

## 임상검체에서 *Pseudomonas* spp.의 분리빈도와 항균제 감수성

신현성 임상병리연구실<sup>1</sup> 충남대학병원 진단검사의학과,<sup>2</sup> 고려대학교 보건과학대학 임상병리과<sup>3</sup>

신 현 성<sup>1</sup> · 박 연 보<sup>2</sup> · 조 경 진<sup>3</sup>

### Isolation Frequency and Antimicrobial Susceptibility of *Pseudomonas* Species from Clinical Materials

Hyun-Sung Shin<sup>1</sup>, Youn-Bo Park<sup>2</sup>, and Kyung-Jin Cho<sup>3</sup>

*Shin Hyun-Sung's Laboratory Science Office, Daejeon 301-775, Korea<sup>1</sup>,  
Department of Laboratory Medicine, Chungnam National University Hospital,  
Daejeon 301-721, Korea<sup>2</sup>,  
Department of Clinical Laboratory Science, College of Health Sciences,  
Korea University, Seoul 136-703 Korea<sup>3</sup>*

From the total 121,294 clinical materials submitted to the Department of Laboratory Medicine of "C" hospital from December 1, 2004 to November 30, 2006, 3,408 *Pseudomonas* spp. were isolated. The isolation frequencies of *Pseudomonas* spp. were as follows, *P. aeruginosa* 95.5%, *P. putida* 2.5%, *P. fluorescens* 0.8%, along with low frequencies of *P. luteola*, *P. alcaligenes*, *P. stutzeri*, *P. oryzihabitans*, *P. mendocina* and unidentified *Pseudomonas* species. The isolation rates of *Pseudomonas* spp. according to season and sex were evenly distributed. The isolated frequency of *Pseudomonas* spp. in male was two times higher than that of in female showing significantly more male patients in surgical areas and more female patients in internal areas ( $p < 0.001$ ). In monthly analysis, *Pseudomonas* spp. were the most frequently isolated in July (10.4%), but lowest in February (5.6%). Half of *Pseudomonas* spp. were isolated from sputum (48.2%). In the susceptibility analysis of *Pseudomonas* spp. by VITEK II AST cards, the *Pseudomonas* spp. showing higher susceptibility against antimicrobial agents were piperacillin/tazobactam (82.7%) in *P. aeruginosa*; amikacin (84.7%), colistin (83.3%) in *P. putida*; and amikacin (96.3%), cefepime (87.5%), ceftazidime (87.5%) ciprofloxacin (92.3%), colistin (88.5%) gentamicin (96.2%), isepamicin (96.1%), meropenem (92.3%), netilmicin (96.0%), piperacillin/ tazobactam (95.4%) and tobramycin (92.6%) in *P. fluorescens*.

---

**Key words:** *Pseudomonas* spp., Antimicrobial susceptibility, Isolation frequency

## I. 서 론

*Pseudomonas* 속은 phylum BXII에 Proteobacteria ph. nov. Class III Gammaproteobacteria, Order VIII Pseudomonadales, Family Pseudomonadaceae, Genus *Pseudomonas*에 속하는 균으로(Boone 등, 2001) 일반적으로 탄수화물을 발효하지 않고(Toda와 Takeya, 1974; Joklik 등 1992; Kim 등, 2005)보통 수용성색소를 생산한다(Toda와 Takeya, 1974). 보통 물이나, 토양, 동물, 식물에 부착하여 존재하고(Toda와 Takeya, 1974; Joklik 등, 1992; Kim 등, 2005), Forbes 등(2002)은 13종이, Murray 등(2003)은 11 종이 있는 것으로 발표하였으며 대표적인 균종은 *Pseudomonas aeruginosa*이다(Toda와 Takeya, 1974). 대부분의 *Pseudomonas* spp.는 사람에게 질병을 일으키는 경우는 매우 드물지만 숙주의 면역이 약화되었을 때 주요한 기회 감염 균으로 작용하며(Joklik 등, 1992; Kim 등, 2005) 사람에서 균 교대현상을 일으키고(Kim 등, 2005) 숙주의 선형질환이나, 섬유성 낭포증, 암, 심한 화상(Joklik 등, 1992; Kim 등, 2005) 스테로이드 또는 면역억제제 방사선치료 등 숙주의 면역을 약화시키는 여러 인자가 작용하면 발병이 촉진되고, 다수의 항생제에 내성이 심하고 치명적인 결과를 초래한다(Joklik 등, 1992; Kim 등, 2005). *P. aeruginosa*에 의한 균혈증은 치명적(Curtin 등, 1961)이고, 오염된 lignocaine jelly에 의한 수술 후 기도 감염(Philips, 1966), 신경외과수술 후 감염(Ayliffe 등, 1965), 분만실에서 소생기(resuscitators)(Fierer 등, 1967), 채뇨기 채변기(urine bottle과 bedpan)(Mcleod, 1958), 육아실(nursery)(Wilson 등, 1961), 환풍기 입구(faucet aerator)(Cross 등, 1966), 화상(Kominos 등, 1972), 주방의 식기(Shooter 등, 1971), 콘택트렌즈 착용자의 녹농균에 의한 각막 궤양(이 등, 1998), 기도흡인술을 요구하는 환자의 객담(Sutter 등, 1966) 등, 병원의 여러 환경 특히 습기가 유지되고 있는 세면대, 화장실, 청소도구, 소독대 및 알코올스폰지 등에서 흔히 발견된다(Sutter, 1968; Whitby와 Rampling, 1972). 또한 미국의 병원 내 감염에서 *E. coli* 16%, *Enterococcus* spp. 12%, *Pseudomonas* spp. 11%로 3번째 분리율을 나타내고 있으며(Schaberg 등, 1991), 우리나라에서는 *S. aureus* 17.2%, *P. aeruginosa* 13.8%로 두 번째로 분리율을 나타내고 있

는 것으로 보고되었다(대한병원감염관리학회 병원감염관리 실태조사위원회, 1997). 저자들은 C병원 진단검사의학과에서 분리된 *Pseudomonas* 속의 종별 분리율과 항균제 감수성 결과 등을 보고함으로서 *Pseudomonas* 감염에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재 료

검체는 2004년 12월 1일부터 2006년 11월30일까지 2년 동안 C병원 진단검사의학과에 의뢰된 환자의 임상검체 총 121,294예로부터 *Pseudomonas* spp.가 3,408주가 분리 배양된 것을 토대로 분석하였다.

