

소아 요로감염증의 주요 원인균과 항생제 감수성

성균관대학교 의과대학 삼성제일병원 소아과

이용권 · 이희철 · 천정미 · 윤소영 · 이우길 · 신순문

Antibiotic Sensitivity to the Major Causative Organisms of Acute Urinary Tract Infection in Children

Yung Kwun Lee, M.D., Hee Chul Lee, M.D., Jung Mi Chun, M.D.
So Young Yoon, M.D., Woo Gill Lee, M.D. and Son Moon Shin, M.D.

Department of Pediatrics, Samsung Cheil Hospital,
Sungkyunkwan University, School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose : We studied the changes in antibiotic sensitivity to the causative organisms of urinary tract infection(UTI), in order to provide useful information on the choice of adequate drugs in the treatment of UTI.

Methods : We retrospectively analyzed the major causative organisms and their antibiotic sensitivities in 69 patients diagnosed with UTI in the Department of Pediatrics, Samsung Cheil Hospital from 2002 to 2003.

Results : The frequency of UTI was the highest in infants younger than 1 year of age(88.4 percent). The male to female ratio was 3.05:1. *Escherichia coli* was the most frequent organism(78.3 percent), followed by *Klebsiella*(11.6 percent), *Pseudomonas*(2.9 percent), *Proteus*(2.9 percent), *Enterobacter*, *Morganella*, and *Enterococcus*(1.4 percent) in descending order. Antibiotic sensitivity of gram negative organisms was above 90 percent against imipenem, amikacin, 80 percent against aztreonam, cefepime, ceftriaxone, 50-70 percent against gentamicin, trimethoprim-sulfamethoxazole (TMP/SMX), and 23 percent against ampicillin(23.4 percent).

Conclusion : Antibiotic sensitivity of gram negative organisms was high to amikacin and third generation cephalosporins but low to ampicillin, gentamicin and TMP/SMX. The use of ampicillin or TMP/SMX, as the first choice of the empiric and prophylactic treatment for UTI, should be reconsidered and investigated further. (*Korean J Pediatr* 2005;48:760-765)

Key Words : Urinary tract infection, Urine culture, *Escherichia coli*, Antibiotic sensitivity

서 론

요로감염은 소아의 감염 질환 중 호흡기 감염에 이어 두번째로 흔한 질환¹⁾이고, 영아에서 가장 흔한 세균성 질환 중 하나이다^{2, 3)}. 요로계의 해부학적 기형이 동반된 경우에는 쉽게 재발하고, 적절하게 치료하지 않으면 심한 신손상이 초래되어 소아기의 고혈압 중 60%가 이로 인해 발생하고, 소아기의 만성 신우신염이 진행하여 10-15년 후에 신기능을 잃게 된 경우가 전체 신부

전 환자의 15-20%를 차지한다⁴⁾.

소아의 요로감염증은 성별과 연령에 따라 발생빈도 및 임상증상이 각각 다를 뿐 아니라 요로감염증의 원인균도 성별과 연령에 따라 다르다^{5, 6)}. 또한, 비특이적이고 전신적인 증상이 다양하여 검사상의 각종 난점과 이로 인한 부정확한 진단에 따른 항생제 남용으로 조기 진단이 쉽지 않다. 따라서 진단이 될 시점에는 이미 심한 신손상이 초래된 경우가 많으므로 조기에 세심한 진찰과 검사로 정확한 진단을 하고 이에 대한 적절한 치료와 계속적인 추적 관찰을 통하여 신손상을 예방하여야 한다. 초기의 적절한 치료를 하기 위해서 요로감염의 원인균과 항생제에 대한 여러 연구가 시행된 바 있으나 최근 항생제의 개발, 항생제의 남용 및 부적절한 선택에 따른 특정 항생제 내성균들의 출현 및 증가로 요로감염 원인 균주의 항생제 감수성이 변화하여 초기의 항생제 선택에도 영향을 미치게 되었다.

본 논문의 요지는 2004년 제54차 대한소아과학회 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

접수 : 2005년 2월 21일, 승인 : 2005년 4월 8일
책임저자 : 윤소영, 성균관대 삼성제일병원 소아과
Correspondence : So Young Yoon, M.D.
Tel : 02)2000-7170 Fax : 02)2000-7778
E-mail : liobaped@hanmail.net

이에 저자들은 소아 요로감염으로 진단 받은 환자 69명을 대상으로 주요 원인균과 이에 대한 항생제의 감수성과 내성의 변화를 살펴봄으로써 향후 소아의 요로감염에 대한 초기의 적절한 항생제 선택에 도움을 주고자 본 연구를 시작하였다.

