 한다^{1, 8)}. 따라서 광범위한 역학자료와 근거 중심 의학(evidence-based medicine) 자료를 토대로, UTI의 초기 치료에 활용될 수 있는 항생제들이 추천되고 있다⁸⁻¹⁰⁾. 하지만 대다수의 항생제는 주로 *E. coli*의 치료에 집중되었고 원인균주의 10-35%를 차지하는 non-*E. coli*에 대한 자료는 부족한 실정이다. 최근 국외연구에서는 입원한 소아에서 non-*E. coli*에 의한 UTI (non-*E. coli* UTI)의 빈도와 해당 균주의 항생제 내성률 증가를 보고하기도 하였다¹¹⁾.

이러한 측면에서 연구자들은 국내 소아 UTI에서 non-*E. coli* UTI의 빈도를 대략적으로 파악하고 원인균주별(*E. coli* vs. non-*E. coli*) 임상양상과 항생제 내성률을 비교하고자 본 연구를 계획하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

2008년 9월부터 2009년 8월까지 가톨릭대학교 인천성모병원 소아청소년과에 UTI로 입원한 환자 중에서 원인균주가 확인된 환아들을 대상으로 하였다. 즉, 임상적으로 UTI가 의심¹²⁾ [발열; 체온 $>38.0^{\circ}\text{C}$ +농뇨; 소변 백혈구 수 >5 개/high-power field (HPF)]되어 입원한 환자 중, 무균 채뇨백뇨(소변을 가리지 못하는 영·유아) 혹은 청결 채취 중간뇨(연장아) 배양검사에서 1.0×10^5 colony-forming units (CFU)/mL 이상의 단일 균주가 배양 증명된(culture-proven) 경우로 제한하였다. 퇴원시 최종진단명이 UTI이었더라도, 배양검사에서 균주가 확인되지 않았거나 2가지 이상의 균주가 검출된 경우는 연구에서 제외시켰다.

2. 방 법

대상 환자의 인구학적 특징, 임상양상과 검사소견, 원인균주와 항생제 내성률을 전향적으로 관찰하여 기록하

였다. 전체 연구계획은 연구 시작 전에 임상연구 심사위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받았다.

1) 원인균주와 인구학적 특징

배양 증명된 균주의 빈도를 조사하였고, 원인균주별 특징을 비교하기 위하여 균주들을 *E. coli*와 non-*E. coli*로 크게 두 군으로 양분하였다. 성별·연령별 특징을 조사하기 위하여, 대상 환아를 5개 연령군(6개월 미만, 6-12개월, 12-24개월, 24-60개월, 60개월 이상)으로 세분하였다.

2) 임상양상과 검사소견

대상 환자의 입원 전 과거력, 항생제 복용 여부, 내원 시 발열의 양상, 입원기간, 혈액검사, 소변검사 및 영상의학 소견 등의 관찰항목을 조사하였다. 혈액검사에서 백혈구 수와 C-반응단백(C-reactive protein, CRP)를, 소변검사에서 농뇨 이외, 혈뇨와 단백뇨, nitrite 반응유무를 확인하였다. 신장의 구조적 이상을 평가하기 위하여, 모든 환아들은 신 초음파와/혹은 배뇨성 방광요도조영술(voiding cystourethrography, VCUG)을 시행받았고, 그 결과는 소아를 전담하는 영상의학과 전문의가 객관적 기준^{13, 14)}을 토대로 판독하였다.

3) 항생제 내성률

원인균주의 최소억제농도(minimal inhibitory concentration, MIC)는 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)의 방법¹⁵⁾에 따라 미생물 자동화 기기인 VITEK 2 (Bio-Merieux, Durham, NC, USA)를 이용하여 측정하였다. 모든 균주에 대하여 공통적으로 ampicillin, amoxicillin/clavulanate, ciprofloxacin, imipenem, tetracycline 및 trimethoprim/sulfamethoxazole (TMP/SMX)에 대한 내성률을 확인하였고, 그람음성균은 amikacin, cefazolin, cefotaxime, gentamicin 및 piperacillin/tazobactam에 대한 내성률과 extended spectrum beta-lactamase (ESBL) 생성유무를, 그람양성균은 clindamycin, erythromycin, penicillin 및 vancomycin에 대한 내성률을 추가로 조사하였다. 감수성 결과가 중등도(intermediate)을 보인 경우

는 내성으로 간주하였다.

