

# *Pseudomonas aeruginosa*에 의한 요로감염의 임상적 특성

## The Clinical Features of Complicated Urinary Tract Infections by *Pseudomonas aeruginosa*

Jung Woo Lee, Kyung Jae Oh<sup>1</sup>, Seung Chol Park, Joung Sik Rim

From the Departments of Urology, <sup>1</sup>Preventive Medicine, Wonkwang University School of Medicine, Iksan, Korea

**Purpose:** *Pseudomonas aeruginosa* is an important pathogen in complicated urinary tract infections (UTIs). The aim of this study was to evaluate the isolation rate of *Pseudomonas* from patients with UTIs and to define the accompanying clinical features.

**Materials and Methods:** Between January 2000 and December 2006, we retrospectively reviewed the medical records of 170 urology patients with *Pseudomonas* UTIs. We analyzed the isolation rate of *Pseudomonas* in patients with UTIs and determined the antibiotic susceptibilities. We also analyzed the clinical features and underlying diseases in patients with *Pseudomonas* UTIs.

**Results:** *Pseudomonas* was cultured in the urine from 234 of 3,470 patients (6.6%) with positive urine cultures. One hundred seventy of 234 patients had underlying urologic disease. Eighty-two patients (48.2%) had indwelling urinary catheters and 34 patients (20.0%) had diabetes. Patients with catheters tended to have febrile UTIs compared to patients without catheters (70.7% vs. 42.0%, respectively). The isolation rate of *Pseudomonas* increased between 2000 and 2006 (2.8% vs. 13.1%, respectively). The sensitivity of *Pseudomonas* to most antibiotics decreased between 2000 and 2006. Patients with neurogenic disease and catheters were more easily infected with *Pseudomonas*.

**Conclusions:** The isolation rate of *Pseudomonas* in urine cultures is on the rise. Patients with UTIs and catheters, unlike those without, have high fevers. Because the sensitivity of *Pseudomonas* to antimicrobial agents has decreased, we need to choose appropriate antibiotics through urine cultures and antibiotics sensitivity tests in treating complicated UTIs. (Korean J Urol 2008;49:1149-1154)

**Key Words:** Urinary tract infections, *Pseudomonas aeruginosa*, Anti-bacterial agents

대한비뇨기과학회  
제 49 권 제 12 호 2008

원광대학교 의과대학  
비뇨기과학교실, <sup>1</sup>예방의학교실

이정우 · 오경재<sup>1</sup> · 박승철 · 임정식

접수일자 : 2008년 4월 24일  
채택일자 : 2008년 9월 25일

교신저자: 박승철  
원광대학교병원 비뇨기과  
전북 익산시 신용동 344-2  
☎ 570-711  
TEL: 063-859-1334  
FAX: 063-842-1455  
E-mail: sc.park@  
wonkwang.ac.kr

본 연구는 2007년 원광대학교 교비연구비 지원으로 이루어진 것임.

### 서 론

요로감염은 인체의 여러 기관의 감염 질환 중 가장 빈도가 높은 질환 중 하나이며 가장 흔한 비뇨기과 질환으로, 비뇨기과 의사에 진료를 받는 환자의 75%, 내과 전문의 및 일반의에게 진료 받는 환자의 8-10%를 차지하는 질환이다.<sup>1</sup> 요로감염의 치료는 감염 부위, 증상의 경중, 요로 기형이나 요석 등 동반 기형의 유무에 따라 치료 방침을 정하게

된다. 일반적으로 단순 요로감염은 치료가 잘 되기 때문에 항생제감수성 검사를 시행하지 않고 바로 예상되는 균주에 대해 경험적 항생제를 사용하게 된다. 그러나 의료환경 변화에 따라 요로감염을 일으키는 균주가 변화하고 항생제의 오남용으로 인해 세균의 항생제 내성이 증가함에 따라 경험적 항생제의 선택에 어려움을 지니고 있다.<sup>2</sup>

*Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*)는 자연 환경 이외에 인체의 여러 부위, 즉 객담, 요로, 각막, 비강 점막, 습기 있는 표면 등에서 집락화 될 수 있어 피부 감염부터 전격성

