

Antimicrobial Resistance of Clinically Important Bacteria Isolated from 12 Hospitals in Korea in 2005 and 2006

Hyukmin Lee¹, Chang Ki Kim², Jongwook Lee³, Sung-Hee Lee⁴, Ji Young Ahn⁵, Seong Geun Hong⁶, Yeon Jun Park⁷, Seok Hoon Jeong⁸, Eui-Chong Kim⁹, Wee Kyo Lee¹⁰, Young Uh¹¹, Jong Hee Shin¹², Tae Yeal Choi¹³, Hyo-Sun Kwak¹⁴, Kyungwon Lee²

Department of Laboratory Medicine, ¹Kwandong University College of Medicine, Goyang; ²Yonsei University College of Medicine, Seoul; ³Keonyang University Medical College, Daejeon; ⁴Cheju Hanmaeum Hospital, Jeju; ⁵Sooncheonhyang University College of Medicine, Gumi; ⁶Pochon CHA University College of Medicine, Seongnam; ⁷The Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul; ⁸Kosin University College of Medicine, Busan; ⁹Seoul National University College of Medicine, Seoul; ¹⁰Ajou University College of Medicine, Suwon; ¹¹Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju; ¹²Chonnam National University Medical School, Gwangju; ¹³Hanyang University College of Medicine, Seoul; ¹⁴Food Microbiology Division, Center for Food Safety Evaluation, Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea

Background: Emergence and spread of antimicrobial resistant bacteria make it difficult to treat infections. A rapid increase in antimicrobial-resistant bacteria has become a serious problem in many countries including Korea, and it is important to perform a nationwide study of antimicrobial resistance to obtain some basic data that will help solve these problems. The aim of this study was to determine the nationwide prevalence of resistance among frequently isolated bacterial pathogens in 2005 and 2006 in Korea.

Methods: We collected routine susceptibility data for medically important bacterial pathogens from 12 university and general hospital laboratories in Korea from April to September in 2005 and from January to June in 2006. Collected data was analyzed by patient group.

Results: The proportions of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) were 65% in 2005 and 72% in 2006, respectively. The resistance rates of *Enterococcus faecium* to vancomycin were 29% in 2005 and 24% in 2006. The non-susceptible rates of *Streptococcus pneumoniae* to penicillin were 68% in 2005 and 74% in 2006. The resistant rates of *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* to the 3rd generation cephalosporin were 10~12% and 25~

39%, respectively, in 2005 and 11~15% and 30~34% in 2006. In *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae* and *Serratia marcescens*, the resistance rates to 3rd generation cephalosporin were 23~31%, 32~34%, and 17~27%, respectively, in 2005 and 21~37%, 37~43%, and 13~31% in 2006. The resistance rates to imipenem and meropenem were 21% and 18%, respectively, in *Pseudomonas aeruginosa* and 18% and 25% in *Acinetobacter baumannii* in 2005; 29% and 20% in *P. aeruginosa* and 18% and 23% in *A. baumannii* in 2006. Cotrimoxazole and levofloxacin resistance rates of *Stenotrophomonas maltophilia* were 5% and 13%, respectively, in 2005 and 3% and 7% in 2006. There were no isolates resistant to 3rd generation cephalosporin and fluoroquinolone among non-typhoidal *Salmonella* in 2005.

Conclusion: Antimicrobial resistance of medically important bacteria is still a serious problem in Korea. To manage the problem, a continuous nationwide surveillance and diversified investigation and effort have become more important. (Korean J Clin Microbiol 2007;10:59-69)

Key Words: MRSA, VRE, ESBL, Carbapenem, Antimicrobial resistance, Nationwide surveillance

서 론

항균제의 발견으로 세균성 감염질환은 완전히 정복된 것으로

생각되었으나, 내성 세균의 출현과 확산으로 인해 세균 감염증 치료는 점점 어려워지고 있다[1-3].

항균제 내성률은 흔히 국가간, 지역간, 병원간 및 환자군 간에 비교되지만, 항균제의 선택 압력과 내성 균주의 확산에 따라 다양하다. 과거에는 항균제 내성균의 선택과 확산이 주로 병원 내의 문제라고 생각하였으나 근래에는 원내 감염환자가 지역 사회에서 내성균을 전파하고, 원내에서 내성균을 획득한 환자

Received 4 January, 2007, Accepted 8 March, 2007

Correspondence: Kyungwon Lee, Department of Laboratory Medicine, Yonsei University College of Medicine, 134, Sinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea. (Tel) 82-2-2228-2446, (Fax) 82-2-313-0908, (E-mail) leekcp@yumc.yonsei.ac.kr

가 병원에 입원하여 내성균을 퍼뜨리는 경우도 있다[4]. 국내의 항균제 내성 문제는 외국에 비하여 심각하며, 이를 해결하기 위해서는 국내의 내성 현황을 정확히 파악하고 있어야 한다[5]. 따라서 항균제 내성의 확산을 차단하고 병원 감염 관리의 기본적인 지침을 세우기 위해서는 범국가적인 내성 경향을 알 수 있는 전국 규모의 내성률 조사와 지역 사회의 내성률을 반영할 수 있는 외래 환자에 대한 내성률 조사가 다년간에 걸쳐 지속적으로 요구된다.

Table 1. Geographic distribution of the hospitals participated in the study

Location	Hospital
Seoul	Hanyang University Hospital
	Kangnam ST. Mary's Hospital
	Seoul National University Hospital
	Severance Hospital
Busan	Kosin University Gospel Hospital
Daejeon	Konyang University Hospital
Gwangju	Chonnam National University Hospital
Gangwon	Wonju Christian Hospital
Gyeonggi	Ajou University Hospital
	Pochon Cha University Bundang Hospital
Gyeongbuk	Soonchunhyang University Gumi Hospital
Jeju	Hanmaeum General Hospital

본 연구에서는 2004년[5]에 이어 2005년과 2006년 상반기에 전국 12개 대학 및 종합 병원을 내원한 환자에서 분리된 주요 세균의 항균제 내성률을 환자군별로 분석하여 세균 감염증 환자 치료를 위한 항균제 사용 지침 및 관리체계 구축을 위한 범국가적인 연도별 기초자료로 사용하고자 하였다.