대상 및 방법

2002년 1월부터 2003년 12월까지 삼성제일병원 소아과에 입원하여 요세균 배양 검사상 단일 집락수(single colony count)가 1.0×10^5 /mL 이상으로 배양된 5세 이하의 요로감염증으로 진단된 환자 69명을 대상으로 하였다. 채뇨 방법은 외요도구 주위를 boric acid 및 증류수 등을 이용해 깨끗이 한 다음 뚜껑 있는 멸균 플라스틱 컵에 중간뇨(clean caught midstream)를 채취하여 요배양을 시행하였다. 소변 배양은 5% 면양 혈액 한천 평판과 MacConkey 한천 평판에 채취한 요를 0.001 mL씩 접종시키고 36°C, 5% CO₂의 배양기에서 48시간 배양한 후 형성된 균락을 생화학적 분석법으로 동정하여 1.0×10^5 /mL 이상의 집락이 배양된 경우를 요로감염의 원인균으로 판정하였다. 항생제 감수성 검사는 세균 동정 및 감수성 측정 자동화 기기인 Vio-Merix VITEK을 이용하였다. 그 결과로 내성, 중간 내성 및 감수성으로 구분 판독하여 중간 내성을 내성에 포함하여 연구를 시행하였다. 항생제 감수성 검사에 이용된 항생제는 흔히 임상에서 사용되고 있는 약제들을 사용하였다.

이들 확진된 69명의 요로감염 환자들에 대해 성별, 연령별 분포를 조사하였고, 의무 기록을 통해 방사선 소견, 주요 원인균과 원인균에 따른 항생제 감수성 결과 등을 후향적으로 분석하였다.

결 과

1. 성별 및 연령별 발생 빈도

요로감염증 환자 69례의 성별 및 연령별 발생 빈도는 남아 52례(75.4%), 여아 17례(24.6%)로 남녀비가 3.05:1이었고 연령별로는 1세 이하가 61례(88.4%), 1-2세가 5례(7.2%), 2세 이상이 3례(4.4%)로 2세 이하가 66명(95.6%)이었다.

각 연령군의 남녀 발생 빈도는 1세 이하에는 남아 47례(68.1%), 여아 14례(20.3%)로 남녀비가 3.4:1이었고 1-2세에서는 남아 3례(4.3%), 여아 2례(2.9%)로 남녀비가 1.5:1이었으며 2세 이상에서는 남아 2례(2.9%), 여아 1례(1.4%)로 남녀비가 2:1이었다. 모든 연령군에서 남아의 발생 빈도가 여아보다 높았으나 나이가 증가하면서 남아의 발생 빈도가 감소하는 경향이 있었다(Table 1).

2. 원인균의 발생 빈도

요검사 소견에서 요중 백혈구가 5개/HPF 이상인 경우는 환자 69례 중 53례(76.8%)에서 나타났다.

요배양 검사에서 단일 집락수가 1.0×10^5 /mL 이상 배양된 균

주 중 그람음성 균주가 68주(98.5%)로 대부분이었고 그중 *Escherichia coli*가 54주(78.3%)로 가장 많았고, 그 외 *Klebsiella* 8주(11.6%), *Pseudomonas* 2주(2.9%), *Proteus* 2주(2.9%), *Enterobacter* 1주(1.4%), *Morganella* 1주(1.4%), *Enterococcus* 1주(1.4%) 순이었다.

3. 원인균의 성별, 연령별 분포

각 균주의 남녀별 분포를 보면 *E. coli*는 54주 중 남아가 41례(75.9%), 여아가 13례(24.1%)였고 *Klebsiella*는 8주 중 남아가 4례, 여아가 4례였으며 *Pseudomonas*, *Proteus* 균주는 모두 남아에서 배양되었다(Table 2).

배양된 각 균주의 연령별 분포로는 *E. coli*는 영아기 및 유아기에 많았고 *Klebsiella* 균주는 영아기에, *Proteus* 균주와 *Morganella* 균주는 유아기에 많은 양상을 보여서 모든 연령군에서 요로감염증의 원인균으로 *E. coli*가 수위를 차지하였다(Table 3).