### 2. 방 법

배양이 의뢰된 검체는 각각 검체에 따라 혈액한천배지나 MacConkey agar 기타 배지에 접종하여 37°C 배양기에서 24~48시간 배양한 균주를 VITEK II(Biomerieux Duham NC, USA)에 의한 자동화기기 동정 kit system에 의하여 동정하였다. 검사할 세균은 18-20시간 순수배양된 세균으로 혈액한천배지에서는 집락이 편평하고, 은빛색의 집락으로 방향성을 냄새를 내는 집락, 그리고 MacConkey agar에서는 무색의 편평한 집락을 0.45% 식염수에 부유시켜 McFarland No 0.5되게 맞춘 후 장내세균과 그 밖의 Gram 음성간균의 동정에 사용되는 29가지의 반응 시약이 들어있는 VITEK II-GN 카드에 주입하고 주입이 끝나면 sealer로 주입구를 막아서 기기에 내장된 배양기에(35°C)넣어 자동으로 결과를 판독 하였다.

항생제 감수성검사는 VITEK II system의 AST-N022 카드를 사용하였고, 감수성 판정기준은 CLSI(Clinical and Laboratory Standards Institute) M7-A7을 적용하였다.

### 3. 분석방법

분리빈도를 비교하기 위하여 SPSS 12.0을 이용하여 교차분석을 실시하였다.

### III. 결 과

#### 1. *Pseudomonas* spp.의 분리빈도

##### 1) 입원환자와 외래 환자

입원환자 중 *Pseudomonas* spp.의 균종은 8종이 동정되었고, 종별 분리 범위는 0%~95.6%였고, 외래환자에서는 6종이 분리 되었고, 종별 분리 범위는 0.6%~93.1%였다.

##### 2) 남녀별 분리 빈도

남녀별 분리 빈도에서 여자에서 동정된 균종은 7종이였고, 남자에서는 8종이, 남녀전체에서도 8종이었다. 분리 범위는 여자가 0명(0.1%~95.1%), 남자는 0명(0.1%~95.6%)였고, 남녀전체는 0.1%~95.5%였다. 남녀전체에서 균종의 분리율은 *P. aeruginosa* 95.5%, *P. putida* 2.5%, *P. fluorescens* 0.8%, *P. luteola* 0.3%, *P. alcaligenes* 0.1%, *P. stutzeri* 0.1%, *P. oryzihabitants* 0.1%, *P. mendocina* 0.1%, 기타 균종미상이 0.5%였다(Table 1).

*Pseudomonas* 감염환자들의 입원, 외래 분포와 성별 분포로 볼 때 남자는 2,387명으로 여자 1,021명에 비하여 훨씬 높은 빈도를 보였으며, 특히 남자는 입원환자에서 그리고 여자는 외래환자에서 보다 많은 것으로 나타났다 ( $p < 0.001$ )(Table 2).

**Table 2.** Patient type and sex distribution of *Pseudomonas* isolation frequencies

	Sex		Total(%)
	Male(%)	Female(%)	
In-patient	2,303(96.5)	946(92.7)	3,249(95.3)
Out-patient	84(3.5)	75(7.3)	159(4.7)
Total	2,387(100.0)	1,021(100.0)	3,048(100.0)

$\chi^2 = 23.544$

##### 3) *Pseudomonas* spp.의 월별 분리율

월별 *Pseudomonas* spp.의 분리율은 7월 10.4%, 9월 9.9%, 10월 9.2%, 8월 9.0%였고 낮은 달은 2월 5.6% (193/3408), 12월 7.1%(244/3408) 5월 7.3%(248/3408)였다. 월별 의뢰건수에 따른 *Pseudomonas* spp.의 분리율 범위는 2.29%~3.52%였다. 분리율이 가장 낮은 달은 2월 (2.43%)였으며, 분리율이 가장 높은 달은 9월(3.52%)였다. 남녀전체에서의 분리율은 평균 2.81%보다 높은 달은 10월(2.94%), 9월(3.52%), 8월(2.87%), 7월(3.26%), 6월(2.97%)이었다(Table 3).

##### 4) *Pseudomonas* spp.의 계절별 분리율

계절에 따른 *Pseudomonas* spp. 감염환자의 성별, 계절별 분포는 여름 28.4%, 가을 27.7%, 봄 23.2%, 겨울 20.7% 순으로 비교적 고르게 나타났다( $\chi^2 = 2.034$ )(Table 4).

**Table 1.** Sex and patient types distribution of *Pseudomonas* species isolated

Species	In-patient				Out-patient				Total					
	Sex	F	M	Sub T	F	M	sub T.		Female	Male	Total			
	No	No	No	%	No	No	No	%	No	%	No	%	No	%
<i>P. aeruginosa</i>	902	2,204	3,106	95.6	69	79	148	93.1	971	95.1	2,283	95.6	3,254	95.5
<i>P. alcaligenes</i>	1	4	5	0.2	0	0	0	0.0	1	0.1	4	0.2	5	0.1
<i>P. fluorescens</i>	10	17	27	0.8	1	0	1	0.6	11	1.1	17	0.7	28	0.8
<i>P. luteola</i>	2	5	7	0.2	1	2	3	1.9	3	0.3	7	0.3	10	0.3
<i>P. mendocina</i>	1	0	1	0.0	0	1	1	0.6	1	0.1	1	0.1	2	0.1
<i>P. oryzihabitants</i>	0	3	3	0.1	0	0	0	0.0	0	0.0	3	0.1	3	0.1
<i>P. putida</i>	27	56	83	2.6	2	1	3	1.9	29	2.8	57	2.4	86	2.5
<i>P. stutzeri</i>	0	3	3	0.1	1	0	1	0.6	1	0.1	3	0.1	4	0.1
Unidentified*	3	11	14	0.4	1	1	2	1.3	4	0.4	12	0.5	16	0.5
Total	946	2,303	3,249	100.0	75	84	159	100.0	1,021	100.0	2,387	100.0	3,408	100.0

Abbreviation, F : Female , M : Male, Sub T : subtotal

\* : Unidentified *Pseudomonas* spp.