재료 및 방법

2005년 4~9월과 2006년 1~6월에 분리된 주요 세균, 즉 *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii*, *Serratia marcescens*, non-typhoidal *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Stenotrophomonas maltophilia* 및 *Hemophilus influenzae*의 항균제 내성률을 전국 각지의 12개 대학 및 종합병원에서 조사하였다(Table 1). 항균제 감수성 시험은 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)에서 권장하는 디스크 확산법[6], Vitek (bioMerieux, Marcy l'Etoile, France) 및 Microscan (Dade Microscan Inc., West Sacramento, CA, USA) 시스템을 이용한 액체배지 미량 희석법을 이용하였다(Table 2). *Staphylococcus* 군종의 methicillin 내성은 병원에 따라 cefoxitin 또는 oxacillin으로 시험하였고, *S. pneumoniae*의 penicillin G 내성은 oxacillin으로 시험하였다. 항균제 감수성 결과의 분석은 감수성 결과가 중간인 것은 제외하고 내성인 것만을 분석하였으나, *S.*

Table 2. Antimicrobial agents used for the susceptibility testing of clinically important pathogens

Gram-positive cocci		Gram-negative rods	
<i>S. aureus</i>	Enterococci	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Penicillin	Ampicillin	Ampicillin	Piperacillin
Oxacillin	Fluoroquinolone	Piperacillin	Pip-Tazobactam
Erythromycin	Tetracycline	Amp-Sulbactam	Cef-Sulbactam
Clindamycin	Vancomycin	Pip-Tazobactam	Ceftazidime
Fluoroquinolone	Teicoplanin	Cef-Sulbactam	Cefepime
Cotrimoxazole		Cephalothin	Aztreonam
Tetracycline		Cefotaxime	Imipenem
Gentamicin		Ceftazidime	Meropenem
Vancomycin		Cefepime	Amikacin
Teicoplanin		Aztreonam	Gentamicin
		Cefoxitin	Tobramycin
		Imipenem	Fluoroquinolone
		Amikacin	Cotrimoxazole
		Gentamicin	
		Tobramycin	
		Fluoroquinolone	
		Cotrimoxazole	
		Tetracycline	

Table 3. Antimicrobial resistance (%) of *S. aureus* by patient group in 2005 and 2006

Antibiotics	2005				2006			
	OPD (2,250)	GW (6,184)	ICU (3,689)	Total (8,815)	OPD (2,024)	GW (5,494)	ICU (3,347)	Total (10,232)
Penicillin	93	97	98	96	94	96	98	97
Oxacillin	45	62	84	65	49	72	86	72
Erythromycin	49	65	84	64	51	69	85	70
Clindamycin	32	53	77	53	33	59	78	60
Fluoroquinolone	34	52	77	55	37	59	80	62
Cotrimoxazole	8	12	16	11	6	15	12	11
Tetracycline	39	41	57	44	40	56	67	55
Gentamicin	42	57	79	58	41	63	79	64
Vancomycin	0	0	0	0	0	0	0	0
Teicoplanin	0	0	0	0	0	0	0	0

Abbreviations: OPD, out-patient department; GW, general ward; ICU, intensive care unit. Figures in the parentheses denote a number of isolates tested for each patient group.

*pneumoniae*의 penicillin 항균제에 대한 결과는 비감수성 결과로 분석하였다. 동일 환자에서 반복 분리된 균주의 내성 결과는 제외하였다. 군종별로 20주 미만의 결과와 정도관리 결과가 좋지 않았던 병원의 결과는 제외하였다. 병원 규모에 의한 차이에 따른 오차를 최소화하기 위해 각 병원에서 수집한 내성률을 산술 평균하여 분석하였다. 또한 환자군별, 즉, 외래, 일반 병실 및 중환자실 환자에서 분리된 세균의 내성률을 평균하였고, 환자군별 분리 세균 수가 부족한 일부 군종은 평균 내성률만을 계산하였다.

결 과

항균제 내성을 위해 검사된 균주 수는 2005년에 *S. aureus* 8,815주, *S. pneumoniae* 1,157주, *E. faecalis* 4,288주, *E. faecium* 4,165주, *E. coli* 9,805주, *K. pneumoniae* 6,394주, *C. freundii* 849주, *E. cloacae* 2,321주, *S. marcescens* 1,375주, *P. aeruginosa* 7,306주, *A. baumannii* 3,631주, *S. maltophilia* 1,462주, non-typhoidal *Salmonella* 123주 및 *H. influenzae* 195주로 총 51,886주였고, 2006년에는 *S. aureus* 10,232주, *S. pneumoniae* 879주, *E. faecalis* 4,367주, *E. faecium* 5,253주, *E. coli* 9,848주, *K. pneumoniae* 4,568주, *C. freundii* 613주, *E. cloacae* 1,581주, *S. marcescens* 942주, *P. aeruginosa* 6,015주, *A. baumannii* 3,259주, *S. maltophilia* 1,715주, non-typhoidal *Salmonella* 63주 및 *H. influenzae* 228주로 총 49,681주였다.

*S. aureus*의 2005년과 2006년 penicillin 내성률은 96%와 97%로 매우 높았으며, 주요 원내 감염균인 methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA)의 분리 비율은 2005년 65%, 2006년 72%로 높았다. Erythromycin, clindamycin, gentamicin, fluoroquinolone 및

tetracycline에 대한 내성률은 2005년에 44~64%였고 2006년에는 55~70%였다. Cotrimoxazole에 대한 내성률은 2005년과 2006년에 모두 11%로 같았으며, vancomycin과 teicoplanin에 내성인 균주는 없었다. 환자군별로는 대체로 중환자실 분리주의 내성률이 높았으며, 2005년과 2006년 내성률이 MRSA의 경우, 각각 84%와 86%였다(Table 3).

S. pneumoniae 중 penicillin에 비감수성인 균주(Penicillin-nonsusceptible *S. pneumoniae*, PNSP)의 비율은 2005년 68% 및 2006년 74%였고, erythromycin에 내성인 균주의 비율도 76%와 71%로 높았다. Fluoroquinolone에 대한 내성률은 2005년과 2006년에 2~5%였다.

*E. faecalis*와 *E. faecium*의 분리 수는 2005년 4,288주와 4,165주였으나 2006년에는 4,367주와 5,253주로 2006년에는 *E. faecium*의 분리 수가 *E. faecalis*보다 많았다. 2005년 *E. faecalis*의 ampicillin 내성률은 1%였으며, fluoroquinolone 내성률은 34%, tetracycline 내성률은 83%였으나 vancomycin 내성률은 2%였다. *E. faecium*의 ampicillin 내성률은 89%였고, fluoroquinolone과 tetracycline 내성률은 각각 91%와 16%였다. Vancomycin과 teicoplanin 내성률은 각각 29%와 24%였다. 2006년 *E. faecalis*의 ampicillin 내성률은 2%였으며, fluoroquinolone 내성률은 32%, tetracycline 내성률은 86%였으나 vancomycin 내성률은 1%였다. *E. faecium*의 ampicillin 내성률은 92%였고, fluoroquinolone과 tetracycline 내성률은 각각 90%와 17%였다. Vancomycin과 teicoplanin 내성률은 각각 24%와 20%였다. Vancomycin 내성률은 병원에 따라 차이가 많았고, 중환자실 분리주의 내성률이 높았다(Table 4).