4. 방사선학적 검사

요로감염으로 확진된 환자 69례 중 신장 초음파 검사는 68례(98%)에서 시행하였고, 배뇨성 방광 요도 조영술은 44례(64%)

Table 1. Age and Sex Distribution in 69 Patients with Urinary Tract Infection

Age(month)	No. of patients(%)*		
	Male	Female	Total
0-12	47(68.1)	14(20.3)	61(88.4)
13-24	3(4.3)	2(2.9)	5(7.2)
37-48	1(1.4)	-	1(1.4)
49-60	1(1.4)	1(1.4)	2(2.8)
Total	52(75.4)	17(24.6)	69(100.0)

*Percentages of patients out of total patients

Table 2. Sex Distribution of 69 Etiologic Organisms

Organism	No. of isolated organism(%)*		
	Male	Female	Total
<i>E. coli</i>	41(78.9)	13(76.5)	54(78.3)
<i>Klebsiella</i>	4(7.8)	4(23.5)	8(11.6)
<i>K. pneumoniae</i>	2	4	6
<i>K. oxytoca</i>	2	-	2
<i>Proteus</i>	2(3.8)	-	2(2.9)
<i>P. mirabilis</i>	1	-	1
<i>P. vulgaris</i>	1	-	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2(3.8)	-	2(2.9)
<i>Morganella morganii</i>	1(1.9)	-	1(1.4)
<i>Enterobacter cloacae</i>	1(1.9)	-	1(1.4)
<i>Enterococcus faecalis</i>	1(1.9)	-	1(1.4)
Total	52(100.0)	17(100.0)	69

*Percentages of isolated patients in each sex group

에서 시행하였다(Table 4).

신장 초음파 검사에서는 pyelectasis가 5례(unilateral 4례, bilateral 1례), urachal cyst가 1례, cystocele 1례 등 총 7례(10.3%)에서 이상 소견을 보였고, 배뇨성 방광 요도 조영술에서 관찰된 방광 요관 역류는 단독 우측 역류가 3례, 단독 좌측역류가 2례로 편측 역류가 5례 있었고, 양측 역류가 3례로 총 8례(18.2%)가 있었다. International Reflux Study Committee의 분류에 의한 방광 요관 역류의 정도는 Grade I가 1신단위, Grade II가 6신단위, Grade III가 4신단위에서 관찰되었다.

5. 원인균에 따른 항생제 감수성 검사

요배양 검사에서 배양된 균주 중 그람 음성 균주들을 대상으로 한 항생제 감수성 결과는 imipenem(98.5%), amikacin(97.1%), aztreonam(88.2%), cefepime(88.2%) ceftriaxone(83.8%)

순으로 나타났다(Table 5).

요배양 검사에서 2례 이상 배양된 그람 음성 균주들을 대상으로 한 항생제 감수성 결과는 imipenem(98.4%), amikacin(96.9%), aztreonam(87.5%), cefepime(87.5%)과 ceftriaxone(84.4%) 등에서 높게 나타났다. 반면에 trimethoprim-sulfamethoxazole(TMP/SMX)(57.8%), ampicillin/sulbactam(28.1%)과 ampicillin(23.4%) 등은 낮은 감수성을 보였다.

*E. coli*에 대한 항생제 감수성 결과는 imipenem(98.1%)이 가장 높고, ciprofloxacin(96.3%), amikacin(96.3%), cefepime(94.4%), ceftriaxone(94.4%), aztreonam(92.6%), cefazolin(88.9%), gentamicin(74.1%) 등의 순으로 나타났다.

반면에 trimethoprim-sulfamethoxazole(TMP/SMX)(59.3%), ampicillin/sulbactam(31.5%)과 ampicillin(27.8%) 등은 낮은 감수성을 보였다.