패혈증까지 다양한 감염을 일으킬 수 있는 병원균이다.<sup>3</sup> 또한 *P. aeruginosa*는 복잡성 요로감염을 일으키는 중요한 병원균이며,<sup>4</sup> 최근 요로감염에서 *Pseudomonas*에 의한 감염이 증가하고 있다.<sup>5,6</sup> 이 병원균은 고령이나 당뇨, 스테로이드 투여나 진신헌암화학요법으로 면역이 저하되어 있는 환자에서 매우 심각한 감염을 일으켜 패혈증까지 이르게 한다. *P. aeruginosa*는 cephalosporin, carbapenem, penicillin과 같은  $\beta$ -lactam계의 항생제를 단독으로 사용하거나, aminoglycoside 또는 quinolone계와 병합하여 치료한다.<sup>6</sup> 그러나 최근 요로감염 분리지에서 항생제 내성이 증가하여<sup>2</sup> 임상적 치료제 선택의 어려움 뿐만 아니라 치료 및 입원기간의 연장에 따른 사회적, 경제적 문제가 대두되고 있다. 또한 *P. aeruginosa*에서 수평적, 수직적 전이에 의한 다제 내성(multidrug resistant) 발현의 증가를 보여 치료가 더욱 어려워지고 있다. 또한 주요 감염질환의 원인균에 대한 항생제 내성은 국가 간, 지역 간, 병원 환경, 지역사회 등 주위환경에 따른 차이가 있다. 따라서 감염의 주요 원인균과 항생제 내성 실태를 지속적으로 파악하는 것이 요로감염의 치료에 매우 중요하다. 이에 저자들은 최근 7년간 *P. aeruginosa*에 의한 요로감염의 임상적 특성과 항생제 내성을 조사하여 *P. aeruginosa*의 치료에 도움을 주고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2000년 1월부터 2006년 12월까지 7년간 본원에서 시행한 요배양검사서 *P. aeruginosa*가 의미 있게 배양된 외래 및 입원 환자를 대상으로 하였다. *P. aeruginosa*가 배양된 234명의 환자 중에서 비뇨기과적 기저질환이 있고 요로감염으로 진단된 170명의 환자가 연구에 포함되었다. *P. aeruginosa*가 배양된 환자의 성별, 연령, 요로감염의 위험인자, 도뇨관 유지와 고열의 유무, 항생제 감수성검사 결과 등을 의무기록을 통해 후향적으로 검토하였다.

요의 채취는 남자의 경우 포피를 위로 젖혀 올리고 요도를 boric sponge로 닦은 후 뚜껑이 있는 멸균컵에 중간뇨를 채취하였고, 여자는 음부 및 요도구를 남자와 마찬가지로 닦고 도뇨하였다. 소아에서 자발적 배뇨가 가능한 경우는 중간뇨를 채취하였고 여아의 경우는 도뇨를 하였다. 카테터를 가지고 있는 환자에서는 카테터 끝을 boric sponge로 닦은 후 멸균주사기를 이용하여 요를 채취하였다. 채취한 요는 원심분리 후 도말하여 그람 염색을 실시하여 백혈구와 세균을 관찰하였고, 이후 혈액 한천배지와 MacConkey 한천배지에 0.001ml씩 접종하여 37°C에서 18-24시간 배양하여 요 1ml 중 세균 수를 산출하였다. 세균 동정 및 항생제

감수성 검사는 Vitek I (bioMerieux Vitek, Hazelwood, USA)를 이용하였다. 요배양검사서 전통적인 세균뇨의 기준인  $10^5$  colony-forming units/ml 이상의 *P. aeruginosa*가 배양된 경우를 연구에 포함시켰고, 도뇨나 치골상부천자를 통해 채취가 이루어진 경우는 요 1ml 당  $10^3$ 개 이상의 집락이 배양된 경우를 연구에 포함시켰다.