*E. coli*의 ampicillin, cephalothin, 제3세대 cephalosporin 및 cefoxitin에 대한 내성률은 2005년에 각각 70%, 42%, 10~12%

Table 4. Antimicrobial resistance (%) of *E. faecalis* and *E. faecium* by patient group in 2005 and 2006

Antibiotics	2005				2006			
	OPD	GW	ICU	Total	OPD	GW	ICU	Total
<i>E. faecalis</i>	(1,327)	(2,583)	(534)	(4,288)	(1,169)	(2,937)	(445)	(4,367)
Ampicillin	1	1	3	1	1	3	3	2
Fluoroquinolone	17	35	46	34	23	39	35	32
Tetracycline	89	82	83	83	75	85	87	86
Vancomycin	0	2	7	2	1	1	2	1
Teicoplanin	0	2	7	2	0	1	2	1
<i>E. faecium</i>	(398)	(2,854)	(1,119)	(4,165)	(547)	(3,440)	(1,279)	(5,253)
Ampicillin	86	91	96	89	85	92	98	92
Fluoroquinolone	84	92	95	91	82	90	96	90
Tetracycline	13	9	17	16	20	18	13	17
Vancomycin	26	22	41	29	11	26	34	24
Teicoplanin	13	27	41	24	5	20	27	20

Abbreviations: See Table 3.

Table 5. Antimicrobial resistance (%) of *E. coli* by patient group in 2005 and 2006

Antibiotics	2005				2006			
	OPD (4,017)	GW (5,161)	ICU (562)	Total (9,805)	OPD (3,510)	GW (6,122)	ICU (616)	Total (9,848)
Ampicillin	70	69	79	70	71	70	79	71
Piperacillin	53	55	62	54	42	48	71	48
Amp-Sulbactam	35	36	51	36	28	34	46	32
Pip-Tazobactam	3	7	11	5	2	4	14	4
Cef-Sulbactam	1	5	8	4	1	4	21	5
Cephalothin	36	46	52	42	30	37	57	36
Cefotaxime	5	12	33	11	7	16	34	15
Ceftazidime	4	10	27	10	5	10	31	11
Cefepime	3	13	31	12	7	15	33	13
Aztreonam	3	13	41	12	5	13	33	11
Cefoxitin	5	7	16	6	4	8	12	7
Imipenem	<1	<1	0	<1	0	0	<1	<1
Amikacin	2	6	16	5	1	4	11	3
Gentamicin	22	28	35	25	23	30	39	27
Tobramycin	14	21	43	20	12	21	37	20
Fluoroquinolone	28	34	46	33	28	35	44	33
Cotrimoxazole	37	37	49	39	39	40	50	40
Tetracycline	56	54	63	56	45	57	62	54

Abbreviations: Amp-Sulbactam, Ampicillin-Sulbactam; Pip-Tazobactam, Piperacillin-Tazobactam; Cef-Sulbactam, Cefoperazone-Sulbactam; Others, See Table 3.

및 6%였고, 2006년에는 71%, 36%, 11~15% 및 7%로 2005년과 비슷하거나 약간 증가하였으며, 내성률은 중환자실 분리주에서 높았다. Amikacin, gentamicin 및 fluoroquinolone에 대한 2005년 분리 균주의 내성률은 각각 5%, 25% 및 33%였고, 2006년 분리 균주에서는 3%, 27% 및 33%였다. Imipenem 내성 *E. coli*는 1% 미만으로 매우 드물었다(Table 5).

*K. pneumoniae*의 piperacillin, cephalothin, 제3세대 cephalosporin 및 cefoxitin에 대한 내성률은 2005년에 각각 70%, 46%, 34~39% 및 28%였고, 2006년에는 67%, 42%, 30~34% 및 31%였다. Amikacin, gentamicin 및 fluoroquinolone에 대한 2005년 분리 균주의 내성률은 각각 26%, 26% 및 34%였고, 2006년 분리 균주에서는 24%, 28% 및 34%였다. Imipenem 내성 *K.*

*pneumoniae*는 0.3~2%였으며, 전국 5개의 병원에서 분리되었다. 대체로 중환자실 분리주의 내성률이 약간 높았다(Table 6).

C. freundii, *E. cloacae* 및 *S. marcescens*의 제3세대 cephalosporin제에 대한 내성률은 2005년에 23~31%, 32~34% 및 17~27%였고, 2006년에는 21~37%, 37~43% 및 13~31%였다.

Cefepime에 대한 내성률은 2005년 0~13%, 2006년 13%로 비교적 낮았고, imipenem에 대한 내성률은 1% 미만이었다. Amikacin, gentamicin 및 fluoroquinolone에 대한 내성률은 2005년 분리 *C. freundii*의 10%, 22% 및 15%, *E. cloacae*의 10%, 21% 및 11%, *S. marcescens*의 19%, 33% 및 12%였고, 2006년에는 *C.*

Table 6. Antimicrobial resistance (%) of *K. pneumoniae* by patient group in 2005 and 2006

Antibiotics	2005				2006			
	OPD (1,353)	GW (3,761)	ICU (1,649)	Total (6,394)	OPD (765)	GW (2,809)	ICU (968)	Total (4,568)
Piperacillin	49	70	86	70	55	67	86	67
Amp-Sulbactam	21	38	64	42	17	38	54	36
Pip-Tazobactam	10	15	31	20	5	14	25	14
Cef-Sulbactam	4	14	18	13	6	11	17	11
Cephalothin	21	42	69	46	18	44	60	42
Cefotaxime	11	28	55	34	15	28	42	30
Ceftazidime	18	35	64	39	14	32	52	32
Cefepime	7	20	40	25	7	24	37	26
Aztreonam	14	27	56	34	12	34	58	34
Cefoxitin	16	23	33	28	7	32	43	31
Imipenem	0	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1
Amikacin	9	18	42	26	7	25	39	24
Gentamicin	10	25	37	26	11	29	41	28
Tobramycin	15	34	67	43	12	38	59	37
Fluoroquinolone	14	30	53	34	23	34	46	34
Cotrimoxazole	20	38	47	36	17	29	40	29
Tetracycline	21	23	27	23	25	18	13	16

Abbreviations: See Table 3 and 5.

Table 7. Antimicrobial resistance (%) of *C. freundii*, *E. cloacae* and *S. marcescens* in 2005 and 2006

Antibiotics	2005			2006		
	CFR (849)	ECL (2,321)	SMA (1,375)	CFR (613)	ECL (1,581)	SMA (942)
Piperacillin	35	42	47	45	50	37
Amp-Sulbactam	52	74	90	51	73	93
Pip-Tazobactam	15	19	14	12	23	9
Cef-Sulbactam	13	11	7	24	9	6
Cefotaxime	23	32	27	32	43	31
Ceftazidime	31	33	17	37	42	13
Cefepime	4	13	0	13	13	13
Aztreonam	28	34	21	21	37	22
Cefotetan	32	46	4	54	44	6
Imipenem	0	<1	<1	0	<1	0
Amikacin	10	10	19	11	10	22
Gentamicin	22	25	33	21	19	37
Tobramycin	18	37	44	24	31	50
Fluoroquinolone	15	11	12	15	10	13
Cotrimoxazole	19	38	25	23	32	30
Tetracycline	37	30	91	25	26	88

Abbreviations: CFR, *C. freundii*; ECL, *E. cloacae*; SMA, *S. marcescens*; Others, See Table 5.