**Table 3.** Monthly distribution of *Pseudomonas* spp. isolated

Month	PAE	PAL	PFL	PLU	PME	POR	PPU	PST	UN	Total		TNCM	%
										No	%		
JAN	263		2	0			2		1	267	7.8	10,012	2.67
FEB	186		2	0		1	3	1	0	193	5.6	7,933	2.43
MAR	246	1	0	2			2	1	2	255	7.5	9,359	2.72
APR	277		3	3			5		1	289	8.5	10,367	2.79
MAY	242		0	0			5		1	248	7.3	10,827	2.29
JUN	296	1	1	1			8		0	307	9.0	10,331	2.97
JUL	436		1	2		2	12		2	355	10.4	10,884	3.26
AUG	293		4	2			5	1	1	306	9.0	10,674	2.87
SEP	319	2	3	0	1		8		5	338	9.9	9,609	3.52
OCT	292		5	0			15	1	0	313	9.2	10,630	2.94
NOV	266	1	7	0			16		3	293	8.6	10,879	2.69
DEC	238		0	0	1		5		0	244	7.1	9,789	2.49
Total	3254	5	28	10	2	3	86	4	16	3,408	100.0	121,294	2.81

Abbreviation: PAE, *P. aeruginosa*; PAL, *P. alcaligenes*; PFL, *P. fluorescens*; PLU, *P. luteola*; PME, *P. mendocina*; POR, *P. oryzihabitans*; PPU, *P. putida*; PST, *P. stutzeri*; UN, unidentified *Pseudomonas* species; TNCM : Total number of clinical materials,

**Table 4.** Sex and seasonal distribution of *Pseudomonas* spp. isolated

Season	Sex		Total
	Male	Female	
Spring	545	247	792(23.2)
Summer	686	282	968(28.4)
Autumn	672	272	944(27.7)
Winter	484	220	704(20.7)
Total	2,387	1,021	3,408(100.0)

$\chi^2 = 2.034$

5) *Pseudomonas* spp.의 연령별 분리율

*Pseudomonas* spp.의 연령 군별 분리율에서 60세 이상 군이 55.7%, 40-59세군이 28.9%, 19세 이하 군이 8.0%, 20-39세군이 7.4%순 이었으나 통계검정에서 이들 연령 군 간에 차이가 없었다( $\chi^2=6.082$ )(Table 5).

**Table 5.** Age and sex distribution of *Pseudomonas* spp. isolated

Age group	Sex		Total(%)
	Male	Female	
≤19	195	76	271(8.0)
20-39	174	78	252(7.4)
40-59	717	269	986(28.9)
≥60	1,301	598	1,899(55.7)
Total	2,387	1,021	3,408(100.0)

$\chi^2 = 6.082$

6) *Pseudomonas* spp.의 검체별 분리율

*Pseudomonas* spp.의 검체별 분포에서 객담 48.2%, wound 10.1%, random urine 8.5%, catheterized urine 7.2%, blood와 nasal swab가 각각 3.5%였고 검체별 분리 범위는 0.03%-48.2%였다(Table 6).

**Table 6.** Sources of *Pseudomonas* spp. isolated

Sources	Isolate No.			%
	Famele	Male	Total	
Secretion, sputum	487	1157	1644	48.2
Wound	85	260	345	10.1
Urine, random.	74	215	289	8.5
Urine, catheterized.	57	189	246	7.2
Blood.	35	86	121	3.5
Nasal swab	43	76	119	3.5
Body fluid, bile	48	57	105	3.1
Bronchial aspiration	34	68	102	3.0
Other	32	46	78	2.3
Body fluid, other	32	40	72	2.1
Discharge, ear	30	30	60	1.8
Secretion, open pus.	19	28	47	1.4
Secretion closed pus(abscess)	12	23	35	1.0
Body fluid, peritoneal(ascitic).	4	30	34	1.0
Others, Catheter tip.	3	27	30	0.9
Throat swab	6	15	21	0.6
Body fluid, pleural	1	12	13	0.4
Tissue.	4	7	11	0.3
Body fluid, CSF	4	3	7	0.2
Discharge, eye	3	4	7	0.2
Discharge, urethral	0	6	6	0.2
Cervix	5	0	5	0.2
Urine, morning first.	1	4	5	0.1
Urine, Folley or Nelaton tip	1	2	3	0.1
Others*	1	2	3	0.1
Total	1,021	2,387	3,408	100.0

\* : The isolation frequency of *Pseudomonas* spp. lower than 0.1%. contained body fluid, pericardial, discharge, vaginal. secretion gastric juice

7) *Pseudomonas* spp.의 부서계열별 분리율

*Pseudomonas* spp. 감염환자의 내과 계열 과 외과계열 및 성별 분포에서 남자는 외과계열에서(37.9%) 많았던 것에 비하여, 여자는 내과계열에서(69.4%)의 빈도가 유의하게 높았다( $p < 0.001$ )(Table 7).

**Table 7.** Sex and department type isolation frequencies of *Pseudomonas* spp.

Department type	Sex		Total(%)
	Male	Famele	
Internal areas	1,482	709	2,191(64.3)
Surgical areas	905	312	1,217(35.7)
Total	2,387	1,021	3,408(100.0)

$\chi^2 = 16.852$

8) *P. aeruginosa*의 항균제 감수성 검사

*P. aeruginosa*에 대하여 70% 이상 감수성인 항균제는 piperacillin/tazobactam 82.7%, amikacin 73.0%, colistin 79.9%, meropenem 76.7%, piperacillin 71.0%였고, 70% 이상 내성인 항균제는 없었으며, 50%~69% 내성인 항균제는 tobramycin 62.5%, ticarcillin 51.0%였고, 14.7%~49% 범위의 내성인 항균제는 amikacin(23.4%), aztreonam(29.8%), cefepime(15.1%), cefpirome(20.1%), ceftazidime(21.1%), colistin(20.1%), gentamicin(38.5%), imipenem(16.1%), sepamicin(29.4%), meropenem(14.7%), netilmicin(42.2%), piperacillin/tazobactam(17.3%), ticacillin/clavulanic acid (49.0%), tobramycin(36.5%)였다(Table 8).

