

발 간 등 록 번 호

11-1790387-000500-10

2022

국가 항균제 내성균 조사 연보

NATIONAL ANTIMICROBIAL
RESISTANCE SURVEILLANCE IN KOREA
2022 ANNUAL REPORT



질병관리청



국립보건연구원

머 리 말

항생제 내성은 인류의 10대 공중보건 위협으로 선정된 중요한 보건문제입니다. 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 항생제 내성 문제 해결을 위해 전 세계 회원국의 공동 노력을 촉구하고자, 2015년 **항생제 내성 글로벌 행동계획(Global Action Plan on Antimicrobial Resistance)** 채택하였습니다. 그리고 세부전략인 “**글로벌 감시 및 연구 확대를 통한 증거 기반 강화**”를 바탕으로 글로벌 항생제 내성 감시체계(Global Antimicrobial Resistance Surveillance System, GLASS)를 구축 운영하여 각국의 **항생제 내성 및 사용을 감시**해왔습니다.

국내에서도 범부처 차원의 「**국가 항생제 내성 관리대책**」을 수립(2016-)하고, **항생제 내성 감시 강화**를 위한 노력을 기울여 왔습니다. 대한민국도 2016년 WHO GLASS에 가입하여 WHO가 제시하는 권장 조건을 상회하는 기준을 적용한 **종합병원 중심의 「국가 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS)」**를 구축하고, **주요 병원균을 전수 수집하여 내성을 분석** 뿐 아니라 **내성유전자 확인** 등 한층 고도화된 감시체계를 구축하여 운영해왔습니다.

또한, 전국의 **중소병원 이하 의료기관**의 항생제 내성현황과 **내성률 변화 추이**를 확인하기 위해 「**국가 항생제 내성정보 모니터링(KARMS)**」를 2002년부터 지속적으로 운영하고 있으며, **법정감염병인 임균, 장내세균 및 VRSA/CRE에 대한 항균제 내성 경향**을 분석하고 있습니다.

이러한 노력의 일환으로, 질병관리청은 Kor-GLASS, KARMS, 주요 법정감염병원인균의 항생제 내성 결과를 담은 『**국가 항균제 내성균 조사연보**』를 2017년부터 발간해 왔습니다. 동 감시결과를 글로벌 감시체계인 WHO GLASS에 제공하여, 세계적인 AMR 예방관리의 근거자료로도 활용되고 있습니다.

특히, 이번 『**2022 국가 항균제 내성균 조사연보**』에는 KARMS의 내성률 산출 시 전체 검체를 합쳐서 산출하던 내성률을 보다 세분화하여 주요 검체별로 분석한 결과를 추가로 수록하였으며, 주요 법정감염병 내성현황 결과를 별도의 장으로 구분하여 재구성 하였습니다.

본 연보가 국내 항균제 내성균의 현황과 특성에 대한 이해를 돕고, 항균제 내성 관리 정책수립과 내성 극복 연구 등에 유용하게 활용될 것으로 기대하며, 연보 발간을 위해 많은 지원과 협력을 해주신 조사참여 기관, 관련 학회 및 전문가 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

2023. 12.

질병관리청장 지 영 미

목차

제1장. 2022 국가 항균제 내성균 조사

(Kor-GLASS ; Global Antimicrobial Resistance Surveillance System in Korea, 2022)

요약문	3
1. 서론	5
1. 1. 배 경	7
1. 2. 국가 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS) 운영	8
1. 2. 1. 운영 경과	8
1. 2. 2. 수집·분석센터 구성 및 운영 현황	10
1. 2. 3. 수집 대상 균종 및 분석	13
1. 3. 2020년 Kor-GLASS의 WHO GLASS 제출 결과	16
2. 국내 항균제 내성균 조사 결과(종합병원)	21
2. 1. 종합병원 배양 검사 의뢰 목록(sample statistics) 조사 결과	23
2. 1. 1. 혈액 배양 검사 건수	23
2. 1. 2. 혈액 배양 검사 건수 대비 양성률	24
2. 1. 3. 요 배양 검사 건수	25
2. 1. 4. 요 분리 건수 대비 양성률	26
2. 1. 5. 연령대별 대변 배양 검사 건수	27
2. 1. 6. 대변 배양 건수 대비 양성률	28
2. 1. 7. 비뇨생식기 검체 배양 검사 건수	29
2. 2. 종합병원 수집 균주 현황	30
2. 2. 1. 월별 분리 건수	31
2. 2. 2. 성별에 따른 분리 건수	32
2. 2. 3. 감염구분별(CO vs HO) 분리 건수	33
2. 3. 종합병원 수집 균종별 항균제 내성 현황	34
2. 3. 1. 황색포도알균(<i>Staphylococcus aureus</i>)	34
2. 3. 2. 장알균(<i>Enterococcus faecalis</i>)	37
2. 3. 3. 장알균(<i>Enterococcus faecium</i>)	39
2. 3. 4. 폐렴사슬알균(<i>Streptococcus pneumoniae</i>)	41
2. 3. 5. 대장균(<i>Escherichia coli</i>)	42

2. 3. 6. 폐렴막대균(<i>Klebsiella pneumoniae</i>)	46
2. 3. 7. 녹농균(<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	50
2. 3. 8. 아시네토박터균속(<i>Acinetobacter</i> spp.)	51
2. 3. 9. 살모넬라균속(<i>Salmonella</i> spp.)	53
2. 3. 10. 세균성이질균속(<i>Shigella</i> spp.)	55
2. 3. 11. 임균(<i>Neisseria gonorrhoeae</i>)	55
2. 3. 12. 클로스트리디오이데스 디피실균(<i>Clostridioides difficile</i>)	56
2. 3. 13. 칸디다균속(<i>Candida</i> spp.)	57
2. 4. 주요 내성균의 분리 빈도	59
3. 국내 항균제 내성균 조사 결과(요양병원)	61
3. 1. 요양병원 수집 균주 현황	63
3. 2. 요양병원 수집 균종별 항균제 내성 현황	64
3. 2. 1. 황색포도알균(<i>Staphylococcus aureus</i>)	64
3. 2. 2. 장알균(<i>Enterococcus faecalis</i>)	66
3. 2. 3. 장알균(<i>Enterococcus faecium</i>)	67
3. 2. 4. 폐렴사슬알균(<i>Streptococcus pneumoniae</i>)	67
3. 2. 5. 대장균(<i>Escherichia coli</i>)	68
3. 2. 6. 폐렴막대균(<i>Klebsiella pneumoniae</i>)	70
3. 2. 7. 녹농균(<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	72
3. 2. 8. 아시네토박터균속(<i>Acinetobacter</i> spp.)	73
3. 2. 9. 살모넬라균속(<i>Salmonella</i> spp.)	74
3. 2. 10. 세균성이질균속(<i>Shigella</i> spp.)	74
3. 2. 11. 임균(<i>Neisseria gonorrhoeae</i>)	74
3. 2. 12. 칸디다균속(<i>Candida</i> spp.)	74
4. 주요 항생제 내성균의 내성률 현황 비교	75
5. Kor-GLASS 3기 사업(2023-2025)	79

목차

제2장. 2022 국가 항균제 내성정보 모니터링

(KARMS ; Korean Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2022)

요약문	85
1. 서론	87
1. 1. 배 경	89
1. 2. 국가 항균제 내성균 내성정보(KARMS) 구축	90
1. 3. 국가 항균제 내성균 내성정보(KARMS) 구성 및 운영	90
2. 국가 항균제 내성정보 조사결과(중소병원)	91
2. 1. 중소병원 수집 정보	93
2. 1. 1. 연령별 검체 분포 현황	93
2. 1. 2. 월별 분리 건수	94
2. 1. 3. 성별에 따른 분리 건수	96
2. 2. 중소병원 항균제 내성 현황	97
2. 2. 1. 황색포도알균(<i>Staphylococcus aureus</i>)	97
2. 2. 2. 장알균(<i>Enterococcus</i> spp.)	99
2. 2. 3. 폐렴사슬알균(<i>Streptococcus pneumoniae</i>)	103
2. 2. 4. 대장균(<i>Escherichia coli</i>)	105
2. 2. 5. 폐렴막대균(<i>Klebsiella pneumoniae</i>)	107
2. 2. 6. 엔테로박터균(<i>Enterobacter cloacae</i>)	109
2. 2. 7. 녹농균(<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	111
2. 2. 8. 아시네토박터균(<i>Acinetobacter baumannii</i>)	113
3. 국가 항균제 내성정보 조사결과(요양병원)	115
3. 1. 요양병원 수집 정보	117
3. 1. 1. 연령별 검체 분포 현황	117
3. 1. 2. 월별 분리 건수	118
3. 1. 3. 성별에 따른 분리 건수	120

3. 2. 요양병원 항균제 내성 현황	121
3. 2. 1. 황색포도알균(<i>Staphylococcus aureus</i>)	121
3. 2. 2. 장알균(<i>Enterococcus</i> spp.)	123
3. 2. 3. 폐렴사슬알균(<i>Streptococcus pneumoniae</i>)	127
3. 2. 4. 대장균(<i>Escherichia coli</i>)	129
3. 2. 5. 폐렴막대균(<i>Klebsiella pneumoniae</i>)	131
3. 2. 6. 엔테로박터균(<i>Enterobacter cloacae</i>)	133
3. 2. 7. 녹농균(<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	135
3. 2. 8. 아시네토박터균(<i>Acinetobacter baumannii</i>)	137

4. 국가 항균제 내성정보 조사결과(의원) 139

4. 1. 의원 수집 정보	141
4. 1. 1. 연령별 검체 분포 현황	141
4. 1. 2. 월별 분리 건수	142
4. 1. 3. 성별에 따른 분리 건수	144
4. 2. 의원 항생제 내성 현황	145
4. 2. 1. 황색포도알균(<i>Staphylococcus aureus</i>)	145
4. 2. 2. 장알균(<i>Enterococcus</i> spp.)	147
4. 2. 3. 폐렴사슬알균(<i>Streptococcus pneumoniae</i>)	149
4. 2. 4. 대장균(<i>Escherichia coli</i>)	151
4. 2. 5. 폐렴막대균(<i>Klebsiella pneumoniae</i>)	153
4. 2. 6. 엔테로박터균(<i>Enterobacter cloacae</i>)	155
4. 2. 7. 녹농균(<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	156
4. 2. 8. 아시네토박터균(<i>Acinetobacter baumannii</i>)	157

5. 주요 항균제 내성 비교 159

5. 1. 의료기관 종별 주요 항균제 내성 비교	161
5. 1. 1. 황색포도알균(<i>Staphylococcus aureus</i>)	161
5. 1. 2. 장알균(<i>Enterococcus</i> spp.)	162
5. 1. 3. 폐렴사슬알균(<i>Streptococcus pneumoniae</i>)	164
5. 1. 4. 대장균(<i>Escherichia coli</i>)	165
5. 1. 5. 폐렴막대균(<i>Klebsiella pneumoniae</i>)	167
5. 1. 6. 엔테로박터균(<i>Enterobacter cloacae</i>)	169
5. 1. 7. 녹농균(<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	171
5. 1. 8. 아시네토박터균(<i>Acinetobacter baumannii</i>)	173

목차

제3장. 2022 법정감염병 내성 조사·분석

(법정감염병 내성 ; Legal Communicable Disease causative bacteria
Antimicrobial Resistance Surveillance in Korea, 2022)

요약문	177
1. 법정감염병 원인균(임균)	179
1. 1. 서론	181
1. 1. 1. 배경	181
1. 1. 2. 구성 및 운영	181
1. 2. 임균 항균제 내성 조사 결과	182
1. 2. 1. 수집 균주 현황	182
1. 2. 2. 임균의 항균제 내성 현황	182
2. 법정감염병 원인균(장내세균, VRSA/CRE)	185
2. 1. 개요	187
2. 1. 1. 배경	187
2. 1. 2. 구성 및 운영	187
2. 2. 장내세균 조사결과	188
2. 2. 1. 장티푸스균(<i>Salmonella Typhi</i>)	189
2. 2. 2. 비장티푸스성 살모넬라균(Non-Typhoidal <i>Salmonella</i>)	190
2. 2. 3. 세균성 이질균(<i>Shigella</i> spp.)	192
2. 2. 4. 캄필로박터(<i>Camphylobacter jejuni</i>)	194
2. 3. VRSA/CRE 조사결과	195
2. 3. 1. 반코마이신내성황색포도알균(VRSA)	195
2. 3. 2. 카바페넴내성장내세균목(CRE)	196
자료제공	199

병원체명

본문 기술	한글명	영문명	약어	비고
<i>S. aureus</i>	황색포도알균	<i>Staphylococcus aureus</i>	SAU	균혈증, 폐렴 등을 일으키는 주요 의료관련감염 원인균
Enterococci	장알균	Enterococci	-	면역 저하자, 만성 기저질환자에서 요로감염, 균혈증을 일으키는 기회감염균
<i>E. faecalis</i>	장알균	<i>Enterococcus faecalis</i>	EFA	
<i>E. faecium</i>	장알균	<i>Enterococcus faecium</i>	EFM	
<i>S. pneumoniae</i>	폐렴사슬알균	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	SPN	지역사회획득 폐렴, 균혈증, 뇌수막염, 중이염 등을 일으키는 주요 병원균
<i>E. coli</i>	대장균	<i>Escherichia coli</i>	ECO	지역사회 또는 원내 요로감염에서 가장 흔하게 분리되는 병원균
<i>K. pneumoniae</i>	폐렴막대균	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	KPN	면역 저하 환자에 감염을 쉽게 일으키는 폐렴, 요로감염의 원인균
<i>P. aeruginosa</i>	녹농균	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	PAE	면역 저하자에 감염을 일으키는 기회감염균이자, 주요 의료관련감염 원인균
<i>Acinetobacter</i> spp.	아시네토박터균속	<i>Acinetobacter</i> spp.	ACI	폐렴, 요로감염 등 다양한 감염증을 유발하는 의료관련감염의 주요 원인균
<i>A. baumannii</i>	아시네토박터바우마니균	<i>Acinetobacter baumannii</i>	ABA	중환자실 환자감염 등 원내 감염을 일으켜, 폐렴, 심내막염 등을 유발하는 주요 원인균
<i>Salmonella</i> spp.	살모넬라균속	<i>Salmonella</i> spp.	SAL	장내세균의 일종으로 위장염, 패혈증, 장열 등을 유발하는 원인균
<i>Shigella</i> spp.	세균성이질균속	<i>Shigella</i> spp.	SHI	대장 내 급성 세균성 감염증을 일으키는 원인균
<i>N. gonorrhoeae</i>	임균	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	NGO	임질(성병)을 유발하는 주요 원인균
<i>C. difficile</i>	클로스트리디오이데스 디피실균	<i>Clostridioides difficile</i>	CDF	항생제를 복용한 환자에서 장염을 유발하는 원인균
<i>E. cloacae</i>	엔테로박터균	<i>Enterobacter cloacae</i>	ECL	요로감염, 피부감염을 일으키는 원인균
<i>C. jejuni</i>	캠필로박터제주니균	<i>Campylobacter jejuni</i>	CAI	흔히 오염된 닭고기, 유제품 등 섭취 시 감염되어 장염 등을 유발하는 병원균
<i>S. Typhi</i>	장티푸스균	<i>Salmonella Typhi</i>	SAT	장티푸스를 유발하는 살모넬라균
VRSA	반코마이신내성 황색포도알균	Vancomycin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>	VRSA	
CRE	카바페넴내성장내세균속균	Carbapenem-resistant <i>Enterobacterales</i>	CRE	
Non-typhoidal <i>Salmonella</i>	비장티푸스 살모넬라균	-	-	<i>S. Typhi</i> , <i>S. Paratyphi</i> 제외한 살모넬라균
Non- <i>baumannii</i> <i>Acinetobacter</i>	비아시네토박터 바우마니균	-	-	
<i>Candida</i> spp.	칸디다균속	<i>Candida</i> spp.	CAN	피부진균증, 백선, 질염 등 각종 감염병의 원인이 되는 진균

AMC	Amoxicillin-clavulanate
AMK	Amikacin
AMR	Antimicrobial resistance
CLSI	Clinical and Laboratory Standards Institute
CO	Community origin
CPE	Carbapenemase-producing <i>Enterobacterales</i>
CPM	Capreomycin
CRE	Carbapenem-resistant <i>Enterobacterales</i>
CS	Cycloserine
CSF	Cerebrospinal fluid
EARS-Net	European Antimicrobial Resistance Surveillance Network
EQA	External quality assessment
ESBL	Extended-spectrum beta-lactamase
EUCAST	European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing
GAT	Gatifloxacin
GES-5	Guiana extended spectrum-5
GLASS	Global Antimicrobial Resistance Surveillance System
HO	Hospital origin
IMP	Imipenemase
INH	Isoniazid
IPT	Interlaboratory proficiency testing
KARMS	Korean Antimicrobial Resistance Monitoring System
KM	Kanamycin
KONIS	Korean Nosocomial Infections Surveillance System
KPC-2	<i>Klebsiella pneumoniae</i> carbapenemase-2
LVX	Levofloxacin
MALDI-TOF MS	Matrix assisted laser desorption/ionization-time of flight mass spectrometry
MBL	Metallo-beta-lactamase
MDR	Multidrug resistance
MIC	Minimal inhibitory concentration
MLST	Multilocus sequence typing

MRAB	Multidrug-resistant <i>Acinetobacter baumannii</i>
MRPA	Multidrug-resistant <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
MRSA	Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>
NARMS	National Antimicrobial Resistance Monitoring System
NCC	National coordinating center
NDM-1	New delhi metallo-beta-lactamase-1
NFP	National focal point
NG-MAST	<i>Neisseria gonorrhoeae</i> multi antigen sequence typing
NRL	National reference laboratory
OFX	Ofloxacin
PAS	Para-aminosalicylic acid
PBP2a	Penicillin-binding protein 2a
PCR	Polymerase chain reaction
PDR	Pandrug resistance
PISP	Penicillin G intermediate <i>Streptococcus pneumoniae</i>
PPNG	Penicillinase-producing <i>Neisseria gonorrhoeae</i>
PTH	Prothionamide
PVL	Panton valentine leukocidine
QDA	Quinupristin-dalfopristin
SAM	Ampicillin-sulbactam
SM	Streptomycin
SXT	Trimethoprim-sulfamethoxazole
TSST-1	Toxic shock syndrome toxin-1
VIM	Verona integrin encoded metallo beta-lactamase
VISA	Vancomycin-intermediate <i>Staphylococcus aureus</i>
VRE	Vancomycin-resistant Enterococci
VREFM	Vancomycin-resistant <i>Enterococcus faecium</i>
VRSA	Vancomycin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>
WHO	World Health Organization
XDR	Extensively drug resistance

제 1 장

Kor-GLASS

Global Antimicrobial Resistance
Surveillance System in Korea, 2022

2022 국가 항균제 내성균 조사

요약문

Kor-GLASS는 2015년 세계보건기구(WHO)에서 발표한 GLASS 매뉴얼에 기초한 국내 다제내성균 감시체계로, 2016년 시범운영으로 시작하여, 2022년 현재 9개 권역(서울, 경기 북부, 경기 남부, 강원, 충북, 전남, 경북, 경남, 제주)의 종합/요양병원 10개 수집센터와 균종별 7개 분석센터로 확대하여 운영중에 있다. 수집대상 균종은 2016년 11개 균종을 시작으로, '18년에는 미국 CDC에서 2015년 항균제 내성 위험도에 따라 시급한 위협(urgent threat)으로 제시한 균종 중 하나인 '클로스트리디오이데스 디피실균(*C. difficile*)'을 추가하였고, '20년에는 '19년 4월경 WHO에서 감시대상으로 제시한 '칸디다균속(*Candida* spp.)'을 추가하여 13종으로 확대하였다.

2022년 1월-12월 수집된 Kor-GLASS 종합병원 균주는 총 16,350주였으며, 혈액 분리주 5,844주(35.7%), 요 분리주 10,028주(61.3%), 대변 분리주 441주(2.7%), 뇌척수액 분리주 1주(0.01%)였으며, 비노생식기(요도 및 자궁경부 면봉) 분리주는 확인되지 않았다. 혈액 분리주에서는 *E. coli*가 2,281주(39.0%)로 가장 많았으며, *K. pneumoniae*, *S. aureus* 순으로 분리되었다. 요 분리주 역시 *E. coli*가 8,465주(84.4%)로 가장 많았으며, *K. pneumoniae*는 1,563주(15.6%)였다.

S. aureus 혈액 분리 cefoxitin 내성 황색포도알균 (Methicillin-resistant *S. aureus*, MRSA)는 45.7%(336주)로 2021년과 비슷한 수준을 유지하였으며, methicillin 내성과 관련된 유전자인 *mecA* 유전자가 확인된 균주는 총 327주로 확인되었다. MRSA의 주요 치료 약제로 쓰이는 vancomycin과 linezolid 내성, quinupristin-dalfopristin 내성균주는 발견되지 않았다.

E. faecalis 모든 혈액 분리 균주에서 ampicillin에 감수성을 보였으나, penicillin 내성을 보이는 균주는 '21년 8.6%에서 '22년 14.8%로 다소 증가하였다. Vancomycin 내성균주는 드물게 발견되나, 매년 꾸준히 1~2주씩 발견되고 있으며 '22년에도 3주 발견되어 1.2%의 내성률이 확인되었다. Vancomycin 또는 teicoplanin 내성 관련 유전자인 *vanA* 및 *vanB* 유전자 분석결과 *vanA* 양성 균주가 1.2%였으며, *vanB* 유전자는 확인되지 않았다.

E. faecium 혈액 분리 균주의 ampicillin 내성률은 89.2%로 여전히 높았다. Vancomycin 내성률은 '16년 29.9%에서 '19년 40.9%로 증가하였으나, 이후 감소추세로 변환되어 '22년 35.1%였다. Vancomycin 내성 *E. faecium*(VRE) 감염의 치료 항생제인 linezolid와 daptomycin에 대한 내성균은 발견되지 않았다. Vancomycin 또는 teicoplanin 내성 관련 유전자인 *vanA* 및 *vanB* 유전자 분석결과 *vanA* 양성 균주가 37.8%였으며, *vanB* 유전자는 확인되지 않았다.

S. pneumoniae 혈액 분리 균주는 총 27주 분리되었으며, penicillin, cefotaxime, ceftriaxone 내성률은 각각 18.5%, 29.6%, 25.9% 였으며, 과거에 비해 크게 증가하였다.

E. coli 혈액 분리 대장균의 ampicillin 내성률과 piperacillin 내성률은 각각 66.9%, 53.2%로 큰 변화는 없었다. 대장균 혈류감염 치료에 주로 사용되는 3세대 세팔로스포린계 항생제 중 cefotaxime과 ceftazidime 내성률은 각각 38.8%와 9.6%로 확인되었다. 카바페넴계 항생제 내성률은 1% 미만으로

낮았다. 대장균 요로 감염 치료에 중요한 항생제인 플로로퀴놀론계 항생제인 ciprofloxacin 내성률은 45.9%로 큰 변화없이 유지되었다. 3, 4세대 세팔로스포린계 항생제 및 모노박탐계 항생제 내성과 관련된 ESBL(Extended-spectrum beta-lactamase) 유전형을 확인한 결과 국내에서는 CTX-M-1군과 CTX-M-9군이 흔하게 관찰되며, 특히 CTX-M-9군 ESBL 중 CTX-M-27이 '17년 3.9%에서 '22년 9.4%로 5%p 증가하였다.

K. pneumoniae 혈액 분리 폐렴막대균의 3세대 세팔로스포린계 항생제인 cefotaxime과 ceftazidime 내성률은 각각 27.9%, 22.4%였다. 카바페넴계 항생제인 imipenem, meropenem, ertapenem에 대한 내성률은 각각 5.8%, 6.3%, 6.8%로 '21년과 비슷하였다. 요 분리 폐렴막대균의 내성률은 혈액분리 균주에 비해 전반적으로 높았다. Cefotaxime, ceftazidime 내성률은 각각 36.4%, 23.6%로 나타났다. 3,4세대 세팔로스포린 내성과 관련된 ESBL의 분포를 살펴보면, CTX-M-15이 170주로 가장 흔하게 관찰되었으며, 카바페넴계 항생제 내성과 관련된 카바페넴 분해효소(cabapenemase) 중 KPC-2를 생성하는 균주가 61주로 '17년 5주에서 꾸준히 증가하고 있는 것으로 관찰된다.

P. aeruginosa 혈액분리 녹농균의 piperacillin 내성률과 항-녹농균 세팔로스포린계 항생제인 ceftazidime 내성률은 각각 23.0%, 17.0%로 '21년(각각 24.5%, 18.0%)에 비해 소폭 감소하였다.

Acinetobacter spp. 혈액분리 아시네토박터균속 중 아시네토박터바우니균은 342주 확인되었다. 아시네토박터바우마니균의 카바페넴계 항생제 내성률은 imipenem과 meropenem에서 각 88.7%로 확인되었다. Imipenem에 내성을 보인 균주의 대부분은 카바페넴 분해효소 중 OXA-23을 생성하는 균주로 확인되었다.

Salmonella spp. 살모넬라균속의 cefotaxime 내성률은 '20년까지는 5.0%로 다소 감소하였으나, '22년 크게 증가하여 11.9%로 나타났다. 3세대 세팔로스포린계 항생제 내성 관련 유전자인 CTX-M ESBL 유전자형 분포를 확인하였을 때, CTX-M-1군이 많았으며, CTX-M-1군 중 CTX-M-15, CTX-M-55가 관찰되었다.

Shigella spp. 총 1주 수집되었으며, azithromycin, cefotaxime, ceftazidime, ciprofloxacin, imipenem에 감수성이었다.

N. gonorrhoeae 임균은 수집되지 않았다.

C. difficile 주요 치료 항균제인 metronidazole과 vancomycin에 대한 내성균주는 감시를 시작한 2018년부터 현재까지 수집되지 않았다. 디피실균의 항균제 내성은 균의 ribotype과 연관성이 있다. 과거에는 R018, R017이 가장 흔했으나 지속 감소하는 추세이고, 상대적으로 항균제 내성이 적다고 알려진 R014/R020이 증가하여 전체적인 내성률이 낮아진 것으로 확인된다.

Candida spp. 가장 흔하게 분리된 칸디다균속은 *Candida albicans*였다. 전체 칸디다균속의 항진균제 내성을 확인한 결과, fluconazole 내성률은 3.3%, voriconazole 내성률 0.9%로 확인 되었다.



서론

2022 국가 항균제 내성균 조사

1 서론

1. 1. 배경

20세기 초 항생제 개발로 세균 감염을 치료하면서 인간의 수명이 크게 향상된 반면, 항생제 사용에 따라 항생제 내성(Antimicrobial Resistance, AMR)을 보이는 세균도 함께 발견되었다. 항균제의 사용 증가와 오남용은 내성균의 출현과 확산을 가속화하였다. 2014년 영국의 O'Neill 등은 2050년에는 전 세계에서 내성균의 감염으로 매년 약 1,000만명 이상이 사망할 것이며, 이는 전 세계 GDP 100조 달러의 손실을 유발할 것으로 예측하였다. 이를 계기로 국제사회는 항균제 내성이 인류의 생존과 지속 가능한 발전에 심각한 위협 요소임을 인지하고 글로벌 보건 분야의 최우선 과제로 선정하고 국제 공조를 통하여 내성균의 확산 방지를 위한 글로벌 행동 전략을 마련하고자 하였다.

제68차 세계보건총회(2015년)에서 항생제 내성 글로벌 행동계획이 채택된 후, 세계보건기구(WHO)는 국가별 항균제 내성균의 정확한 실태 파악이 필수적이라 판단하였다. 이미 여러 국가에서 다양한 형태의 항균제 내성 감시체계를 운영하고 있었지만, 대상 병원체, 대상 항균제, 감시 방법, 감시 기간, 보고 방법 등이 달라 국가 간 결과 비교가 어렵다는 한계가 있었다. 이를 통해 전 세계 규모의 통합 감시체계의 필요성이 대두되었다.