*freundii*의 11%, 21% 및 15%, *E. cloacae*의 10%, 19% 및 10%, *S. marcescens*의 22%, 37% 및 13%였다(Table 7).

*P. aeruginosa*의 piperacillin, ceftazidime, aztreonam, amikacin 및 fluoroquinolone에 대한 내성률은 2005년에 37%, 22%, 30%,

21% 및 34%였고, 2006년에 37%, 22%, 31%, 25% 및 39%였다. *P. aeruginosa*의 imipenem과 meropenem에 대한 내성률은 2005년 21% 및 18%, 2006년 29% 및 20%였다. 중환자실 분리주의 내성률이 대체로 높아서 imipenem의 경우 2년 모두 37%였다

Table 8. Antimicrobial resistance (%) of *P. aeruginosa* by patient group in 2005 and 2006

Antibiotics	2005				2006			
	OPD (1,353)	GW (3,761)	ICU (1,649)	Total (6,394)	OPD (765)	GW (2,809)	ICU (968)	Total (4,568)
Piperacillin	14	34	50	37	23	36	44	37
Pip-Tazobactam	8	25	38	24	14	26	31	25
Cef-Sulbactam	7	38	36	26	20	26	44	27
Ceftazidime	5	23	28	22	8	24	23	22
Cefepime	10	25	34	22	17	29	28	27
Aztreonam	19	30	37	30	23	32	32	31
Imipenem	12	20	37	21	9	28	37	29
Meropenem	5	14	30	18	12	18	28	20
Amikacin	8	22	33	21	15	26	28	25
Gentamicin	22	30	45	32	33	35	37	35
Tobramycin	22	28	43	29	31	32	33	32
Fluoroquinolone	30	32	46	34	37	39	43	39
Cotrimoxazole	93	94	96	94	91	93	94	91

Abbreviations: See Table 3 and 5.

Table 9. Antimicrobial resistance (%) of *A. baumannii*, *S. maltophilia*, *H. influenzae* and non-typhoidal *Salmonella* in 2005 and 2006

Antibiotics	2005				2006			
	ABA (3,631)	SMP (1,462)	HIN (195)	NTS (123)	ABA (3,259)	SMP (1,715)	HIN (228)	NTS (63)
Ampicillin	61	NT	45	32	96	NT	44	ND
Amp-Sulbactam	46	NT	11	29	56	NT	NT	ND
Pip-Tazobactam	34	NT	NT	NT	46	NT	NT	NT
Cef-Sulbactam	21	NT	NT	0	25	NT	NT	ND
Cephalothin	83	NT	NT	NT	100	NT	NT	NT
Cefotaxime	59	NT	NT	0	64	NT	NT	ND
Ceftazidime	52	NT	NT	0	57	NT	NT	ND
Cefepime	51	NT	NT	0	60	NT	NT	ND
Aztreonam	79	NT	NT	0	79	NT	NT	ND
Piperacillin	53	NT	NT	NT	58	NT	NT	NT
Imipenem	18	NT	NT	0	18	NT	NT	ND
Meropenem	25	NT	NT	0	23	NT	NT	ND
Amikacin	49	NT	NT	NT	59	NT	NT	NT
Gentamicin	53	NT	NT	NT	64	NT	NT	NT
Tobramycin	56	NT	NT	NT	63	NT	NT	NT
Fluoroquinolone	47	5	NT	0	63	3	NT	ND
Cotrimoxazole	48	13	NT	12	61	7	NT	ND
Tetracycline	59	NT	NT	NT	63	NT	NT	NT

Abbreviations: ABA, *A. baumannii*; SMP, *S. maltophilia*; HIN, *H. influenzae*; NTS, non-typhoidal *Salmonella*; NT, not tested; ND, not determined; Others, See Table 5.

(Table 8).

*A. baumannii*의 β -lactam과 β -lactamase 억제제의 병합제에 대한 내성률은 2005년 21~46%, 2006년 25~56%였다. *A. baumannii*의 piperacillin, 제3 및 제4세대 cephalosporin제, aminoglycoside제, fluoroquinolone 및 cotrimoxazole에 대한 내성률은 2005년에 53%, 51~79%, 49~56%, 47% 및 48%였고, 2006년에 56%, 57~79%, 59~64%, 63% 및 61%였다. Imipenem과 meropenem 내성률은 2005년에 18%와 25%, 2006년 18%와 23%로 비슷하였다(Table 9).

*S. maltophilia*의 levofloxacin 및 cotrimoxazole에 대한 내성률은 2005년에 5% 및 13%였고 2006년에는 3% 및 7%였다(Table 9).

*H. influenzae*의 ampicillin과 β -lactam과 β -lactamase 억제제의 병합제에 대한 내성률은 2005년에 각각 45%와 11%였고, 2006년에는 44%의 *H. influenzae*가 ampicillin에 내성이었다 (Table 9).

2005년에 전국에서 분리된 non-typhoidal *Salmonella*의 항균제 내성률은 ampicillin 32%, cotrimoxazole 12%였고 제3세대 cephalosporin, cefoxitin 및 fluoroquinolone에 내성인 균주는 없었다(Table 9).

고 찰

MRSA의 분리 비율은 2004년 67%에서[5] 2005년에는 65%로 약간 감소하였으나, 2006년에는 다시 72%로 증가하였다. 특히 중환자실의 MRSA 분리비율은 84~86%로 매우 혼함을 알 수 있었고, 외래 환자에서도 MRSA의 비율은 45~49%로 낮지 않았다. Erythromycin, clindamycin, fluoroquinolone 및 gentamicin의 항균제 내성률은 2005년 53~64% 및 2006년 55~70%로 2004년도와 51~68%와 비슷하였다. Cotrimoxazole에 대한 항균제 내성률은 2005년과 2006년에 모두 11%로 낮아 *S. aureus* 감염증 치료에 유용할 것으로 생각되었으나 차 등[7]과 고 등[8]의 보고에 따르면 최근 국내에서 cotrimoxazole에 감수성을 보이는 ST5 clone이 감소하고 내성을 보이는 ST239 clone이 증가하는 것으로 생각되어 향후 추이를 조사하여야 할 것으로 생각된다. 2002년에 미국에서 *vanA* 유전자를 가진 vancomycin-resistant *S. aureus*가 처음 보고되어[9], 국내에서도 이에 대한 염려가 있었으나 2005년과 2006년 분리주 중 vancomycin에 내성인 균주는 없었다. 2006년에 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)는 vancomycin 감수성 기준을 minimum inhibitory concentration (MIC) $\leq 4 \mu\text{g/mL}$ 에서 MIC $\leq 2 \mu\text{g/mL}$ 로 변경하여, 기준에 감수성으로 보고하였던 MIC $4 \mu\text{g/mL}$ 인 균주를 감수성이 저하된 균주로 정의하였다[6]. Vancomycin에 감수성이 저하된 균주(MIC $4 \mu\text{g/mL}$)의 임상적 의의에 대해서는 아직 명확하지 않으나 일부에서는 치료 실패가 보고

되었다[10,11]. 김 등[12]은 2001년에 국내 27개 병원에서 수집한 3,756주의 *S. aureus* 중에서 vancomycin MIC가 $4 \mu\text{g/mL}$ 인 균주가 18주(0.5%) 있어 이에 대한 주의가 필요하다고 하였고, 질병관리본부에서 실시한 반코마이신내성 황색포도상구균 실험실 포본감시에서는 2006년에 전국 45개 종합병원에서 수집한 8,409주의 *S. aureus* 중 vancomycin에 감수성이 저하된 균주가 17주(0.2%) 있음이 보고되었다[13].