Table 3. Age Distribution of 69 Etiologic Organisms

Organism	No. of isolated organism(%)*				Total
	0-12(month)	13-24(month)	37-48(month)	49-60(month)	
<i>E. coli</i>	50(82.1)	2(40)	—	2	54
<i>Klebsiella</i>	8(13.1)	—	—	—	8
<i>K. pneumoniae</i>	6	—	—	—	6
<i>K. oxytoca</i>	2	—	—	—	2
<i>Proteus</i>	—	1(20)	1	—	2
<i>P. mirabilis</i>	—	—	—	—	1
<i>P. vulgaris</i>	—	1	—	—	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1(1.6)	1(20)	—	—	2
<i>Morganella morganii</i>	—	1(20)	—	—	1
<i>Enterobacter cloacae</i>	1(1.6)	—	—	—	1
<i>Enterococcus faecalis</i>	1(1.6)	—	—	—	1
Total	61(100.0)	5(100)	1	2	69

*Percentages of isolated patients in each age group

Table 4. Comparison of Etiologic Organisms between Radiologically Normal and Abnormal Findings

Organism	VCUG* findings			Kidney Ultrasonography		
	Normal No.	Abnormal No.	Total No.(%) [†]	Normal No.(%)	Abnormal No.(%)	Total No.(%)
<i>E. coli</i>	25	6	31(70.5)	50	3	53(77.9)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	5	—	5(11.3)	5	1	6(8.8)
<i>Klebsiella oxytoca</i>	2	—	2(4.5)	2	—	2(2.9)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	—	2	2(4.5)	1	1	2(2.9)
<i>Proteus mirabilis</i>	—	—	—	—	1	1(1.5)
<i>Proteus vulgaris</i>	1	—	1(2.3)	1	—	1(1.5)
<i>Enterobacter cloacae</i>	1	—	1(2.3)	—	1	1(1.5)
<i>Morganella morganii</i>	1	—	1(2.3)	1	—	1(1.5)
<i>Enterobacter faecalis</i>	1	—	1(2.3)	1	—	1(1.5)
Total	36(81.8)	8(18.2)	44(100.0)	61(89.7)	7(10.3)	68(100.0)

*VCUG : voiding cystourethrography

Grades of Reflux-International Study Classification

[†]Percentages of patients out of total patients

Table 5. Antibiotic Sensitivity of Gram Negative Etiologic Organisms

	Antibiotic sensitivity %* (No.) [†]													
	IMP	CPR	AMK	AZT	CFP	CFX	CTR	PIP	TOB	CEF	GEN	BTR	UNA	AMP
<i>E. coli</i>	98.1 (53)	96.3 (52)	96.3 (52)	92.6 (50)	94.4 (51)	96.3 (52)	94.4 (51)	87.0 (47)	79.6 (43)	88.9 (48)	74.1 (40)	59.3 (32)	31.5 (17)	27.8 (15)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	100 (6)	100 (6)	100 (6)	50 (3)	50 (3)	16.7 (1)	33.3 (2)	16.7 (1)	33.3 (2)	16.7 (1)	33.3 (2)	83.3 (5)	16.7 (1)	—
<i>Klebsiella oxytoca</i>	100 (2)	100 (2)	100 (2)	50 (1)	—	—	—							
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	100 (2)	100 (2)	100 (2)	100 (2)	50 (1)	—	—	100 (2)	100 (2)	—	100 (2)	—	—	—
<i>Proteus mirabilis</i>	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)
<i>Proteus vulgaris</i>	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	—	100 (1)	100 (1)	100 (1)	—
<i>Enterobacter cloacae</i>	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	—	100 (1)	—	—	—	—	100 (1)	—	—
<i>Morganella morganii</i>	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	—	—	100 (1)	—	100 (1)	100 (1)	—	—
Total sensitivity	98.5 (67)	97.1 (66)	97.1 (66)	88.2 (60)	88.2 (60)	83.8 (57)	77.9 (53)	77.9 (53)	75.0 (51)	75.0 (51)	70.6 (48)	60.3 (41)	29.4 (20)	23.5 (16)

*Percentages of No. of sensitive cases out of No. of tested cases, [†]No. of sensitive cases
 IMP : imipenem, CPR : ciprofloxacin, AMK : amikacin, AZT : aztreonam, CFP : cefepime, CFX : ceftoxitin, CTR : ceftriaxone, PIP : piperacillin, TOB : tobramycin, CEF : ceftazolin, GEN : gentamicin, BTR : bactrim(cotrimoxazole), UNA : ampicillin/sulbactam, AMP : ampicillin

*E. coli*의 경우 imipenem에 대한 내성을 보이는 1례가 있었고, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*와 *Pseudomonas aeruginosa* 균주들은 ampicillin에 100% 내성을 보였다.