3. 통계분석

범주형 자료의 분석에는 chi-square test 혹은 Fisher's exact test를, 수치형 자료의 분석에는 unpaired t-test를 이용하여 각 군을 비교하였다. 모든 자료의 정리와 분석은 SPSS for Windows (version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며 P 값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

1. 원인균주별 빈도와 인구학적 특징

연구기간 1년 동안 111명의 UTI환자가 입원하였고 이 중 84명(75.7%)에서 원인균주가 확인되었다. 배양 증명된 84명 중 *E. coli*가 63주(75.0%)로 가장 많았고, *Enterococcus* spp., 8주(9.5%), *Klesiella* spp., 7주(8.3%)이었으며, *Citrobacter* spp.와 *Enterobacter* spp., Group B *Streptococcus*는 각각 2주(2.4%)이었다. 즉, Non-*E. coli* UTI의 빈도는 25.0% (21/84주)였다.

전체 84명 중 남자는 48명(57.1%), 여자는 36명(42.9%)으로 남녀비는 1:0.75이었고 평균연령은 14.83 ± 29.35 개월(범위; 1.4개월-12.8세)이었다. 연령군별로는 6개월 미만 연령군이 54명(64.3%)으로 가장 많았고, 6-12개월 연령군은 14명(16.7%), 12-24개월 5명(5.9

%), 24-60개월 4명(4.8%), 60개월 이상은 7명(8.3%)이었다(Table 1). 연령군을 크게 6개월 미만과 6개월 이상으로 양분하여, 성별·연령군별 4군으로 비교할 때, 6개월 미만 남아군은 전체 연구대상의 45.2% (38/84명)로 가장 높은 빈도를 차지하였다(Fig. 1). 성별·연령군별 non-*E. coli* UTI의 빈도는 6개월 미만 남아군 10.5% (4/34례), 6개월 이상 남아군 50.0% (5/10례), 6개월 미만 여아군 43.7% (7/16례), 6개월 이상 여아군 25.0% (5/20례)였다. 즉, 6개월 미만 남아군은 다른 군들에 비해, 가장 높은 *E. coli* UTI (89.5%)의 분포와 가장 낮은 non-*E. coli* UTI (10.5%)의 분포를 보였다($P=0.014$).

2. 임상양상과 검사소견

과거 병력이 있는 환자는 9명(10.7%)이었고 이 중 6

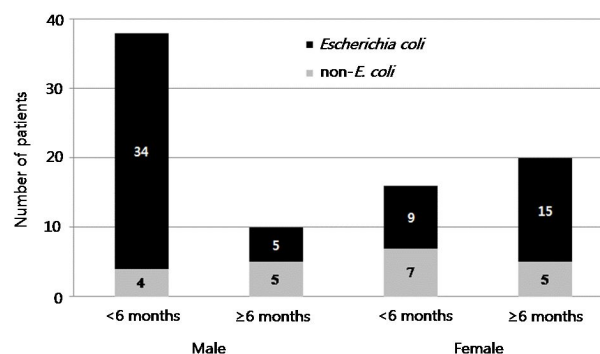


Fig. 1. Distribution of uropathogens by age and sex. There were more *Escherichia coli* UTI, but fewer non-*E. coli* UTI in the 'male <6 months' group than in other groups ($P=0.014$).

Table 1. Distribution of Gender and Uropathogens by Age Group

	Total n=84 (%)	Age Group				
		<6 months n=54 (%)	6-12 months n=14 (%)	12-24 months n=5 (%)	24-60 months n=4 (%)	≥60 months n=7 (%)
Gender						
Male	48 (57.1)	38 (70.4)	5 (35.7)	3 (60.0)	2 (50.0)	0 (0.0)
Female	36 (42.9)	16 (29.6)	9 (64.3)	2 (40.0)	2 (50.0)	7 (100.0)
Uropathogen						
<i>Escherichia coli</i>	63 (75.0)	43 (79.6)	10 (71.4)	1 (20.0)	2 (50.0)	7 (100.0)
Non- <i>E.coli</i>	21 (25.0)	11 (20.4)	4 (28.6)	4 (80.0)	2 (50.0)	0 (0.0)

명은 UTI 병력(*E. coli*군 5명, non-*E. coli*군 1명)이 있었고 신증후군, 천식, 발달장애가 각각 1명이었다. 입원 전 항생제를 복용했던 환아는 41명(48.8%)이었고 응급실을 통해 입원한 환아는 65명(77.4%)이었다. 내원 당시 평균 발열기간은 3.51 ± 1.67 일이었으며 평균 체온은 $38.64 \pm 0.65^\circ\text{C}$ 이었다. 평균 입원기간은 5.18 ± 1.76 일이었다.