### 2. 항생제 감수성 검사

*P. aeruginosa* 항생제 감수성 검사는 National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) 지침<sup>7</sup>에 따라 시행하였다. 최소억제농도(minimal inhibitory concentration)는 세균의 성장을 완전히 억제할 수 있는 항생제의 최소농도로 정의하였다. 조사 대상 항생제는 ampicillin-sulbactam, ampicillin, cefazolin, piperacillin, ceftriaxone, ciprofloxacin, gentamicin, trimethoprim/sulfamethoxazole, ceftazidime, cefoxitin, cefepime, amikacin, cephalothin과 imipenem이었다.

## 결 과

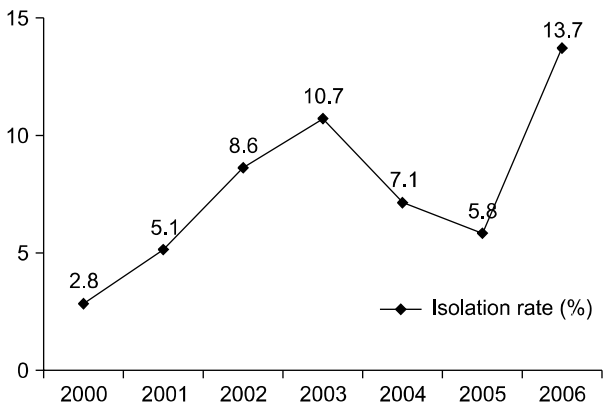
요배양검사서 균이 동정된 3,470명 환자 중 234명(6.6%)에서 *P. aeruginosa*가 배양되었다. *P. aeruginosa*가 배양된 234명의 환자 중 170명의 환자(남자 122명, 여자 48명)가 비뇨기과적 기저질환을 가지고 요로감염으로 진단된 환자였다. 환자의 평균 나이는 64.1세(3-94)였고 외래 환자가 57명(33.5%), 입원환자가 113명이었다. 82명(48.2%)의 환자가 도뇨관을 유지 중이었고 34명(20.0%)의 환자가 기저질환으로 당뇨를 가지고 있었다. 도뇨관을 유지 중인 82명의 환자 중 45명에서 치골상부도뇨관을 가지고 있었고 33명에서 요도카테터를 가지고 있었으며 5명의 환자가 경피적신루를 가지고 있었다. 이 중 26명은 술 후 일시적으로 도뇨관을 가지는 환자였다. 가장 많이 가지고 있는 비뇨기과 기저질환은 신경인성방광(50명)이었고 두 번째로 많은 질환은 41명으로 비뇨기계 종양이었다. 5명(2.9%)의 환자가 침윤성방광암으로 근치적 방광전립선전적출술을 시행받고 장을 이용한 요로전환술을 받은 환자였으며 7명(4.1%)의 환자가 전립선비대증으로 경요도전립선절제술을 시행 받은 환자였다. 신경인성방광 환자 50명 중 40명은 치골상부도뇨관을 가지고 있었으며 5명은 요도카테터를 가지고 있었고 5명에서는 간헐적 도뇨를 시행 중이었다. *P. aeruginosa*가 배양된 28명(16.5%)의 환자가 비뇨기과 질환으로 수술을 받고 술 후 요로감염이 발생한 환자였다. 또한 5명의 환자가 진행된 비뇨기계 종양으로 항암화학요법을 받고 있는 환자였다(Table 1).

요로계 도뇨관 유무와 고열의 상관관계를 살펴 본 결과,

**Table 1.** Patient characteristics

	n	170
Male/Female		122/48
Inpatients/Outpatients		113/57
Age (years)		64.1 (3-94)
Urinary catheter		
Indwelling		82
Non-indwelling		88
Diabetes mellitus		34 (20.0%)
Systemic anti-cancer treatment		
Interferon-alpha		2
Mitoxantrone + prednisolone		1
Gemcitabine + cisplatin		1
Docetaxel + prednisolone		1
Basal disease		
Neurogenic bladder		50
Cancer		41
Bladder cancer		20
Prostate cancer		10
Urinary tract invasion by other cancer		8
Renal cell carcinoma		3
Benign prostatic hyperplasia		36
Stone-related disease		13
Others		30
Operation in the perioperative infection		28
TUR-P		7
TUR-BT		4
Radical prostatectomy		4
Radical cystectomy		2
Others		12
Urinary diversion		5
Ileal neobladder		4
Ileal conduit		1