**Table 8.** Antimicrobial susceptibility patterns of *P. aeruginosa*

Antimicrobial agents	No.	Susceptibility(%)		
		R	I	S
Amikacin	3,245	23.4	3.6	73.0
Aztreonam	3,196	29.8	29.2	41.0
Cefepime	1,651	15.1	17.0	67.9
Cefpirome	3,168	20.1	48.8	31.1
Ceftazidime	3,013	22.1	17.0	60.9
Ciprofloxacin	3,011	38.2	3.5	58.3
Colistin	3,236	20.1	0.0	79.9
Gentamicin	3,244	38.5	14.5	47.0
Imipenem	3,248	16.1	13.0	70.9
Isepamicin	3,234	29.4	8.7	61.9
Meropenem	3,237	14.7	8.6	76.7
Netilmicin	2,986	42.2	9.0	48.8
Piperacillin	1,518	29.0	0.0	71.0
Piperacillin/tazobactam Ps	235	14.0	0.0	86.0
Piperacillin/tazobactam	2,986	17.3	0.0	82.7
Ticacillin	3,217	51.0	0.0	49.0
Ticacillin/clavulanic acid	3,219	49.0	0.0	51.0
Tobramycin	3,248	36.5	1.0	62.5

Abbreviations : R : resistant, I : intermediate, S : susceptible

9) *P. putida*의 항균제 감수성

*P. putida*에 70% 이상 감수성인 항균제는 amikacin 84.7%, colistin 83.3%였고, 70% 이상 내성인 항균제는 ticacillin과 ticacillin/clavulanic acid가 각각 94.0%였고,

50-69%의 내성인 항균제는 aztreonam 69.5%, piperacillin 56.0%였으며, 대부분이 22.4%~39.5%의 내성인 항균제는 cefepime(29.0%), cefpirome(38.6%), ceftazidime(38.2%), ciprofloxacin(36.9%), gentamicin(36.5%), imipenem(34.1%), isepamicin(38.1%), meropenem(34.5%), netilmicin(39.5%), piperacillin/tazobactam(22.4%), tobramycin(26.2%) 이었다 (Table 9).

**Table 9.** Antimicrobial susceptibility patterns of *P. putida*

Antimicrobial agent	No.	Susceptibility(%)		
		R	I	S
Amikacin	85	11.8	3.5	84.7
Aztreonam	82	69.5	29.3	1.2
Cefepime	31	29.0	9.7	61.3
Piperacillin	50	38.0	6.0	56.0
Cefpirome	83	38.6	6.0	55.4
Ceftazidime	76	38.2	1.3	60.5
Ciprofloxacin	76	36.9	2.6	60.5
Colistin	84	16.7	0.0	83.3
Gentamicin	85	36.5	2.3	61.2
Imipenem	85	34.1	0.0	65.9
Isepamicin	84	38.1	0.0	61.9
Meropenem	84	34.5	0.0	65.5
Netilmicin	76	39.5	1.3	59.2
Piperacillin/tazobactam	76	22.4	18.4	59.2
Ticacillin	84	94.0	3.6	2.4
Ticacillin/clavulanic acid	84	94.0	2.4	3.6
Tobramycin	84	26.2	13.1	60.7

10) *P. fluorescens*의 항균제 감수성

*P. fluorescens*에서 70%이상 감수성인 항균제는 amikacin 96.3%, cefepime 87.5%, cefpirome 78.9%, ceftazidime 87.5%, ciprofloxacin 92.3%, colistin 88.5%, gentamicin 96.2%, imipenem 74.1%, isepamicin 96.1%, meropenem 92.3%, netilmicin 96.0%, piperacillin/tazobactam 95.4%, tobramycin 92.6%, piperacillin 73.3%였고, *P. fluorescens*에 대하여 70%이상 내성인 항균제는 aztreonam 78.3%, ticacillin 88.9%, ticacillin/clavulanic acid 85.2%였으며, 50%~69%범위의 내성인 항균제는 없었으며, 대부분이 10% 내외의 내성을 나타냈다(Table 10).

**Table 10.** Antimicrobial susceptibility patterns of *P. fluorescens*

Antimicrobial	No	Susceptibility(%)		
		R	I	S
Amikacin	27	3.7	0.0	96.3
Aztreonam	23	78.3	17.4	4.3
Cefepime	16	0.0	12.5	87.5
Piperacillin	15	6.7	20.0	73.3
Cefpirome	19	5.3	15.8	78.9
Ceftazidime	24	8.3	4.2	87.5
Ciprofloxacin	26	7.7	0.0	92.3
Colistin	26	11.5	0.0	88.5
Gentamicin	26	3.8	0.0	96.2
Imipenem	27	3.7	22.2	74.1
Isepamicin	26	3.9	0.0	96.1
Meropenem	26	3.8	3.9	92.3
Netilmicin	25	4.0	0.0	96.0
Piperacillin/tazobactam	22	0.0	4.6	95.4
Ticacillin	27	88.9	7.4	3.7
Ticacillin/clavulanic acid	27	85.2	3.7	11.1
Tobramycin	27	7.4	0.0	92.6

#### IV. 고 찰

병원 내 기회감염에 대한 미국전역의 역학조사 결과 *P. aeruginosa*는 모든 병원 내 감염의 10~20%을 차지하고(Joklik 등, 1992; Kim 등, 2005), 모든 혈액에서 분리균주의 11%(Joklik 등, 1992; Kim 등, 2005), 화상센터나, 암 센터와 같은 특수병동에서 녹농균은 모든 감염증의 30%이며(Joklik 등, 1992; Kim 등, 2005), 정상인의 장관 내 녹농균의 보균율은 10%이나 입원 이틀 후 부터는 녹농균의 배출이 30%까지 증가한다(Joklik 등, 1992; Kim 등, 2005). *Pseudomonas* 속의 균종을 보면 Joklik 등 (1992)은 7종이, Forbese 등(2002)에는 13종이, 그리고, Murray 등(2003) 문헌에는 11종이 기록되어 있다. 실제 임상에서 분리 되는 균종을 보면 김 등(1985)은 *P. aeruginosa*, *P. cepacia*, *P. fluorescens*, *P. maltophilia*, *P. stutzeri* 등 5종을, 박과 윤(1988)은 혈액배양에서 *P. aeruginosa*, *P. mallei*, *P. cepacia* 등 3종을, 김 등(1994)은 혈액배양의 채래식방법과 BACTEC NR-660 자동기기방법에서 *P. aeruginosa*, *P. cepacia*, *P. fluorescens*, *P.*