Enterococcus 균종의 항균제 내성률은 균종별로 다르다. *E. faecalis*의 ampicillin 내성률은 1~2%로 여전히 낮았으며, fluoroquinolone에 대한 내성률은 32~34%였고, tetracycline에 대한 내성률은 83~86%로 높았다. *E. faecalis*의 glycopeptide 항균제에 대한 내성률은 2005년에 2%, 2006년에 1%였다. *E. faecium*의 항균제 내성률은 ampicillin 89~92%, fluoroquinolone 90~91%로 높았으며, tetracycline에 대해서는 16~17%로 낮았다. Vancomycin과 teicoplanin에 대한 내성률은 2004년에 20%와 11%였으나[5] 2005년 29%와 24%로 증가하였다가 2006년에 24%와 20%로 감소하는 양상을 보였다. 이 등[14]은 2000년에 국내 10개 병원에서 수집한 vancomycin-resistant enterococci (VRE)를 분석한 결과, 국내의 전파 양상은 유럽과 유사하며 pulsed-field gel electrophoresis 유형은 매우 다양하나 내성 유전자형은 비슷하여, 국내의 VRE는 수평 전이에 의한 병원간 전파가 흔하다고 하였다. 유 등[15]도 국내 1개 대학병원에서 5년간 수집한 VRE를 분석한 결과 대부분이 내성 유전자의 수평 전이에 의하여 VRE가 전파되었다고 보고하여, 국내의 VRE 확산을 차단하기 위해서는 내성 유전자의 수평 전파를 방지하는 것이 중요한 것으로 생각되었다. 외래 환자에서 분리된 *E. faecium* 중 2005년에는 26%, 2006년에는 11%가 VRE였으나, 최 등[16]이 4년간 1개 대학병원에서 분리된 VRE를 조사한 바에 의하면, 요에서 분리된 VRE의 13.8%가 외래 환자에서 분리된 것이지만, 모두 검사 전 1개월 이내에 입원하였거나 정기적으로 외래에서 치료를 받는 환자에서 분리되어 원내 감염에 의한 것으로 생각된다고 하였다. 한편 2004년에는 적지 않았던 것으로 생각되는 teicoplanin에 감수성을 보이는 *vanA* 유전형 *E. faecium*이 여전히 존재하는 것을 알 수 있었다.

*S. pneumoniae*와 *H. influenzae*는 지역사회 감염을 주로 일으킨다. 외래 환자에서 분리된 *S. pneumoniae*의 penicillin 비감수성은 2005년 66%, 2006년 73%였고, erythromycin 내성률은 2005년 74%, 2006년 71%로 외국과 비교하였을 때 매우 높았다[17]. 국내에서 분리되는 *S. pneumoniae*의 대부분은 *erm(B)*와 *mef(A)*를 동시에 가지고 있으며, erythromycin과 clindamycin 외에도 penicillin, cefuroxime, tetracycline 및 cotrimoxazole에 동시에 내성이나 levofloxacin에 대한 내성은 드문 것으로 알려져 있다[18]. 본 연구에서도 fluoroquinolone 내성률은 평균 2~5%로 낮았다. 최근 성 등[19]은 2002년도에 국내 11개 대학병원에서 수집한 188주의 *S. pneumoniae*에서 2주의 vancomycin-tolerant

S. pneumoniae (VTSP)를 보고하였다. 2주의 VTSP는 모두 penicillin과 cefotaxime에 내성으로 VTSP에 의한 뇌수막염 발생 시, 치료에 어려움이 있을 것으로 생각되며 지속적인 감시가 필요할 것으로 생각된다. *H. influenzae*는 전체 분리주 수가 적어 평균 내성률만을 분석하였고, ampicillin 내성률은 2005년 45%, 2006년 44%로 2004년의 54%에 비해 약간 낮아졌다. 국내에서 분리되는 ampicillin 내성 *H. influenzae*의 대부분은 β -lactamase를 생성하는 것으로 알려져 있으나[4], 가까운 일본에서는 최근 type b β -lactamase negative ampicillin resistant (BLNAR) *H. influenzae*가 증가하여 문제가 되고 있다[20]. 국내에서는 일부 소아에서 type b *H. influenzae* 백신이 접종되고 있으나 기본 백신 프로그램에 포함되어 있지 않아 모든 소아에서 접종되지 않을 것으로 생각되며, 김 등[21]은 2002년에서 2005년 사이에 국내에서 분리된 229주의 *H. influenzae*를 대상으로 시행한 연구에서, BLNAR 균주가 29.3%였음을 보고하여 국내에서도 이에 대한 주의가 필요할 것으로 생각되었다.

*E. coli*와 *K. pneumoniae*에서 extended-spectrum β -lactamase (ESBL) 생성을 의심할 수 있는 제3세대 cephalosporin에 대한 내성률은 각각 10~15% 및 30~39%로 여전히 ESBL 생성 균주가 많은 것을 알 수 있었다. 배 등[22]은 2005년에 국내 12개 병원에서 수집한 균주를 대상으로 한 연구에서, 국내에서 분리되는 *K. pneumoniae*의 대부분은 SHV-12를 생성하며 PER-1, CTX-M-12, GES-5 및 OXA-30 등을 생성하는 균주도 있음을 보고하여 다양한 종류의 ESBL이 *K. pneumoniae*에서 출현하고 확산되고 있음을 보고하였다. Cefoxitin에 내성인 균주의 비율은 *E. coli*가 2005년 6%, 2006년 7%였고, *K. pneumoniae*는 2005년 28%, 2006년 31%였다. 송 등[23]은 2002년부터 2004년 사이에 국내 일개 대학병원에서 분리된 균주를 대상으로 한 연구에서 *K. pneumoniae*의 plasmid-mediated AmpC β -lactamase (PABL) 유전자 양성률이 2003년부터 급격히 증가하기 시작하였으며 대부분 DHA-1이였음을, 이 등[24]은 DHA-1, CMY-2 및 CMY-10 등의 PABL을 생성하는 *E. coli*와 *K. pneumoniae*가 국내에 널리 확산되어 있음을 보고하였다. *K. pneumoniae*의 imipenem 내성률은 2005년과 2006년에 모두 1% 미만이었으나, 2005년에는 6개 병원, 2006년에는 5개 병원에서 imipenem 내성 균주가 분리되었고, 용 등[25]은 2003년도에 분리된 *K. pneumoniae* 중에서 metallo- β -lactamase (MBL)의 일종인 VIM-2와 VIM-4를 생성하는 균주가 있음을 보고하여 carbapenem 내성 균주에 대한 지속적인 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