이에 세계보건기구(WHO)는 표준화된 방법과 기준을 적용한 국제 항생제 내성 감시체계인 GLASS(Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System)를 구축하였다. 특히, WHO GLASS는 국가별 항균제 내성 정보를 수집, 분석하는데 그치지 않고, 실험실 검사 결과와 성별, 연령, 감염부위 등과 같은 임상정보와 연계한 종합적인 분석을 통해 인구집단 내 항균제 내성이 미치는 영향에 대한 정보를 제공할 수 있는 수준 높은 감시체계 방식을 채택하고 있다.

WHO는 2015년부터 2019년까지를 초기 이행기간(Early Implementation Period)으로 설정하고, 효과적인 내성률 감시체계 설립을 위한 가이드라인 확립 및 지원을 시행해왔다. 2022년 기준 총 126개국이 GLASS에 가입하였으며 웹기반 플랫폼(<https://www.who.int/glass/en/>)을 통하여 국가별 수집한 정보를 분석·공유하고 있다.

1. 2. 국가 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS) 운영

우리나라는 2016년 제1차 국가 항생제 내성 관리대책(2016-2020년)을 발표하였으며, 그 일환으로 내성 감시체계 강화를 위해 2016년 8월에 WHO GLASS에 정식으로 가입하였다. 질병관리청(前 질병관리본부)은 WHO GLASS와 호환이 가능하면서 WHO GLASS의 미비점을 국내 실정에 맞게 보완·개선할 수 있는 한국형 GLASS 사업을 고안하였으며, 이 사업을 『국가 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS)』로 명명하였다.

1. 2. 1. 운영 경과

2016년 5월 처음 구축한 Kor-GLASS는 종합병원과 요양병원·중소병원 2가지 감시체계로 구성되었으며, 종합병원 감시체계는 2016년 5월부터, 요양병원·중소병원 감시체계는 2016년 8월부터 감시를 시작하였다. 총 6개 권역(서울, 경기 북부, 강원, 충북, 전남, 경남)의 수집대상 권역은 국내 지역거점 종합병원으로 1개 기관씩 선정하여 6개 수집센터와 4개의 분석센터(1개의 요양병원 및 중소병원 분석센터 포함)를 운영하였다. 종합병원은 의료관련 감염병 표본감시병원 중 500~1,000 병상의 규모를 지니고, 임상미생물 전공 진단검사의학 전문의가 근무하여 균주 수집 및 데이터의 정확성을 담보할 수 있는 지역거점 의료기관으로 구성하였다. 그리고 참여병원에서 분리된 병원균의 전수를 대상으로 분석센터를 따로 두어 표준화된 시험법에 따른 기본 분석(균종 동정 및 항균제 감수성 시험) 및 추가 분석(내성 기전 및 역학적 특성 확인)을 수행하도록 하였다. 감시 대상 병원체는 GLASS 감시 대상 병원체 8종과 국내 법정감염병으로 지정된 병원체 3종을 포함한 총 11개 균종(*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter* spp., *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Neisseria gonorrhoeae*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Pseudomonas aeruginosa*)이었다.

Kor-GLASS 1기 사업(2017~2019)에서는 2개 권역(경기 남부, 제주)을 추가하여 8개 권역으로 확대하였으며, 8개 권역의 종합병원, 요양병원 수집 네트워크를 통해 균주를 수집하였다. 2018년에는 미국 CDC에서 2015년 항균제 내성 위험도에 따라 시급한 위협(urgent threat)으로 제시한 균종 중 하나인 '클로스트리디오이데스 디피실균(*Clostridioides difficile*)'을 추가하면서 총 12종의 균종을 감시하였다. 또한, 클로스트리디오이데스 디피실균 분석센터를 추가해 총 5개의 분석센터를 운영하고, 분석된 결과는 외부 시험관리센터(1개)를 통해 질 관리를 받아 신뢰성 있는 항균제 내성 결과를 얻을 수 있었다.

현재 운영중인 Kor-GLASS 2기 사업(2020-2022)에서는 1개의 권역(경북)을 추가한 9개 권역의 종합병원(수집센터), 그와 역학적·지리적 연관성이 있는 요양병원을 선정하여 수집 네트워크를 강화하였다. 또한 균종별로 분석센터를 세분화하고, 국내·외 균종별 내성 현황, 동향을 분석하는 등 전문성을 강화하기 위해, 2개의 분석센터를 추가하여 총 7개의 분석센터를 운영하고, 1개의

시험관리센터도 함께 운영되고 있다. 감시 대상병원체는 기존 12종의 균종에 2019년 4월경 세계보건기구(WHO)에서 주요 감시대상 균종으로 선정한 ‘칸디다균속(*Candida* spp.)’을 추가해 총 13종이다. (요양병원은 *C. difficile* 1개 균종 제외로 12종)

검체별 우선순위 병원체는 WHO GLASS에서 제시한 방법에 따라 지정하였으며, 혈액, 소변, 대변, 요도 또는 자궁경부 도말 등에서 해당 병원체를 전수 조사(중복균주 제외)하고 있다. 전수조사로 수집된 모든 균종은 Kor-GLASS 운영매뉴얼에 따라 표준화된 방법으로 동정 및 항균제 감수성 시험과 내성 유전자 검사를 수행하고 있다. 시험 결과는 CLSI 또는 EUCAST 기준에 따라 판정되며, 모든 균종은 기본적으로 디스크 확산법을 사용하되 균종 및 항균제에 따라 액체배지미량희석법 및 한천배지희석법 등을 별도 수행하고 있다. 각 균종별 내성유전자 및 역학적 특성 검사는 PCR과 sequencing을 통해 확인하고 있다.

표 1-1. Kor-GLASS 운영 경과

구분		시범사업	1기 사업	2기 사업
연도		'16년	'17~'19년	'20~'22년
참여병원	종합병원	6개	8개 (경기남부, 제주 추가)	9개* (경북 추가)
	요양병원	종합병원 동일 권역 요양병원 40곳 내외		
수집 검체		혈액, 요, 대변, 뇌척수액, 요도·자궁경부		
수집 균종		11종	12종 (클로스트리디오이데스 디피실균 추가)	13종** (칸디다균 추가)

* 서울, 경기 북부, 경기 남부, 강원, 충북, 전남, 부산, 제주, 경북

** 대장균, 폐렴막대균, 아시네토박터균, 황색포도알균, 폐렴알균, 살모넬라균속, 세균성이질균속, 임균, 장알균 2종, 녹농균, 클로스트리디오이데스디피실균, 칸디다균속

1. 2. 2. 수집·분석센터 구성 및 운영 현황

Kor-GLASS는 2016년 6개 권역을 대상으로 감시를 시작해서 2017~2019년에는 8개 권역으로 운영하였으며, 2020년부터는 9개 권역으로 확대하여 운영하고 있다. 총 18개의 센터로 10개의 수집센터, 7개의 분석센터 및 1개의 시험관리센터가 운영되고 있다. (그림 1-1)

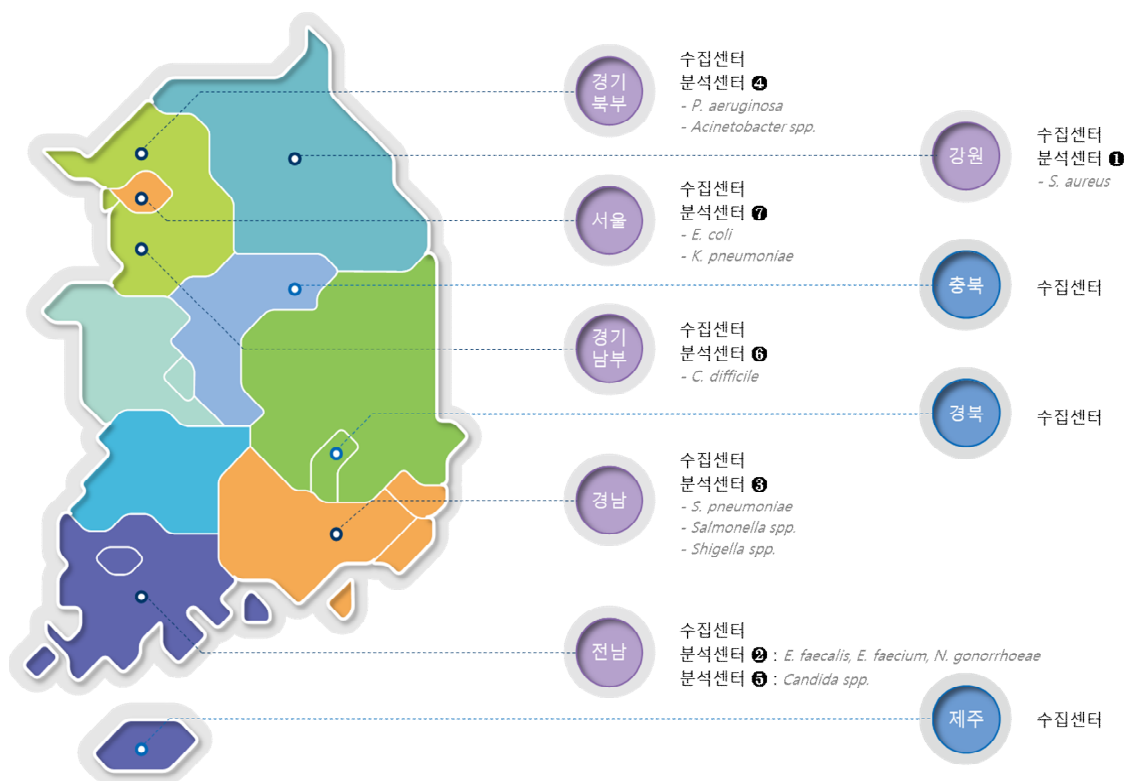


그림 1-1. 2기사업('20-'22년) Kor-GLASS의 수집센터 및 분석센터 분포

Kor-GLASS는 WHO GLASS의 4가지 원칙을 기반으로 고안되었다. 먼저, ① 대표성(representativeness)을 위해, 종합병원은 국내 지역 거점 내 1개 기관을 선정하되, 의료관련 감염병 표본감시병원 중 500~1,000병상 규모의 병원으로 정하였으며, 권역별 종합병원을 기준으로 하여 지리적 연관성과 환자 이동 등을 감안한 30개 내외의 요양병원을 선정하였다. 중복 균주를 제외한 전수를 수집하고, 참여 기관 및 책임자와의 지속적인 협의를 진행하고 있다. ② 특화성(specialization)을 위해서는, 임상미생물 전공 진단검사의학 전문의가 근무하고 재단법인 진단검사의학재단에서 시행하는 우수검사실 신임인증 평가에서 '우수검사실'로 인증받은 곳을 선정하는 등 균주 수집 및 데이터의 정확성을 담보할 수 있도록 하였다. 또한, 참여병원에서 분리된 병원균의 전수를 대상으로 분석센터를 따로 두어 표준화된 시험법에 따른 기본 분석(균종 동정 및 항균제 감수성 시험) 및 추가 분석(내성 기전 및 역학적 특성 확인)을 수행하도록 하고, 모든 수집 균주는 저장하여 질병관리청 국가표준실험실(NRI)로 송부 하도록 하고, 균주 분석 결과는 정해진 양식에 맞춰 작성·제출토록 하는 등 ③ 중앙화(centralization) 하였다. 그리고 ④ 현지화(localization)를 위해, 국내 실정에 맞게 WHO GLASS의 권장 범위보다 확대하여 법정감염병으로 지정된 병원체와 관련 항균제 감수성 시험을 추가하였고, 주요 항균제 내성 기전 규명 및 분자역학적 분석을 위한 유전자 검사 항목도 균종별로 추가하였다.

질병관리청 항생제내성관리과가 국가조정센터(National Coordinating Center, NCC)를, 국립보건연구원 약제내성연구과가 국가표준실험실(National Reference Laboratory, NRL)로서 그 역할을 수행하고, 각 권역별 종합병원과 요양병원들이 감시기관(Surveillance Site, SS)으로 본 사업에 적극적으로 참여하고 있다. (그림 1-2)

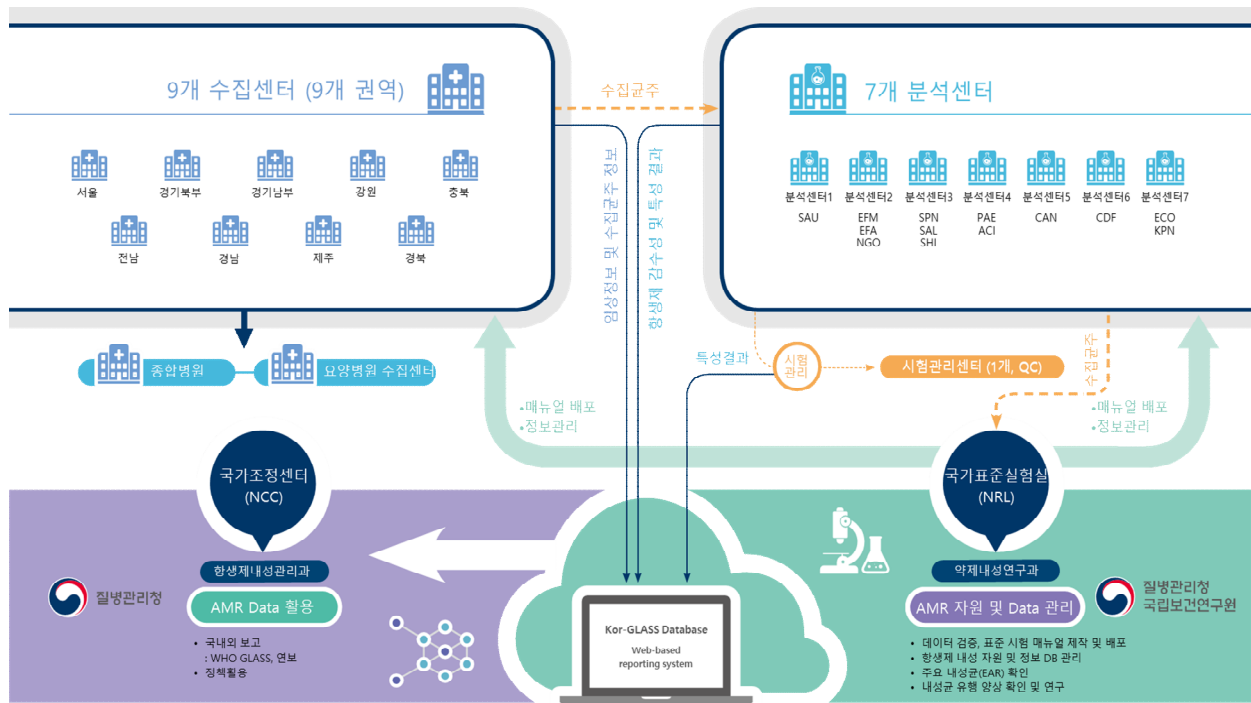


그림 1-2. Kor-GLASS 기본 시스템

Kor-GLASS 시험관리센터는 본 사업에 참여하고 있는 각 실험실의 동정 및 항균제 감수성 실험의 질을 평가하기 위한 것으로 수집 균주의 일정 부분을 재실험하여 그 결과를 비교하고, 특성 분석이 완료된 균주를 각 실험실에 보내어 실험 결과를 받아 평가하는 등 정기적인 시험관리 프로그램을 운영하고 있다. Kor-GLASS로 수집된 데이터의 표준화 및 신뢰성 확보를 위해 시험관리센터를 통해 매월 일부 수집균주를 무작위로 선정하여 균종 및 시험법별 검사 결과로 분석센터 간 유효성 검증하는 내부시험관리(Interlaboratory Proficiency Testing, IPT)를 실시하고 있다. 또한, 참여하는 수집·분석 센터를 대상으로 분기별로 외부시험관리(External Quality Assessment, EQA)를 수행하고 있으며, 모든 참여 실험실은 Kor-GLASS 시험관리센터에서 작성한 질관리 보고서를 받으며, 이를 통해 각 실험실의 실험의 질을 평가하고, 실험 과정의 문제점을 확인하는데 이용한다. (그림 1-3)

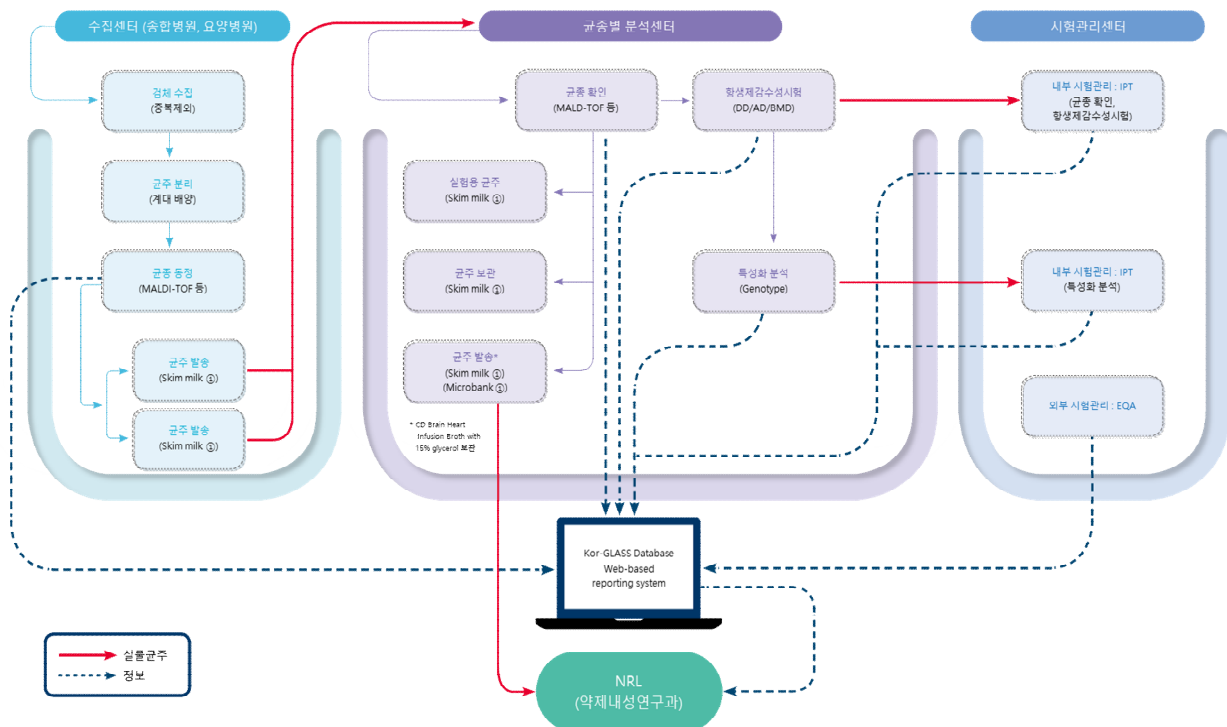


그림 1-3. Kor-GLASS 항균제 내성균 조사사업 운영 체계 및 수집/분석 절차도

Kor-GLASS의 임상정보 및 수집정보, 기본분석 및 추가분석 결과, 시험관리 결과는 질병관리청 질병보건 통합관리시스템(<http://is.kdca.go.kr/>)을 통해 관리되며, Kor-GLASS 데이터베이스는 기존 Kor-GLASS 플랫폼이 가지고 있는 업무 프로세스를 그대로 반영하여 구현하였으며 각 센터별 담당자에 따라 권한을 부여하여 데이터의 입력, 승인, 수정을 가능하도록 하였다. 누적된 시험 결과는 분석을 통해 매년 WHO GLASS에 국가데이터로 제공하고 있다. (그림 1-4)



그림 1-4. Kor-GLASS 데이터베이스 업무 프로세스

1. 2. 3. 수집 대상 균종 및 분석

2 기사업('20-'22) 감시대상 병원체는 WHO GLASS 감시 대상 병원체 9 종과 추가 감시대상 병원체 4 종으로 총 13 종이며, 대부분이 국내 법정 감염병으로 지정된 병원체이다. 각각 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*), 장알균(*Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*), 폐렴사슬알균(*Streptococcus pneumoniae*), 대장균(*Escherichia coli*), 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*), 살모넬라균속(*Salmonella* spp.), 세균성이질균속(*Shigella* spp.), 아시네토박터균속(*Acinetobacter* spp.), 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*), 임균(*Neisseria gonorrhoeae*), 클로스트리디오테스 디피실균(*C. difficile*) 및 칸디다균속(*Candida* spp.) 이다. 종합병원은 위 13 종, 요양병원은 1 종(*C. difficile*)을 제외한 12 종 균종을 대상으로 조사사업을 진행하였다.

검체별로 보면, ① 혈액 분리 균종이 10종(*S. aureus*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *S. pneumoniae*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *Acinetobacter* spp., *P. aeruginosa*, *Salmonella* spp. 및 *Candida* spp.), ② 뇌척수액 분리 균종이 1종(*S. pneumoniae*), ③ 요 분리 균종이 2종(*E. coli*, *K. pneumoniae*), ④ 대변 분리 균종이 3종(*Salmonella* spp. 및 *Shigella* spp., *C. difficile*), ⑤ 요도 및 자궁경부 면봉 분리 균종이 1종(*N. gonorrhoeae*)이다. (표 1-2)

Kor-GLASS는 균주 수집기반의 감시체계로서 감시기관에서 분리되는 대상 균주 전수(반복 분리균주 제외)를 수집하며, 균주의 임상정보를 수집한다. (표 1-3) 또한, 균종별로 분석대상 항생제를 정하고, 표준화된 시험법으로 동정, 감수성 시험 및 유전자 시험 등 특성화 분석을 진행하고 있다. (표 1-4)

표 1-2. Kor-GLASS 검체별 대상 균종 및 감시대상 병원체 구분

검체	균종	검체	균종
혈액(Blood)	<i>S. aureus</i>	WHO GLASS 감시 대상(8 종)	<i>S. aureus</i>
	<i>E. faecalis</i>		<i>E. coli</i>
	<i>E. faecium</i>		<i>K. pneumoniae</i>
	<i>E. coli</i>		<i>A. baumannii</i>
	<i>K. pneumoniae</i>		<i>N. gonorrhoeae</i>
	<i>Acinetobacter</i> spp.		<i>S. pneumoniae</i>
	<i>P. aeruginosa</i>		<i>Salmonella</i> spp.
	<i>S. pneumoniae</i>		<i>Shigella</i> spp.
	<i>Salmonella</i> spp.		
	<i>Candida</i> spp.		
요(Urine)	<i>E. coli</i>	추가 감시(5 종)	<i>E. faecalis</i>
	<i>K. pneumoniae</i>		<i>E. faecium</i>
대변(Feces)	<i>Salmonella</i> spp.		<i>P. aeruginosa</i>
	<i>Shigella</i> spp.		<i>C. difficile</i>
	<i>C. difficile</i> (요양병원 제외)		
비뇨생식기(Genital)	<i>N. gonorrhoeae</i>		<i>Candida</i> spp.
뇌척수액(CSF)	<i>S. pneumoniae</i>		

표 1-3. 국내 항균제 내성균 조사체계 임상정보 수집 항목 및 세부지침

구분	종합병원 감시체계	요양병원 감시체계
수집기관	필수	필수
수집 연/월	필수	필수
검체 종류	필수	필수
거주지	선택	선택
내원 구분	필수	선택
내원일/입원일	필수	필수
검체채취일	필수	필수
전원여부	필수	선택
전원입원기간	필수	선택
감염구분	필수	필수
병동	필수	선택
진료과목	선택	선택

〈 균주 수집 세부지침 〉

- i) 감시기간 내에 동일환자의 중복검체에서 분리된 동일한 균종의 균주는 첫 번째 균주만 수집
- ii) 한 환자의 중복검체에서 다른 균종이 분리된 경우엔 수집
- iii) 한 환자의 다른 검체에서 동일한 균종이 분리된 경우 수집
- iv) 요 분리주는 다음과 같은 조건에 따라 수집
 - 1) 1 개 균종 증식 : 1×10^4 CFU/mL 이상인 *E. coli* 와 *K. pneumoniae* 수집
 - 2) 2 개 균종 증식 : 1×10^5 CFU/mL 이상인 *E. coli* 와 *K. pneumoniae* 만 수집
 - 3) 3 개 균종 이상 증식 : 증식 정도에 관계없이 수집 균주 없음
 - 4) 카테터(catheter) 분리 균주
 - 유치 도뇨관(Foley catheter 등) 분리 균주 제외
 - 일회용 도뇨관(Nelaton catheter 등) 분리 균주는 포함
- v) 수집된 균주는 11 자리의 균주번호를 부여하며, 균주번호는 권역, 의료기관 코드, 연도, 균종기호, 일련번호로 구성된다.
 - 1) 권역 : 9 개 기관 (A - I)
 - 2) 의료기관 코드
 - 3) 연도 : 2 자리 숫자 (22)
 - 4) 균종기호 : *S. aureus* (SA), *E. faecalis* (EF), *E. faecium* (EM), *E. coli* (EC), *K. pneumoniae* (KP), *S. pneumoniae* (SP), *P. aeruginosa* (PA), *Acinetobacter* spp. (AB), *Salmonella* spp. (SL), *Shigella* spp. (SH), *N. gonorrhoeae* (NG), *C. difficile* (CD), *Candida* spp. (CA)
 - 5) 일련번호: 4 자리 숫자
 - * (예시) A 권역 종합병원에서 2022 년도에 35 번째로 분리된 *S. aureus* : A0022SA0035