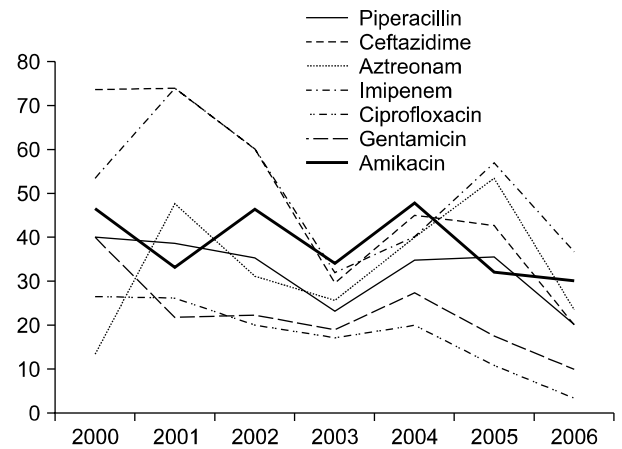
TUR-P: transurethral resection of prostate, TUR-BT: transurethral resection of bladder tumor



**Fig. 1.** The isolation rates of *Pseudomonas aeruginosa* based on year of collection.

**Table 2.** Antimicrobial agents used before the isolation of *Pseudomonas*

1st-generation cephalosporin	18
2nd-generation cephalosporin	44
3rd-generation cephalosporin	8
Aminoglycoside	3
Quinolone	51
TMP-SMX	3
None	32
<b>Total</b>	<b>170</b>



**Fig. 2.** The antimicrobial sensitivities of *Pseudomonas aeruginosa* based on year of isolation.

도뇨관을 지니고 있는 82명의 환자 중 58명 (70.7%)에서 38°C 이상의 고열이 있었고 도뇨관을 지니지 않는 88명의 환자 중에서는 37명 (42%)에서만 고열이 있었다.

전체 요로감염에서 *P. aeruginosa*가 차지하는 비율은 2000년에는 전체 동정균 중에 *P. aeruginosa*가 차지하는 비율이 2.8%였으나 점차 증가하여 2006년에는 13.7%로 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ( $p < 0.001$ ) (Fig. 1). *P. aeruginosa*가 배양되기 전에 사용된 항생제는 fluoroquinolone이 51명으로 가장 많았고 그 다음이 2세대 cephalosporin (44명), 1세대 cephalosporin (18명) 순이었다 (Table 2). 항생제 감수성 검사에서 대부분의 항생제가 50% 미만의 매우 낮은 감수성을 보였고 그 중 imipenem (50.4%)과 ceftazidime (49.2%)이 *P. aeruginosa*에 가장 우수한 감수성을 나타냈다. 연도별 항생제 감수성은 대부분의 항생제가 시간이 지남에 따라 감수성이 감소하였다. Ceftazidime은 2000년에는 73.3%의 높은 감수성을 보였으나 시간이 지남에 따라 급격히 감소하여 2006년에는 20.0%의 낮은 감수성을 보였다. Ciprofloxacin은 감수성이 2000년에는 26.6%에서 2006년 3.3%로 감소하여 더 이상 *P. aeruginosa*에 효과가 없는 것으

로 나타났다. Piperacilline은 2000년 40.0%에서 2006년 20.0%로 감소하였고 imipenem은 2000년에는 53.3%였고 2006년에는 36.6%로 감소하였으나 다른 항생제에 비해 2006년에 가장 감수성이 높은 항생제로 나타났다 (Fig. 2).