혈액검사에서 평균 백혈구 수는 $14,465 \pm 6,502/\text{mm}^3$ 이었으며, CRP의 평균값은 42.10 ± 46.27 mg/dL (정상 <5.0)이었다. 소변검사에서 농뇨 이외, 혈뇨(적혈구 수 $\geq 5/\text{HPF}$)가 26명(31.0%), 단백뇨(≥ 30 mg/dL)는 37명(44.6%), nitrite 양성반응이 26명(31.0%)에서 관찰되었다. 신 초음파 검사에서 41.3% (33/80명; 편측 수 신증 31명, 양측 수신증 2명), VCUG에서 23.5% (8/34명; I-II등급 역류 4명, III-V등급 역류 4명)의 이상소견이 관찰되어 신장의 구조적 이상이 신 초음파 와/혹은 VCUG에서 확인된 환아는 35명(41.7%)이었다.

원인균주별 비교에서, non-*E. coli*군에 입원 전 항생제를 치료받은 환아의 비율이 높았다는 것($P=0.017$)과 *E. coli*군에 혈뇨가 동반된 환아의 비율이 높았다는 것($P=0.014$) 이외, 임상양상과 검사소견에서 유의한 차이는

없었다(Table 2).

3. 항생제 내성률

항생제 내성률은 ampicillin 69.0% (58/84주), amoxicillin/clavulanate 38.1% (32/84주), ciprofloxacin 10.7% (9/84주), imipenem 3.6% (3/84주), tetracycline 38.1% (32/84주), TMP/SMX 28.6% (24/84주), amikacin 1.4% (1/74주), cefazolin 18.9% (14/74주), cefotaxime 6.8% (5/74주), gentamicin 14.9% (11/74주) 및 piperacillin/tazobactam 2.7% (2/74주)였다. 그람양성균 중에서 ESBL 생성 균주는 5.4% (4/74주; *E. coli* 2주, *Klesiella* 2주)였고, 이 균주들은 ampicillin, cefazolin, cefotaxime에 100% (4/4주) 내성을 보였으며, TMP/SMX 75% (3/4주), amoxicillin/clavulanate, gentamicin, tetracycline 각각 50% (2/4주), piperacillin/tazobactam 25% (1/4주), amikacin, ciprofloxacin, imipenem 각각 0.0% (0/4주)의 내성률을 보였다. 또한, 그람양성균은 clindamycin, erythromycin, penicillin 각각 80.0% (8/10주), vancomycin 0.0% (0/10주)의 내성률을 보였다.

원인균주별 내성률 비교에서, 전체 균주에 대한 6가지 항생제(ampicillin, amoxicillin/clavulanate, ciproflo-

Table 2. Demographic Clinical and Laboratory Characteristics of Children with Urinary Tract Infections

Characteristics	<i>Escherichia coli</i> (n=63)	Non- <i>E.coli</i> (n=21)	P value
Gender male, n (%)	39 (61.9)	9 (42.9)	0.127
Age (month), mean (SD)	16.28 (32.98)	10.49 (12.16)	0.244
Past medical history, n (%)	8 (12.7)	1 (4.8)	0.309
Previous antimicrobial treatment, n (%)	26 (41.3)	15 (71.4)	0.017
Admission via Emergency Room, n (%)	50 (79.4)	15 (71.4)	0.452
Duration of fever (days), mean (SD)	3.49 (1.68)	3.57 (1.60)	0.852
Maximal temperature ($^\circ\text{C}$), mean (SD)	38.66 (0.65)	38.59 (0.66)	0.708
Hospitalization duration (days), mean (SD)	5.33 (1.60)	4.71 (2.12)	0.163
Peripheral leukocyte count ($/\text{mm}^3$), mean (SD)	14,893 (6,889)	13,180 (5,100)	0.299
C-reactive protein (mg/dL), mean (SD)	45.48 (49.65)	31.95 (33.12)	0.248
Hematuria, n (%)	24 (38.1)	2 (9.5)	0.014
Proteinuria, n (%)	30 (48.4)	7 (33.3)	0.230
Urine nitrite positive, n (%)	22 (34.9)	4 (19.0)	0.173
Renal abnormality*, n (%)	26 (41.3)	9 (42.9)	0.898