표 1-4. 균종별 분석대상 항균제 및 유전자

대상 균종	대상 항균제	대상 유전자
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cefoxitin, erythromycin, clindamycin, quinupristin-dalfopristin(QDA), trimethoprim-sulfamethoxazole(SXT), chloramphenicol, ciprofloxacin, gentamicin, tetracycline, mupirocin, vancomycin , teicoplanin , linezolid , tigecycline	<i>mecA</i> , <i>mecC</i> , <i>SCCmec</i> , <i>pvl</i> , <i>tsst-1</i> , <i>eta</i> , <i>etb</i> , <i>agr</i> type, <i>spa</i> type
<i>Enterococcus faecalis</i>	Penicillin, ampicillin, High-level gentamicin, High-level streptomycin, ciprofloxacin, tetracycline, chloramphenicol, nitrofurantoin, vancomycin, teicoplanin, linezolid, tigecycline, daptomycin	<i>vanA</i> , <i>vanB</i>
<i>Enterococcus faecium</i>	Ampicillin, High-level gentamicin, High-level streptomycin, ciprofloxacin, tetracycline, quinupristin-dalfopristin(QDA), chloramphenicol, vancomycin, teicoplanin, linezolid, tigecycline, daptomycin	<i>vanA</i> , <i>vanB</i>
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Amoxicillin-clavulanate, azithromycin, cefaclor, cefepime, cefotaxime, ceftriaxone, cefuroxime, chloramphenicol, clindamycin, erythromycin, levofloxacin, meropenem, penicillin, tetracycline, trimethoprim-sulfamethoxazole(SXT), vancomycin, oxacillin	-
<i>Escherichia coli</i>	Ampicillin, piperacillin, ampicillin-sulbactam, cefazolin, cefotaxime, ceftazidime, cefepime, aztreonam, cefoxitin, imipenem , meropenem , ertapenem, amikacin, gentamicin, ciprofloxacin, trimethoprim-sulfamethoxazole(SXT), tigecycline, chloramphenicol, tetracycline, colistin	<i>bla</i> _{TEM} , <i>bla</i> _{SHV} , <i>bla</i> _{CTX-M} , <i>bla</i> _{CMY} , <i>bla</i> _{DHA} , <i>bla</i> _{ACC} , <i>bla</i> _{ACT-1} , <i>bla</i> _{FOX} , <i>bla</i> _{KPC} , <i>bla</i> _{GES} , <i>bla</i> _{NDM-1} , <i>bla</i> _{IMP-1} , <i>bla</i> _{VIM} , <i>bla</i> _{OXA-48} , <i>mcr-1</i> , <i>mcr-2</i>
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Piperacillin, ampicillin-sulbactam, cefazolin, cefotaxime, ceftazidime, cefepime, aztreonam, cefoxitin, imipenem , meropenem , ertapenem, amikacin, gentamicin, ciprofloxacin, trimethoprim-sulfamethoxazole(SXT), tigecycline, chloramphenicol, tetracycline, colistin	<i>bla</i> _{TEM} , <i>bla</i> _{SHV} , <i>bla</i> _{CTX-M} , <i>bla</i> _{CMY} , <i>bla</i> _{DHA} , <i>bla</i> _{ACC} , <i>bla</i> _{ACT-1} , <i>bla</i> _{FOX} , <i>bla</i> _{KPC} , <i>bla</i> _{GES} , <i>bla</i> _{NDM-1} , <i>bla</i> _{IMP-1} , <i>bla</i> _{VIM} , <i>bla</i> _{OXA-48} , <i>mcr-1</i> , <i>mcr-2</i>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Piperacillin, piperacillin-tazobactam, ceftazidime, cefepime, imipenem , meropenem , amikacin, gentamicin, tobramycin, ciprofloxacin, aztreonam, colistin	<i>bla</i> _{KPC} , <i>bla</i> _{GES} , <i>bla</i> _{NDM-1} , <i>bla</i> _{IMP-1} , <i>bla</i> _{VIM} , <i>bla</i> _{OXA-48}
<i>Acinetobacter</i> spp.	Piperacillin, piperacillin-tazobactam, ampicillin-sulbactam, ceftazidime, cefepime, imipenem , meropenem , amikacin, gentamicin, tobramycin, ciprofloxacin, minocycline, tigecycline, colistin	<i>bla</i> _{OXA-51} , <i>bla</i> _{OXA-23} , <i>bla</i> _{OXA-24} , <i>bla</i> _{OXA-58} , <i>ISAba-1</i> , <i>bla</i> _{KPC} , <i>bla</i> _{GES} , <i>bla</i> _{NDM-1} , <i>bla</i> _{IMP-1} , <i>bla</i> _{VIM} , <i>bla</i> _{OXA-48}
<i>Salmonella</i> spp.	Amikacin, ampicillin, azithromycin, cefotaxime, cefoxitin, ceftazidime, ceftriaxone, chloramphenicol, ciprofloxacin, colistin , gentamicin, imipenem , nalidixic acid, streptomycin, tetracycline, trimethoprim-sulfamethoxazole(SXT)	<i>bla</i> _{CTX-M-1} , <i>bla</i> _{CTX-M-9} , <i>gyrA</i> , <i>parC</i>
<i>Shigella</i> spp.	Amikacin, ampicillin, azithromycin, cefotaxime, cefoxitin, ceftazidime, ceftriaxone, chloramphenicol, ciprofloxacin, colistin , gentamicin, imipenem , nalidixic acid, streptomycin, tetracycline, trimethoprim-sulfamethoxazole(SXT)	<i>bla</i> _{CTX-M-1} , <i>bla</i> _{CTX-M-9} , <i>gyrA</i> , <i>parC</i>
<i>Clostridioides difficile</i>	Ampicillin, cefotetan, clindamycin, imipenem, chloramphenicol, tetracycline, moxifloxacin, metronidazole, vancomycin, rifaximin	<i>erm</i> (B), <i>catD</i> , <i>ter</i> (M), <i>gyrA</i> , <i>gyrB</i> , <i>rpoB</i> , <i>tcdA</i> , <i>tcdB</i> , <i>cdtA</i> , <i>cdtB</i> , ribotype(16S-23S rRNA)
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Azithromycin, cefixime, cefpodoxime, ceftriaxone, ciprofloxacin, gentamicin, nalidixic acid, penicillin G, spectinomycin , tetracycline	23S rRNA, 16S rRNA, <i>erm</i> (B), <i>erm</i> (C), <i>erm</i> (F), <i>mef</i> , <i>penA</i> , <i>mtrR</i> , <i>porB</i> , <i>ponA</i> , <i>pilQ</i> , <i>rpsE</i>
<i>Candida</i> spp.	Fluconazole, voriconazole, amphotericin B, micafungin, anidulafungin, caspofungin, posaconazole, flucytosine	ITS, 26S rRNA D1/D2, <i>ERG11</i> , <i>PDR1</i> , <i>FKS</i>

※ 검은색 : 디스크 확산법, 붉은색 : 액체배지미량희석법, 파란색 : 디스크확산법 내성일 경우 액체배지미량희석법 추가 시험, 주황색 : 디스크확산법 및 한천배지희석법, 초록색 : 한천배지희석법

1. 3. 2020년 Kor-GLASS의 WHO GLASS 제출 결과

※ (WHO 보고서) Global Antimicrobial Resistance and Surveillance System(GLASS) Report 2022

2021년 WHO GLASS에 참여하여 2020년 항생제 내성 결과를 제출한 국가는 총 114 개국이였으며, 그 중 GLASS-AMR 참여국 78 개, GLASS-AMC 참여국 3개, GLASS-AMR/AMC 동시 참여국이 33 개국이였다. (그림 1-5)

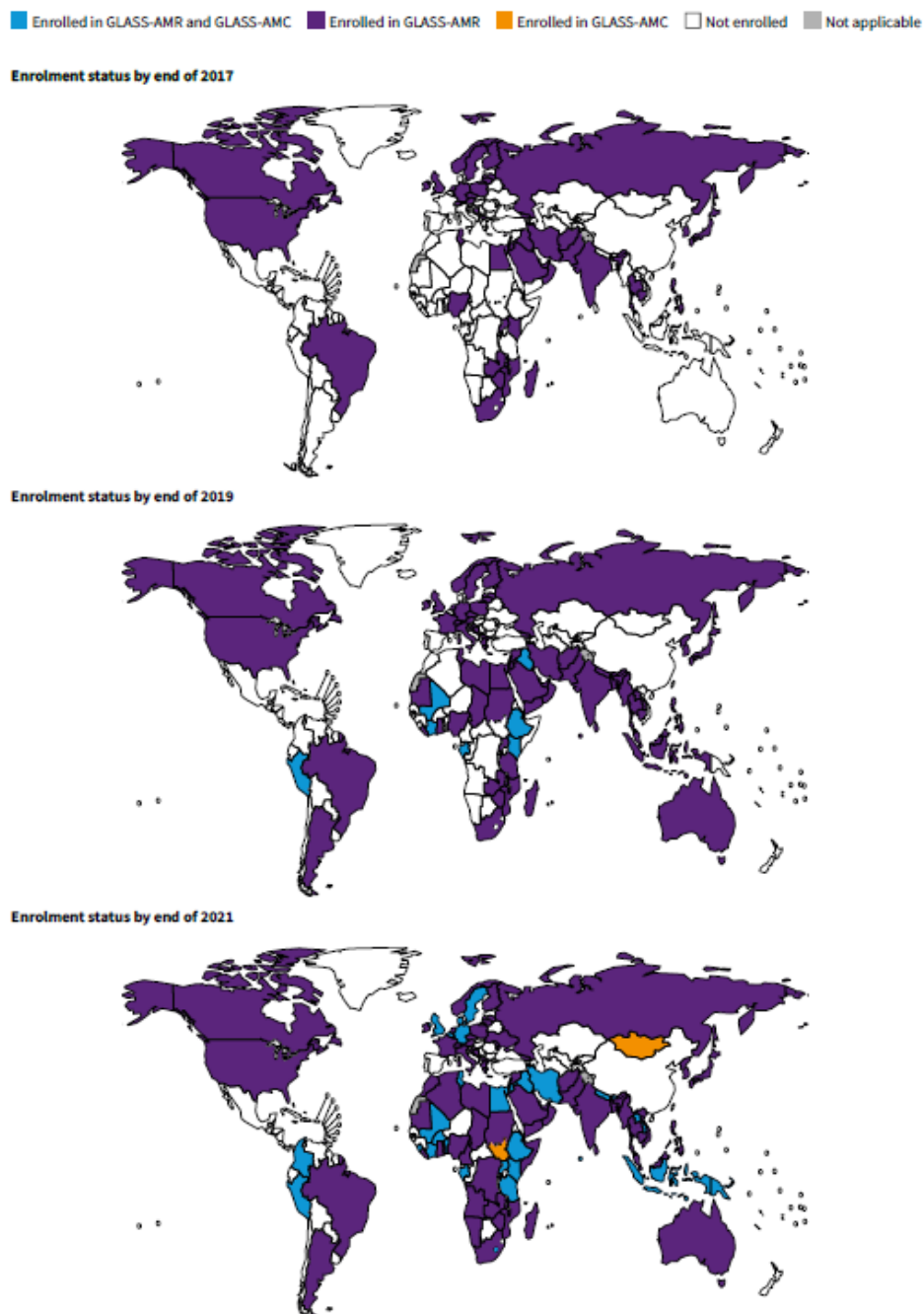


그림 1-5. GLASS-AMR 및 GLASS-AMC 참여국(2017, 2019, 2021)

우리나라는 2020년 국내 종합병원 다제내성균 조사 및 특성 분석 사업(Kor-GLASS)의 결과를 정리하여 2021년 10월 WHO GLASS에 제출하였으며, 9개 권역의 수집센터(9개 종합병원)에서 분리한 8종의 병원체 총 12,764 주에 대한 항생제 감수성 시험 결과, 임상정보(나이, 성별, 감염구분 등)를 포함한 항생제 내성 데이터를 제출하였다.

WHO GLASS 보고서는 참여 국가별 항생제 내성률을 비교하고 있어, 국내 주요 내성균의 내성률 실태를 확인해 볼 수 있다. 2020년 기준, WHO GLASS에 제출한 8종 내성균에 대한 우리나라의 주요 항생제 내성률 현황(혈액분리주 기준, BCIs; Bacteriologically confirmed infection/s)은 균종별로 상이하였다. (그림 1-6)

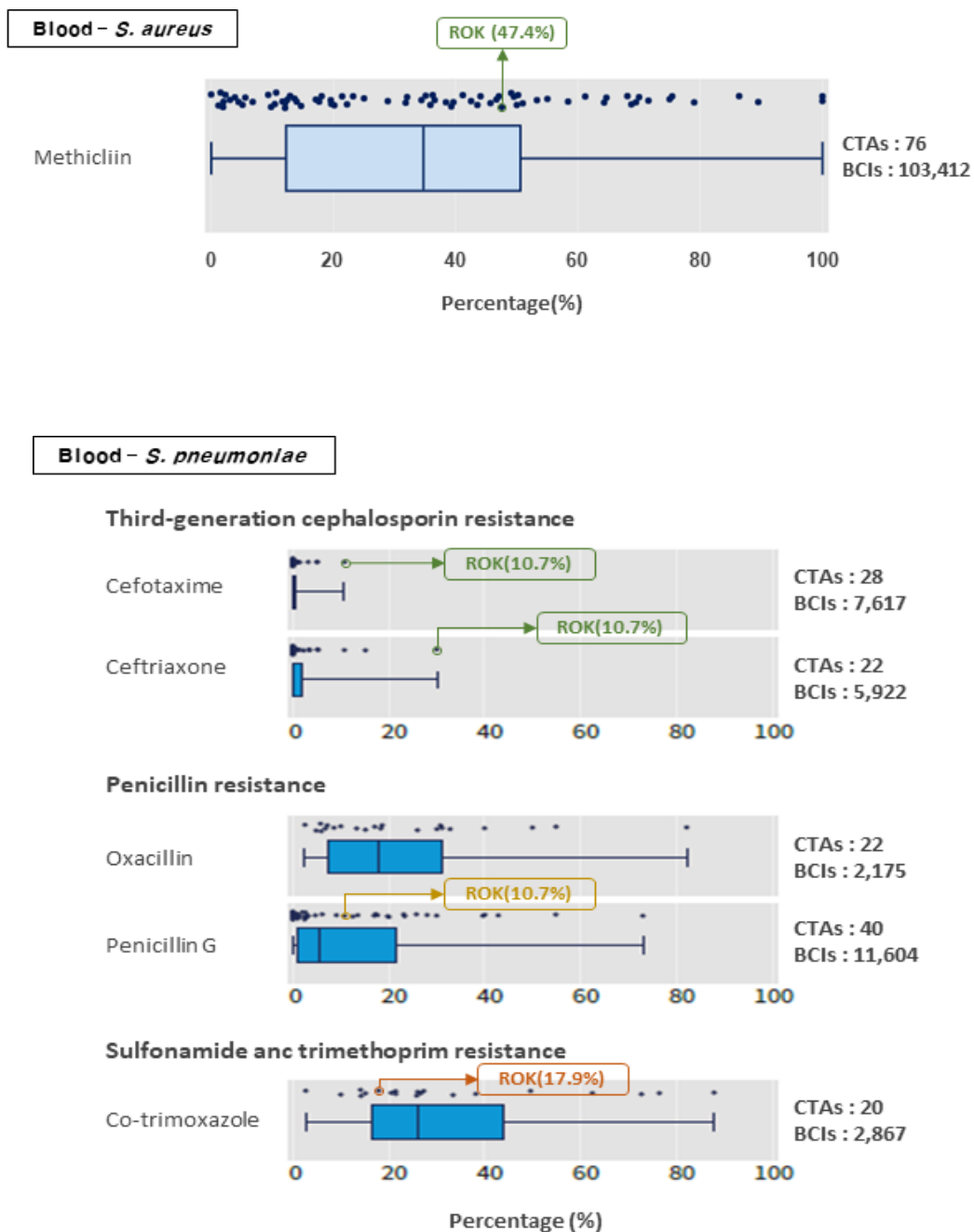


그림 1-6. 2020 년도 WHO GLASS 내 우리나라 주요 항생제 내성률 현황(혈류감염 기준)

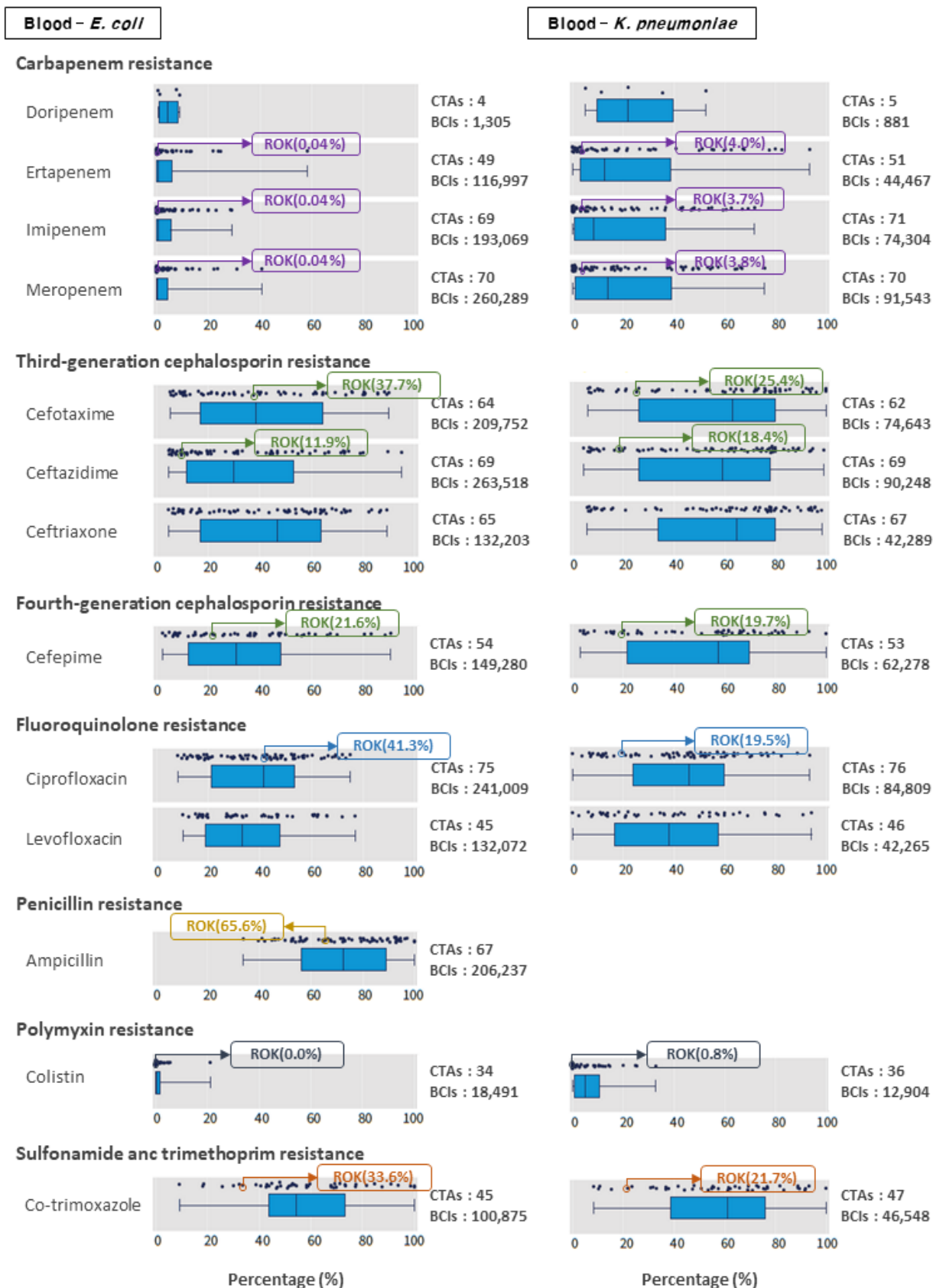


그림 1-6. 2020년도 WHO GLASS 내 우리나라 주요 항생제 내성률 현황(혈류감염 기준)(계속)

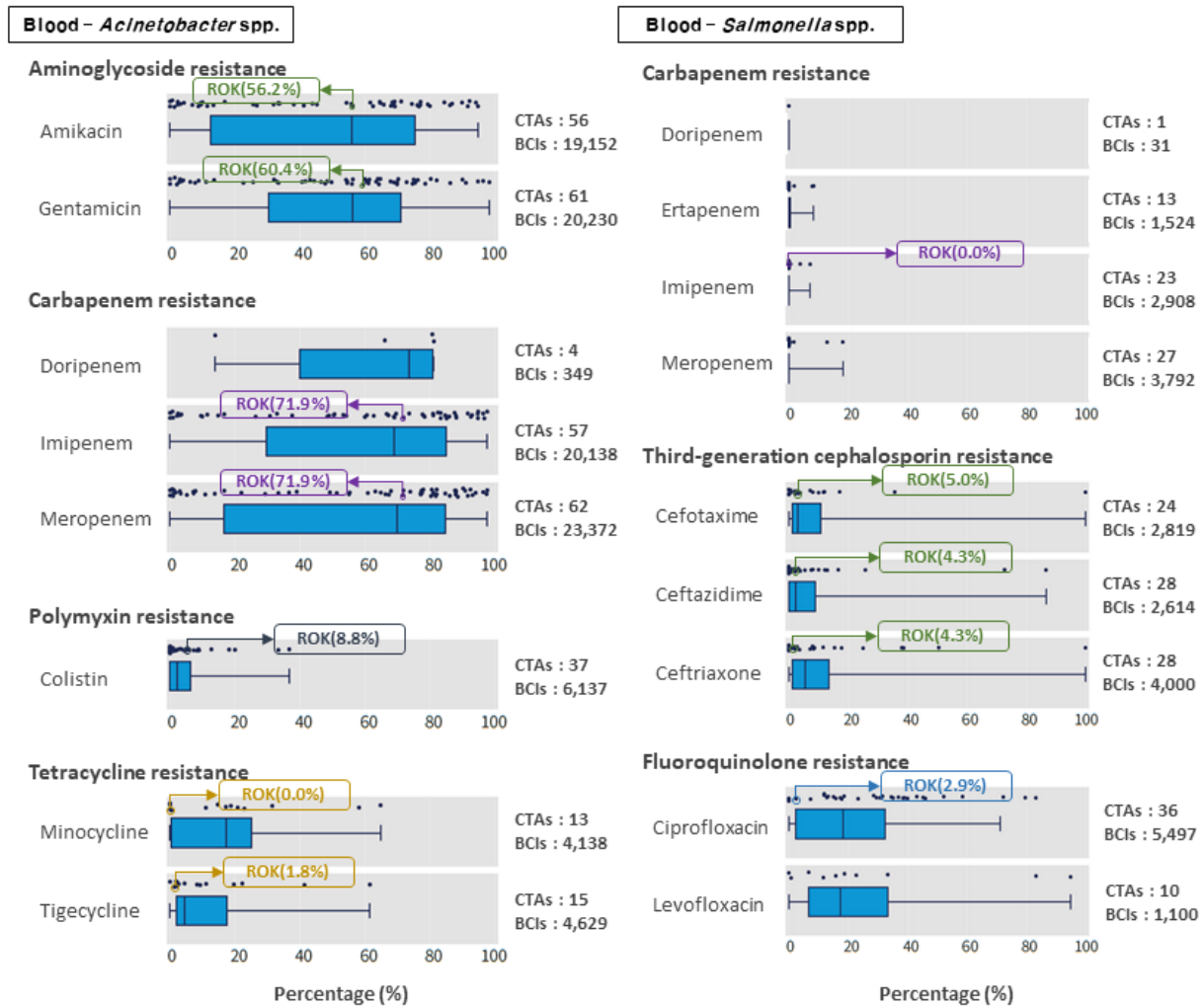


그림 1-6. 2020년도 WHO GLASS 내 우리나라 주요 항생제 내성률 현황(혈류감염 기준)(계속)

2

국내 항균제 내성균 조사 결과 (종합병원)

2022 국가 항균제 내성균 조사

2

국내 항균제 내성균 조사 결과(종합병원)

2. 1. 종합병원 배양 검사 의뢰 목록(sample statistics) 조사 결과

WHO GLASS에서 제시한 기준에 따라, 병원 감염(Hospital origin infection, 이하 HO감염)은 3일 이상 입원한 환자에서 얻은 검체나 3일 이상 입원하여 치료받지는 않았지만 다른 병원에서 2일 이상 입원하여 치료받다가 옮긴 환자에서 얻은 검체를 의미한다. 지역사회 감염(Community origin infection, 이하 CO감염)은 2일 이하 입원한 환자에서 얻은 검체나 외래환자를 통해 얻은 검체를 나타낸다. 연령군은 WHO GLASS 기준을 참고하여 분류하였다.

2. 1. 1. 혈액 배양 검사 건수

9개 수집센터에 의뢰된 혈액 배양 검사는 총 88,086건이며, CO감염이 의심되는 경우는 70,040건 이었고, HO감염이 의심되는 경우는 18,046건으로, 작년에 비하여 CO감염이 의심되는 경우, HO감염이 의심되는 경우 모두 증가하였다. 혈액 배양 검사 건수를 연령대별로 비교하였을 때, 혈액 배양 검사의 건수는 전반적으로 작년과 비슷한 분포를 보였다.

혈액 배양 검사 건수는 연령이 증가하면서 대체적으로 증가하는 경향이 있으며, 75-84세 군에서 총 17,058건으로 가장 많았다. 특히 HO감염이 의심되는 경우는 나이가 증가할수록 크게 증가하여 1-4세 군에서는 294건인 것에 비해, 75-84세 군에서는 4,723건으로, 크게 증가하였고, 작년에 비해서도 증가하였다. (2021년 1-4세 군: 185건, 75-84세 군: 3,708건). 이는 연령이 증가할수록 환자의 기저질환이 많아지고 의료기관 이용률이 증가하여, HO감염의 위험성이 증가하기 때문이다. (그림 2-1)

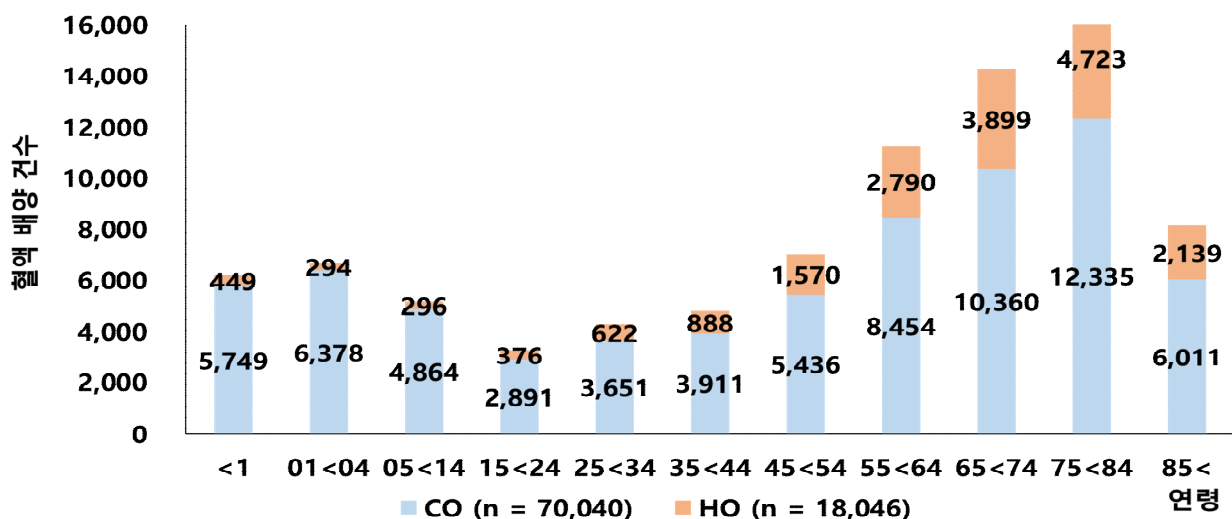


그림 2-1. 종합병원 연령대별 혈액 배양 검사 건수

2. 1. 2. 혈액 배양 검사 건수 대비 양성률

연령대별 혈류감염 원인균 분리 건수는 전반적으로 나이가 증가하면서 크게 증가하였다. 5-14세 군에서 양성 건수는 12건으로 가장 적었으며, 75-84세 군에서 1,859건으로 가장 많았다.