## 고 찰

요로감염은 비뇨기계의 가장 흔한 질환 중 하나이며 성별에 관계 없이 모든 연령에서 나타날 수 있다. 요로감염은 정확한 진단 뿐만 아니라 적절한 분류가 치료 성공에 중요한 요소이다. 요로감염의 분류에는 여러 가지가 있는데, 그 중 하나가 단순성요로감염 (uncomplicated UTI)과 복잡성요로감염 (complicated UTI)이다. 단순성요로감염은 요로계의 기능적, 구조적 이상이 없는 건강한 사람에서 발병하는 요로감염이고, 복잡성요로감염은 요로계의 구조적, 기능적 이상이 있거나 면역력이 저하될 수 있는 당뇨나 신부전 등의 질환을 가진 사람에서 발생하는 요로감염이며 항생제 치료에 저항하여 치료가 어렵고 합병증의 빈도가 높다. 두 감염의 구분은 요로감염의 진단과 치료에 있어 중요한 초기 평가 단계로 항생제의 선택과 치료 기간 등을 결정하는데 중요할 뿐 아니라 검사의 필요 유무 등을 결정하는 중요한 지점이 된다. 복잡성요로감염을 시사하는 소견은 다양하여, 유럽비뇨기과학회 임상지침에 의하면 남성, 고령, 임신, 병원성 감염, 도뇨관 유지, 최근의 비뇨기계 시술, 요로폐색, 최근의 항생제 사용, 7일 이상 증상이 지속되는 경우, 방광요관역류, 당뇨와 면역이 저하된 경우 복잡성요로감염을 의심해야 한다.<sup>8</sup> 단순방광염이나 고열을 동반하지 않는 급성신우신염의 경우 입원이 필요하지 않고 외래를 기초로 한 치료가 행해지지만 대부분의 복잡성요로감염은 입원이 필요하며 항생제 치료 이외에 요로폐색의 해결 등의 추가 치료가 필요하다.

*P. aeruginosa*는 인체의 여러 부위에 집락화 될 수 있어 피부감염부터 전신감염까지 넓은 범위의 감염증을 일으킬 수 있다. 최근 기저 질환이 있는 병원 입원 환자의 폐렴, 그람음성균성 심내막염과 요도감염 중 *P. aeruginosa*의 감염이 증가하고 있다.<sup>5,6</sup> 최근 한 국내 보고에 의하면 *P. aeruginosa*가 분리된 1,748의 검체를 분석한 결과, 1차 병원에서 10.2%, 2차 병원에서 89.8%가 분리되었다. 또한 조사대상 균주의 검체별 분포는 객담 (49.9%)에서 가장 많이 분리되었고, 다음으로 소변 (18.9%), 창상 (13.5%), 농양 (9.4%) 순으로 나타나 요로감염이 상당히 많은 부분을 차지하고 있다는 것을 알 수 있었다.<sup>9</sup>

단순 요로감염의 경우 *E. coli*가 가장 많은 원인균으로 국외에서는 전체 요로감염의 50-80%를 차지하고 있고<sup>10,11</sup> 국

내의 보고에서는 34-46%를 차지하고 있다.<sup>2,12</sup> *P. aeruginosa*는 단순성 요로감염보다는 복잡성 요로감염에서 더 많이 분리되는 경향이 있어 외래 환자보다는 입원 환자에서 더 많이 검출되었다. Ryu 등<sup>2</sup>의 보고에 의하면 *P. aeruginosa*가 2000년에는 외래환자 7.1%, 입원환자 17.6%에서 분리가 되었고, 2005년에는 외래환자 4.7%, 입원환자 10.2%에서 분리되었다고 하였다. 본원의 경우도 결과가 본문에 제시되지는 않았지만 2005년 외래환자의 요로감염 중 6.3%, 입원환자의 요로감염 중 18.7%가 *P. aeruginosa*에 의해 발생하여 *P. aeruginosa*가 입원환자의 요로감염의 주요 원인균임을 알 수 있었다. 또한 전체 요로감염에서 *P. aeruginosa*가 차지하는 비중이 2000년 2.8%에서 2005년 13.7%로 급격히 증가하는 추세이다. 도뇨관을 가지지 않는 복잡성요로감염의 원인균으로 *E. coli*는 점차 감소하고 그람음성균이나 *Enterococcus* 등이 증가하고 있다. 도뇨관을 지니는 복잡성 요로감염 환자에서는 *P. aeruginosa*나 *Serratia marcescens* 등의 기회감염이 증가하고 있다.<sup>13,14</sup> 또한 Shigemura 등<sup>15</sup>은 *P. aeruginosa*에 의한 요로감염에서 도뇨관을 지닌 환자에서 도뇨관을 지니지 않은 환자보다 열성 요로감염이 더 많았다고 하였다. 본 연구에서도 도뇨관을 가진 환자에서 70.7%, 도뇨관을 지니지 않은 환자에서 42%의 열성 요로감염을 보여 도뇨관이 열성 요로감염의 중요한 인자임을 알 수 있었다.