* was confirmed on the radiologic evaluation of renal ultrasonography and/or voiding cystourethrography

xacin, imipenem, tetracycline, TMP/SMX)의 내성률은 *E. coli*군보다 non-*E. coli*군에서 모두 높았고, 그람 음성균에 대한 5가지 항생제(amikacin, cefazolin, cefotaxime, gentamicin, piperacillin/tazobactam)의 내성률도 *E. coli*군보다 non-*E. coli*군에서 모두 높았다(Table 3). 이 중 imipenem, tetracycline, TMP/SMX, cefazolin, cefotaxime에 대해서는 통계적으로 유의하였다($P<0.05$). ESBL 양성률은 *E. coli*군 3.2% (2/63주)보다 non-*E. coli*군에서 18.2% (2/11주)로 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다($P=0.103$). *E. coli*군과 non-*E. coli*군 모두에서 상대적으로 낮은 내성률을 보인 항생제는 amikacin (0.0–9.1%), piperacillin/tazobactam (1.6–9.1%), imipenem (0.0–14.3%), gentamicin (14.3–18.2%), ciprofloxacin (7.9–19.0%)이었다.

고찰

본 연구에서 저자들은 소아 UTI의 원인균주(*E. coli*

vs. non-*E. coli*)가 인구학적 특징에 따라 차이를 보일 수 있다는 것과 *E. coli*과 비교하여 상대적으로 높은 non-*E. coli*의 항생제 내성률을 확인하였다.

UTI는 대부분 하부 위장관 혹은 회음부 주위에 서식하는 균주의 상행성 감염에 의해 발생된다¹⁾. 가장 흔한 원인균주는 *E. coli*이며, non-*E. coli* UTI의 빈도는 약 10–35%에 해당한다고 알려져 있다^{5–7)}. Marcus 등¹¹⁾은 입원한 UTI환아 중에서 non-*E. coli* UTI의 빈도가 40% (70/175주)를 차지할 정도로 증가하였다는 보고와 함께, 치료과정에서 non-*E. coli*에 대한 고려가 필요하다고 강조하였다. 국내 UTI 원인균주 연구에서도 non-*E. coli* UTI가 32.9% (56/170주)에 해당하는 보고가 있었다¹⁶⁾. 본 연구 결과에서 non-*E. coli* UTI의 빈도는 25.0% (21/84주)로, 연구병원의 과거자료^{17–19)} [01년 1월–03년 2월, 14.0% (8/57주); 04년 10월–05년 9월, 10.9% (23/211주; 5개 병원 다기관 연구); 04년 1월–06월 12월, 16.7% (14/84주)]와 비교할 때, 높은 빈도였다. 또한 성별·연령군별 비교에서, non-*E. coli* UTI의 빈도는 다른 성별·연령군(25.0–50.0%)보

Table 3. Antibiotic Resistance of Uropathogens

Antibiotics	<i>Escherichia coli</i> n=63 (%)	Non- <i>E. coli</i> n=21 (%)		P value
		Gram (–) n=11 (%)	Gram (+) n=10 (%)	
Ampicillin	43 (68.3)		15 (71.4)	0.785
Amoxicillin/clavulanate	22 (34.9)		10 (47.6)	0.299
Ciprofloxacin	5 (7.9)		4 (19.0)	0.154
Imipenem	0 (0.0)		3 (14.3)	0.014
Tetracycline	20 (31.7)		12 (57.1)	0.038
TMP/SMX	13 (20.6)		11 (52.4)	0.005
Amikacin	0 (0.0)	1 (9.1)	–*	0.149
Cefazolin	7 (11.1)	7 (63.6)	–	<0.001
Cefotaxime	2 (3.2)	3 (27.3)	–	0.021
Gentamicin	9 (14.3)	2 (18.2)	–	0.738
Piperacillin/tazobactam	1 (1.6)	1 (9.1)	–	0.157
Clindamycin	–	–	8 (80.0)	–
Erythromycin	–	–	8 (80.0)	–
Penicillin	–	–	8 (80.0)	–
Vancomycin	–	–	0 (0.0)	–

* not available

Abbreviations : TMP/SMX, trimethoprim/sulfamethoxazole

다 6개월 미만 남아군(10.5%)에서 유의하게 낮았다 (Fig. 1). 이러한 인구학적 특징에 따른 원인균주의 분포 차이와 과거보다 증가된 non-*E. coli* UTI의 빈도는 UTI 치료를 위한 초기 항생제 선택에서 고려되어야 할 사항으로 여겨진다.