고 찰

요로감염증은 소아기에 가장 흔한 세균성 질환이지만 무증상인 경우가 1-3%이고 영유아에서는 비특이적인 증상이 주로 나타나기 때문에 요로감염증에 대한 특징을 인식하지 않으면 조기 발견이 힘들고, 조기에 진단하여 적절히 치료받지 않으면 심각한 신손상을 일으킬 수 있다. 요로감염증을 단순한 발열이나 장염으로 오인하고 해열제나 항생제를 투여하여 일시적으로 증상을 완화시키는 경우, 요로감염증이 자주 재발하고 만성화되어 결국 심한 신손상을 일으키거나 신성장에 장애를 초래하여 신성 고혈압이나 신부전과 같은 심한 후유증을 남기게 된다^{7, 8)}.

요로감염이 자주 재발하거나, 치료에 잘 반응하지 않고 원인균이 비전형적일 때, 또는 성장 발달의 장애, 신기능의 감소나 방광의 확장 등이 동반되어 있을 때 복합감염을 간접적으로 추측할 수 있고, 이런 경우에는 방사선학적 검사를 시행하여 요로계의 구조와 이상이나 요관 역류의 여부를 정확히 아는 것이 치료와 지속적인 추적 관찰을 하는데 있어서 매우 중요하다. 요로계 특히 신장의 구조 및 장애 여부를 보기 위한 방사선학적 검사에는 정맥 신우 조영술, 신장 초음파, DMSA scan 등이 있다. 비록 신반흔이나 중복 요관의 발견에는 신초음파보다도 정맥 신

우 조영술이 더 효과적이지만 신초음파는 치료가 가능한 신기형이나 신농양을 발견하는데 매우 민감하다. 뿐만 아니라 방사능 노출이 적고 비관혈적이며, 비교적 빠르고 안전하게 시행할 수 있고 자주 반복 시행할 수 있어 신성장을 계속 관찰할 수 있으므로 요즘에는 신초음파로서 정맥 신우조영술을 대치하고 있는 경향이다⁹⁻¹²⁾. 본 연구에서는 요로감염증이라고 진단이 되면 신초음파를 우선적으로 시행하였다. 요로감염에 동반되는 방광 요관 역류의 유무 및 정도나 방광과 요도의 이상을 알아보기 위해서는 배뇨중 방광 요도 조영술을 해야 한다. 급성 염증이 있을 때에는 실제로 역류가 없더라도 역류가 나타날 수 있고, 검사 중의 세균뇨의 역류도 생길 수 있으므로 배뇨 중 방광 요도 조영술은 요로감염 치료 후 무균뇨가 확인된 4-6주경에 시행하도록 한다¹³⁾.

본 연구에서는 검사를 시행한 44례 중 8례(18.2%)에서 방광 요관 역류가 있었고, 국내에서는 16.7-71.0%까지 보고되고 있다¹⁴⁾. 요로감염증은 초감염 후 대개 1년 이내에 그 중에도 특히 2-3개월 이내에 재발이 잘 되므로¹⁵⁾ 진단시에 요로계의 이상에 대한 정확한 평가와 적절한 내과적 또는 외과적인 치료가 필요하다.

소아 요로감염증의 발생 빈도는 연령과 성별에 따라 다르다. 외국의 보고^{16, 17)}에서는 신생아의 경우 남아는 2.3-3.6%, 여아는 0.3-0.9%에서 증상이 동반된 세균뇨를 보이며 영유아기에서는 남아는 0.2-0.4%, 여아는 0.7-2.6%, 학동기에서는 남아의 0.04-0.2%, 여아의 1.2-1.9%에서 증상이 동반된 세균뇨가 관찰되었

다. 요로감염은 여아의 약 3-5%, 남아의 약 1%가 경험하게 된다¹⁸⁾.

본 연구에서는 요로감염으로 입원한 69례 중 남아가 52례(75.4%), 여아가 17례(24.6%)로 남녀 성비는 3.05:1로 남아에서 많았고, 연령별로는 전체 요로감염으로 입원한 환자의 88.4%(61명)가 1세 미만이었다. 요로감염증에서 1세 미만이 차지하는 비율이 본 연구에서는 지금까지의 국내 보고^{19, 20)} 보다 높게 나타났는데 이는 본원이 산부인과 전문병원인 특성상 영아기에 외래 추적 관찰하는 환아가 대부분이므로 나타난 결과라고 생각되며, 본 연구 집단이 국내 소아의 요로감염 환자 전체를 대변하지는 못할 것으로 생각된다.