*pikettii*, *P. putida*, *P. vesicularis* 등 6종을, 신 등(1991)은 다균성 균혈증에서 *P. aeruginosa*, *P. cepacia*, *P. pikettii*, *P. vesicularis*의 4종을, 김 등(1996)은 *P. aeruginosa*, *P. cepacia*, *P. fluorescens/putida*, *P. stutzeri* 등을 보고한바 있다. 본 조사에서는 *P. aeruginosa*, *P. alcaligenes*, *P. fluorescens*, *P. luteola*, *P. putida*, *P. mendocina*, *P. orizihabitants*, *P. stutzeri* 등 8종과 미 동정된 *Pseudomonas* spp.가 있었다.

*Pseudomonas*속 중 가장 분리빈도가 높고 임상적으로 중요한 균종은 *P. aeruginosa*였다(김 등, 1996; 신 등, 1995; 김 등, 1994; 김 등, 1985; 홍 등, 2004; 김 등, 1995; Søgaard 등, 2005; Morosini 등, 2005; 구 등, 1994; 신 등, 1991; 이 등, 1992; 정 등, 1987; 배 등, 1990; 신 등, 1978; 신, 1995). 본 조사에서 *Pseudomonas*의 균종 분포를 보면 *P. aeruginosa* 95.5%, *P. putida* 2.5%, *P. fluorescens* 0.8%, *P. luteola* 0.3%, *P. alcaligenes* 0.1%, *P. stutzeri* 0.1%, *P. orizihabitants* 0.1%, *P. mendocina* 0.1% 등 8종과 미 동정된 *Pseudomonas* spp. 0.5%로 *P. aeruginosa*가 당연 우세하였고 두 번째로는 *P. putida*(2.5%)였으나 다른 보고에서 숫자는 적었지만 *P. cepacia*가 2위 이었다(김 등, 1985; 배 등, 1990; 김 등, 1994; 신 등, 1995). 한편 박과 윤(1988)은 혈액배양에서 *P. cepacia*가 14주, *P. aeruginosa*가 5주로 분리순위가 본 조사와는 다른 양상이었다.

*Pseudomonas*에 감염환자들의 입원. 외래 분포를 성별 분포로 비교해볼 때 남자는 입원환자에서 많은 반면, 여자는 외래환자에서 보다 많았다( $p < 0.001$ )

분리율이 가장 낮은 달은 2월(2.43%)이었고, 분리율이 가장 높은 달은 9월(3.52%)였다. 전체에서는 평균 2.81보다 높은 달은 9월(3.52%), 7월(3.26), 10월(2.94%), 8월(2.87%)이었다. *Pseudomonas* spp.에 월별 분포에서 높게 나타난 달들은 서 등(1976)은 7월, 9월, 11월이었고, 김 등(1985)은 9월 11%, 11월 11%이었으며, 신(1995)은 6월 15.7%, 9월 15.7%이었고, 김 등(1996)은 9월 14.5%, 10월 12.3%이었고, 신과 이(1981)는 분리된 *Pseudomonas*의 수에 따른 월별 분리율은 8월, 9월이었다. 한편 분리율이 낮았던 월은 서 등(1976)은 2월이, 김 등(1985)은 1월 6%이었고, 신(1995)은 4월 1.7%이었다. 본 조사에서 분리된 *Pseudomonas* spp.만을 위한 분리율에서 7월 10.4%,

9월 9.9%, 10월 9.2%, 8월 9.0%였고 낮은 달은 2월 5.6%이었던 점은 이들 보고와 유사점이 있었다.

*Pseudomonas* spp.의 계절별 분리율에서 분리된 *Pseudomonas* spp.에 의한 백분율을 볼 때 여름 28.4%, 가을 27.7%, 봄 23.2%, 겨울 20.7% 순이었으나 이들 계절간에 통계적인 차이는 없이 고루 분포 하였다( $X^2=2.034$ ,  $p=0.565$ ). 그러나 녹농균에 대한 다른 사람의 계절 별 분포에서 서 등(1976)의 보고와는 본 조사가 아주 일치하였고, 신(1995)의 보고(여름 41.7%, 가을 33.9%, 겨울 15.7%, 봄 8.7%)와는 여름과 겨울은 일치하였으나 겨울과 봄은 순위가 역전되었다. 또한 신과 이(1981)의 보고(가을 27.7%, 여름 26.0%, 겨울 26.0%, 봄 20.3%)는 1위에 가을이며, 2위에 여름인 점과 3위에 겨울이라는 점과 4위에 봄 이었다는 점이 본 조사와는 상이한 양상이었다.

*Pseudomonas* spp.의 연령 군별 분리율에서 60세 이상군이 55.7%, 40~59세군이 28.9%, 19세 이하군이 8.0%, 20-39세군이 7.4%순이었으나 통계검정에서 이들 연령군 간에 차이가 없었다( $X^2=6.082$ ,  $P=0.108$ )(Table 5). 통계적으로 유의성은 없다하지만 60세 이상군이 55.7%로 가장 높았으며, 20-39세군이 7.4%로 가장 낮은 빈도였음은 노년층의 노쇠에 따른 만성적인 질병과 면역의 약화로 생각된다.