혈액 배양 검사 건수 대비 양성률은 총 6.7%로, 작년과 비슷하였다(2021년: 6.6%). 혈액 배양 검사 대비 세균의 양성률은 1세 미만 소아환자에 0.6%였으며, 15-24세군에서 0.2%로 가장 낮았다. 그 이후 연령대에서는 연령이 증가할수록 증가하여 85세 이상군에서는 12.9%로 가장 높았다. 특히, 그람양성균보다는 *E. coli*, *K. pneumoniae* 등의 그람음성균에서 증가양상이 더욱 두드러지게 나타났다. (그림 2-2)

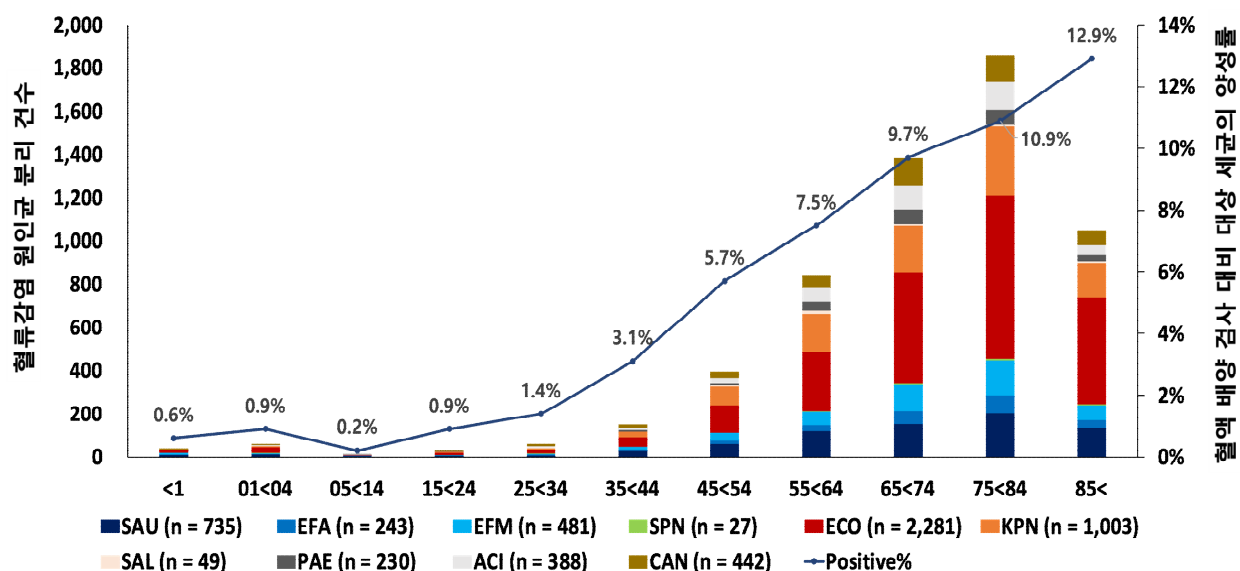


그림 2-2. 종합병원 연령대별 혈류감염 원인균 분리 건수 및 양성률

2. 1. 3. 요 배양 검사 건수

HO감염이 의심되어 요 배양 검사를 시행한 경우는 전반적으로 연령대가 높아지면서 증가하였으며, CO감염이 의심되는 경우도 75세 이상 84세 미만에서 12,586건으로 가장 많았고, HO감염이 의심되는 경우 역시 3,243건으로 가장 많았다. (그림 2-3)

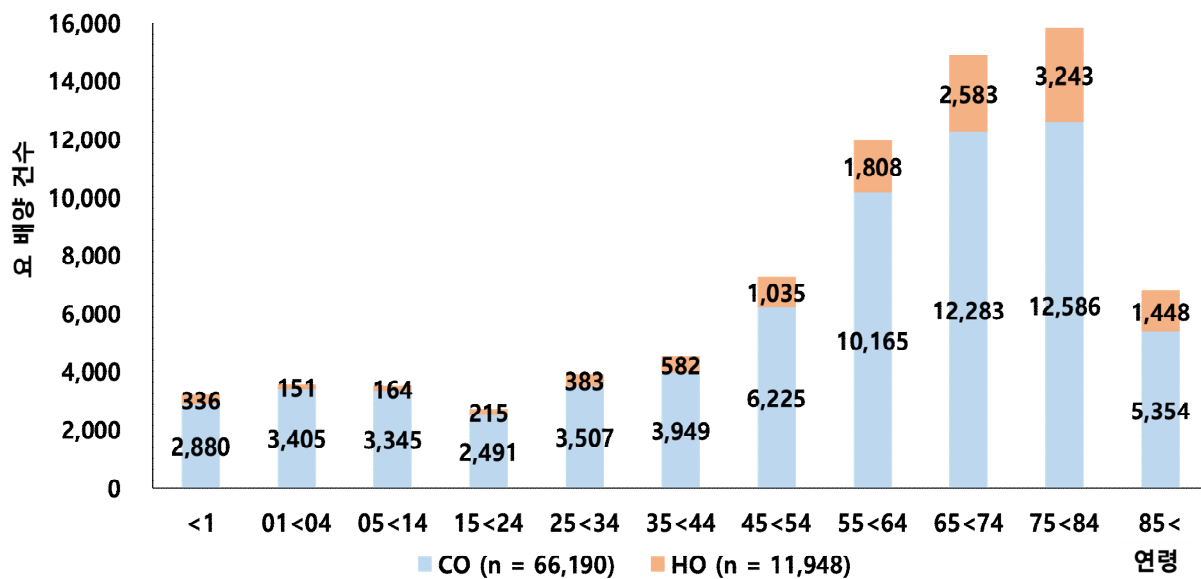


그림 2-3. 종합병원 연령대별 요 배양 검사 건수

2. 1. 4. 요 분리 건수 대비 양성률

Kor-GLASS에서는 2가지 요 분리 균주(*E. coli*, *K. pneumoniae*)를 수집하여 감시를 시행한다. 요 분리 균주의 분포는 1세 미만 군과 1-4세 군에서 각각 543건, 435건으로 다소 많았다. 양성 건수는 고령환자군에서 많아서, 75-84세 군에서 2,747건으로 가장 많았다. 검사건수 대비 양성률은 1세 미만 군에서 16.9%로 높았고, 5-14세군에서 양성률은 3.8%로 가장 낮았으며, 이 후 나이가 증가하면서 양성률이 점점 증가하여 85세 이상군에서 21.2%로 가장 높았다. (그림 2-4)

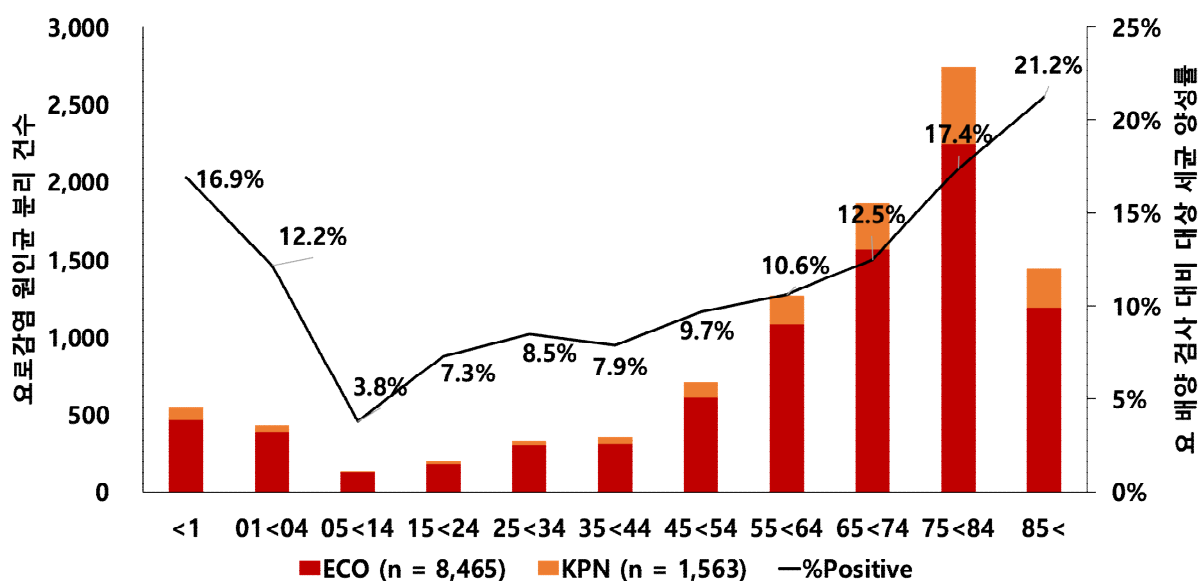


그림 2-4. 종합병원 연령대별 요로감염 원인균 분리 건수 및 양성률

2. 1. 5. 연령대별 대변 배양 검사 건수

대변 배양 검사는 통상적으로 입원 3일 이내의 환자에서 장염의 원인 세균을 대상으로 시행되며, 입원 3일 이후에 의뢰되는 검사는 시행하지 않는 것이 원칙이다. 설사의 원인 세균으로 알려져 있는 *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Vibrio* 등의 병원 내 감염의 가능성을 배제하기 때문에 장염 진단을 위한 대변 배양 검사는 CO감염에만 국한된다. 하지만, 국내에서는 병원 내에서 *Shigella* 및 *Salmonella*에 의한 집단감염이 보고된 바 있으며, 국내 의료 환경의 특수성을 감안하여, 입원 3일 이후에 의뢰되는 대변 검체에 대해서도 검사를 진행한다. 또한, 입원환자에서 발생하는 장염의 진단 목적으로 시행되는 *C. difficile* 배양 검사가 의뢰될 시 같이 처방되는 경우가 많아 HO감염이 의심되는 상황에서도 대변 배양검사가 시행된다.

CO감염이 의심되는 환자는 소아 환자에서 많았고, 1세 미만 환자군에서 가장 많아서 1,484건, 1-4세 군이 831건, 5-14세 군이 837건이었다. HO감염이 의심되는 환자는 55세 이상에서 많았으며, 55-64세 군에서 690건, 65-74세 군에서 1,068건, 75-84세 군에서 1,387건, 85세 이상 군에서 623건이었다. (그림 2-5)

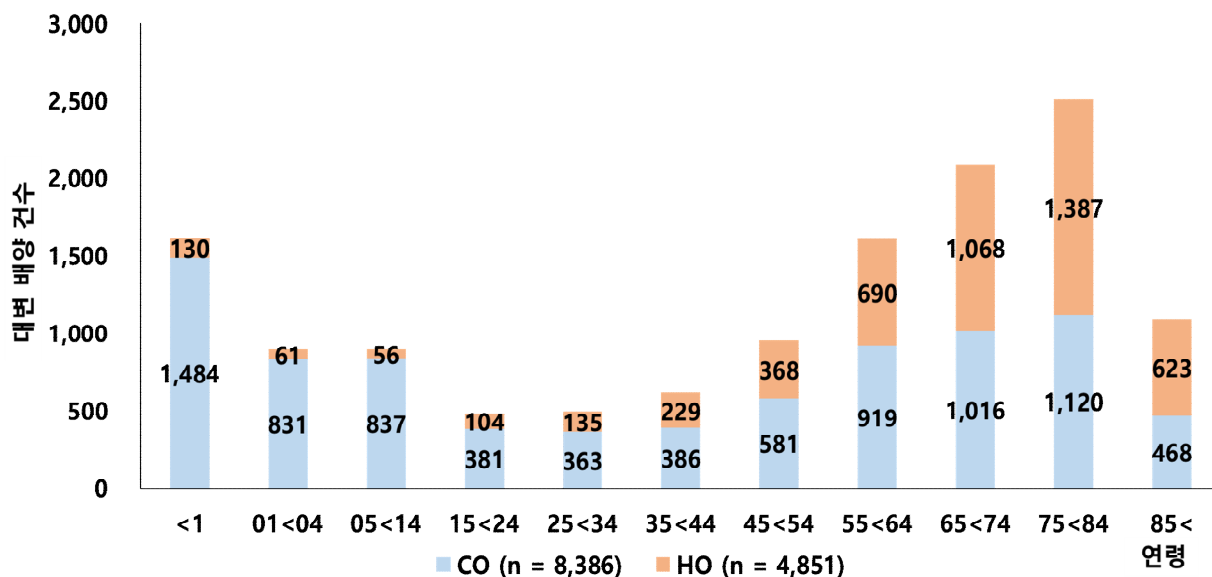


그림 2-5. 종합병원 연령대별 대변 배양 검사 의뢰 건수

2. 1. 6. 대변 배양 건수 대비 양성률

장염 병원균은 5-14세 군에서 32건으로 가장 많았으며, 1-4세 군, 55-64세 군에서 각각 25건, 28건으로 많았다. 대변 배양 건수 대비 양성률은 5-15세 군에서 3.6%로 가장 높았다. (그림 2-6)

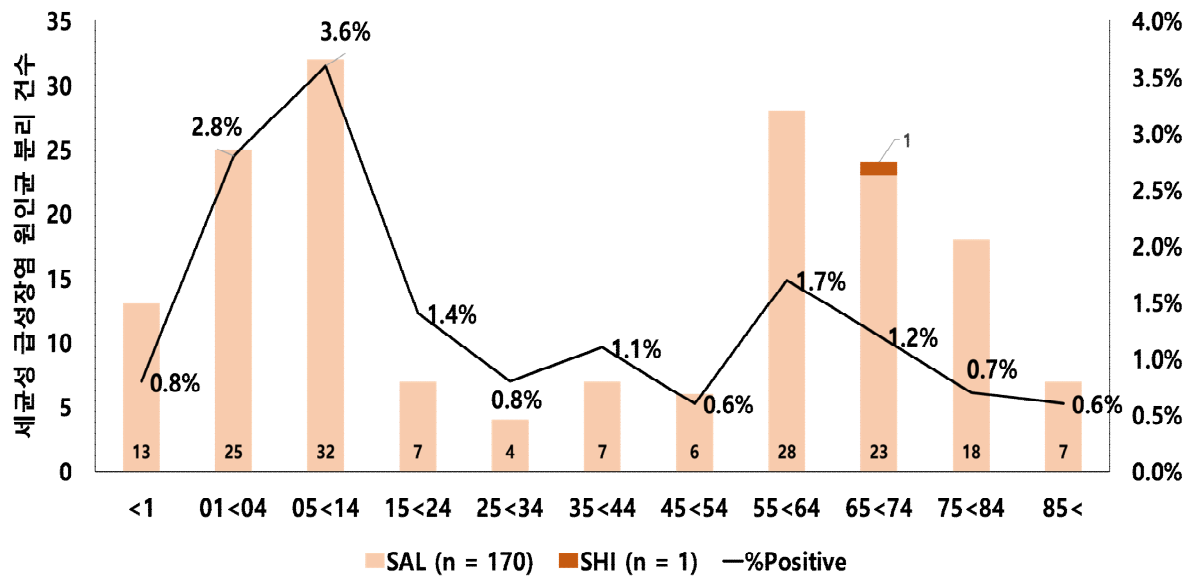


그림 2-6. 종합병원 연령대별 세균성 급성 장염 원인균 분리 건수 및 양성률

2. 1. 7. 비노생식기 검체 배양 검사 건수

비노생식기 검체 배양검사(요도 및 자궁경부 면봉 배양검사) 건수는 *N. gonorrhoeae*의 분리를 목적으로 진행되는 검사의 건수를 기초로 조사되었다. GLASS의 기준에 따라 CO/HO감염의 분류를 다른 대상 군종과 동일하게 적용하였으나, 해당 검사의 경우 입원 후 검사 의뢰 시기의 차이일 뿐, 임상적 의미는 크지 않을 것으로 판단된다. 비노생식기 검체의 배양 검사 건수는 성생활이 가장 활발한 25-34세 군에서 1,881건으로 가장 많았으며, 35-44세 군에서 1,504건, 45-54세 군에 505건이었으며, 그 외의 연령구간에서는 검사 의뢰 건수가 적었다. (그림 2-7)

작년에 이어, 2022년에도 *N. gonorrhoeae*는 분리되지 않았다. Kor-GLASS 감시체계에 포함된 병원 특성상, 성병이 의심되어 시행한 검사 건수 외에도 건강검진과 가임기 여성의 산전검사 건수가 포함되어 검사건수가 많아 분리율이 매우 낮다.

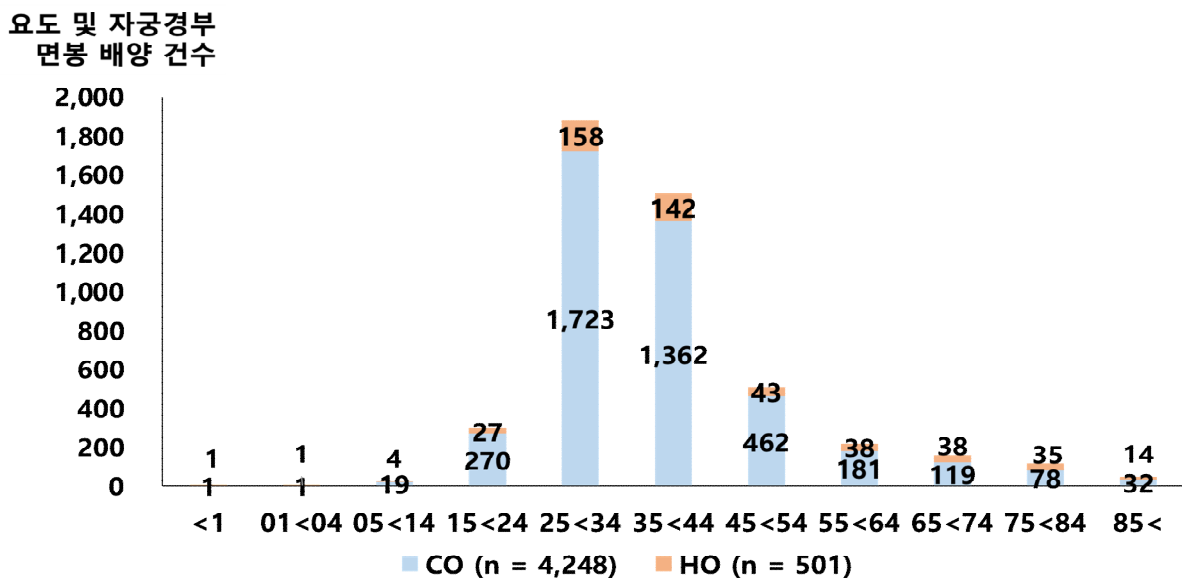


그림 2-7. 종합병원 연령대별 비노생식기 검체 배양 검사 의뢰 건수

2. 2. 종합병원 수집 균주 현황

2022년에는 9개 권역 종합병원에서 총 16,349주가 수집되었다. 이 중 5,844주는 혈액 분리 균, 10,028주는 요 분리 균이었고 441주는 대변 분리균이었다.

혈액 분리 균에서 *E. coli*가 2,281주로 가장 많았다. 매년 *K. pneumoniae*가 증가하고 있으며, 2022년에도 꾸준히 증가하여 1,003주가 분리되었다. 그람양성균 중에서는 *S. aureus*가 여전히 가장 많아서 735주가 분리되었으며, *E. faecium*은 꾸준히 증가하여 481주가 수집되었다. *E. faecalis*는 243주로 전년과 비슷하게 수집되었다. 그 외, *Acinetobacter* spp.도 크게 증가하여 388주 수집되었고, *P. aeruginosa*는 230주, *Salmonella* spp.는 49주, 그리고 *S. pneumoniae*는 27주였다. (표 2-1)

요 분리 균에서는 *E. coli*가 8,465주, *K. pneumoniae*는 1,563주로 최근 3년간과 비슷한 수준으로 수집되었다. (표 2-1)

대변 분리 *C. difficile*은 A, B 2개 권역에서 수집하고 있으며, 2022년에는 총 270주가 분리되었다. (표 2-1)

표 2-1. 종합병원 수집 균주의 검체에 따른 균종별 분리 건수

검체	균종	2016년*	2017년#	2018년#	2019년#	2020년^	2021년^	2022년^
혈액(Blood)	<i>S. aureus</i>	398	708	743	683	734	772	735
	<i>E. faecalis</i>	116	175	179	181	204	243	243
	<i>E. faecium</i>	137	288	277	308	355	406	481
	<i>S. pneumoniae</i>	15	54	48	36	28	20	27
	<i>E. coli</i>	1,112	1,772	1,724	1,939	2,209	2,165	2,281
	<i>K. pneumoniae</i>	426	693	701	716	870	957	1,003
	<i>Acinetobacter</i> spp.	169	235	247	225	217	265	388
	<i>P. aeruginosa</i>	102	149	157	182	206	233	230
	<i>Salmonella</i> spp.	34	56	55	47	37	45	49
	<i>Candida</i> spp.	-	-	-	-	356	410	442
	소계	2,509	4,130	4,131	4,317	5,216	5,516	5,844
요(Urine)	<i>E. coli</i>	4,474	7,874	7,255	7,270	7,293	7,901	8,465
	<i>K. pneumoniae</i>	823	1,256	1,299	1,295	1,274	1,507	1,563
	소계	5,297	9,130	8,554	8,565	8,567	9,408	10,028
대변(Feces)	<i>Salmonella</i> spp.	71	172	163	140	102	157	170
	<i>Shigella</i> spp.	0	1	2	0	0	0	1
	<i>C. difficile</i> \$	-	-	410	305	229	227	270
	소계	71	173	575	445	331	384	441
비뇨생식기(Genital)	<i>N. gonorrhoeae</i>	0	1	0	0	0	0	0
뇌척수액(CSF)	<i>S. pneumoniae</i>	0	6	2	0	0	1	1
총계		7,877	13,440	13,262	13,327	14,114	15,309	16,349

* Kor-GLASS Pilot phase (2016년): 5월~12월, 6개 권역 수집센터

Kor-GLASS 1기(2017~2019년): 1월~12월, 8개 권역 수집센터

^ Kor-GLASS 2기(2020~2022년): 1월~12월, 9개 권역 수집센터

\$ 2개 권역 수집센터

2. 2. 1. 월별 분리 건수

1년 동안 분리된 그람양성균을 월별로 나누었을 때, 103-177건으로 다소 차이가 있었고, 4월에 가장 분리가 많았다. 그람음성균의 경우에는 월별로 977-1,293건이었으며, 7월, 8월, 9월에 다소 많이 분리 되었다. 혈액분리균과 요분리균은 계절별로 큰 차이가 없었으나, 대변 분리 균주의 경우 겨울철(12월, 1월, 2월)에는 각각 11주, 3주, 3주로 분리가 적었으며, 여름철(6월, 7월, 8월)에는 34주, 37주, 36주로 분리가 많았다. (그림 2-8, 2-9)

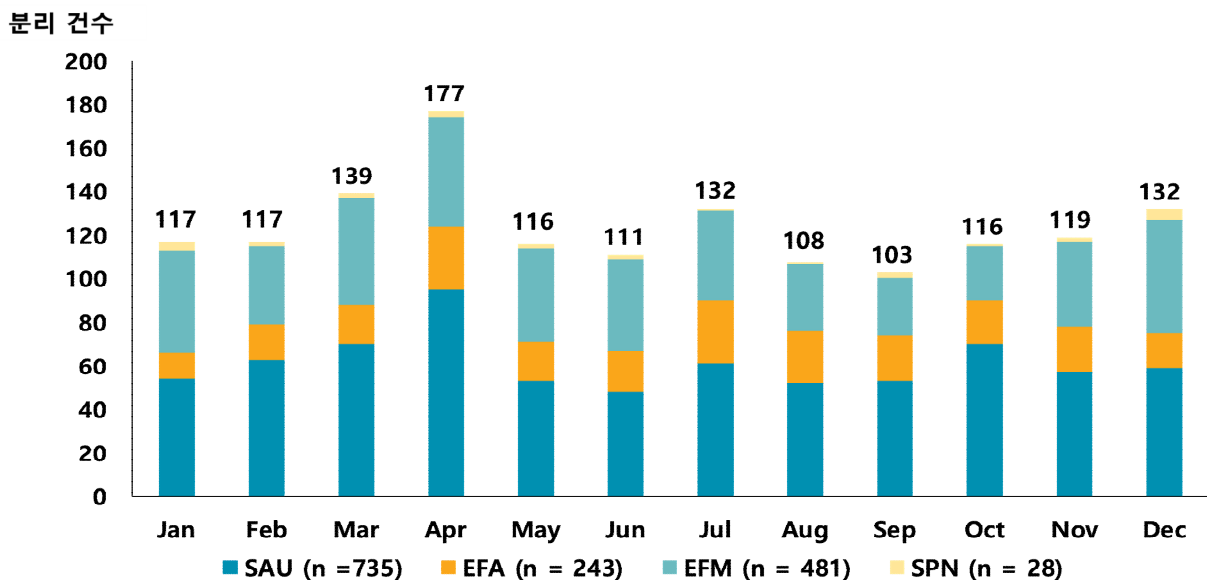


그림 2-8. 2022 년 월별 그람양성균 분리 건수

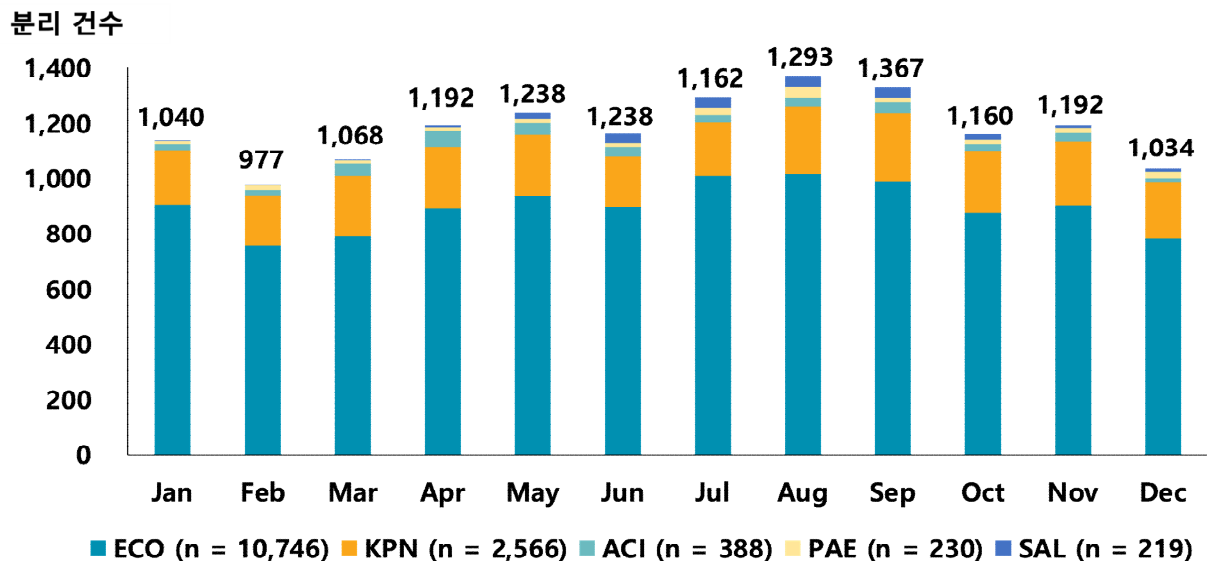


그림 2-9. 2022 년 월별 그람음성균 분리 건수

2. 2. 2. 성별에 따른 분리 건수

혈액 분리 균의 성별 분포를 확인하였을 때, *E. coli*의 경우 남성에서 915주, 여성에서 1,366주로, 여성에서 약 1.5배 더 많이 분리되었는데 이는 *E. coli*에 의한 혈류감염 중 요로감염의 진행에 의해 발생하는 2차 혈류감염이 여성에서 더 흔하기 때문인 것으로 생각된다. 그 외의 균종에서는 남성에서 다소 많이 분리되었다. (그림 2-10)

요 분리 균에서는 *E. coli*는 여성에서 6,433주, 남성에서 2,032주로 여성에서 약 3배 많았으며, *K. pneumoniae*는 여성에서 1,043주, 남성에서 520주로 여성에서 약 2배 많았다. 이처럼 요로감염의 경우, 비뇨기계의 해부학적 구조상 여성에서 흔하게 발생한다. (그림 2-11)

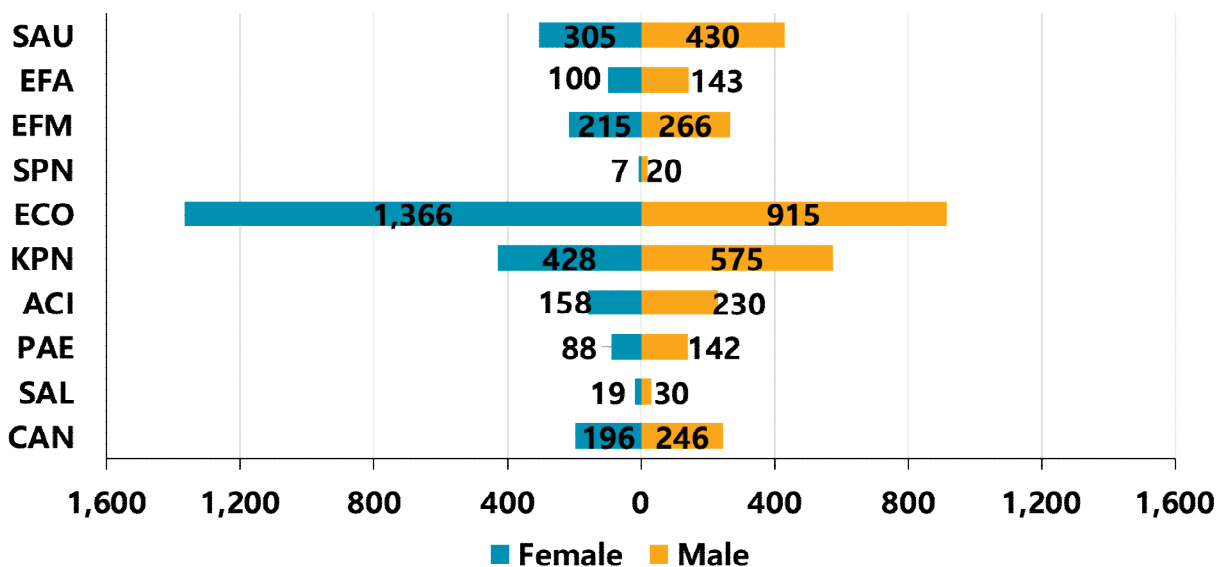


그림 2-10. 2022 년 성별에 따른 혈액 분리 건수

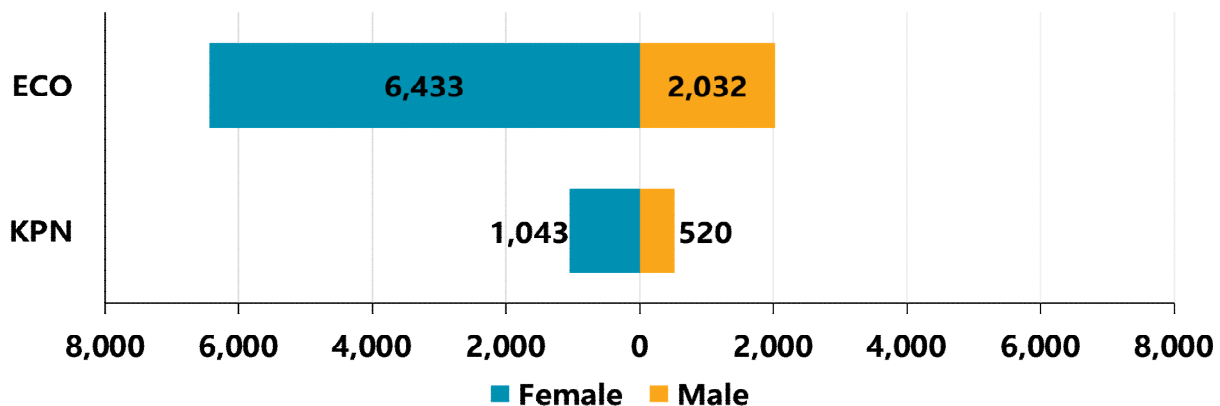


그림 2-11. 2022 년 성별에 따른 요 분리 건수

2. 2. 3. 감염구분별(CO vs HO) 분리 건수

지역사회감염에서 중요한 대표적인 균종은 *E. coli*와 *S. pneumoniae*이다. 2022년 *E. coli* 혈액 분리 균주 중 CO감염 균주는 1,875주, HO감염 균주는 406주, *Salmonella*의 경우 CO감염 균주는 46주, HO감염 균주는 3주, *S. pneumoniae*는 CO감염 균주가 20주, HO감염 균주가 7주였다.