소아 요로감염증의 원인균은 *E. coli*가 대부분을 차지하며 *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus*와 *Pseudomonas* 등이 10-15%의 빈도를 차지한다고 알려져 있다¹⁾. 그러나 Hallet 등²¹⁾과 Khan 등²²⁾은 남아의 요로감염증의 가장 흔한 원인균이 *E. coli*보다 *Proteus mirabilis*라고 하고, 남아에서 *Proteus*에 의한 요로감염증의 발생 빈도를 58-59%라고 보고하기도 하였다. Cohen²³⁾의 보고에 의하면 남아에서는 *E. coli*에 의한 요로감염증이 가장 많았지만 *E. coli*에 의한 요로감염증의 발생 빈도에는 남녀간에 현저한 차이가 있어서 여아에서는 88%였으나 남아에서는 62%였다. Winberg²⁴⁾는 신생아기 남녀, 전연령군의 여아 및 영아기의 남아에서는 *E. coli*가 요로감염증의 주요 원인균(60-85%)이나 신생아에서는 *E. coli* 다음으로 *Klebsiella*에 의한 요로감염증이 많았고, 사춘기 여아의 경우에는 *E. coli*에 의한 빈도가 60%로 감소하면서 *Staphylococcus*에 의한 요로감염증이 증가한다고 보고하였다. 저자들이 관찰한 전체 요로감염증 환자에서 *E. coli*가 차지하는 비율은 78.3%로 다른 저자들의 보고와 현저한 차이는 없었다. Rubin 등²⁵⁾이 입원 환자를 대상으로 관찰한 결과에 의하면 *E. coli* 다음으로 흔한 요로감염증의 원인균으로는 *Proteus*, *Klebsiella* 및 *Enterococci*였으나 저자들이 관찰한 결과는 *E. coli*, *Klebsiella*, *Pseudomonas* 순이었고 *Proteus*에 의한 요로감염증은 2.9%였다.

국내에서 발표된 요로감염의 가장 흔한 원인균인 *E. coli*의 항생제 감수성을 보면 Yang 등²⁶⁾은 moxalactam(100%)이 가장 높고, amikacin 96.9%, tobramycin 94.3%, gentamicin 89.6%, cefamandole 62.5%, TMP-SMX 41.7% 순이었고 ampicillin(9.0%)은 매우 낮게 보고하였다. Cha 등²⁷⁾의 발표에서는 cefotaxime 91.4%, cefamandolem 88.1%, amikacin 84.0%, ampicillin/sulbactam 66.7%, gentamicin 61.7%의 감수성을 보였고, Kang 등²⁸⁾의 발표에서는 ceftriaxone 95.9%, amikacin 95.8%, ceftazidime 91.8%, cefazolin 85.7%, tobramycin 62.7%, gentamicin 58.7%, TMP-SMX 42.3%, ampicillin/sulbactam 42.2%, ampicillin 16.9%의 감수성을 보였다.

본 연구에서 *E. coli*의 항생제 감수성은 imipenem 98.1%, amikacin 96.3%, cefoxitin 96.3%, cefepime 94.4%, ceftriaxone 94.4%, aztreonam 92.6%, cefazolin 88.9%, tobramycin

79.6%, gentamicin 74.1%, TMP-SMX 59.3%, ampicillin/sulbactam 31.5%, ampicillin 27.8% 순으로 나타났다.

그람 음성 균주에 대한 항생제 감수성 검사상 imipenem(98.4%)이 가장 높은 감수성을 보였고 다음으로 amikacin 96.9%, aztreonam 87.5%, cefepime 87.5%, ceftriaxone 84.4% 순이었고 반면에 gentamicin 70.3%, TMP-SMX 57.8%, ampicillin/sulbactam 29.4%과 ampicillin 23.5%은 낮은 감수성을 보였다. 국내에서 발표된 항생제 감수성 결과와 본 연구 결과까지 항생제 감수성의 변화를 살펴보면 amikacin과 cephalosporin 계열의 항생제가 높은 감수성을 보였고 반면에 ampicillin과 aminoglycoside계열은 감수성의 저하를 나타내었다.

따라서 요로감염에 경험적 초기 치료제로 ampicillin과 gentamicin이 사용되고 있고, 예방적 요법으로 TMP-SMX이 권장되고 있으나 본 연구 결과에 의하면 이들 항생제의 내성률이 높게 나타나므로 요로감염의 치료에 있어 경험적인 항생제 선택에 재평가가 이루어져야 한다.