본 조사에서는 *Pseudomonas* spp.의 검체별 분포에서 객담, 상처분비물, 소변의 순이었으나 서 등(1976)은 농, 소변, 객담 순이었고, 신과 이(1981)는 농, 자궁경부 와 질(cervix & vaginal), 객담 과 인두 면봉 법(throat swab)의 순이었으며, 이 등(1985)은 균혈증과 패혈증 쇼크의 원인에서 피부, 호흡기계, 소변, 위장관의 순이었으며, 박과 윤(1988)은 검체는 적었지만 피부, 상처, 호흡기계의 순이었다. Sutter(1968)는 소변, 객담, 타액(saliva) 순 이었고, Schaberg 등(1991)은 미국의 병원감염에서 *P. aeruginosa*는 전체의 11%로 3위였으며, 비뇨기계 감염, 폐렴, 상처 감염의 순이라고 보고하였다. 서 등(1976)과 신과 이(1981)는 농이 많다 하였고, 본 조사는 객담이 많았으나 보고자에 따라 차이가 있다하겠으나 일반적으로 소변(Sutter, 1968, 서 등 1976)에서 분리빈도가 높았으며, Schaberg(1991)의 비뇨기계 감염이나 폐렴도 소변과 객담과 유관한 것으로 생각된다.

병원감염 *P. aeruginosa*는 지역사회 획득균주보다 내성

이 강하고 다제 내성균이 많다(Murray 등, 2003; Deplano 등, 2005). *P. aeruginosa*의 내성은 다수 요인에 의하고, 즉 porins를 갖고 있는 유전자 내에서 돌연변이, efflux pumps, penicillin-binding proteins 그리고 염색체성 lactamase는  $\beta$ -lactams carbapenems, aminoglycosides 그리고 fluoroquinolones에 대하여 모두 내성으로 기여한다(Murray 등, 2003). *P. aeruginosa*는 metallo- $\beta$ -lactamases와 같은  $\beta$ -lactamases를 획득하여 imipenem을 변성시킨다. 이들 효소를 갖고 있는 유전자들은 염색체와 plasmids나 integrons의 둘 중에 하나에 위치한다(Murray 등, 2003)고 알려져 있다. *P. aeruginosa*는 항 포도알구균성 항균제인 penicillins, ampicillin, amoxicillin/clavulanic acid, ampicillin/sulbactam, tetracyclins, macrolides, rifampicin, chloramphenicol, trimethoprim/sulfasoxazole, 그리고 경구용 광범위 cephalosporins(cefexime과 cefpodoxime)에 일률적으로 내성이다(Murray 등, 2003). Murray 등(2003)은 북아메리카에서 antipseudomonal penicillin(piperacillin과 piperacillin/tazobactam), aminoglycosides(tobramycin과 amikacin), ciprofloxacin, cefepime, ceftazidime, meropenem과 imipenem에 대하여 75%이상 감수성이라 하였고, monobactam, aztreonam과 fluorquinolone, levofloxacin은 50~80%였다. *P. aeruginosa*의 항생제 내성은 라틴 아메리카에서는 보다 많았으나, 유럽에서는 정도가 낮았으며, 북아메리카에서 분리된 것과 항균제 비교에서 모든 classes에서 25% 정도 더 감수성이었다. 또한 European survey에서 *P. aeruginosa*분리균주의 약 80%가 gentamicin, tobramycin에 대하여 80%이상 감수성이었고, amikacin은 92%의 감수성을 나타냈다(Murray 등 2003). 본 조사에서 piperacillin/tazobactam (82.7%)과 piperacillin (71.0%)은 높은 감수성을 보였고, amikacin 73.0%, colistin 79.9%, meropenem 76.7%, 등에서도 높은 감수성을 나타내었다.

*P. aeruginosa*에 대한 항균제인 amikacin에 대한 감수성은 Morosini 등(2005)은 Spain에서 68.4%였으며, 국내 보고는 74%~93.3%(정 등, 1987), 93.3%(김 등, 1995), 86.6%(홍 등, 1984)으로 보고하였다. 또한 홍 등(1984)은 1981년 82%에서 1983년 75%로 감수성이 감소하였다고 보고하였고 국내 여러 보고(김 등, 1985(78%); 김 등, 1996(74%))에서 점차 감수성이 감소되는 경향을 보여 본 조사의 amikacin 감수성이 73.0%로 다른 보고자보다 낮

은 것은 이러한 감수성 감소 즉 내성 증가의 경향으로 판단되었다.

Gentamicin에 대한 감수성은 Morosini 등(2005)은 41.7%로 보고하였고, 국내에서의 보고는 37%~74%로 정 등(1992)은 37%, 홍 등(1984)은 1980년에 73%, 1983년에 51%, 김 등(1995)은 52.7%, 김 등(1985)은 59%, 김 등(1996)은 74%로 다양하게 보고하였고, 본 조사는 47.0%로 보고자에 따라 차이가 있었고, 시간경과에 따라 감수성 주가 감소 경향이었다. Aztreonam에 대해서도 정 등(1992)은 63%로 보고한 반면 13년 후인 본 조사에서는 41.0%로 감수성이 감소하였고, Brazil의 Sader 등(2006)은 33%로 보고하여 감수성의 감소 경향이 두드러졌다.

Cefepime에 대해서는 정 등(1992)은 60%, Sader 등(2006)은 57%였고 본 조사는 67.9%로 시간경과에 따른 감수성의 저하가 없었다. Ceftazidime에 대해서는 정 등(1992)은 63%, 김 등(1996)은 77%, Morosini 등(2005)은 78.6%, Sader 등(2006)은 44%였고, 본 조사에서는 60.9%로, 년도 경과에 따른 감수성의 저하보다는 지역에 따라 차이가 있었다. Colistin에 대해서는 김 등(1985)은 93%, Morosini 등(2005) 97%, 본 조사 79.9%는 이들 보고와 10%이상 차이는 있었으나 비교적 좋은 감수성을 나타냈다.