반면에 *Acinetobacter* spp.와 *E. faecium*은 병원 감염에서 중요한 균종으로, 2022년 CO감염 균주는 40주, HO감염 균주는 348주로 HO감염 유래 균주가 약 9배정도 많았다. *E. faecium* 역시 HO감염 균주가 380주, CO감염 균주가 101주로 HO감염 균주의 비율이 매우 높았다. *Candida* spp. 균종도 HO감염 균주가 380주, CO감염 균주가 62주로 대표적인 병원감염 원인균 중 하나이다.

*S. aureus*의 경우 과거에는 CO감염 균주와 HO감염 균주의 비율이 거의 1:1이었으나, 2020년부터는 CO감염 균주가 더 많아서, 2021년에는 CO감염 균주가 424주, HO감염 균주가 348주로 CO감염 균주의 비율이 많이 증가하였고, 2022년에는 CO감염 균주 422주, HO감염균주 313주로, HO감염균주가 지속적으로 감소하고 있다. 이는 지속적인 감염관리 활동을 통해 병원내 *S. aureus* 감염은 줄고 있지만, 지역사회에서는 크게 감소하지 않고 있거나 오히려 증가하고 있음을 시사한다. (그림 2-12)

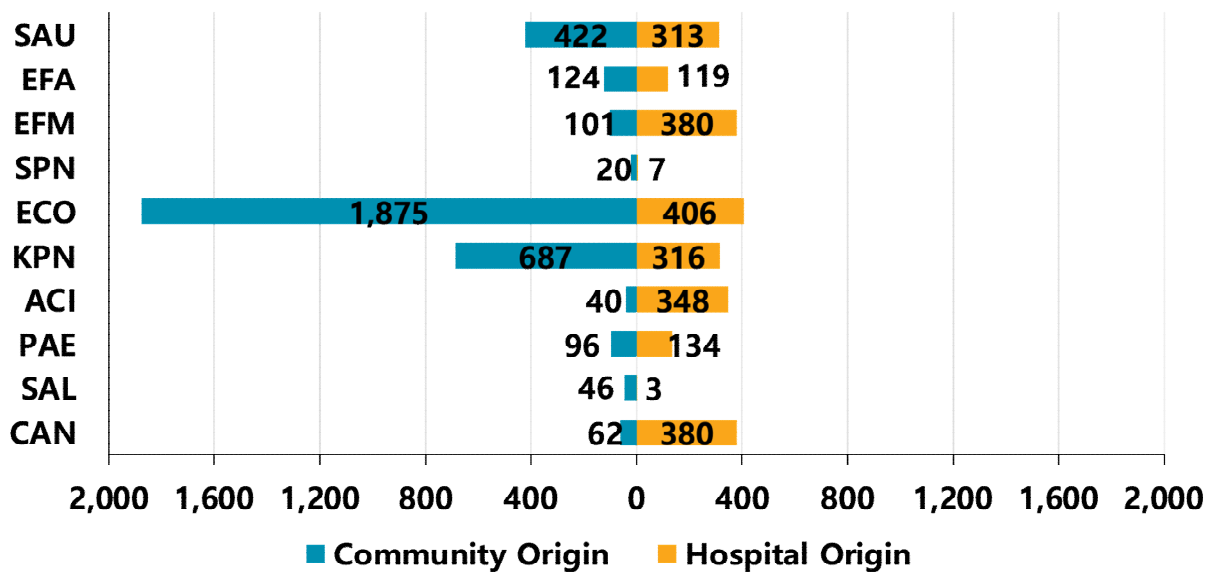


그림 2-12. 2022 년 감염구분별 혈액 분리 건수

2. 3. 종합병원 수집 균종별 항균제 내성 현황

2. 3. 1. 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*)

혈액 분리 *S. aureus* 중 cefoxitin 내성 *S. aureus* (Methicillin-resistant *S. aureus*, MRSA)의 비율은 전체 감염의 45.7%로 작년과 유사하였다. Erythromycin과 clindamycin에 대한 내성율은 다소 증가하여 각각 36.9%, 15.5%였으며, 2020년부터 검사를 시작한 tetracycline, chloramphenicol, ciprofloxacin의 경우 내성률의 추세적 변화를 관찰할 수는 없었다. (표 2-3, 그림 2-14)

MRSA 감염의 주된 치료 약제에 대한 내성은 아직은 낮은 수준으로, vancomycin 내성 *S. aureus* (Vancomycin-resistant *S. aureus*, VRSA)와 linezolid 내성, quinupristin-dalfopristin 내성 균주는 발견되지 않았다. (그림 2-13)

모든 항균제 계열에 감수성(All susceptible, All S)인 균주는 35.1%로 다소 감소하였고, 다제내성(Multi-Drug Resistance, MDR) 균주는 47.2%로 소폭 증가하였다.

표 2-2. 종합병원 *S. aureus* 항균제 내성률 (%)

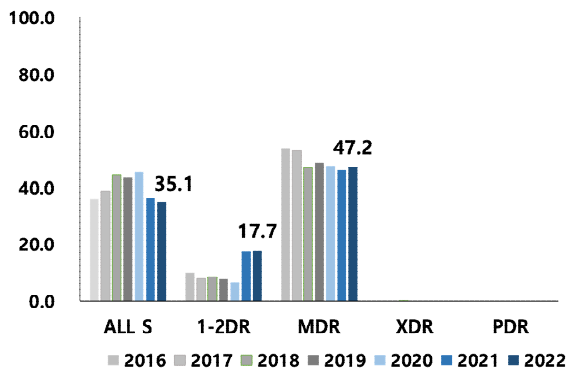
Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	398	708	743	683	734	772	735
Cefoxitin	53.5	53.2	47.1	48.6	47.4	45.2	45.7
Erythromycin	42.0	38.7	35.3	35.1	34.1	31.9	36.9
Clindamycin	28.4	24.7	20.9	19.0	15.4	14.0	15.5
HL* mupirocin	8.0	8.1	12.0	13.3	12.7	14.1	13.1
QDA†	1.8	0.7	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
SXT‡	1.3	0.1	0.7	1.2	0.8	1.3	0.5
Tetracycline	-	-	-	-	13.6	13.7	15.1
Chloramphenicol	-	-	-	-	1.6	1.9	2.0
Gentamicin	-	-	-	-	23.7	26.0	27.3
Ciprofloxacin	-	-	-	-	33.8	29.7	31.6
Vancomycin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Teicoplanin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Linezolid	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tigecycline	1.8	0.4	4.4	5.0	0.0	0.0	0.0

* HL : High-level resistance to

† QDA : Quinupristin-dalfopristin

‡ SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole

분포율 (%)



ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

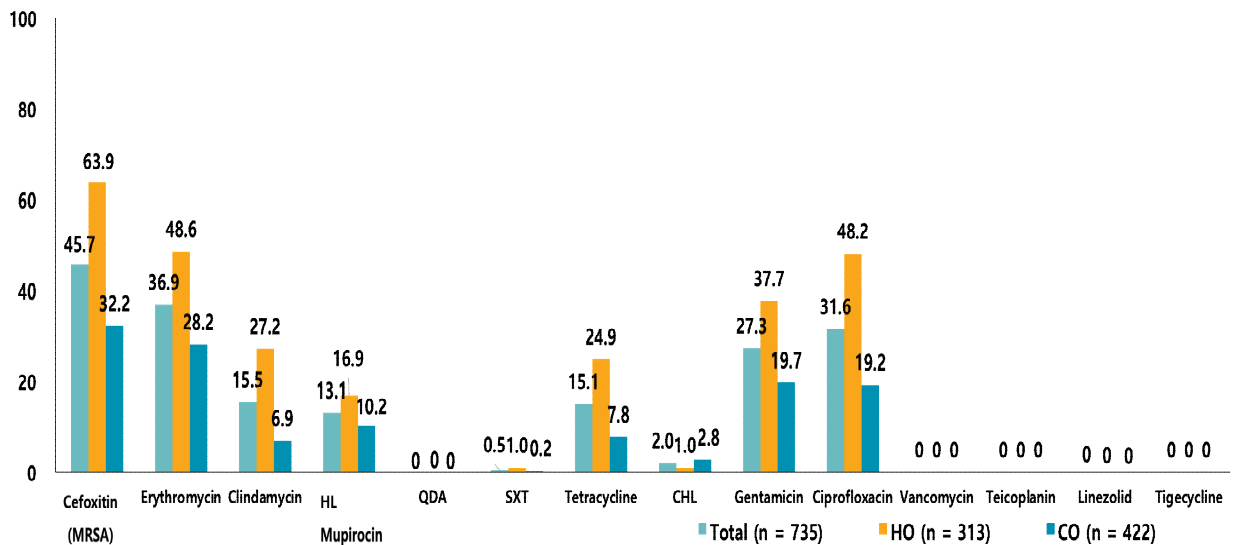
MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 2-13. 종합병원 *S. aureus* 다제내성 분포율

내성률 (%)



QDA, Quinupristin-dalfopristin; SXT, Trimethoprim-sulfamethoxazole; CHL, Chloramphenicol

그림 2-14. 2022년 종합병원 *S. aureus* 감염구분별 항균제 내성률

*S. aureus*에서 oxacillin 또는 cefoxitin에 내성인 균주를 MRSA라고 한다. MRSA는 *mecA* 또는 *mecC* 유전자에 의해 penicillin-binding protein 2A (PBP2A)를 생산하며, PBP2A는 beta-lactam 항균제에 대한 친화력이 낮기 때문에, anti-MRSA cephalosporin을 제외한 모든 beta-lactam 항균제에 내성을 보이는 다제내성균이다. *mecA* 또는 *mecC* 유전자는 staphylococcal cassette chromosome *mec* (SCC*mec*)이라는 이동성 유전인자에 포함되어 균종간 수평전파된다.

SCC*mec*은 *mec* gene complex와 *ccr* gene complex의 조합에 따라 다양한 유형으로 구분할 수 있는데, 국내에서는 SCC*mec* type II와 SCC*mec* type IV가 가장 흔하게 발견되며, SCC*mec* type II는 주로 HO감염 유발 균주에서 관찰되고, SCC*mec* type IV는 CO감염 유발 균주에서 확인된다. 따라서 SCC*mec* 유전형의 확인을 통해 역학적 분포를 확인할 수 있다.

2022년 수집된 *S. aureus*는 총 735주였으며, 그 중 336주(45.7%)가 MRSA였다. MRSA 중 327주에서 *mecA* 유전자가 확인되었으며, SCC*mec* typing 결과 SCC*mec* type II, IV, V가 관찰되었다. 2018년까지는 SCC*mec* type II MRSA와 SCC*mec* type IV MRSA의 비율이 약 1:1이었으나, SCC*mec* type II 균주의 비율이 점점 감소하고 있다. 2022년에는 더욱 감소하여 SCC*mec* type II MRSA는 101주(13.7%), SCC*mec* type IV MRSA는 218주(29.7%)로 SCC*mec* type IV MRSA가 2배 이상 많았다. (표 2-3)

이는 적극적인 병원내 감염관리 활동으로 인해 HO감염 유발 MRSA의 분리는 점점 감소하고 있지만, CO감염에서는 오히려 증가하고 있음을 나타낸다. 과거에는 병원내 다제내성균 전파의 주된 지표 MRSA 비율을 이용하였지만, CO 감염 유래 MRSA의 증가 또는 비감소 현상에 대하여 관심을 가져야 할 것으로 판단된다.

표 2-3. 2017-2022 SCC*mec* type 에 따른 MRSA 균주의 분포

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
SCC <i>mec</i> type II	186 (26.3%)	168 (22.6%)	158 (23.1%)	132 (18.0%)	118 (15.3%)	101 (13.7%)
SCC <i>mec</i> type IV	185 (26.1%)	169 (22.7%)	211 (30.9%)	211 (28.7%)	221 (28.6%)	218 (29.7%)
SCC <i>mec</i> type V	2 (0.3%)	3 (0.4%)	5 (0.7%)	5 (0.7%)	10 (1.3%)	8 (1.1%)
Others	2 (0.3%)	9 (1.2%)	1 (0.1%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

spa type에 따라 분류하였을 때, 과거에는 t2460형이 가장 흔한 *spa* type이었으나, 2022년에는 t324와 t2460이 50주씩으로 가장 많았고, t1784가 34주, t008이 26주, t664가 25주로 뒤를 이었다. t2460형 MRSA는 TSST-1을 생성하고 SCC*mec* type II를 가지고 있으며, HO 감염의 중요 클론이었으나, HO감염 MRSA의 감소추세에 따라 지속적으로 감소하였으며, t324는 최근 증가하고 있는 SCC*mec* type IV MRSA의 주된 clone으로 생각된다.

2. 3. 2. 장알균(*Enterococcus faecalis*)

올해 혈액에서 분리된 *E. faecalis*는 모두 ampicillin에 감수성이었으며, penicillin에 내성인 PRAS 표현형(penicillin-resistant, but ampicillin susceptible phenotype) *E. faecalis*는 14.8%로 다소 증가하였다. *E. faecalis* 혈류 감염의 치료에서 세포벽합성억제 항생제와 병합요법에 사용되는 aminoglycoside 중 streptomycin에 대한 고농도 내성률은 10.3%였으며, 임상에서 선호도가 높은 gentamicin에 대한 고농도 내성률은 38.7%로 작년에 비해 소폭 증가하였다. Vancomycin 내성 균주는 드문 것으로 알려져 있으나 꾸준히 1-2주씩 분리되고 있으며, 올해도 내성률은 1.2%였다. (표 2-4, 그림 2-16)

*E. faecalis*는 *E. faecium*에 비해 항균제 내성이 적다고 알려져 있다. 2022년에는 MDR 균주는 6.2%였으며, 광범위내성(Extensively Drug Resistance, XDR) 및 극한 광범위내성(Pandrug Resistance, PDR)균주는 수집되지 않았다. (그림 2-15)

Vancomycin 또는 teicoplanin의 내성 관련 유전자인 *vanA* 및 *vanB* 유전자를 분석한 결과 *E. faecalis*에서 *vanA* 유전자 양성인 경우는 1.2%였으며, *vanB* 유전자를 갖는 균주는 발견되지 않았다.

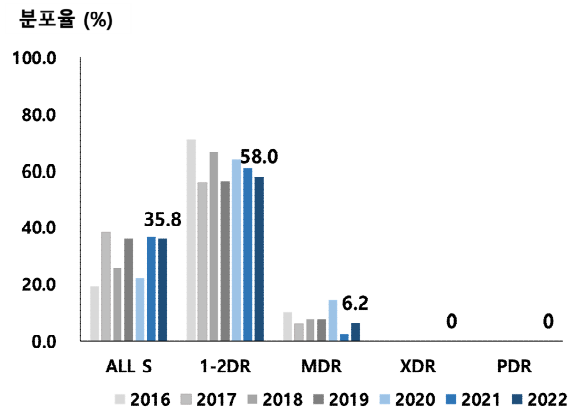
표 2-4. 종합병원 *E. faecalis* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	116	175	179	181	204	243	243
Ampicillin	0.0	0.6	1.7	5.5	8.3	0.0	0.0
Penicillin	-	26.3	31.1	25.4	22.5	8.6	14.8
Ciprofloxacin	33.6	41.1	39.7	35.4	31.4	28.0	31.7
HL* gentamicin	25.9	26.9	29.6	22.1	38.2	32.5	38.7
HL* streptomycin	7.8	6.3	5.6	6.6	11.3	6.6	10.3
Tetracycline	70.7	73.7	74.9	68.5	70.1	65.4	70.8
Chloramphenicol	-	-	-	-	10.3	6.2	7.8
Nitrofurantoin	-	-	-	-	0.5	0.0	0.8
Vancomycin	0.0	0.6	0.6	1.7	1.0	0.4	1.2
Teicoplanin	0.0	0.6	0.6	1.7	1.5	0.4	0.8
Linezolid	0.0	1.1	0	0.6	0.0	0.0	0.0
Tigecycline	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Daptomycin	-	-	-	-	0.5	0.0	0.0

* HL : High-level resistance to

† QDA : Quinupristin-dalfopristin

‡ SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole



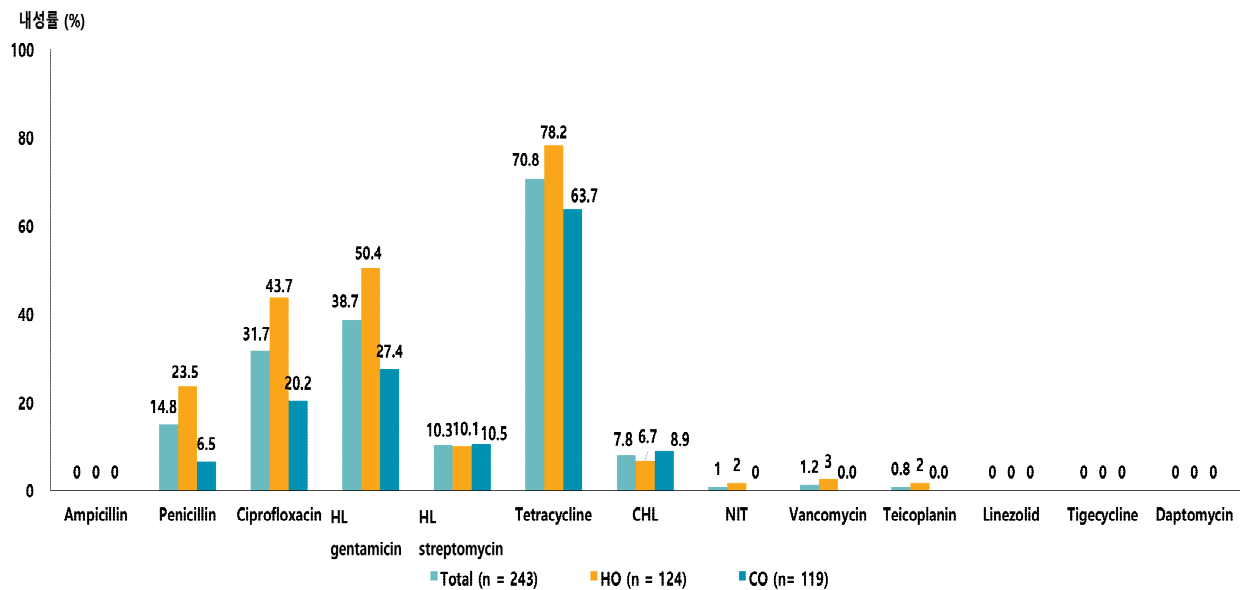
ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 2-15. 종합병원 *E. faecalis* 다제내성 분포율

CHL, Chloramphenicol; NIT, Nitrofurantoin

그림 2-16. 2022 년 종합병원 *E. faecalis* 감염구분별 항균제 내성률

2. 3. 3. 장알균(*Enterococcus faecium*)

혈액 분리 *E. faecium*의 ampicillin 내성률은 89.2%로 여전히 매우 높았다. *E. faecium*의 vancomycin 내성률은 2016년 29.9%였으나 2019년까지 40.9%로 꾸준히 증가하였으나, 이후 소폭 감소하여 2020년에는 38.6%, 2021년에는 37.7%, 2022년에는 35.1%였다. Vancomycin 내성 *E. faecium* (VRE, Vancomycin-resistant Enterococci)감염의 치료항생제인 linezolid와 daptomycin에 대한 내성균은 발견되지 않았으나, quinupristin-dalfopristin 내성률은 2021년에는 4.5%에서 24.6%로 증가하였는데, 이는 표준검사법인 미량액체배지 희석법으로 검사법을 바꾸면서 발생한 변화로 생각되며, 올해는 22.0%로 비슷한 수준이었다. (표 2-5, 그림 2-18)

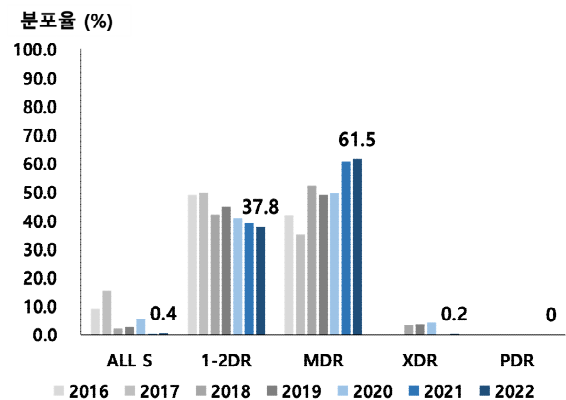
*E. faecium*에서 MDR 균주의 비율은 꾸준히 증가해서 올해는 61.5%였다. 이는 *E. faecalis*에 비해 현저히 높은 결과이다. 2022년에는 XDR은 0.2%, PDR 균주는 0%였다. (그림 2-17)

표 2-5. 종합병원 *E. faecium*의 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	137	288	277	308	355	406	481
Ampicillin	90.5	89.6	91.0	90.3	86.8	88.2	89.2
Ciprofloxacin	90.5	89.9	90.3	90.8	88.2	91.6	92.7
HL* gentamicin	21.2	18.1	21.3	23.7	28.2	29.6	27.0
HL* streptomycin	3.6	1.0	0	0.6	2.5	4.4	4.8
Tetracycline	11.7	14.9	15.9	12.0	8.7	11.8	13.7
QDA†	8.8	3.1	6.1	8.4	4.5	24.6	22.0
Chloramphenicol	-	-	-	-	0.0	0.5	0
Vancomycin	29.9	34.0	39.4	40.9	38.6	37.7	35.1
Teicoplanin	20.4	18.8	27.1	34.7	33.5	25.6	24.1
Linezolid	0.7	0	0	0	0	0	0
Tigecycline	0	0.3	0	0	0	0.5	0.2
Daptomycin	-	-	-	-	0	3.0	0.6

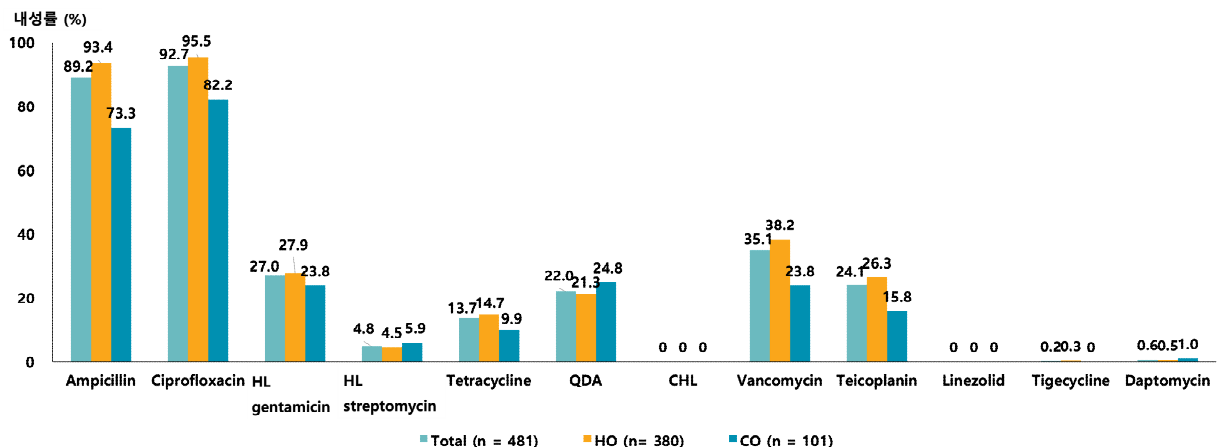
* HL : High-level resistance to

† QDA : Quinupristin-dalfopristin



ALL S : 모든 항균제 계열 감수성
1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성
MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성
XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성
PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 2-17. 종합병원 *E. faecium* 다제내성 분포율



QDA, Quinupristin-dalfopristin; CHL, Chloramphenicol

그림 2-18. 2022년 종합병원 *E. faecium* 감염구분별 항균제 내성률

Vancomycin 또는 teicoplanin의 내성 관련 유전자인 *vanA* 및 *vanB* 유전자를 분석한 결과 *E. faecium*에서 *vanA* 유전자 양성인 경우는 37.8%였다. *vanB* 유전자를 갖는 균주는 발견되지 않았다. *E. faecium*에서 *vanA* 유전자 양성인 균주 중 vancomycin/teicoplanin 항균제 감수성 결과인 표현형과의 관계에서는, 두 항균제에 모두 내성인 R/R 표현형이 24.3%, vancomycin 내성이고 teicoplanin 중간내성인 R/I 표현형이 6.0%, vancomycin 내성이고 teicoplanin 감수성인 R/S 표현형이 5.0%, 두 가지 항균제에 모두 감수성인 S/S 표현형이 2.9%를 보였다. (그림 2-19)