*P. aeruginosa*는 biofilm을 잘 형성하는 균주로 알려져 있다.<sup>16</sup> Biofilm은 항생제 치료에 저항하는 요로감염을 일으키는 중요 원인이 된다. 장기간 도뇨관을 유지 중인 환자에서 지속적인 만성 방광염은 이러한 biofilm 감염을 고려하고 적절한 치료를 해야 한다. 또한 도뇨관을 유지한 환자에서 열성요로감염이 발생하면 도뇨관 표면의 세균이 집락을 형성하여 지속적인 감염원이 될 수 있으므로 도뇨관 제거를 고려해야 하며 적절한 항생제를 선택해야 한다.

일반적으로 *P. aeruginosa*는 전신 항암화학요법을 투여 받거나 면역억제 환자 등의 전신면역이 떨어져 있는 환자에서 잘 발생한다. 이러한 면역 저하는 백혈병, 간경화, 당뇨, 악성 임파종 등에서도 오기 때문에 이러한 질환을 가지고 있는 환자에서 요로감염이 있으면 배양검사를 통해 원인균을 파악하고 적절한 항생제를 사용하여 치료해야 한다.<sup>14</sup> 본 연구에서도 *P. aeruginosa*가 분리된 전체 환자의 34명 (20%)이 당뇨를 가지고 있었으며 5명 (2.9%)에서 전신 항암화학요법 중인 환자였으며 50명의 환자가 신경인성방광을 지니고 있었다.

*P. aeruginosa*는 다른 균에 비해 일반적으로 항생제 내성이 높은 경향이 있다. 항생제 내성은 입원 및 투약기간, 내원 환자들의 기저질환, 진료과의 다양성 등의 여러 요인에

의한다. Lee 등<sup>9</sup>은 임상검체별 항생제 내성률을 비교한 결과, 소변 분리주의 항생제 내성률이 객담, 상처 등 다른 검체 분리주보다 높은 경향을 나타냈다고 하였다. 소변 분리주의 경우 ceftazidime, cefepime, imipenem의 내성률은 약 30%였고, gentamicin과 ciprofloxacin 내성은 약 66%였는데 다른 검체 분리주의 항생제 내성률과 비교해 약 2배 정도 높은 경향을 보인다고 하였다. 시기에 따라서도 항생제 내성률이 차이를 보이는데, Ryu 등<sup>2</sup>은 2000년에 비해 2005년에 ceftazidime, cefotaxim, ofloxacin, imipenem의 항생제 내성률이 급격히 증가하였다고 하였다. 본 연구에서도 대부분의 항생제의 감수성이 시간이 지남에 따라 감소하는 것을 알 수 있었다. 2006년에 ceftazidime은 20%, ciprofloxacin은 3.3%의 낮은 감수성을 보여 더 이상 *P. aeruginosa*에 효과가 없는 것으로 나타났다. Piperacilline과 imipenem의 감수성도 2000년에 비해 2006년에 감소하였지만 다른 항생제에 비해 가장 감수성이 높은 항생제로 나타났다. *P. aeruginosa*에 의한 요로감염은 복잡성 요로감염으로 주로 발생하며 도뇨관을 가진 환자에서 열성요로감염을 잘 일으킨다. *P. aeruginosa*에 의한 요로감염은 점차 증가하고 항생제 감수성이 점차로 감소하는 추세이므로 기저질환이 있는 환자에서 요로감염의 적절한 진단과 적절한 항생제의 선택이 중요하다.