Imipenem에 대해서는 Morosini 등(2005) 58.3%, Sader 등(2006)은 72%였고, 본 조사는 70.9%는 Sader 등과는 차이가 없었으나 Morosini(2005)와는 약 12% 이상 감수성이었다. Meropenem에 대해서는 Morosini 등(2005)은 75.7%였고, 본 조사는 76.7%는 차이가 없었다. Piperacillin에 대해서는 정(1992)은 39%, 김 등(1995)은 45.7%, 김 등(1996) 65%, Morosini 등(2005)은 79.1%, 본 조사는 71%로 약 12~13년 전보다는 오히려 감수성이 25~30%증가 되었다. Piperacillin/tazobactam에 대해서 Morosini 등(2005)은 83%, Sader 등(2006)은 78%, 본 조사 82.7%는 큰 차이는 아니었다. Tobramycin에 대해서는 홍 등(1984)은 1981년 69%, 1983년 53%, 김 등(1985)은 66%, 김 등(1996)은 77%, Morosini 등(2005)은 79.1%, 본 조사는 62.5%로 보고자에 따라 차이가 있었다. Ciprofloxacin에 대해서는 김 등(1995)은 64.2%, 김 등(1996)은 65%, Morosini 등(2005)은 75.7%, 본 조사는 58.3%로 국내보고와는 근소한 차이였으나, Morosini 등(2005)과는 17% 이



상 차이가 있었다.

*P. putida*의 항균제 감수성에서 김 등(1995)은 gentamicin에서 1986년 87.5%, 1993년 86.7%였고 본 조사 61.2%과는 약 25%이상 감수성의 저하를 볼 수 있었다. Amikacin에 대해서는 김 등(1995)은 1986년 100.0%, 1993년 60.0%였고, 본 조사 84.7%는 김 등(1995)의 1986년 보고보다는 감수성에 저하를 보였다.

*P. fluorescens*의 항균제 감수성검사에 대한 다른 보고가 없어서 비교 검토가 어려웠으나 정 등(1987)은 non-aeruginosa *Pseudomonas* 속에 대한 항균제 감수성검사에서 gentamicin 100.0%, amikacin 100.0%, tobramycin 100.0%였고, 본 조사의 *P. fluorescens*에서는 각각 96.2%, 96.3%, 92.6%로 좋은 감수성을 나타냈다.

한편 녹농균치료에 gentamicin과 carbenicillin등의 항균제는 생체 내에서 상승작용으로 치명적인 중증환자에게 두 약제의 병합사용이 권장되나 이들 두 약제는 시험관 내에서 약제의 불활성화 때문에 주사 전에 서로 혼합시켜서는 안된다(김 등, 2005)고 하였다. 최근 능동면역으로 사망 직전의 환자에게 7종의 다가 백신(pseudogen)은 화상환자의 경우 균혈증 발생 빈도를 낮추는 데 유효하다(김 등, 2005).

*P. aeruginosa*는 우리나라에서 단일균종으로는 두 번째로 높은 병원감염균이고(대한병원감염관리 학회 병원감염률 조사위원회, 1997), 미국에서도 *E. coli* 16%, enterococci 12%, *P. aeruginosa* 11%로 3위로 높은 병원감염균(Schaberg, 1991)이고, *Pseudomonas* spp.에 사용한 항균제에 대하여 80% 이상 감수성인 항균제 비율은 *P. aeruginosa* 가 5.9%(1/17), *P. putida* 11.8%(2/17)로 사용할 항균제가 상당히 제한적인 다제내성균이며, 악성종양이나, 중증화상환자, 그 외 선행질환이 있거나 스테로이드 또는 면역억제제, 항암제, 방사선 치료 등으로 숙주의 저항력이 약화되는 여러 인자가 작용하면 발병이 촉진되어 이런 경우 녹농균의 감염은 치명적이라는 점(김 등, 2005)을 감안해서 병원감염관리와 환자 관리에 집중적인 관리가 되어야 할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. Ayliffe GAJ, Lowbury EJJ, Hamilton JG, Small JM, Asheshov EA, Parker MT. Hospital infection with *Pseudomonas aeruginosa* in neurosurgery. *Lancet* 21:365-368, 1965.
2. Boone DR, Castenholz RW, Garrity GM. Bergey's manual of Systemic Bacteriology 2nd Edition volume One. p160, Springer, 2001.
3. Cross DF, Benchimot A, Dimond FC. The faucet aereotor-A source of *Pseudomonas* infection. *N Engl J Med* 274:1430-1430, 1966.
4. Curtin JA, Petersdorf RG, Bennett IL. *Pseudomonas* bacteremia: Review of ninety-one cases. *Ann Intern Med* 54(6):1077-1107, 1961.
5. Deplano A, Denis O, Poirel L, Hocquet D, Nonhoff C, Byl B, Nordmann P, Vincent JL, Struelens MJ. Molecular Characterization of an Epidemic Clone of Panantibiotic-Resistant *Pseudomonas aeruginosa*. *J Clin Microbiol* 43(3):1198-1204, 2005.
6. Fierer J, Taylor PM, Cezon HM. *Pseudomonas aeruginosa* epidemic traced to delivery-room resuscitators. *N Engl J Med* 276(18): 991-996, 1967.
7. Forbes BA, Sahn DF, Weissfeld AS, Trevino EA. Balley & Scott's Diagnostic microbiology 11th. edition p385-398, Mosby, 2002.
8. Joklik WK, Hilda PW, Amos DB, Wilfert CM, Zinsser Microbiology 20th edition. p576-583, Appleton & Lange, 1992.
9. Kim HJ, Lee JC. Shin BA, Song HY. Medical Microbiology. 대한미생물학회 편, p343-347, Elsevier (Singapore), 2005.
10. Kominos S, Charles D, Copeland E, Grosiak B. Mode of transmission of *Pseudomonas aeruginosa* in a burn unit and intensive care unit in a general hospital. *Appl Microbiol* 23(2):309-312, 1972.
11. Mcleod JW. The hospital urine bottle and bedpan as reservoirs of infection by *Pseudomonas pyocyanea*. *Lancet* 1(7017):394-397, 1958.
12. Morosini M, Garcia-Castillo M, Loza E, Perez-Vazquez M, Baquero F, Canton R. Breakpoint for predicting *Pseudomonas aeruginosa* susceptibility to inhaled