2022년 *E. faecium* 분리주의 *vanA* 유전형과 표현형

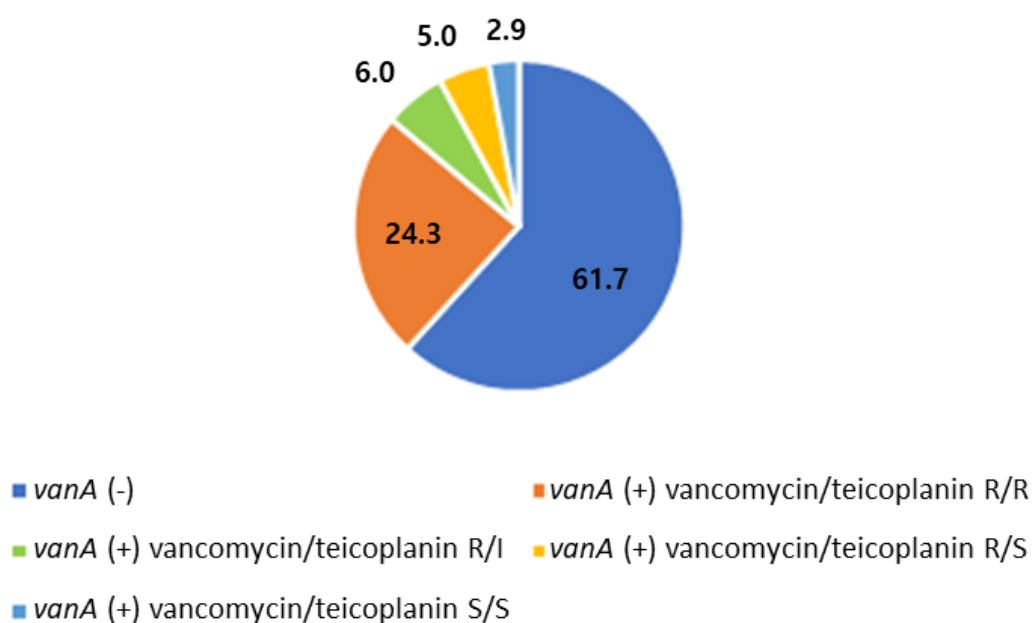


그림 2-19. 2022년 종합병원 *E. faecium*의 *vanA* 유전자 양상과 vancomycin/teicoplanin 감수성 검사 표현형

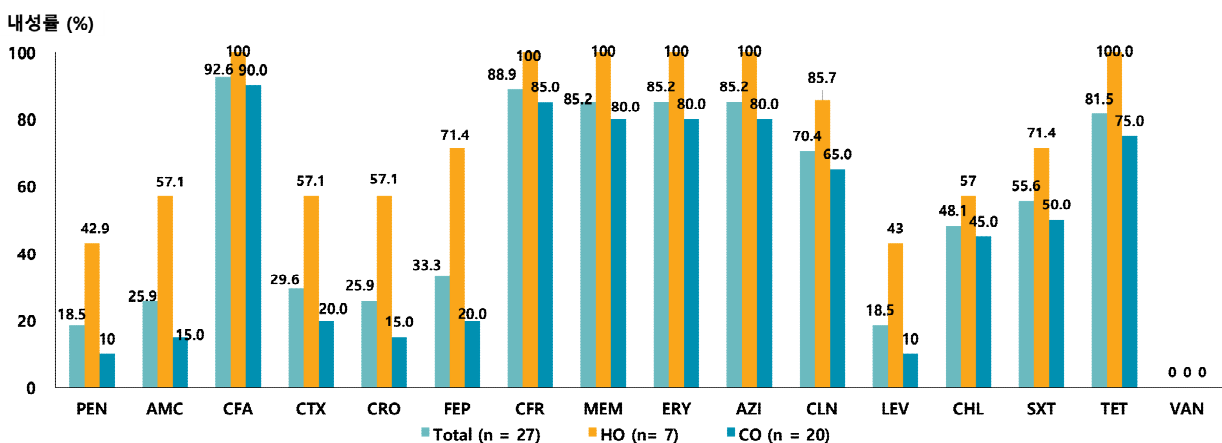
2. 3. 4. 폐렴사슬알균(*Streptococcus pneumoniae*)

종합병원의 혈액 분리 *S. pneumoniae*는 총 27주였다. Penicillin, cefotaxime, ceftriaxone 내성률은 각각 18.5%, 29.6%, 25.9% 였으며, 과거에 비해 크게 증가하였다. 지역사회 *S. pneumoniae* 감염증에 흔히 사용되는 항생제인 erythromycin에 대한 내성률은 85.2%로 대부분의 균주에서 내성으로 나타났다. (표 2-6, 그림 2-20)

2020년부터 항생제 감수성 시험에 cefaclor, cefepime, meropenem, azithromycin, clindamycin, chloramphenicol, tetracycline, vancomycin을 포함한 8종의 항균제가 추가 되었으며, 각 항균제에 대한 내성률은 아래 표에 정리되어 있다.

표 2-6. 종합병원 혈액 분리 *S. pneumoniae*의 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	15	54	48	36	28	20	27
Penicillin	0.0	9.3	8.3	2.8	10.7	5.0	18.5
Amoxacillin-clavulanate (AMC)	6.7	18.5	25.0	27.8	17.9	25.0	25.9
Cefaclor	-	-	-	-	78.6	90.0	92.6
Cefotaxime	0.0	1.9	6.3	2.8	10.7	10.0	29.6
Ceftriaxone	0.0	1.9	10.4	2.8	10.7	15.0	25.9
Cefepime	-	-	-	-	17.9	20.0	33.3
Cefuroxime	60.0	68.5	66.7	72.2	71.4	90.0	88.9
Meropenem	-	-	-	-	53.6	70.0	85.2
Erythromycin	80.0	75.9	77.1	83.3	78.6	90.0	85.2
Azithromycin	-	-	-	-	78.6	85.0	85.2
Clindamycin	-	-	-	-	71.4	65.0	70.4
Levofloxacin	0.0	3.7	2.1	2.8	10.7	0.0	18.5
Chloramphenicol	-	-	-	-	25.0	40.0	48.1
Trimethoprim-sulfamethoxazole (SXT)	26.7	31.5	27.1	25.0	17.9	20.0	55.6
Tetracycline	-	-	-	-	71.4	80.0	81.5
Vancomycin	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0



PEN, Penicillin; AMC, Amoxacillin-clavulanate; CFA, Cefaclor; CTX, Cefotaxime; CRO, Ceftriaxone; FEP, Cefepime; CFR, Cefuroxime; MEM, Meropenem; ERY, Erythromycin; AZI, Azithromycin; CLN, Clindamycin; LEV, Levofloxacin; CHL, Chloramphenicol; SXT, Trimethoprim-sulfamethoxazole; TET, Tetracycline; VAN, Vancomycin

그림 2-20. 2022년 종합병원 혈액 분리 *S. pneumoniae* 감염구분별 항생제 내성률

2. 3. 5. 대장균(*Escherichia coli*)

혈액 분리 *E. coli* 중 ampicillin 내성률은 66.9%였으며, piperacillin 내성률은 53.2%로 큰 변화는 없었다. *E. coli* 혈류감염에 가장 흔하게 사용되는 3세대 cephalosporin계 항생제 중 cefotaxime에 대한 내성률은 38.8%, ceftazidime에 대한 내성률은 9.6%로 cefotaxime 내성률은 소폭 증가하였으나, ceftazidime 내성률은 감소하였다. 이는 CTX-M형 ESBL 중 ceftazidime에 가수분해능이 없는 ESBL이 증가하고 있음을 시사한다. Carbapenem 계열 항생제인 imipenem, meropenem, ertapenem에 대한 내성 균주는 거의 없었으며, 여전히 1% 미만으로 낮게 유지되었고, tigecycline에 대한 내성을 역시 0.04%로 매우 낮았다. 감수성 시험 대상 항균제로 새로 추가된 chloramphenicol과 tetracycline에 대한 내성률은 각각 6.4%, 35.9%였다. (표 2-7, 그림 2-22)

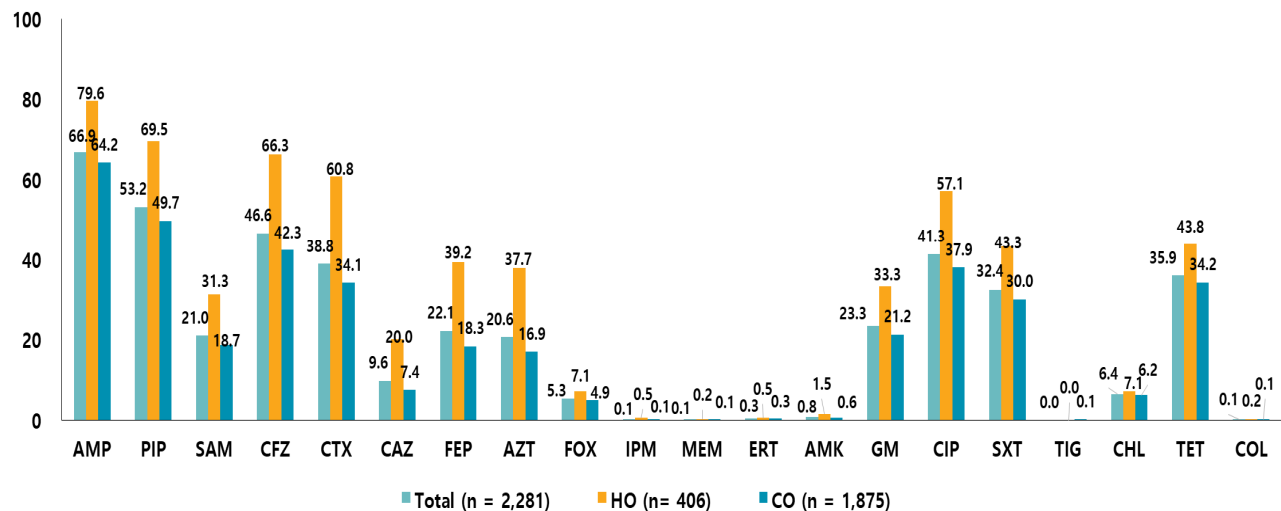
표 2-7. 종합병원 혈액 분리 *E. coli*의 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	1,112	1,772	1,724	1,939	2,209	2,165	2,281
Ampicillin	65.2	65.3	68.0	67.5	65.6	66.2	66.9
Piperacillin	54.7	54.0	57.0	54.1	55.6	54.7	53.2
SAM*	24.3	28.9	29.3	22.0	21.4	18.8	21.0
Cefazolin	42.6	40.6	45.5	45.0	44.7	44.0	46.6
Cefotaxime	35.4	32.4	38.6	37.1	37.7	36.6	38.8
Ceftazidime	11.3	11.8	12.7	10.2	11.9	10.3	9.6
Cefepime	21.4	20.3	24.8	20.2	21.6	20.8	22.1
Aztreonam	21.2	20.8	24.6	20.0	21.1	20.1	20.6
Cefoxitin	3.5	3.9	4.1	5.0	4.3	4.5	5.3
Imipenem	0.1	0.2	0.1	0.2	0.04	0.05	0.13
Meropenem	0.0	0.2	0.1	0.1	0.04	0.05	0.09
Ertapenem	0.2	0.2	0.2	0.3	0.04	0.2	0.3
Amikacin	0.7	0.8	1.0	0.5	0.6	0.5	0.8
Gentamicin	29.6	26.6	27.1	26.3	24.5	24.1	23.3
Ciprofloxacin	39.4	35.8	42.7	41.1	41.3	41.0	41.3
SXT†	30.8	31.4	36.0	36.7	33.6	30.1	32.4
Tigecycline	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04
Colistin	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1
Chloramphenicol	-	-	-	-	6.8	7.7	6.4
Tetracycline	-	-	-	-	38.9	36.4	35.9

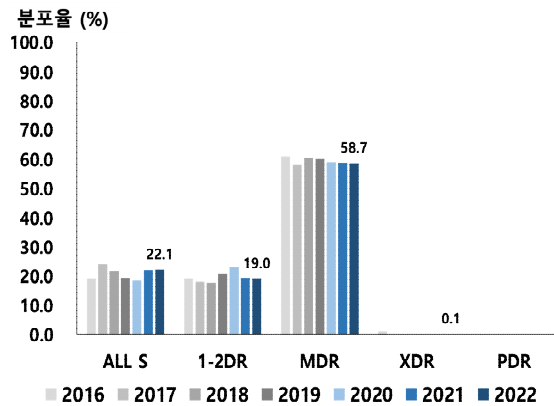
* SAM : Ampicillin sulbactam

† SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole

내성률 (%)



AMP, Ampicillin; PIP, Piperacillin; SAM : Ampicillin-sulbactam; CFZ, Cefazolin; CTX, Cefotaxime; CAZ, Ceftazidime; FEP, Cefepime; AZT, Aztreonam; FOX, Cefoxitin; IPM, Imipenem; MEM, Meropenem; ERT, Ertapenem; AMK, Amikacin; GM, Gentamicin; CIP, Ciprofloxacin; SXT, Trimethoprim-sulfamethoxazole; TIG, Tigecycline; COL, Colistin

그림 2-22. 2022년 종합병원 혈액 분리 *E. coli* 감염구분별 항균제 내성률

ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 2-21. 종합병원 혈액분리 *E. coli* 다제내성 분포율

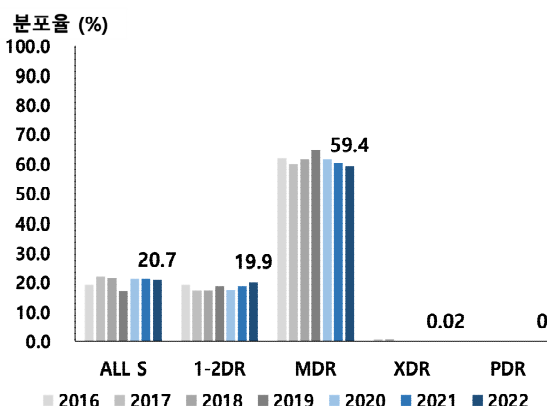
E. coli 요로감염에서 가장 중요한 치료 항생제인 fluoroquinolone 계열 항생제 ciprofloxacin에 대한 내성률은 45.9%로 큰 변화는 없었다. 3세대 cephalosporin 계열에 대한 내성률은 cefotaxime과 ceftazidime에 대하여 각각 34.3%, 7.6%였다. 요 분리 *E. coli*에서도 carbapenem 계열의 imipenem, meropenem 및 ertapenem에 대한 내성률은 모두 1% 미만으로 여전히 매우 낮게 유지되고 있다. (표 2-8, 그림 2-24)

표 2-8. 종합병원 요 분리 *E. coli*의 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	4,474	7,874	7,255	7,270	7,293	7,901	8,465
Ampicillin	69.3	68.8	69.6	71.7	68.4	67.7	67.7
Piperacillin	57.5	56.7	55.8	58.7	57.0	55.5	50.7
SAM*	25.3	29.8	27.7	22.2	20.8	17.5	17.5
Cefazolin	43.7	40.9	43.2	46.7	43.1	42.4	41.9
Cefotaxime	31.6	31.3	33.2	37.5	35.2	34.4	34.3
Ceftazidime	9.9	10.3	10.2	9.8	10.0	8.4	7.6
Cefepime	17.7	17.6	18.1	18.3	18.8	17.3	16.9
Aztreonam	17.4	17.9	18.4	17.9	19.1	17.0	16.7
Cefoxitin	4.0	4.9	6.0	5.4	4.3	4.6	4.8
Imipenem	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.04	0.06
Meropenem	0.0	0.0	0.0	0.02	0.1	0.04	0.05
Ertapenem	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
Amikacin	1.3	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8
Gentamicin	30.9	27.1	27.4	28.9	27.4	26.7	25.3
Ciprofloxacin	44.5	40.9	40.7	45.0	44.8	45.4	45.9
SXT†	37.7	36.0	37.8	39.8	36.0	32.6	32.1
Tigecycline	0.1	0.1	0.1	0.02	0.1	0.1	0.04
Colistin	0.2	0.2	0.1	0.03	0.03	0.1	0.1
Chloramphenicol	-	-	-	-	5.4	5.8	5.7
Tetracycline	-	-	-	-	38.2	36.3	35.6

* SAM : Ampicillin sulbactam

† SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole



ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

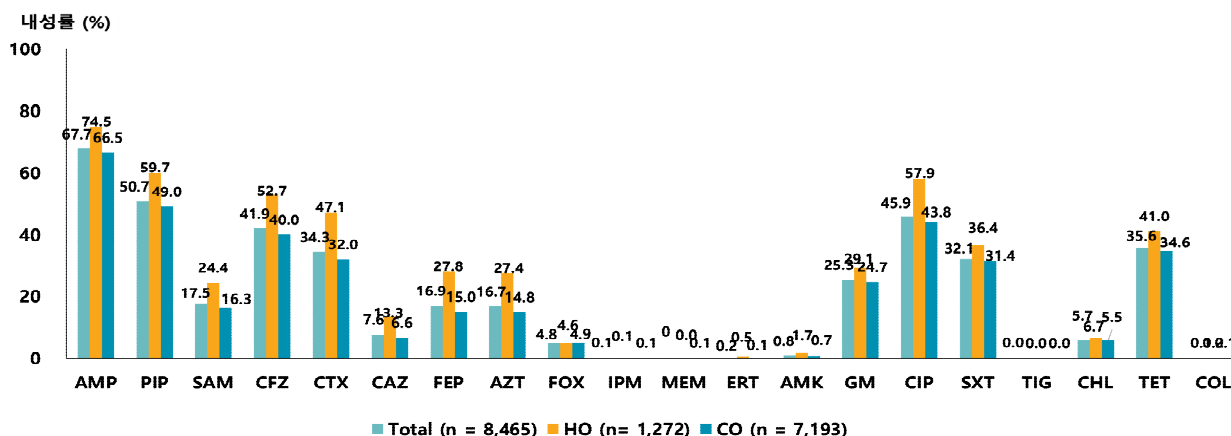
1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 2-23. 종합병원 요 분리 *E. coli* 다제내성 분포율



AMP, Ampicillin; PIP, Piperacillin; SAM : Ampicillin-sulbactam; CFZ, Cefazolin; CTX, Cefotaxime; CAZ, Ceftazidime; FEP, Cefepime; AZT, Aztreonam; FOX, Cefoxitin; IPM, Imipenem; MEM, Meropenem; ERT, Ertapenem; AMK, Amikacin; GM, Gentamicin; CIP, Ciprofloxacin; SXT, Trimethoprim-sulfamethoxazole; TIG, Tigecycline; COL, Colistin

그림 2-24. 2022 년 종합병원 요 분리 *E. coli* 감염구분별 항균제 내성률

ESBL은 3세대, 4세대 cephalosporin과 monobactam 계열 항균제에 가수분해능이 있는 광범위 beta-lactamase로서, ESBL 생성은 *E. coli*에서 다제내성 표현형을 보이는 가장 중요한 내성 기전 중 하나이다.

전세계적으로 가장 널리 확산되어 있는 ESBL 유전형은 CTX-M형이다. CTX-M은 cefotaxime에 대한 가수분해능이 있으며, D240G 변이가 있는 경우 ceftazidime에도 가수분해능이 있다. CTX-M ESBL은 크게 CTX-M-1군, CTX-M-2군, CTX-M-9군, CTX-M-25군으로 분류되며, 국내에는 CTX-M-1군과 CTX-M-9군이 흔하게 관찰된다. Kor-GLASS 1기(2017-2019)에는 CTX-M-1군 ESBL-생성 *E. coli*가 CTX-M-9군 ESBL-생성 *E. coli*보다 약 3-5%p 많이 분리되었으나, Kor-GLASS 2기(2020-2022)에는 CTX-M-1군 ESBL-생성 *E. coli*와 CTX-M-9군 ESBL-생성 *E. coli*가 비슷하게 분리되었다. 특히 CTX-M-9군 ESBL 중 CTX-M-27은 2017년 3.9%에서 2022년 9.4%로 약 5%p 증가하였다. (그림 2-25)

CTX-M-27 ESBL은 CTX-M-9에서 D240G 변이가 발생한 ESBL로 cefotaxime 및 ceftazidime에도 가수분해능이 있어 더 광범위한 내성 표현형을 야기하며, 외국에서도 그 확산이 보고되고 있다. ESBL-생성 *E. coli*는 HO감염 및 CO감염 모두에서 그 빈도가 매우 높은 다제내성균으로 새로운 클론의 확산에 대하여 지속적으로 관심을 기울여야 할 것으로 생각된다.

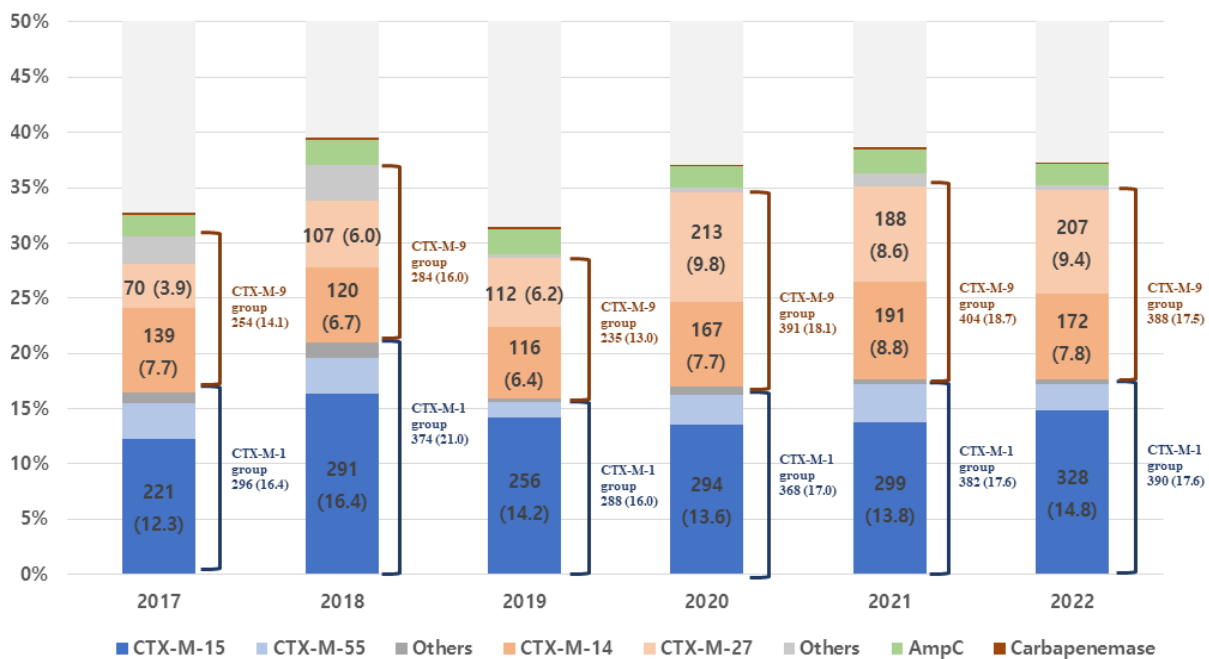


그림 2-25. 2017-2022 혈액분리 *E. coli*의 beta-lactamase 분포

2. 3. 6. 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*)

혈액 분리 *K. pneumoniae*의 균주의 3세대 cephalosporin 중 cefotaxime에 대한 내성률은 27.3%, ceftazidime에 대한 내성률은 21.7%였다. Cefotaxime에 대한 내성률은 *E. coli*에서 보다 낮았고, ceftazidime에 대한 내성률은 *E. coli*보다 높았는데 이는 국내에 분포하는 *K. pneumoniae*가 대부분 CTX-M-1형 ESBL을 가지고 있기 때문이다. *K. pneumoniae*의 경우 CO감염 균주의 내성률에 비해 HO감염 균주의 내성률이 특히 높아서 cefotaxime, ceftazidime에 대한 내성률은 HO감염에서 각각 56.6%, 47.2%로 매우 높았다. Carbapenem 계열의 항생제인 imipenem, meropenem, ertapenem에 대한 내성률은 혈액분리 균주에서 각각 5.8%, 6.2%, 6.7%로 2021년과 비슷하였다. (표 2-9, 그림 2-27)

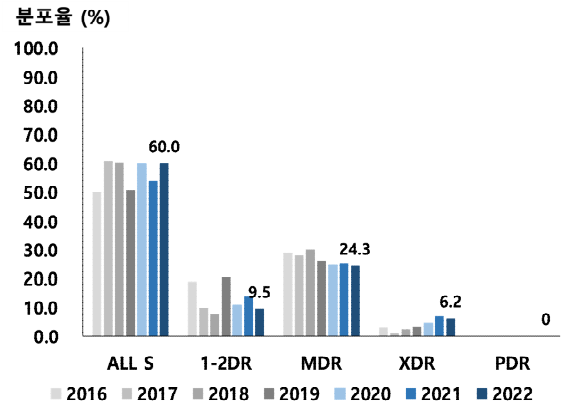
K. pneumoniae 혈액 분리 균주 중 XDR 균주는 작년 대비 소폭 감소하여 6.2%였다. Carbapenemase 생성 균주의 증가에 의한 것으로 CPE에 대한 지속적인 감시가 필요하다고 판단된다. (그림 2-26)

표 2-9. 종합병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	426	693	701	716	870	957	1,003
Piperacillin	29.8	28.9	31.0	29.6	29.0	31.7	29.4
SAM*	24.2	27.0	26.1	20.5	24.6	28.4	26.6
Cefazolin	30.5	28.1	29.1	27.0	26.3	30.6	28.9
Cefotaxime	27.0	26.1	27.1	24.9	25.4	27.6	27.3
Ceftazidime	20.0	21.2	20.7	16.8	18.4	21.4	21.7
Cefepime	19.5	20.6	20.5	17.0	19.7	22.9	21.9
Aztreonam	22.8	23.4	24.0	19.8	23.0	24.3	24.1
Cefoxitin	7.3	6.3	7.1	4.1	7.1	10.7	10.1
Imipenem	1.6	0.7	1.4	1.0	3.7	5.0	5.8
Meropenem	1.6	0.9	1.7	1.0	3.9	6.4	6.2
Ertapenem	2.1	1.0	2.1	1.1	4.0	6.8	6.7
Amikacin	3.5	2.6	2.7	0.7	1.1	1.1	1.5
Gentamicin	13.8	12.0	14.8	12.8	12.3	14.9	12.9
Ciprofloxacin	20.2	18.9	22.7	17.6	19.5	23.0	21.7
SXT†	20.7	18.6	23.5	23.5	21.7	23.6	22.0
Tigecycline	1.4	0.6	2.1	2.1	1.6	2.3	2.3
Colistin	0.7	0.6	0.4	1.0	0.8	1.0	1.1
Chloramphenicol	-	-	-	-	6.6	6.7	10.0
Tetracycline	-	-	-	-	17.9	19.9	20.3