요 약

목적 : 요로감염은 소아의 감염 질환 중 호흡기 감염에 이어 두번째로 흔한 질환이며, 소아에서 가장 흔한 세균성 질환으로 적절한 치료가 시행되지 않을 경우 심한 신손상이 초래되어 소아의 고혈압 중 60%가 이로 인해 발생하고 전체 신부전 환자의 15-20%가 소아의 만성 신우신염으로 10-15년 후에 신기능을 잃게된 경우가 있다. 따라서 조기 진단과 적절한 치료 및 재발 방지가 중요하다. 그러나 최근 항생제의 개발, 항생제의 남용 및 부적절한 선택에 따른 특정 항생제 내성균들의 출현 및 증가로 요로감염 원인 균주의 항생제 감수성에 변화를 가져와 치료를 위한 항생제의 선택이 어려워지고 있다. 이에 저자들은 소아 요로감염증의 주요 원인균과 항생제의 감수성을 조사하여 적절한 항생제 선택에 도움을 주고자 하였다.

방법 : 2002년 1월부터 2003년 12월까지 삼성제일병원 소아과에 입원하여 요세균 배양 검사상 단일 집락수가 1.0×10^5 /mL 이상으로 배양되어 요로감염증으로 진단된 5세 이하 환자 69명을 대상으로 성별 및 연령별 발생 빈도, 방사선 소견, 주요 원인균과 원인균에 따른 항생제 감수성을 후향적으로 조사하였다.

결 과 :

1) 요로감염증 환자 69례에서 남아 52례(75.4%), 여아 17례(24.6%)로 남녀비가 3.05:1이었고 영아기에는 남아가 많았으나 이후에는 유의한 차이가 없었다. 연령별로는 1세 이하가 61례(88.4%), 1-2세가 5례(7.2%), 2세 이상이 3례(4.4%)로 1세 이하가 가장 많았다.

2) 전체 환자 69례의 원인 균주는 그람 음성 균주가 68주(98.5%)로 대부분이었고 그중 *E. coli*가 54주(78.3%)로 가장 많았다. 그 외의 균주로는 *Klebsiella* 8주(11.6%), *Pseudomonas* 2주(2.9%), *Proteus* 2주(2.9%), *Enterobacter* 1주(1.4%), *Mor-*

ganelle 1주(1.4%), *Enterococcus* 1주(1.4%) 순이었다.

3) 69례 중 신장 초음파 검사는 68례에서 시행하여 7례(10.3%)에서 이상 소견을 보였고, 배뇨성 방광 요도 조영술은 44례에서 시행하여 8례(18.2%)에서 역류가 관찰되었다.

4) 그람음성 균주에 대한 항생제 감수성은 imipenem(98.4%)이 가장 높은 감수성을 보였고 다음으로 amikacin 96.9%, aztreonam 87.5%, cefepime 87.5%, cefoxitin 84.4%, ceftriaxone 84.4% 순으로 나타났다. 반면에 tobramycin 75.0%, gentamicin 70.3%, TMP/SMX 57.8%, ampicillin/sulbactam 28.1%, ampicillin 23.4%은 낮은 감수성을 보였다.

결론 : 본 연구 결과에서는 amikacin과 cephalosporin계열의 항생제가 높은 감수성을 보였고 반면에 ampicillin과 aminoglycoside 계열은 감수성이 낮아지고 있음을 나타내었다. 따라서 요로감염에 경험적 초기 치료제로 ampicillin, gentamicin이 사용되고 있고 예방적인 치료제로 TMP-SMX이 권장되고 있으나 본 연구 결과에 의하면 이들 항생제의 내성률이 높게 나타나므로 요로감염의 치료에 있어 경험적 항생제 선택에 재평가가 이루어져야 한다.