원인균주별(*E. coli* vs. non-*E. coli*) 임상양상의 비교에서 non-*E. coli* UTI는, *E. coli* UTI와 비교하여, 발열의 양상과 검사소견에서 상대적으로 경한 양상을 보이며 요로 기형이 동반되는 경우가 흔한 것으로 알려져 있다^{16, 20, 21}). 본 연구에서도 non-*E. coli* UTI군은 상대적으로 발열의 정도와 혈액 및 소변검사상에서 이상소견이 심하지 않았고 입원기간은 짧았으나, 신장의 구조적 이상의 비율은 다소 높게 관찰되었다 ($P>0.05$) (Table 2). 다른 국내외 연구^{16, 20, 21})와 비교할 때, 유사한 결과이었지만 통계적으로 유의하지 못한 것은 본 연구가 일개 대학병원에서 짧은 기간 동안에 시행되어 대상수가 적었다는 제한점에서 기인한다고 여겨진다. 따라서, 소아 UTI 중에서 non-*E. coli* UTI를 구분할 예측인자(predictor)에 관한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

본 연구 결과의 항생제 감수성 검사에서, 10% 이내의 내성률을 보인 항생제는 amikacin (1.4%), piperacillin/tazobactam (2.7%), imipenem (3.6%), cefotaxime (6.8%), ciprofloxacin (10.7%)였고, 상대적으로 높은 내성률을 보인 것은 ampicillin (69.0%), amoxicillin/clavulanate (38.1%), tetracycline (38.1%)이었다. ESBL를 생성하는 4개 균주는 ampicillin, cefazolin, cefotaxime, TMP/SMX에도 높은 내성률(75.0–100%)을 보였고, amikacin, ciprofloxacin, imipenem, piperacillin/tazobactam에는 상대적으로 낮은 내성률(0.0–25.0%)을 보였다. 원인균주별 내성률 비교에서, non-*E. coli* 군은 *E. coli* 군보다 전반적으로 높은 내성률을 보였으며, 몇몇 항생제에 대해서는 유의하게 높은 내성률을 보였다(Table 3). 본 연구의 non-*E. coli*의 내성률은 국외 결과¹¹)와 비교할 때, 상대적으로 amoxicillin/clavulanate의 내성률(39.0% vs. 47.6%)은 높았고 3세대 cephalosporin의 내성률(27.3% vs. 43.0%)은 낮

았다는 것을 제외하고는, 유사한 결과이다. 두 연구의 결과를 종합해 볼 때, *E. coli*군과 non-*E. coli*군 모두에서 상대적으로 낮은 내성률을 보인 항생제는 amikacin (0.0–18.0%), imipenem (0.0–14.3%), gentamicin (9.0–18.2%), ciprofloxacin (3.0–19.0%), piperacillin 혹은 piperacillin/tazobactam (1.6–21.0%)이었다.

요약하면, 증가 추세인 non-*E. coli* UTI 빈도와 성별·연령군별 원인균주의 다른 분포, *E. coli*에 비해 상대적으로 높은 non-*E. coli*의 항생제 내성률은 소아 UTI 치료과정에서 고려되어야 할 사항이다. 향후 소아 non-*E. coli* UTI의 역학적 변화와 *E. coli* UTI와 non-*E. coli* UTI를 구분할 예측인자에 관한 연구가 필요할 것이다.

요 약

목 적: 소아 UTI에서 non-*E. coli* UTI의 빈도를 확인하고 원인균주별(*E. coli* vs. non-*E. coli*) 임상양상과 항생제 내성률을 비교하고자 하였다.

방 법: 2008년 9월부터 2009년 8월까지 UTI 입원 환자 중에서 원인균주가 배양 증명된 환아들을 대상으로 하였다. 인구학적 특징, 임상양상, 검사소견, 원인균주와 항생제 내성률을 전향적으로 조사하였다.

결 과: 전체 84명 중 *E. coli* UTI은 63명(75.0%)이었고 non-*E. coli* UTI은 21명(25.0%)이었다. 성별·연령군에 따라서 non-*E. coli*의 분포는 차이를 보였다: 6개월 미만 남아군, 10.5%; 6개월 이상 남아군, 50.0%; 6개월 미만 여아군, 43.7%; 6개월 이상 여아군, 25.0% ($P=0.014$). *E. coli* UTI군에 비해, non-*E. coli* UTI군에는 입원 전 항생제를 치료받은 환자의 비율이 높았고($P=0.017$), 혈뇨가 동반된 환자의 비율은 낮았다($P=0.014$). *E. coli* 보다 non-*E. coli*는 cefazolin과 cefotaxime, imipenem, TMP/SMX, tetracycline에 대해 높은 내성률을 보였다($P<0.05$).