C. freundii, *E. cloacae* 및 *S. marcescens*의 cefepime 내성률이 일부 병원 분리주 중 13%여서, 일부 균종에서 chromosome-mediated AmpC β -lactamase 외에 ESBL을 생성함을 추측할 수 있었다. *C. freundii*, *E. cloacae* 및 *S. marcescens*의 aminoglycoside 항균제에 대한 내성률은 2005년에 19~44% 및 2006년에 22~50%였다. 박 등[26]은 최근에 국내에서 분리되는 *Ci-*

trobacter, *Enterobacter* 및 *Serratia* 균종 중에 16s rRNA methylase에 의하여 streptomycin을 제외한 모든 aminoglycoside 항균제에 내성을 보이는 새로운 내성 기전이 혼함을 보고하였고, 이 등[27]은 새로운 내성 기전이 다른 균종에도 흔하다고 하였다.

최근 증가하여 문제가 되고 있는 *P. aeruginosa*와 *A. baumannii*의 carbapenem 내성률은 각각 2005년 18~21% 및 18~25%, 2006년 20~29% 및 18~23%로 여전히 높았다. MBL은 carbapenem 내성을 다른 균종으로 수평 전달할 수 있어 중요하다. 용 등[25]은 국내에서 분리되는 carbapenem 내성 *P. aeruginosa*는 주로 VIM-2를 생성하고, *A. baumannii*는 VIM-2와 IMP-1을 주로 생성한다고 하였다. 최근 이 등[28]은 새로운 MBL인 SIM-1을 *A. baumannii*에서 보고하였고, 전 등[29]은 OXA-23 같은 class D carbapenemase를 생성하는 *A. baumannii*가 국내에 흔해졌음을 보고하여 carbapenem 내성 기전이 다양해졌음을 알 수 있었다. *A. baumannii* 감염증 치료에 주로 사용되는 β -lactam 항균제와 β -lactamase 억제제의 병합제에 대한 항균제 내성률은 2005년 21~46%, 2006년 25~56%로 2004년의 26~47%에 비해 약간 증가하였다. *A. baumannii*의 aminoglycoside 항균제 내성률은 2005년 49~56%, 2006년 59~64%로 매우 높았는데 aminoglycoside 내성 기전에 대한 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

*S. maltophilia*는 병원의 다양한 환경에 존재하는 포도당 비발효성 그람음성 간균으로 치료에 minocycline, levofloxacin 및 cotrimoxazole이 주로 사용된다. 국내의 병원에서는 주로 levofloxacin과 cotrimoxazole에 대한 항균제 감수성을 검사하였으며, 내성률은 2005년 5%와 13%, 2006년 3%와 7%로 국내 분리주의 대부분이 levofloxacin과 cotrimoxazole에 감수성을 보이는 것을 알 수 있었다.

Non-typhoidal *Salmonella*는 균주 수가 적어 2005년에 분리된 것만 분석하였다. Non-typhoidal *Salmonella*의 ampicillin과 cotrimoxazole에 대한 내성률은 각각 32%와 12%로 낮았고, 제3세대 cephalosporin과 fluoroquinolone에 내성인 균주는 없었으나, 이 등[30]은 ESBL(TEM-52)을 생성하는, 송 등[31]은 PABL(TEM-2)을 생성하는 non-typhoidal *Salmonella*를 보고하였고 최 등[32]은 *gyrA*에 변이를 갖고 nalidixic acid에 내성을 보이는 균주가 증가하고 있음을 보고하여 다제내성 non-typhoidal *Salmonella*에 대한 주의가 필요할 것으로 생각되었다.

이상의 결과를 2002년부터 조사한 자료[5,33,34]와 비교하면, 전반적으로 그람양성 구균의 항균제 내성률은 2002년부터 감소하는 듯하였으나 2005년을 기점으로 다시 증가하였다. 주요 그람음성 간균의 항균제 내성률은 2002년부터 2006년까지 조금씩 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 1). *S. aureus*의 methicillin 내성률과 *S. pneumoniae*의 penicillin 비감수성은 2002년도에 각각 73%와 77%로 높았으나, 2003년부터 약간 감소하여 2005년에는 65%와 68%였다. 그러나 2006년에는 다시 증가하

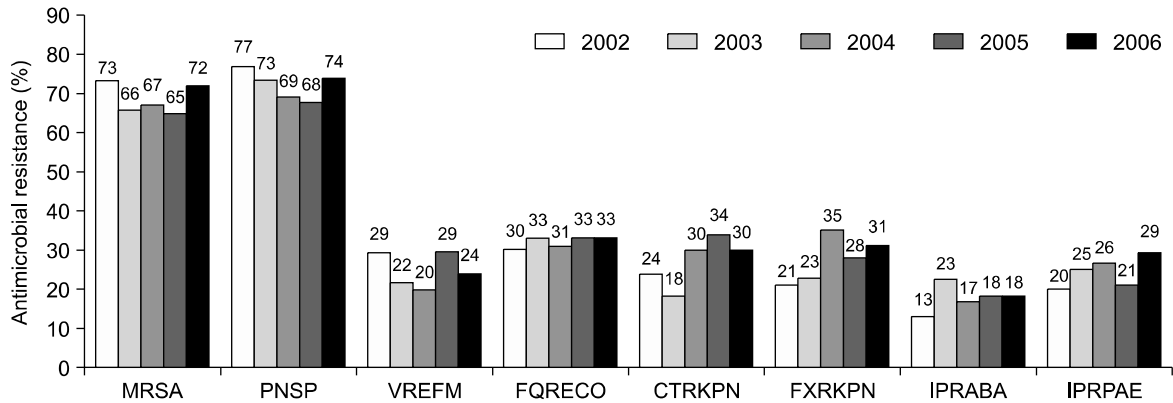


Fig. 1. Trend of antimicrobial resistance (%) of important clinical pathogens during the period from 2002 to 2006 (Abbreviations: MRSA, methicillin-resistant *S. aureus*; PNSP, penicillin non-susceptible *S. pneumoniae*; VREFM, vancomycin-resistant *E. faecium*; FQRECO, fluoroquinolone resistant *E. coli*; CTRKPN, cefotaxime-resistant *K. pneumoniae*; FXRKPN, ceftoxitin-resistant *K. pneumoniae*; IPRABA, imipenem-resistant *A. baumannii*; IPRPAE, imipenem-resistant *P. aeruginosa*).