* SAM : Ampicillin sulbactam

† SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole



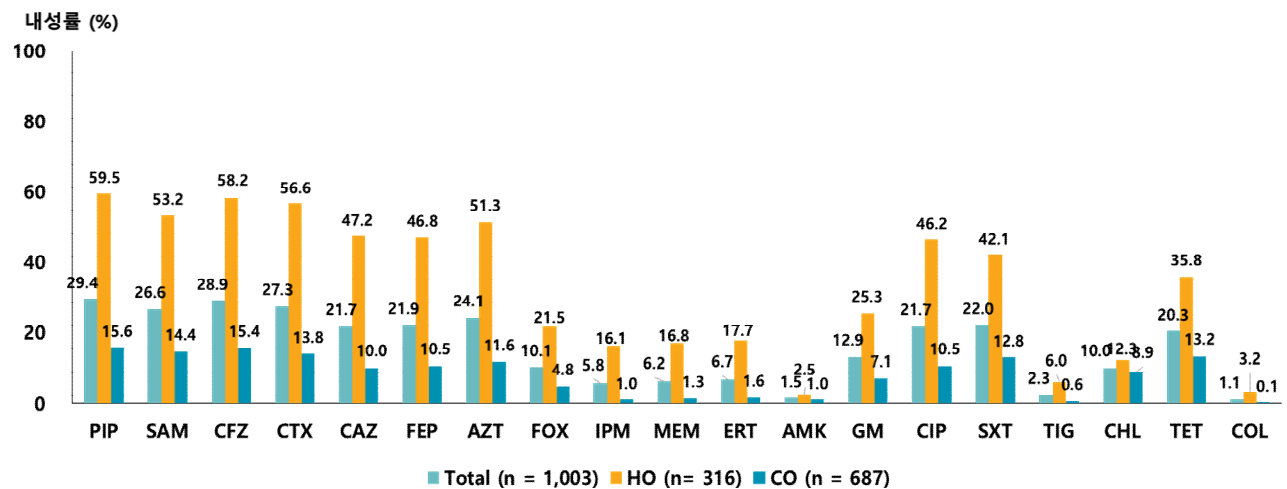
ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 2-26. 종합병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 다제내성 분포율

PIP, Piperacillin; SAM : Ampicillin-sulbactam; CFZ, Cefazolin; CTX, Cefotaxime; CAZ, Ceftazidime; FEP, Cefepime; AZT, Aztreonam; FOX, Cefoxitin; IPM, Imipenem; MEM, Meropenem; ERT, Ertapenem; AMK, Amikacin; GM, Gentamicin; CIP, Ciprofloxacin; SXT, Trimethoprim-sulfamethoxazole; TIG, Tigecycline; CHL, Chloramphenicol; TET, Tetracycline

그림 2-27. 2022 년 종합병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 항균제 내성률

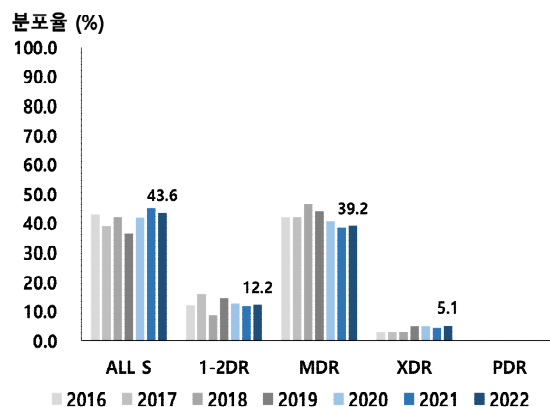
요 분리 *K. pneumoniae*의 항생제 내성률은 혈액 분리 균주의 항생제 내성률보다 전반적으로 높았다. Cefotaxime, ceftazidime에 대한 내성률은 전체 감염에서 각각 37.7%, 24.8%였다. Ciprofloxacin에 대한 내성률은 31.7%로 나타났다. Carbapenem 계열 항생제에 대한 내성률은 전년과 비슷하여, imipenem, meropenem, ertapenem에 대한 내성률은 각각 2.4%, 2.5%, 3.2%였다. 요 분리 *K. pneumoniae* 중 XDR 균주는 총 5.1%로 꾸준히 증가하고 있다. (표 2-10, 그림 2-29)

표 2-10. 종합병원 요 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	823	1,256	1,299	1,295	1,274	1,507	1,563
Piperacillin	45.1	45.0	49.1	48.0	45.4	41.5	43.0
SAM*	36.6	39.9	41.3	37.5	38.0	34.1	35.8
Cefazolin	43.4	42.4	46.7	45.2	42.8	40.7	42.1
Cefotaxime	39.7	39.0	41.8	41.8	38.9	36.4	37.7
Ceftazidime	28.9	28.8	28.1	25.8	26.5	23.6	24.8
Cefepime	27.5	26.6	27.9	26.9	28.2	26.9	29.4
Aztreonam	8.6	9.4	9.9	9.0	32.6	30.1	31.5
Cefoxitin	31.5	32.1	32.4	30.5	10.4	8.1	9.7
Imipenem	0.5	1.4	0.6	1.2	2.4	1.9	2.4
Meropenem	0.5	1.4	0.7	1.2	2.7	2.5	2.5
Ertapenem	0.9	1.6	1.0	1.4	2.9	2.7	3.2
Amikacin	3.0	3.1	1.9	1.8	2.1	1.5	1.0
Gentamicin	19.8	22.3	21.7	25.8	20.7	22.0	21.1
Ciprofloxacin	32.8	31.9	32.5	31.9	33.2	30.4	31.7
SXT†	34.8	34.7	38.2	40.1	35.9	32.7	35.1
Tigecycline	2.6	1.4	2.2	4.6	3.5	3.1	2.8
Colistin	0.9	0.7	0.9	1.0	1.1	0.7	1.7
Chloramphenicol	-	-	-	-	7.1	10.5	13.6
Tetracycline	-	-	-	-	30.8	31.1	29.7

* SAM : Ampicillin sulbactam

† SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole



ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

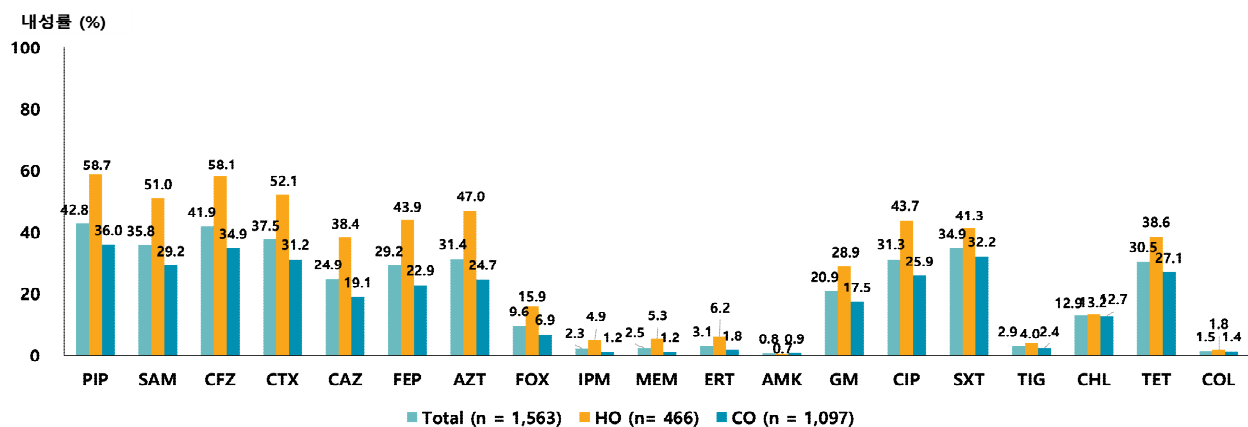
1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 2-28. 종합병원 요 분리 *K. pneumoniae* 다제내성 분포율



PIP, Piperacillin; SAM : Ampicillin-sulbactam; CFZ, Cefazolin; CTX, Cefotaxime; CAZ, Ceftazidime; FEP, Cefepime; AZT, Aztreonam; FOX, Cefoxitin; IPM, Imipenem; MEM, Meropenem; ERT, Ertapenem; AMK, Amikacin; GM, Gentamicin; CIP, Ciprofloxacin; SXT, Trimethoprim-sulfamethoxazole; TIG, Tigecycline; CHL, Chloramphenicol; TET, Tetracycline

그림 2-29. 2022년 종합병원 요 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 항균제 내성률

Carbapenemase 생성 *K. pneumoniae*는 국내 CRE 확산의 가장 중요한 원인이며, 특히 KPC-2 생성 *K. pneumoniae*는 국내에서 분리가 크게 증가하고 있다. 혈액분리 *K. pneumoniae*의 ertapenem 내성률은 2016년부터 2019년까지는 약 1-2%정도로 낮게 유지되었으나, 2020년에 4.0%로 증가하였으며 2021년에는 6.8%로 매우 증가하였다. 2022년 *K. pneumoniae*의 ertapenem 내성률은 2021년과 동일한 6.8%였다.

Ertapenem 내성 *K. pneumoniae*의 67주 중 61주는 KPC-2 생성 균주였다. KPC-2 생성 균주는 가장 중요도가 높은 다제내성균으로 CPE의 확산 방지를 위한 대책이 필요할 것으로 생각된다. (그림 2-30)

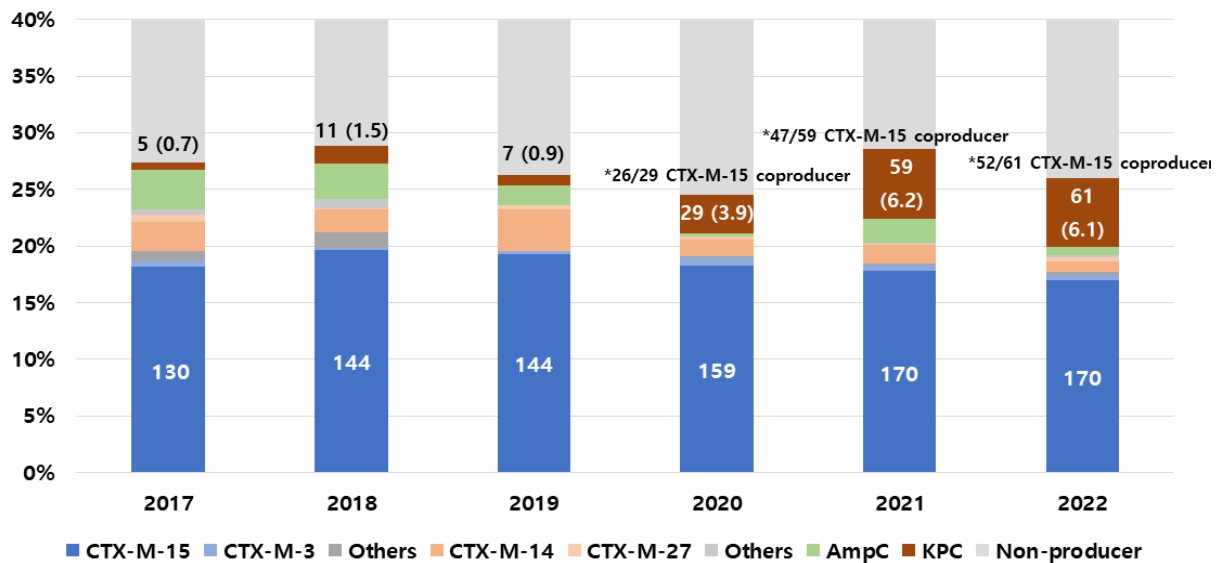


그림 2-30. 2017-2022 혈액 분리 *K. pneumoniae*의 beta-lactamase 분포

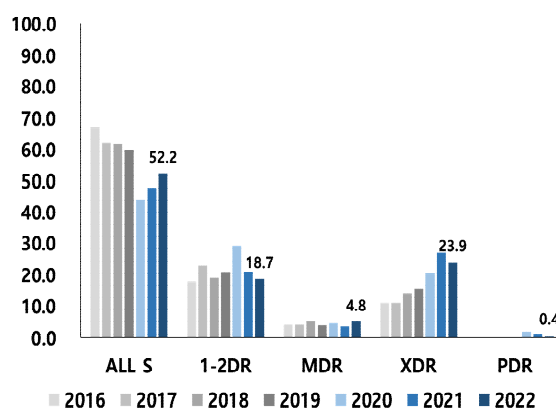
2. 3. 7. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)

혈액 분리 *P. aeruginosa*의 piperacillin에 대한 내성률은 23.0%로 2021년과 비슷하였으며, 항-녹농균 cephalosporin인 ceftazidime에 대한 내성률도 17.0%로 소폭 감소하였다. Carbapenem 내성률은 imipenem, meropenem에 대하여 각각 34.8%, 32.6%로 작년과 비슷하였으나, amikacin 내성률은 20.9%로 지속적으로 증가하였다. carbapenemase 생성 균주의 경우 amikacin에 동시내성을 보이는 경우가 많아 amikacin에 대한 내성률은 주의깊게 모니터링하여야 한다. (표 2-11, 그림 2-32)

모든 시험 항균제에 감수성인(All S) 균주의 비율은 52.2%로 높으나, XDR균주는 23.9%, PDR 균주도 0.4%로 극단적으로 다제내성인 경우가 많으므로, 지속적으로 관심을 기울여야 한다. (그림 2-31)

표 2-11. 종합병원 *P. aeruginosa* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	102	149	157	182	206	233	230
Piperacillin	11.8	14.1	12.1	11.0	20.9	24.5	23.0
Piperacillin-tazobactam	9.8	12.1	8.9	9.9	16.0	18.9	18.3
Ceftazidime	9.8	14.1	12.7	12.6	16.5	18.0	17.0
Cefepime	11.8	10.7	13.4	14.3	16.0	18.0	17.4
Aztreonam	-	-	-	-	15.5	13.7	13.9
Imipenem	17.6	19.5	17.8	25.8	33.5	36.9	34.8
Meropenem	14.7	18.1	24.2	23.6	30.1	35.6	32.6
Amikacin	6.9	5.4	7.6	14.8	15.0	19.7	20.9
Gentamicin	10.8	8.7	12.1	17.0	20.4	26.6	23.5
Tobramycin	9.8	6.0	10.8	14.3	18.4	22.7	23.0
Ciprofloxacin	15.7	15.4	20.4	20.3	31.6	33.5	32.2
Colistin	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	3.4	3.9



ALL S : 모든 항균제 계열 감수성
 1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성
 MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성
 XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성
 PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 2-31. 종합병원 *P. aeruginosa* 다제내성 분포율

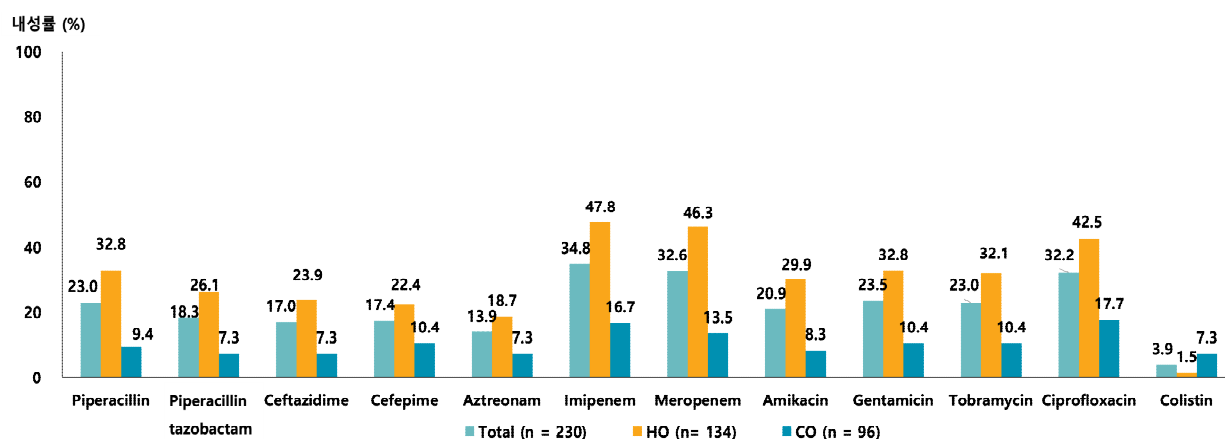


그림 2-32. 2022 년 종합병원 *P. aeruginosa* 감염구분별 항균제 내성률

2. 3. 8. 아시네토박터균속(*Acinetobacter* spp.)

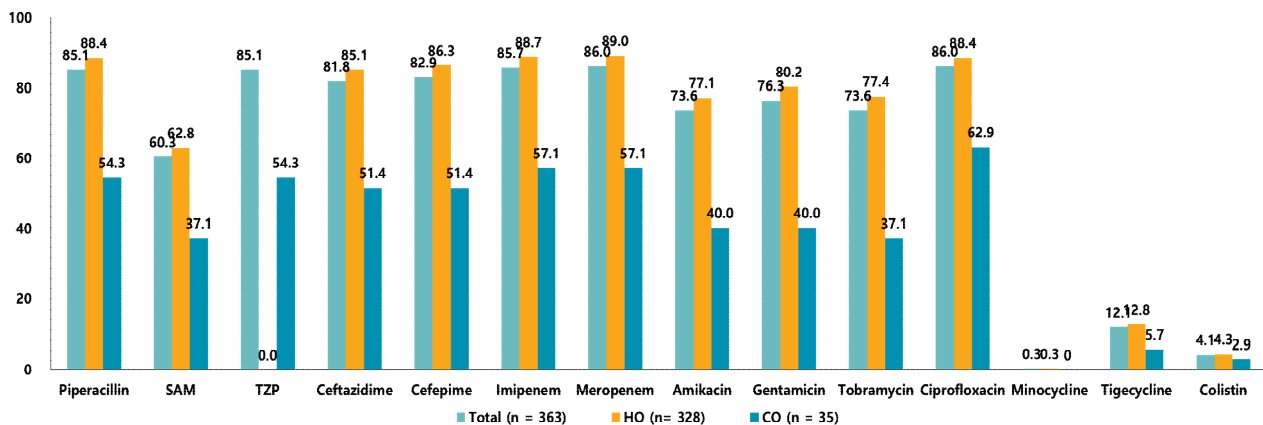
혈액 분리 *Acinetobacter* spp. 중 *A. baumannii*가 363주였으며, non-*baumannii* *Acinetobacter*가 25주였다. *A. baumannii* 혈액 분리 균주의 85.7%, 86.0%가 imipenem과 meropenem에 내성이었다. Carbapenem계열 항생제에 내성을 보이는 경우 다른 beta-lactam 계열 항균제에 같이 내성을 보이기 때문에 XDR인 경우가 많았다. 반면, ampicillin-sulbactam에 대한 내성률은 60.3%로 다른 beta-lactam 계열 항생제 내성률에 비하여 상대적으로 낮았다. Colistin 내성률은 4.1%로 비교적 낮았다. (표 2-12, 2-13, 그림 2-34, 2-36)

표 2-12. 종합병원 *A. baumannii* 항균제 내성률 (%)

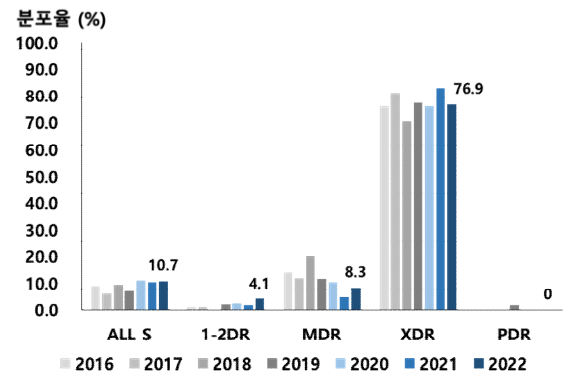
Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	131	203	210	187	180	231	363
Piperacillin	88.5	93.1	89.5	90.8	87.8	87.9	85.1
SAM*	71.0	81.3	76.2	77.8	81.1	61.0	60.3
Piperacillin-tazobactam	-	-	-	-	87.2	82.7	85.1
Ceftazidime	84.7	87.7	86.7	90.8	86.7	86.6	81.8
Cefepime	87.8	92.6	90.5	91.4	87.2	85.7	82.9
Imipenem	87.8	92.1	89.0	90.3	87.2	87.9	85.7
Meropenem	87.8	92.1	89.0	90.3	87.2	87.9	86.0
Amikacin	68.7	70.9	64.8	71.4	67.2	78.8	73.6
Gentamicin	69.5	75.9	66.7	76.2	69.4	83.1	76.3
Tobramycin	67.9	71.9	64.8	74.1	67.8	79.2	73.6
Ciprofloxacin	88.5	92.1	90.5	90.8	88.9	89.2	86.0
Minocycline	1.5	2.0	0.5	12.2	0.0	0.9	0.3
Tigecycline	3.8	5.4	2.9	16.8	1.7	11.7	12.1
Colistin	0.0	0.0	0.0	0.5	7.2	0.9	4.1

* SAM : Ampicillin-sulbactam

내성률 (%)



SAM, Ampicillin-sulbactam; TZP, Piperacillin-tazobactam

그림 2-34. 2022년 종합병원 *A. baumannii* 감염구분별 항균제 내성률

ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

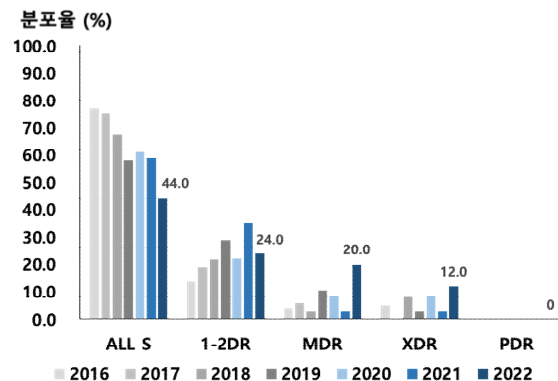
PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 2-33. 종합병원 *Acinetobacter* spp. 다제내성 분포율

표 2-13 종합병원 non-*baumannii* *Acinetobacter* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	38	32	37	38	37	34	25
Piperacillin	10.5	9.4	24.3	8.1	10.8	5.9	32.0
SAM*	2.6	9.4	5.4	2.7	5.4	0	28.0
Piperacillin-tazobactam	-	-	-	-	5.4	2.9	28.0
Ceftazidime	5.3	3.1	13.5	10.8	2.7	5.9	12.0
Cefepime	7.9	3.1	10.8	13.5	13.5	0	28.0
Imipenem	5.3	3.1	13.5	8.1	8.1	2.9	32.0
Meropenem	5.3	3.1	16.2	8.1	8.1	2.9	32.0
Amikacin	13.2	3.1	5.4	0.0	2.7	2.9	12.0
Gentamicin	15.8	6.3	8.1	5.4	16.2	11.8	36.0
Tobramycin	7.9	0.0	5.4	0.0	5.4	2.9	8.0
Ciprofloxacin	10.5	6.3	13.5	18.9	21.6	23.5	16.0
Minocycline	0	0	0	0	0	0	0
Tigecycline	0	0	0	2.7	2.7	0	0
Colistin	0	0	0	0	16.2	11.8	12.0

* SAM : Ampicillin-sulbactam



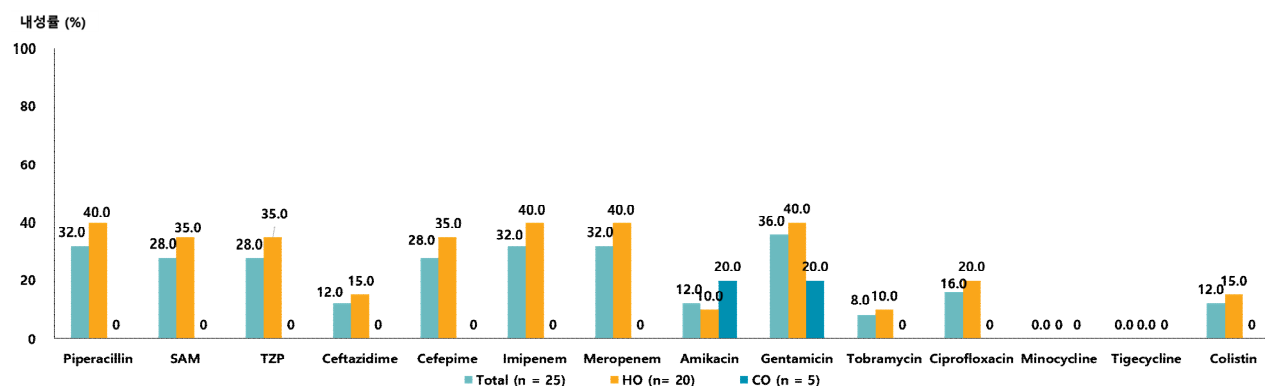
ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 2-35. 종합병원 Non-*baumannii* *Acinetobacter* 다제내성 분포율

SAM, Ampicillin-sulbactam; TZP, Piperacillin-tazobactam

그림 2-36. 2022 년 종합병원 Non-*baumannii* *Acinetobacter* 감염구분별 항균제 내성률

Imipenem에 내성을 보인 *A. baumannii*의 내성 기전은 대부분 OXA-23을 생성이었고(98.7%), 4주에서는 OXA-66/ADC25, ISAb1-OXA-51, OXA-182 및 NDM-1을 생성한 균주가 각각 한 주씩 관찰되었다.

2. 3. 9. 살모넬라균속(*Salmonella* spp.)

Salmonella 균속의 cefotaxime에 대한 내성률은 2020년까지는 5.0%로 다소 감소하였으나, 올해 크게 증가하여 11.9%였다. ciprofloxacin 비감수성률도 41.2%로 증가된 상태가 유지되었다. *Salmonella*균속의 시험 대상 항균제는 2020년에 9종이 추가되었으며, 각 항생제에 대한 내성률은 아래의 표에 정리하였다. 새로 추가된 항생제 중 ampicillin 내성률이 38.8%로 증가하였으며, tetracycline과 SXT 내성률은 각각 32.0%, 11.0%, 그리고 colistin 내성률은 9.1%였다. 앞으로도 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 생각된다. (표 2-14, 그림 2-37)

Quinolone 계열 항균제에 비감수성인 *Salmonella*를 대상으로 *gyrA*, *parC* 변이 검사를 실시한 결과, 2021년과 동일하게 *gyrA*에서는 D87N 변이와 D87Y 변이가 가장 많았고, *parC*에서는 변이가 없거나 T57S 변이가 대부분이었다.

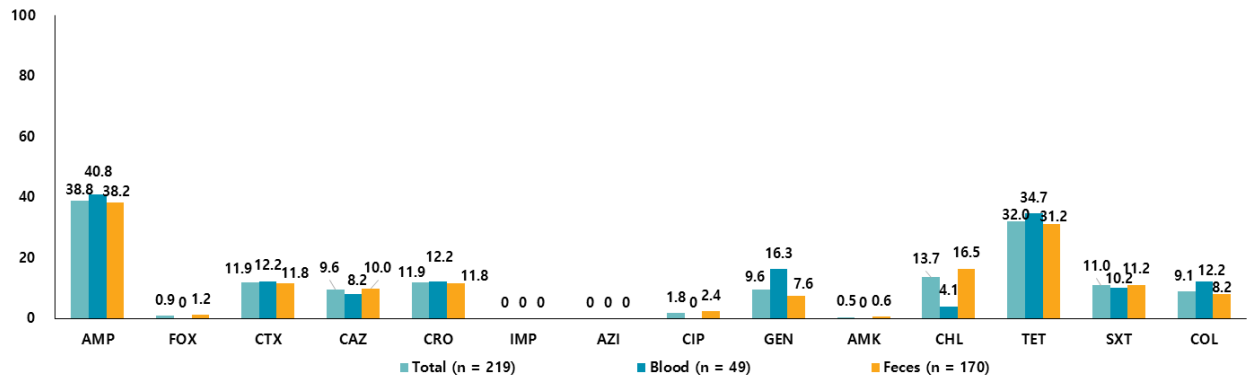
3세대 cephalosporin 계열 항균제에 내성을 보이는 *Salmonella*는 대부분 CTX-M ESBL을 생성하고 있었다. 2021년과 마찬가지로 CTX-M-1군이 CTX-M-9군보다 많았으며, CTX-M-1군은 CTX-M-15, CTX-M-55가 관찰되었다. CTX-M-9군은 Kor-GLASS 1기(2017-2019)에서는 CTX-M-14도 포함되어 있었으나, Kor-GLASS 2기(2020-2022)에는 모두 CTX-M-65였으며, CTX-M-55와 CTX-M-65 둘 다 관찰되는 *Salmonella*도 1주 분리되었다.