결 론: 소아 UTI 치료과정에서, 증가 추세의 non-*E.*

coli UTI 빈도와 성별·연령군별 원인균주의 차이, *E. coli* 보다 높은 non-*E. coli*의 항생제 내성률은 고려되어야 할 사항이다.

References

- 1) Elder JS. Urologic disorders in infants and children. In: Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BE, editors. Nelson Textbook of Pediatrics. 18th ed. Philadelphia: WB Saunders Co, 2007:2223-8.
- 2) Shaikh N, Morone NE, Bost JE, Farrell MH. Prevalence of urinary tract infection in childhood: a meta-analysis. *Pediatr Infect Dis J* 2008;27:302-8.
- 3) 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.
- 4) Hoberman A, Wald ER. Treatment of urinary tract infections. *Pediatr Infect Dis J* 1999;18:1020-1.
- 5) Ashkenazi S, Even-Tov S, Samra Z, Dinari G. Uropathogens of various childhood populations and their antibiotic susceptibility. *Pediatr Infect Dis J* 1991;10:742-6.
- 6) Hellerstein S. Urinary tract infections: old and new concepts. *Pediatr Clin North Am* 1996;42:1433-57.
- 7) 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.
- 8) Committee on Quality Improvement. Subcommittee on Urinary Tract Infections. Practice parameter: the diagnosis, treatment, and evaluation of the initial UTI in febrile infants and young children. *Pediatrics* 1999;103:843-52.
- 9) Bagga A, Babu K, Kanitkar M, Srivastava RN. Consensus statement on management of urinary tract infections. *Indian Pediatr* 2001;38:1106-15.
- 10) Gupta K. Emerging antibiotic resistance in urinary tract pathogens. *Infect Dis Clin North Am* 2003;17:243-59.
- 11) Marcus N, Ashkenazi S, Yaari A, Samra Z, Livni G. Non-*Escherichia coli* versus *Escherichia coli* community-acquired urinary tract infections in children hospitalized in a tertiary center: relative frequency, risk factors, antimicrobial resistance and outcome. *Pediatr Infect Dis J* 2005;24:581-5.
- 12) Cheng CH, Tsau YK, Lin TY. Effective duration of antimicrobial therapy for the treatment of acute lobar nephronia. *Pediatrics* 2006;117:e84-9.
- 13) Fernbach SK, Maizels M, Conway JJ. Ultrasound grading of hydronephrosis: introduction to the system used by the Society for Fetal Urology. *Pediatr Radiol* 1993;23:478-80.
- 14) Belman AB. Vesicoureteral reflux. *Pediatr Clin North Am* 1997;44:1171-90.
- 15) Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. Fifth informational supplement, M100-S15. Wayne, PA: CLSI, 2005.
- 16) Jung HJ, Aum JA, Jung SJ, Huh JW. Different characteristic between *Escherichia coli* and non-*Escherichia coli* urinary tract infection. *Korean J Pediatr* 2007;50:457-61.
- 17) Lee SY, Cho SH, Kim SM, Jeong DC, Chung SY, Lee KY, et al. Urinary tract infection in febrile infants with pyuria. *Korean J Pediatr Infect Dis* 2004;11:90-100.
- 18) Lee SY, Lee JH, Kim JH, Hur JK, Kim SM, Ma SH, et al. Susceptibility tests of oral antibiotics including cefixime against *Escherichia coli*, isolated from pediatric patients with community acquired urinary tract infections. *Korean J Pediatr* 2006;49:777-83.
- 19) 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 cystourethrography (VCUG) in evaluating children with first febrile urinary tract infection. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2007;11:220-8.
- 20) Friedman S, Reif S, Assia A, Levy I. Clinical and laboratory characteristics of non-*E. coli* urinary tract infections. *Arch Dis Child* 2006;91:845-6.
- 21) Joung JK, Choi CS, Kim SJ, Park SH, Kim JH, Koh DK. Comparison of urinary tract infections caused by *Escherichia coli* and non-*E. coli* in infants. *Korean J Pediatr Infect Dis* 2009;16:162-6.