여 72%와 74%의 항균제 내성률을 나타내었다. Vancomycin 내성 *E. faecium*의 분리율은 2002년도에 29%였으며, 일부 증가하거나 감소하여 2006년에는 24%의 분리율을 보였다. Fluoroquinolone 내성 *E. coli*의 비율은 2002년부터 2006년까지 30~33% 정도로 일정하였다. ESBL 생성을 의심할 수 있는 cefotaxime 내성 *K. pneumoniae*의 분리 비율은 2002년도에 24%, 2003년에는 18%였으나, 이후 증가하여 2005년에는 34%였고 2006년에는 30%로 높았다. Plasmid mediated AmpC β -lactamase를 의심할 수 있는 ceftoxitin 내성 *K. pneumoniae*의 분리 비율도 2002년도에 21%였으나 이후 증가하여 2004년에는 35%, 2006년에는 31%였다. Imipenem 내성 *A. baumannii*와 *P. aeruginosa*의 분리 비율도 2002년도에는 각각 13%와 20%였으나, 2006년에는 18%와 29%로 5~10%씩 증가하였다.

결론적으로 국내의 항균제 내성은 여전히 심각하며, 일부 균종의 내성률은 더욱 증가하고 내성 기전도 다양화하는 경향을 나타내고 있는 바, 이렇게 심각한 내성 문제를 해결하기 위해서는 각 병원의 임상 검체에서 분리되는 원내 감염균에 대한 감염 관리에서부터 국가차원에서 지원하는 전국적인 항균제 내성 조사에 이르기까지 여러 연구자들의 다각적인 연구와 노력이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2006년 식품의약품안전청 위탁과제 지원에 의하여 이루어진 것임.

참 고 문 헌

1. Mosdell DM, Morris DM, Voltura A, Pitcher DE, Twiest MW, Milne RL, et al. Antibiotic treatment for surgical peritonitis. Ann Surg 1991;214:543-9.

2. Kollef MH and Ward S. The influence of mini-BAL cultures on patient outcomes: implications for the antibiotic management of ventilator-associated pneumonia. Chest 1998;113:412-20.

3. Ibrahim EH, Sherman G, Ward S, Fraser VJ, Kollef MH. The influence of inadequate antimicrobial treatment of bloodstream infections on patient outcomes in the ICU setting. Chest 2000; 118:146-55.

4. Archibald L, Phillips L, Monnet D, McGowan JE Jr, Tenover F, Gaynes R. Antimicrobial resistance in isolates from inpatients and outpatients in the United States: increasing importance of the intensive care unit. Clin Infect Dis 1997;24:211-5.

5. Lee H, Yong D, Lee K, Hong SG, Kim EC, Jeong SH, et al. Antimicrobial resistance of clinically important bacteria isolated from 12 hospitals in Korea in 2004. Korean J Clin Microbiol 2005;8:66-73.

6. Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: sixteenth informational supplement. CLSI document M100-S16. Wayne, PA; CLSI, 2005.

7. Cha HY, Moon DC, Choi CH, Oh JY, Jeong YS, Lee YC, et al. Prevalence of the ST239 clone of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and differences in antimicrobial susceptibilities of ST239 and ST5 clones identified in a Korean hospital. J Clin Microbiol 2005;43:3610-4.

8. Ko KS, Park S, Peck KR, Shin EJ, Oh WS, Lee NY, et al. Molecular characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* spread by neonates transferred from primary obstetrics clinics to a tertiary care hospital in Korea. Infect Control Hosp Epidemiol 2006;27:593-7.

9. Centers for Disease Control and Prevention. Vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus*-Pennsylvania, 2002. Morb Mortal Wkly Rep 2002;51:902.

10. Fridkin SK. Vancomycin-intermediate and -resistant *Staphylococcus aureus*: what the infectious disease specialist needs to know. Clin Infect Dis 2001;32:108-15.

11. Tenover FC, Biddle JW, Lancaster MV. Increasing resistance to vancomycin and other glycopeptides in *Staphylococcus aureus*. Emerg Infect Dis 2001;7:327-32.

12. Kim HB, Lee YS, Kim BS, Cha JO, Kwon SU, Lee HJ, et al. Prevalence and clinical implications of *Staphylococcus aureus* with