## 결 론

최근 7년간 *P. aeruginosa*에 의한 복잡성요로감염은 점차로 증가하고 있다. 또한 *P. aeruginosa*에 대한 대부분의 항생제의 감수성이 감소하고 있기 때문에 복잡성요로감염이 있을 때 반드시 균배양과 항생제 감수성검사를 시행하여 적절한 진단과 적절한 항생제를 선택하여 치료해야 한다. 특히 도뇨관을 지니는 환자에서 발생한 열성요로감염의 많은 원인균이 biofilm을 형성하는 *P. aeruginosa*이므로 적절한 항생제 치료와 함께 도뇨관의 세심한 관리가 필요하다. 의료환경의 변화와 여러 가지 요인으로 인해 요로감염의 원인균이 계속 변화하고 항생제 감수성 또한 변화하기 때문에 원인균에 대한 지속적인 감시와 연구가 필요하다.

## REFERENCES

- Mulholland SG, Jacobs JA. Management of urinary tract infections. AUA Update Series 1982;1:1-8
- Ryu KH, Kim MK, Jeong YB. A recent study on the antimicrobial sensitivity of the organisms that cause urinary tract infection. Korean J Urol 2007;48:638-45
- Pollack M. *Pseudomonas aeruginosa*. In: Mandell GL, Bennett JE, Dolin RM, editors. Mandell, Douglas and Bennett's principles and practice of infectious diseases. 5th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2000;2310-35
- Spencer RC. An 8 year microbe base survey of the epidemiology, frequency and antibiotic susceptibility of *Pseudomonas aeruginosa* hospital isolates in the United Kingdom. J Antimicrob Chemother 1996;37:295-301
- National Nosocomial Infections Surveillance System. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) system report, data, summary from January 1992 through June 2004, issued October 2004. Am J Infect Control 2004;32:470-85
- Jones RN, Kirby JT, Beach ML, Biedenbach DJ, Pfaller MA. Geographic variations in activity of broad-spectrum beta-lactams against *Pseudomonas aeruginosa*: summary of the worldwide SENTRY Antimicrobial Surveillance Program (1997-2000). Diagn Microbiol Infect Dis 2002;43:239-43
- National Committee for Clinical Laboratory Standards. Methods for dilution antimicrobial susceptibility test for bacteria that grow aerobically. NCCLS document M7-A5. NCCLS, Wayne, 2000
- Naber KG, Bishop MC, Bjerkklund-Johansen TE, Botto H, Cek M, Grabe M, et al. The management of urinary and genital tract infections. In: European association of urology. European Association of Urology Guidelines. Arnhem: Drukkerij Gelderland; 2006;1-126
- Lee JK, Sohn ES, Yoo YS, Yoo JI, Lee EH, Lee KR, et al. Antimicrobial resistance among clinical isolates of *Pseudomonas aeruginosa* from non-tertiary care hospitals in Korea, 2002-2004. Infect Chemother 2006;38:1-10
- Gupta K, Sahm DF, Mayfield D, Stamm WE. Antimicrobial resistance among uropathogens that cause community-acquired urinary infections in women: a nationwide analysis. Clin Infect Dis 2001;33:89-94
- Mathai D, Jones RN, Pfaller MA. Epidemiology and frequency of resistance among pathogens causing urinary tract infections in 1,510 hospitalized patients: a report from the SENTRY Antimicrobial Surveillance Program (North America). Diagn Microbiol Infect Dis 2001;40:129-36
- Song HJ, Kim SJ. A study of antimicrobial sensitivity to the causative organism of urinary tract infection. Korean J Urol 2005;46:68-73
- Cordero L, Sananes M, Coley B, Hogan M, Gelman M, Ayers LW. Ventilator-associated pneumonia in very low-birth-weight infants at the time of nosocomial bloodstream infection and during airway colonization with *Pseudomonas aeruginosa*. Am J Infect Control 2000;28:333-9
- Ono Y. *Pseudomonas aeruginosa*. Nippon Rinsho 2002;60:2150-5
- Shigemura K, Arakawa S, Sakai Y, Kinoshita S, Tanaka K, Fujisawa M. Complicated urinary tract infection caused by *Pseudomonas aeruginosa* in a single institution (1999-2003).

Int J Urol 2006;13:538-42

16. Kumon H, Ono N, Iida M, Nickel JC. Combination effect of fosfomycin and ofloxacin against *Pseudomonas aeruginosa*

growing in a biofilm. Antimicrob Agents Chemother 1995;39:1038-44

---