- tobramycin in Cystic Fibrosis patients: Use of high-range Etest strips. *J Clin Microbiol* 43(9):4480-4485, 2005.
13. Murray PR, Baron EJ, Jorgensen JH, Pfaller MA, Tenover FC, Tenover FC. Manual of Clinical Microbiology. 8th edition. p719-728, ASM press, 2003.
  14. CLSI M7-A7. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Sixteenth Informational supplement. Clinical and Laboratory Standards Institute, 2006.
  15. Philips I. Postoperative respiratory tract infection with *Pseudomonas aeruginosa*: Due to contaminated Lignocaine Jelly. *Lancet* 1(7443):903-904, 1966.
  16. Sader HS, Fritsche TR, Jones RN. Accuracy of Three Automated systems (MicroScan WalkAway, VITEK, and VITEK II) for Susceptibility Testing of *Pseudomonas aeruginosa* against Five Broad -Spectrum Beta-Lactam Agents. *J Clin Microbiol* 44(3):1101-1104, 2006.
  17. Schaberg DR, Culver DH, Gaynes RP. Major trends in the microbial etiology of nosocomial infection. *Am J Med* 91(3B):72s-75s, 1991.
  18. Shooter RA, Cooke EM, Faiers MC, Breaden AL, O'Farrell SM. Isolation of *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Klebsiella* from food in hospitals, canteens, and schools. *Lancet* 2(7721):390-392, 1971.
  19. Sögaard M, Stender H, Schönheyder HC. Direct identification of major blood culture pathogens, including *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*, by a panel of fluorescence in situ hybridization assays using peptide nucleic acid probes. *J Clin Microbiol* 43(4):1947-1949, 2005.
  20. Sutter VL. Identification of *Pseudomonas* species isolation from hospital environment and human sources. *Appl Microbiol* 16(10):1532-1538, 1968.
  21. Sutter VL, Hurst V, Grossman M, Calonge R. Source and significance of *Pseudomonas aeruginosa* in sputum. *JAMA* 197(11):854-858, 1966.
  22. Toda T, Takeya K. *Toda's New Bacteriology*. 26th ed. p305-307, Nanzando company, Limited, Tokyo, 1974.
  23. Whitby JL, Rampling A. *Pseudomonas aeruginosa* contamination in domestic and hospital environments. *Lancet* 1(7740):15-17, January, 1972.
  24. Wilson MG, Nelson RC, Philips LH, Boak RA. New source of *Pseudomonas aeruginosa* in a Nursery. *JAMA* 175(13):112-114, 1961.
  25. 구석봉, 김수현, 신종희, 양동욱. Aminoglycoside 사용량과 그람음성간균의 항균제 내성 변화. *대한임상병리학회지* 14(1):61-69, 1994.
  26. 김구엽, 이희주, 서환조. 세균의 항균제 감수성변화의 추이; 1986년-1993년 결과. *감염* 27(2):119-140, 1995.
  27. 김문희, 이우인, 이희주, 서진태. 혈액배양에 있어서 재래식방법과 BACTEC NR-660 자동기기방법에 의한 균혈증 성적의 비교. *대한임상병리학회지* 14(1):70-79, 1994.
  28. 김현경, 이경원, 정운섭, 권오현, 김준명, 김동수. 1984-1993년의 혈액배양 성적. *감염* 28(2):151-165, 1996.
  29. 김현옥, 강창기, 정운섭, 이삼열. 1974-1983년 연세의료원에서의 혈액배양 결과. *감염* 17(1):15-32, 1985.
  30. 대한병원감염관리학회 병원감염관리 실태조사 위원회. 1996년도 국내병원감염률 조사 연구. *병원감염관리* 2(2):157-176, 1997.
  31. 박근용, 윤덕구. 혈액배양에서 분리된 병원균과 항생제 감수성에 관한 연구. *감염* 20(2):123-132, 1988.
  32. 배현주, 김성민, 백경란, 신형식, 송영욱, 박선양, 김병국, 최강원, 김의중. 백혈병환자에서 Hickman Catheter 감염에 관한 연구. *감염* 22(2):73-78, 1990.
  33. 서진태, 김상인, 조한희, 서정의. 녹농균에 대한 검색. *대한병리학회지* 10(2):241-245, 1976.
  34. 신동훈, 어영, 장인호, 윤갑준. 최근 7년간의 다균성균혈증에 대한 분석. *대한임상병리학회지* 15(3):430-438, 1995.
  35. 신현성, 이도현, 유희중, 황선철. *Klebsiella-Enterobacter-Serratia*의 분리 및 항균제에 대한 감수성. *최신의학* 21(11):110-117, 1978.
  36. 신현성. 질강 내 균 총연구(II). 대전보건대학 논문집

- 16:195-215, 1995.
37. 신현성, 이민웅. 임상검체에서 분리된 녹농균에 대한 임상세균학적 조사 연구. 동국대학교 대학원 연구논집 11:167-188, 1981.
  38. 신형식, 김성민, 백경란, 김양수, 배현주, 오명돈, 정문현, 최강원. 원내 폐렴의 원인에 관한 연구. 감염 23(3):139-144, 1991.
  39. 이강석, 함기백, 정상만, 임승길, 이현철, 홍천수, 허갑범, 이상용. 균혈증 및 패혈증 속크에 대한 임상적 고찰. 감염 17(1):7-14, 1985.
  40. 이정명, 김태연, 최태윤. 콘택트렌즈 착용자에서 발생된 녹농균성 각막귀양 20예에 대한분석. 감염 30(2):185-189, 1998.
  41. 이수철, 김제중, 고성건. 요로감염증에 대한 Lomefloxacin의 임상경험. 감염 24(1):37-43, 1992.
  42. 정문현, 최강원, 김의중. 입원환자 인두에서의 그람음성간균의 집락율과 변화추세. 감염 19(1):5-14, 1987.
  43. 정윤섭, 이경원, 권오현. Cefepime의 *Enterobacter cloacae*, *Serratia marcescens* 및 *Pseudomonas aeruginosa* 등호기성 그람음성간균에 대한 항균력. 감염 24(1):1-12, 1992.
  44. 홍석일, 권태희, 박창선, 석종성, 김상인, 서울대학교병원에서 분리된 각종병원균의 항생제 감수성 경향에 대한 검색. 대한임상병리학회지 4(2):149-162, 1984.
  45. 홍성근, 이종욱, 용동은, 김의중, 정석훈, 박연준, 최태열, 어영, 신중희, 이위교, 안지영, 이성희, 우건조, 이경원. 국내 12개병원의 임상검체에서 분리된 주요 세균의 항균제 내성율. 대한미생물학회지 7(2):171-177. 2004.