- a vancomycin MIC of 4 microg/ml in Korea. *Microb Drug Resist* 2006;12:33-8.
13. Korea Centers for Disease Control and Prevention. VRSA Newsletter. 2006;6:1-5.
 14. Lee SM, Lee WG, Kim YS. Diversity of Tn1546 elements in vancomycin-resistant enterococci isolated from Korea. *Korean J Lab Med* 2005;25:241-6.
 15. Yoo SJ, Sung H, Cho YU, Kim MN, Pai CH, Kim YS. Role of horizontal transfer of the transposon Tn1546 in the nosocomial spread of *vanA* vancomycin-resistant enterococci at a tertiary care hospital in Korea. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27:1081-7.
 16. Choi WS, Seo YB, Jo YM, Kim JY, Kee SY, Jeong HW, et al. Epidemiology and clinical significance of bacteriuria caused by vancomycin-resistant enterococci. *Infect Chemother* 2006;38:242-9.
 17. Hoban D, Baquero F, Reed V, Felmingham D. Demographic analysis of antimicrobial resistance among *Streptococcus pneumoniae*: worldwide results from PROTEKT 1999~2000. *Int J Infect Dis* 2005;9:262-73.
 18. Farrell DJ, Jenkins SG, Brown SD, Patel M, Lavin BS, Klugman KP. Emergence and spread of *Streptococcus pneumoniae* with *erm(B)* and *mef(A)* resistance. *Emerg Infect Dis* 2005;11:851-8.
 19. Sung H, Shin HB, Kim MN, Lee K, Kim EC, Song W, et al. Vancomycin-tolerant *Streptococcus pneumoniae* in Korea. *J Clin Microbiol* 2006;44:3524-8.
 20. Hasegawa K, Kobayashi R, Takada E, Ono A, Chiba N, Morozumi M, et al. High prevalence of type b beta-lactamase-non-producing ampicillin-resistant *Haemophilus influenzae* in meningitis: the situation in Japan where Hib vaccine has not been introduced. *J Antimicrob Chemother* 2006;57:1077-82.
 21. Kim IS, Ki CS, Kim S, Oh WS, Peck KR, Song JH, et al. Diversity of ampicillin resistance genes and antimicrobial susceptibility patterns in *Haemophilus influenzae* isolated in Korea. *Antimicrob Agents Chemother* 2007;51:453-60.
 22. Bae IK, Lee YN, Jeong SH, Lee K, Yong D, Lee J, et al. Emergence of CTX-M-12, PER-1 and OXA-30 beta-lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae*. *Korean J Clin Microbiol* 2006; 9:102-9.
 23. Song W, Kim JS, Kim HS, Yong D, Jeong SH, Park MJ, et al. Increasing trend in the prevalence of plasmid-mediated AmpC beta-lactamases in *Enterobacteriaceae* lacking chromosomal ampC gene at a Korean university hospital from 2002 to 2004. *Diagn Microbiol Infect Dis* 2006;55:219-24.
 24. Lee K, Lee M, Shin JH, Lee MH, Kang SH, Park AJ, et al. Prevalence of plasmid-mediated AmpC beta-lactamases in *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* in Korea. *Microb Drug Resist* 2006;12:44-9.
 25. Yong D, Choi YS, Roh KH, Kim CK, Park YH, Yum JH, et al. Increasing prevalence and diversity of metallo-beta-lactamases in *Pseudomonas* spp., *Acinetobacter* spp., and *Enterobacteriaceae* from Korea. *Antimicrob Agents Chemother* 2006;50:1884-6.
 26. Park YJ, Lee S, Yu JK, Woo GJ, Lee K, Arakawa Y. Co-production of 16S rRNA methylases and extended-spectrum beta-lactamases in AmpC-producing *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii* and *Serratia marcescens* in Korea. *J Antimicrob Chemother* 2006;58:907-8.
 27. Lee H, Yong D, Yum JH, Roh KH, Lee K, Yamane K, et al. Dissemination of 16S rRNA methylase-mediated highly amikacin-resistant isolates of *Klebsiella pneumoniae* and *Acinetobacter baumannii* in Korea. *Diagn Microbiol Infect Dis* 2006;56:305-12.
 28. Lee K, Yum JH, Yong D, Lee HM, Kim HD, Docquier JD, et al. Novel acquired metallo-beta-lactamase gene, *bla*(SIM-1), in a class 1 integron from *Acinetobacter baumannii* clinical isolates from Korea. *Antimicrob Agents Chemother* 2005;49:4485-91.
 29. Jeon BC, Jeong SH, Bae IK, Kwon SB, Lee K, Young D, et al. Investigation of a nosocomial outbreak of imipenem-resistant *Acinetobacter baumannii* producing the OXA-23 beta-lactamase in Korea. *J Clin Microbiol* 2005;43:2241-5.
 30. Lee K, Yong D, Yum JH, Kim HH, Chong Y. Diversity of TEM-52 extended-spectrum beta-lactamase-producing non-typhoidal *Salmonella* isolates in Korea. *J Antimicrob Chemother* 2003;52:493-6.
 31. Song W, Kim JS, Kim HS, Park MJ, Lee KM. Appearance of *Salmonella enterica* isolates producing plasmid-mediated AmpC beta-lactamase, CMY-2, in South Korea. *Diagn Microbiol Infect Dis* 2005;52:281-4.
 32. Choi SH, Woo JH, Lee JE, Park SJ, Choo EJ, Kwak YG, et al. Increasing incidence of quinolone resistance in human non-typhoid *Salmonella enterica* isolates in Korea and mechanisms involved in quinolone resistance. *J Antimicrob Chemother* 2005;56:1111-4.
 33. Hong SG, Lee J, Yong D, Kim EC, Jeong SH, Park YJ, et al. Antimicrobial resistance of clinically important bacteria isolated from 12 hospitals in Korea. *Korean J Clin Microbiol* 2004;7:171-7.
 34. Hong SG, Yong D, Lee K, Kim EC, Lee WK, Jeong SH, et al. Antimicrobial resistance of clinically important bacteria isolated from hospitals located in representative provinces of Korea. *Korean J Clin Microbiol* 2003;6:29-36.

=국문초록=

2005~2006년 국내 12개 병원에서 분리된 주요 세균의 항균제 내성률

¹관동대학교 의과대학, ²연세대학교 의과대학, ³건양대학교 의과대학, ⁴제주한마음병원, ⁵순천향대학교 의과대학, ⁶포천중문의과대학교, ⁷가톨릭대학교 의과대학, ⁸고신대학교 의과대학, ⁹서울대학교 의과대학, ¹⁰아주대학교 의과대학, ¹¹연세대학교 원주의과대학, ¹²전남대학교 의과대학, ¹³한양대학교 의과대학 진단검사의학교실, ¹⁴식품의약품안전청 식품미생물과

이혁민¹, 김창기², 이종욱³, 이성희⁴, 안지영⁵, 홍성근⁶, 박연준⁷, 정석훈⁸, 김의중⁹, 이위교¹⁰, 어영¹¹, 신종희¹², 최태열¹³, 박효선¹⁴, 이경원²

배경: 내성 세균의 출현과 확산으로 감염 환자의 치료가 점점 어려워지고 있다. 국내의 항균제 내성 문제는 외국에 비하여 심각하며, 전국 규모의 내성률을 조사하는 것은 항균제 내성 문제를 해결하기 위한 기본 자료로서 매우 중요하다. 본 연구에서는 2005년 중반기와 2006년 상반기에 각각 6개월씩 전국 12개 대학 및 종합 병원에 내원한 환자에서 분리된 주요 세균의 항균제 내성률을 분석하였다.

방법: 2005년 4월에서 9월과 2006년 1월에서 6월에 전국 주요 대학 및 종합병원 총 12개 기관의 임상 검체에서 분리된 주요 세균의 항균제 내성률을 조사하였으며, 기관별로 시험한 세균의 항균제 감수성 양상을 종합하여 환자군에 따라 분석하였다.

결과: MRSA의 비율은 2005년 65% 2006년 72%였다. Vancomycin 내성 *E. faecium*의 비율은 2005년 29%, 2006년 24%였다. Penicillin 비감수성 *S. pneumoniae*의 비율은 2005년 68%, 2006년 74%로 높았다. *E. coli*와 *K. pneumoniae*의 제3세대 cephalosporin제에 대한 내성률은 2005년에 10~12%와 25~39%였고, 2006년에는 11~15%와 30~34%였다. *C. freundii*, *E. cloacae* 및 *S. marcescens*의 제3세대 cephalosporin 내성률은 2005년에 23~31%, 32~34% 및 17~27%였고, 2006년에는 21~37%, 37~43% 및 13~31%였다. Imipenem과 meropenem에 대한 내성률은 2005년에 *P. aeruginosa* 21%와 18%, *A. baumannii* 18%와 25%였고, 2006년에는 *P. aeruginosa* 29%와 20%, *A. baumannii* 18%와 23%였다. *S. maltophilia*의 levofloxacin과 cotrimoxazole에 대한 내성률은 2005년에 5%와 13%, 2006년에는 3%와 7%로 매우 낮았다. Non-typhoidal *Salmonella* 중에 제3세대 cephalosporin과 fluoroquinolone에 내성인 균주는 없었다.

결론: 국내의 항균제 내성은 여전히 심각하며, 내성 기전도 다양화하는 경향을 나타내었다. 이러한 국내의 심각한 내성 문제를 해결하기 위해서 국가차원에서 지원하는 전국적인 항균제 내성 조사와 함께 많은 연구자들의 다각적인 연구와 노력이 요망된다. [대한임상미생물학회지 2007;10:59-69]

교신저자 : 이경원, 120-752, 서울시 서대문구 신촌동 134번지
연세대학교 의과대학 진단검사의학교실
Tel: 02-2228-2446, Fax: 02-313-0908
E-mail: leekcp@yumc.yonsei.ac.kr