References

- 1) Brouhard BH, Travis LB. Infections of the urinary tract. In: Rudolph AM, editors. Pediatrics. 18th ed. Appleton & Lange Co, 1987:1197-202.
- 2) Wald E. Urinary tract infections in infants and children. Curr Opin Pediatr 2004;16:85-8.
- 3) Bloomfield P, Hodson EM, Craig JC. Antibiotics for acute pyelonephritis in children. Cochrane Database Syst Rev 2004;CD003772.
- 4) Choi SK. Urinary tract infection and its diagnosis in children. J Korean Pediatr Soc 1987;30:945-52.
- 5) Sidor TA, Resnick MI. Urinary tract infection in children. Pediat Clin North Am 1983;30:323-32.
- 6) Carvajal HF, Travis LB. Infections of the urinary tract. In: Rudolph AM, editors. Pediatrics. 17th ed. Appleton-Century-Crofts Co, 1982:1209-14.
- 7) Bergstrom T. Sex differences in childhood urinary tract infection. Arch Dis Child 1972;47:227-32.
- 8) Bergstrom T, Larson H, Lincoln K, Winberg J. Studies of urinary tract infections in infancy and childhood. J Pediatr 1972;80:858-66.
- 9) Hanson LA, Ahlstedt S, Jodal U, Kaijser P, Larsson G, Lindin-Janson K, et al. The host-parasite relationship in urinary tract infections. Kidney Int 1975;8 suppl:28-34.
- 10) Alon U, Pery M, Davidai G, Berant M. Ultrasonography in the radiologic evaluation of children with urinary tract infection. Pediatrics 1986;78:58-64.
- 11) Honkinen O, Ruuskanen O, Rikalainen H, Makinen EO, Valimaki I. Ultrasonography as a screening procedure in children with urinary tract infection. Pediatr Infect Dis 1986;5: 633-5.
- 12) Leonidas JC, McCauley RG, Klauber GC, Fretzayas AM. Sonography as substitute for excretory urography in children with urinary tract infection. Am J Roentgenol 1985; 144:815-9.
- 13) Travis LB, Brouhard BH. Infections of the urinary tract. In: Rudolph Pediatrics. 19th ed. Appleton & Lange Co, 1991:1288-93.
- 14) Yoe MH, Kim YY, Kim JS, Lee SG, Kang YJ. Radiologic studies in children with urinary tract infection. J Korean Pediatr Soc 1990;33:332-40.
- 15) Winberg J, Anderson HJ, Bergstrom T, Jacobsson B, Larson H, Lincoln K. Epidemiology of symptomatic urinary tract infection in childhood. Acta Paediatr 1974;252 suppl 2: 1-20.
- 16) Maherzi M, Guignard JP, Torrado A. Urinary tract infection in high-risk newborn infants. Pediatr 1978;62:521-3.
- 17) Mair ML. High incidence of asymptomatic urinary tract infection in infant and school girls. Scot Med J 1973;18:51-5.
- 18) Nelson. Textbook of Pediatrics. 17th ed. Philadelphia: WB Saunders Co, 2004:1785.
- 19) Lee HD, Kim CY. Clinical studies of urinary tract infection in infant and children. J Korean Pediatr Soc 1989;32:1706-13.
- 20) Lee SH, Yang SJ, Shin JH, Lee WG. Sex and age differences of etiologic organisms in urinary tract infection. J Korean Pediatr Soc 1987;30:1100-6.
- 21) Hallett RJ, Pead L, Maskell R. Urinary tract infection in boys. Lancet 1976;2:1107-10.
- 22) Khan AJ, Ubriani RS, Bombach E, Agbayani MM, Ratner H, Evans HE. Initial urinary tract infection caused by *Proteus mirabilis* in infancy and childhood. J Pediatr 1978; 93:791-3.
- 23) Cohen M. The first urinary tract infection in male children. Am J Dis Child 1976;130:810-3.
- 24) Winberg J. Urinary tract infections in infants and children. In: Edelmann CM Jr, editors. Pediatric kidney disease. 1st ed. Little, Brown Co, 1978:1123-44(volume II).
- 25) Rubin RH, Tolkoff-Rubin NE, Cotran RS. Urinary tract infection, pyelonephritis and reflux nephropathy. In Brenner BM, Rector FC Jr, editors. The kidney. 3rd ed. WB Saunders Co, 1986:1085-141(volume II).
- 26) Yang KS, Ahn MS, Kim HB, Oh JS. Clinical studies of urinary tract infection in infant and children. J Korean Pediatr Soc 1989;32:533-41.
- 27) Cha YH, Choi HR, Jang SH, Ahn YM. A clinical study on urinary tract infection in infants and children. J Korean Pediatr Soc 1994;37:1488-99.
- 28) Kang YD, Kim NS, Oh SH. Causative organisms of urinary tract infection in children and their antibiotic susceptibility. Korean J Pediatr 2004;47:1065-71.