표 2-14. 종합병원 *Salmonella* spp. 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	105	228	218	187	139	202	219
Ampicillin	-	-	-	-	32.4	23.8	38.8
Cefoxitin	-	-	-	-	1.4	1.5	0.9
Cefotaxime	4.8	8.8	8.7	9.6	5.0	6.4	11.9
Ceftazidime	2.9	6.1	6.9	7.5	4.3	4.0	9.6
Ceftriaxone	-	-	-	-	4.3	6.4	11.9
Imipenem	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
Azithromycin	0.1	0.4	2.3	1.1	2.2	0.5	0
Ciprofloxacin*	0.0 (15.2)	3.0 (27.6)	3.2 (28.9)	4.2 (35.3)	2.9 (32.4)	3.0 (41.6)	1.8 (40.2)
Amikacin	-	-	-	-	0	0	0.5
Gentamicin	-	-	-	-	1.4	5.4	32.0
Chloramphenicol	-	-	-	-	8.6	11.9	13.7
Tetracycline	-	-	-	-	25.9	17.8	32.0
SXT†	-	-	-	-	7.9	17.8	11.0
Colistin	-	-	-	-	6.5	9.9	9.1

* Ciprofloxacin의 경우 내성률과 비감수성률(Non-susceptibility rate)을 병기함

† SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole



AMP, Ampicillin; FOX, Cefoxitin; CTX, Cefotaxime; CAZ, Ceftazidime; CRO, Ceftriaxone; IMP, Imipenem; AZI, Azithromycin; CIP, Ciprofloxacin; GEN, Gentamicin; AMK, Amikacin; CHL, Chloramphenicol; TET, Tetracycline; SXT, Trimethoprim-sulfamethoxazole; COL, Colistin

그림 2-37. 2022 년 종합병원 *Salmonella* spp. 검체별 항균제 내성률

2. 3. 10. 세균성이질균속(*Shigella* spp.)

2022년 종합병원 수집센터에서 1주 수집되었다. 수집된 균주는 azithromycin, cefotaxime, ceftazidime, ciprofloxacin, imipenem에 감수성이었다.

2. 3. 11. 임균(*Neisseria gonorrhoeae*)

2022년 종합병원 수집센터에서 *N. gonorrhoeae*는 수집되지 않았다.

2. 3. 12. 클로스트리디오이데스 디피실균(*Clostridioides difficile*)

C. difficile 장염 감염증의 치료 항균제인 metronidazole과 vancomycin에 대한 내성균주는 2018년부터 현재까지 수집되지 않았다.

Fluoroquinolone계열 항균제인 moxifloxacin에 대한 내성률은 2018년에 비해 많이 감소하여 2022년에는 25.6%였다. 또한 β -lactam 계열 항균제에 대한 내성률도 지속적으로 감소하여, ampicillin에 대한 내성이 22.2%, cefotetan 내성률 12.8%, imipenem 내성률도 36.6%였다. *C. difficile*의 항균제 내성은 ribotype과 연관성이 있으며, 과거에 가장 널리 확산되었던 R018, R017이 지속적으로 감소하고, 상대적으로 항균제 내성이 적은 R014/R20이 증가하여 전반적으로 항균제 내성률이 낮아진 것으로 판단된다. (표 2-15, 그림 2-38)

표 2-15. 종합병원 *C. difficile* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	–	–	410	305	229	227	270
Ampicillin	–	–	11.5	20.0	42.4	23.8	22.2
Cefotetan	–	–	33.2	25.9	20.1	22.5	14.1
Imipenem	–	–	44.1	48.2	37.6	58.6	38.9
Clindamycin	–	–	68.3	70.5	76.0	72.7	84.1
Chloramphenicol	–	–	1.2	0.7	0.4	0.0	0
Tetracycline	–	–	16.6	14.4	15.3	10.1	11.1
Rifaximin	–	–	16.8	13.1	11.8	11.9	7.4
Moxifloxacin	–	–	44.4	39.3	34.1	34.4	25.2
Vancomycin	–	–	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Metronidazole	–	–	0.0	0.0	0.0	0.0	0

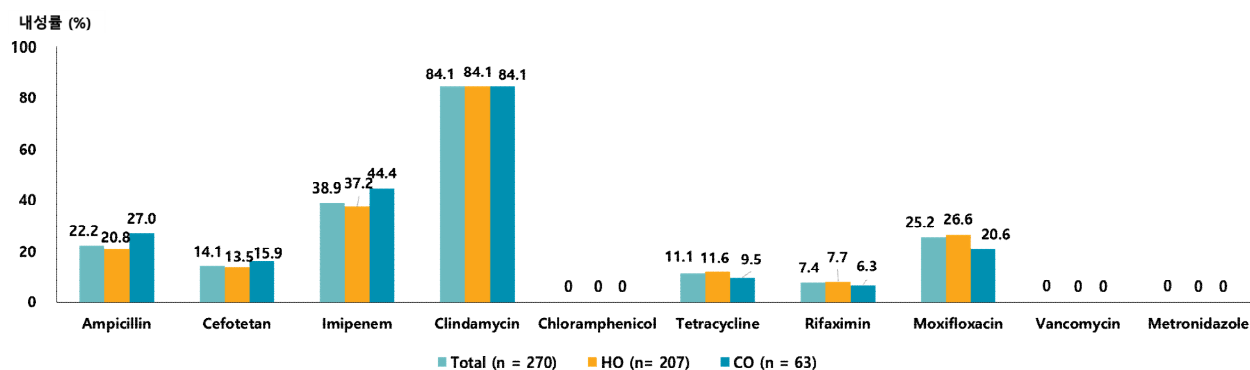


그림 2-38. 2022 년 종합병원 *C. difficile* 의 감염구분별 항균제 내성률

2. 3. 13. 칸디다균속(*Candida* spp.)

2022년도 1년간 9개 권역 수집센터에서 수집한 혈액에서 분리된 칸디다 균속은 총 442주이었다. 균속 분포를 보면, *Candida albicans*가 201주로 가장 흔하게 분리되었고, *Candida glabrata* 87주, *Candida tropicalis* 72주, *Candida parapsilosis* 60주 순이었다. 또한, clade I *Candida auris*가 1개 병원에서 7주 분리되었다. (표 2-16)

CLSI 판정 기준에 따라 수집된 칸디다 균주의 항진균제 내성을 확인한 결과, fluconazole 내성 판정 대상인 430주 중 fluconazole 내성률은 3.3%, 억제용량의존감수성은 19.5% 이었다. Voriconazole 내성 판정 대상이 되는 336주 중 *C. tropicalis* 3주가 내성, 7주가 중간내성을 보여 voriconazole 내성률은 0.9%, 중간내성은 3.3% 이었다. Echinocandin 내성을 판정할 수 있는 430주 중 *C. glabrata* 2주, *C. auris* 2주가 caspofungin 비감수성을 보여 caspofungin 내성률은 0.7%, 중간내성은 0.2% 이었다. (표 2-16, 그림 2-39)

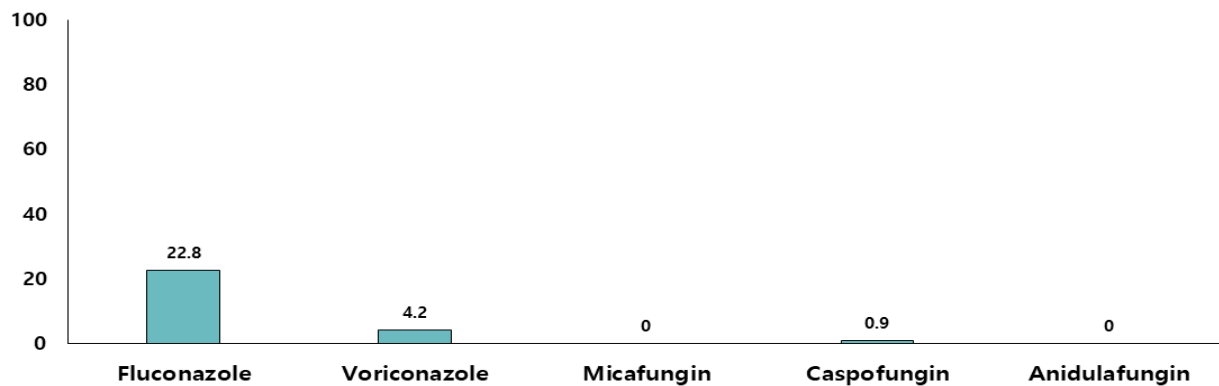
아졸계 항진균제의 내성을 보이는 *C. parapsilosis* 3주, *C. tropicalis* 4주를 대상으로 아졸계 표적유전자인 *ERG11* 돌연변이 검사를 실시한 결과, *C. parapsilosis* 3주에서 Y132F 유전자 변이가, *C. tropicalis* 1주에서 Y132F, S154F, Y257H 유전자 변이가 관찰되었다. 아졸계 항진균제의 내성을 보이는 *C. glabrata* 3주를 대상으로 *PDR1* 돌연변이 검사를 실시한 결과, T607A, A731E, N1086Y 유전자 변이가 관찰되었다.

표 2-16. 종합병원 혈액 분리 *Candida* spp.의 균종별 분리 건수 및 항진균제 내성률과 비감수성률

Species	분리 건수			항진균제 내성률% (비감수성률%) ^a				
	2020 (n=356)	2021 (n=410)	2022 (n=442)	Fluconazole	Voriconazole	Micafungin	Caspofungin	Anidulafungin
<i>C. albicans</i>	172	176	201	0 (0)	0 (0.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>C. glabrata</i>	57	76	87	3.4 (100)	- (-)	0 (0)	1.1 (2.3)	0 (0)
<i>C. tropicalis</i>	61	74	72	5.6 (5.6)	4.2 (13.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>C. parapsilosis</i>	46	62	60	5.0 (5.0)	0 (5.0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>C. auris</i>	0	1	7	14.3 (14.3)	- (-)	0 (0)	28.6 (28.6)	0 (0)
<i>C. lusitaniae</i>	4	5	5	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
<i>C. krusei</i>	2	3	3	100 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>C. orthopsilosis</i>	0	2	3	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
<i>Cyberlindnera fabianii</i>	1	3	2	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
<i>C. dubliniensis</i>	1	2	1	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
<i>C. utilis</i>	0	0	1	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
<i>C. guilliermondii</i>	10	2	0	- (-)	- (-)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>C. haemulonii</i>	1	0	0	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
<i>C. bracarensis</i>	1	0	0	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
<i>C. metapsilosis</i>	0	3	0	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
<i>C. pelliculosa</i>	0	1	0	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

^a CLSI M60의 clinical breakpoint를 적용하였으며, 기준이 없는 경우 “-”로 표기함

비감수성률(%)

그림 2-39. 2022 년 종합병원 *Candida* spp. 항진균제별 비감수성률

2. 4. 주요 내성균의 분리 빈도

혈류감염 환자 100,000 명당 감염 구분별 주요내성균의 분리빈도를 분석하였을 때, CO 감염에 비해 HO 감염 환자에서 주요 내성균의 분리빈도가 월등히 높았다. CO 감염에서는 cefotaxime 또는 ciprofloxacin 내성 *E. coli*가 주요 내성균 중 분리 빈도가 가장 높았으며 100,000 명당 830 명에서 912 로 소폭 증가하였다. HO 감염에서는 MRSA, VREFM, 및 carbapenem 내성 *A. baumannii*의 분리빈도가 높았으며, 2021년에는 HO 감염에서 MRSA의 분리빈도가 가장 높았으나, 2022년에는 carbapenem 내성 *A. baumannii*가 100,000 만명당 1,574 명으로 가장 높았다. (그림 2-40)

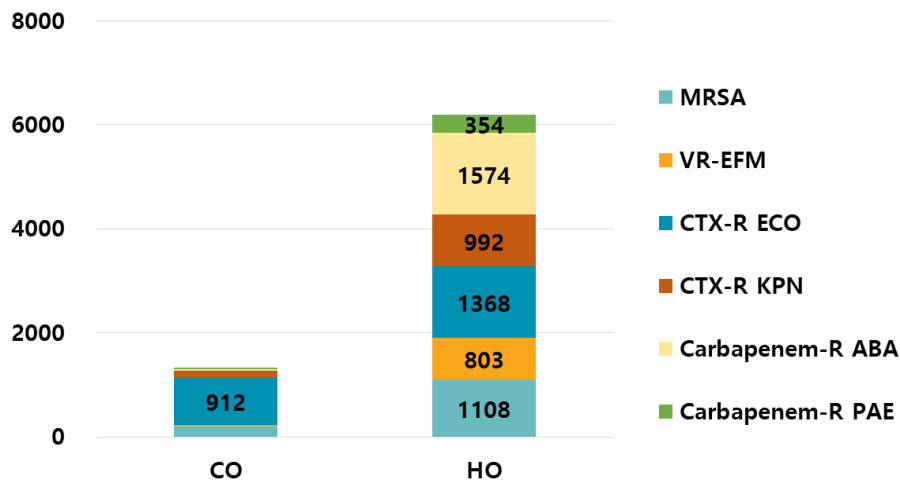


그림 2-40. 혈류감염 환자 100,000 명당 감염 구분별 주요 내성균의 분리빈도

혈류감염 환자 100,000명당 성별 주요내성균 분리빈도를 비교하였을 때, 대부분의 다제내성균은 남성에서 분리빈도가 높았으며, cefotaxime 내성 *E. coli*의 경우 여성에서 분리빈도가 높았다. (그림 2-41)

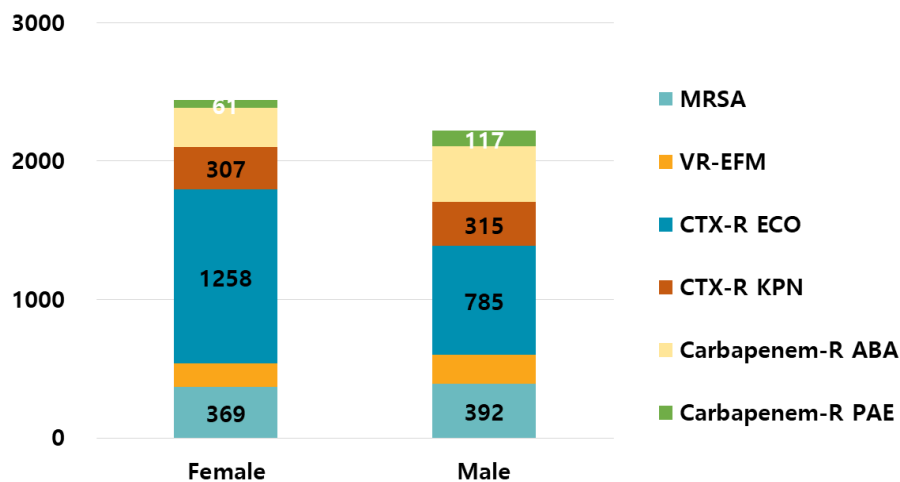


그림 2-41. 혈류감염 환자 100,000 명당 성별 주요 내성균의 분리빈도

3

국내 항균제 내성균 조사 결과 (요양병원)

2022 국가 항균제 내성균 조사

3

국내 항균제 내성균 조사 결과(요양병원)

3. 1. 요양병원 수집 균주 현황

2020년부터 각 권역의 종합병원과 역학적 또는 지리적 연관성 있는 요양병원에서 균주를 수집하는 수집네트워크를 구성하였다. 2020년 요양병원에서 수집된 균주는 작년에 비해 크게 감소하였다. 이는 2020년 코로나19 확산 방지를 위하여 정부에서는 요양병원에 대한 방역관리 체계를 강화하였으며, 그에 따른 균주의 집락화 및 전파 감소 등의 영향이 있었을 것으로 추측된다. 2022년에는 요양병원 혈액분리균주가 비교적 다양하게 수집되어 내성현황 파악에 도움이 될 것으로 판단된다.

2022년 요양병원에서 수집된 균주는 총 595주로, 혈액 분리 균주가 127주, 요 분리 균주가 367주였다. 혈액 분리 균주 중 *E. coli*가 44주로 가장 많았으며, *S. aureus*가 22주, *K. pneumoniae*가 12주, *E. faecalis* 12주, *E. faecium* 13주, *P. aeruginosa*가 10주, *Acinetobacter* spp.가 14주였다. (표 3-1)

표 3-1. 요양병원 수집 균주의 검체에 따른 균종별 분리 건수

검체	균종	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
혈액(Blood)	<i>S. aureus</i>	13	53	47	49	14	18	22
	<i>E. faecalis</i>	7	18	63	46	1	0	12
	<i>E. faecium</i>	20	30	35	25	8	0	13
	<i>S. pneumoniae</i>	0	0	0	0	0	0	0
	<i>E. coli</i>	19	94	73	67	53	63	44
	<i>K. pneumoniae</i>	9	34	24	14	10	8	12
	<i>P. aeruginosa</i>	8	34	13	32	10	18	10
	<i>Acinetobacter</i> spp.	15	23	27	36	4	11	14
	<i>Salmonella</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Candida</i> spp.	-	-	-	-	0	0	0
	Subtotal	91	286	282	269	100	118	127
요(Urine)	<i>E. coli</i>	228	851	666	638	424	504	367
	<i>K. pneumoniae</i>	68	204	164	230	84	103	101
	Subtotal	296	1,055	830	868	508	607	468
대변(Feces)	<i>Salmonella</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Shigella</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal	0	0	0	0	0	0	0
비뇨생식기(Genital)	<i>N. gonorrhoeae</i>	0	0	0	0	0	0	0
Total		387	1,341	1,112	1,137	608	725	595

3. 2. 요양병원 수집 균종별 항균제 내성 현황

3. 2. 1. 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*)

혈액 분리 *S. aureus* 균주는 총 22주가 수집되었으며, 1주를 모두 제외한 모든 수집 균주(95.5%)가 cefoxitin에 내성인 MRSA 였다. 또한, 요양병원 분리균주의 erythromycin과 clindamycin에 대한 내성률은 각각 77.3%와 31.8%였다. 반면에, vancomycin 중간내성 *S. aureus* (VISA) 및 vancomycin 내성 *S. aureus* (VRSA)는 발견되지 않았으며, oxazolidinone 계열의 항생제인 linezolid에 대해서도 100% 감수성이었다. (표 3-2, 그림 3-2)

요양병원 분리 *S. aureus*에서의 MDR 균주의 비율은 95.5%로 매우 높았다. 다만, MRSA의 주요 치료 항생제인 vancomycin, teicoplanin, linezolid 등에 모두 감수성 표현형으로 보여 XDR 및 PDR균주는 관찰되지 않았다. (그림 3-1)

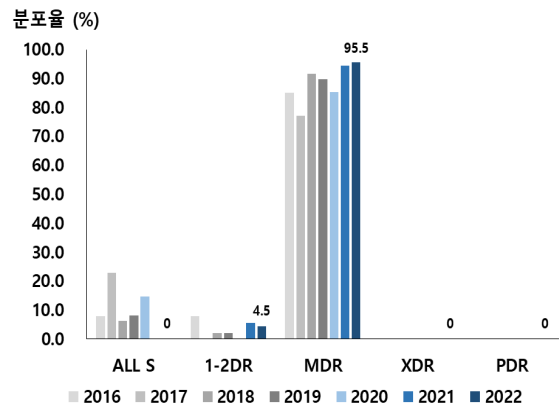
표 3-2. 요양병원 *S. aureus* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	13	53	47	49	14	18	22
Cefoxitin	76.9	77.4	91.5	89.8	85.7	94.4	95.5
Erythromycin	61.5	56.6	72.3	53.1	71.4	72.2	77.3
Clindamycin	53.8	30.2	36.2	16.3	21.4	38.9	31.8
HL* mupirocin	38.5	30.2	31.9	71.4	50.0	72.7	50.0
QDA†	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SXT‡	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	9.1
Tetracycline	-	-	-	-	28.6	27.8	22.7
Chloramphenicol	-	-	-	-	7.1	0.0	0.0
Gentamicin	-	-	-	-	57.1	77.8	90.9
Ciprofloxacin	-	-	-	-	57.1	100	90.9
Vancomycin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Teicoplanin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Linezolid	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tigecycline	0.0	0.0	6.4	2.0	0.0	0.0	0.0

* HL : High-level resistance to

† QDA : Quinupristin-dalfopristin

‡ SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole



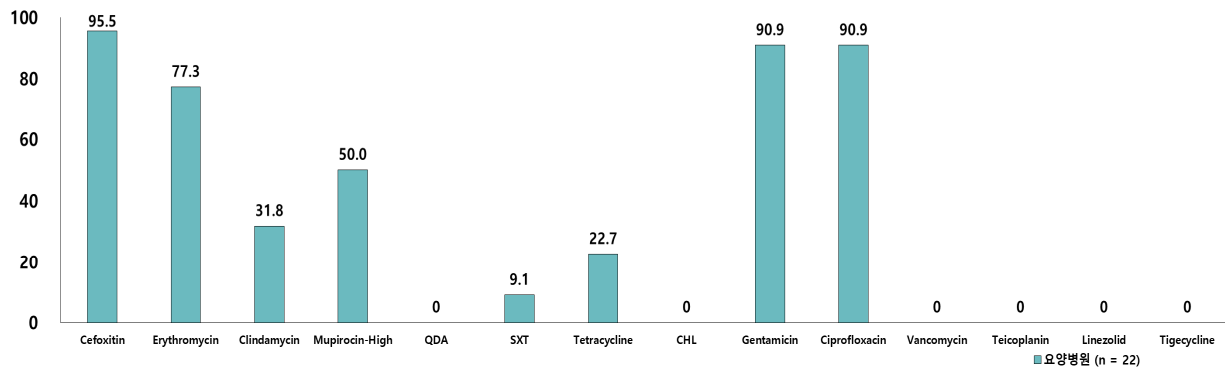
ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 3-1. 요양병원 *S. aureus* 다제내성 분포율

QDA, Quinupristin-dalfopristin; SXT, Trimethoprim-sulfamethoxazole; CHL, Chloramphenicol

그림 3-2. 2022년 요양병원 *S. aureus* 항균제 내성률

3. 2. 2. 장알균(*Enterococcus faecalis*)

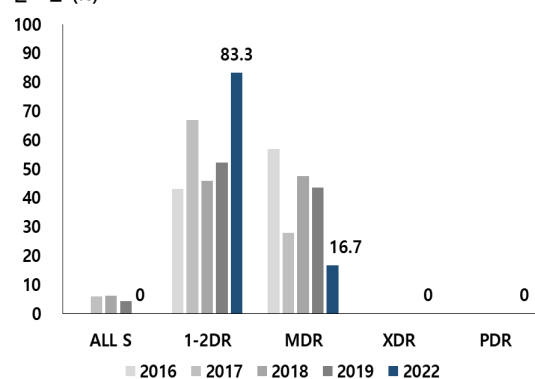
2022년 요양병원 수집센터에서 총 12주의 *E. faecalis*가 수집되었다. 수집된 균주 중 ampicillin 내성 균주는 없었으며, penicillin에 내성인 PRAS 표현형을 보인 균주는 16.7%였다. 수집된 균주 중 vancomycin 내성 균주는 2주(8.3%)였다. (표 3-3, 그림 3-4)

표 3-3. 요양병원 *E. faecalis* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	20	30	35	25	1	0	22
Ampicillin	0	0	0	15.2	-	-	0
Penicillin	-	16.7	52.4	34.8	-	-	16.7
HL* gentamicin	71.4	83.3	79.4	73.9	-	-	66.7
HL* streptomycin	57.1	27.8	46.0	26.1	-	-	16.7
Ciprofloxacin	100	72.2	87.3	82.6	-	-	91.7
Tetracycline	100	94.4	88.9	84.8	-	-	91.7
Vancomycin	14.3	5.6	0	0	-	-	8.3
Teicoplanin	14.3	5.6	0	0	-	-	8.3
Linezolid	0	0	0	0	-	-	0
Tigecycline	0	0	0	2.2	-	-	0

* HL : High-level resistance to

분포율 (%)



ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 3-3. 요양병원 *E. faecalis* 다제내성 분포율

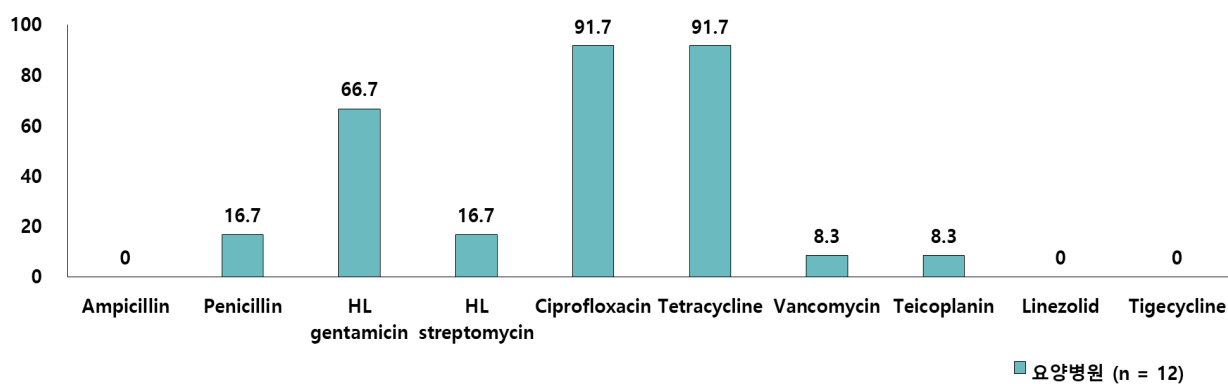


그림 3-4. 2022 년 요양병원 *E. faecalis* 항균제 내성률

3. 2. 3. 장알균(*Enterococcus faecium*)

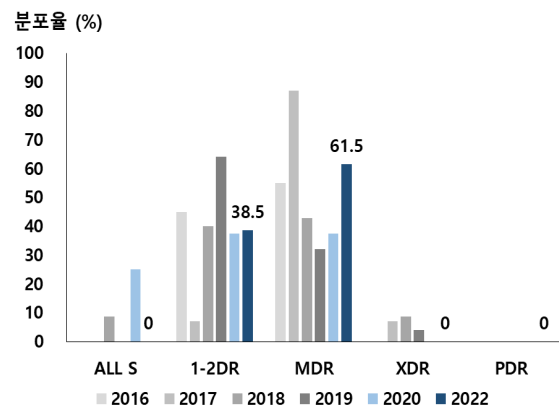
2022년 요양병원 수집센터에서 총 13주의 *E. faecium*이 수집되었다. 수집된 균주 중 84.6%는 ampicillin 내성이었으며, gentamicin 고농도 내성은 30.8%였다. VREFM은 30.8%였으며, VREFM 균주는 모두 teicoplanin 내성인 *vanA* 표현형이었다. Daptomycin 내성 균주는 관찰되지 않았다. (표 3-4, 그림 3-6)

표 3-4. 요양병원 *E. faecium* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	20	30	35	25	8	0	13
Ampicillin	95.0	100	91.4	96.0	75.0	-	84.6
HL* gentamicin	20.0	23.3	22.9	16.0	37.5	-	30.8
HL* streptomycin	5.0	6.7	0	0	0	-	0
Ciprofloxacin	95.0	100	91.4	92.0		-	92.3
Tetracycline	10.0	20.0	5.7	8.0	12.5	-	15.4
QDA†	0	6.7	17.1	0	0	-	7.7
Chloramphenicol	-	-	-	-	0	-	0
Vancomycin	45.0	63.3	28.6	16.0	75.0	-	30.8
Teicoplanin	10.0	10.0	20.0	12.0	75.0	-	30.8
Linezolid	0	0	0	0	0	-	0
Tigecycline	0	0	0	0	0	-	0
Daptomycin	-	-	-	-	0	-	0

* HL : High-level resistance to

† QDA : Quinupristin-dalfopristin



ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 3-5. 요양병원 *E. faecium* 다제내성 분포율

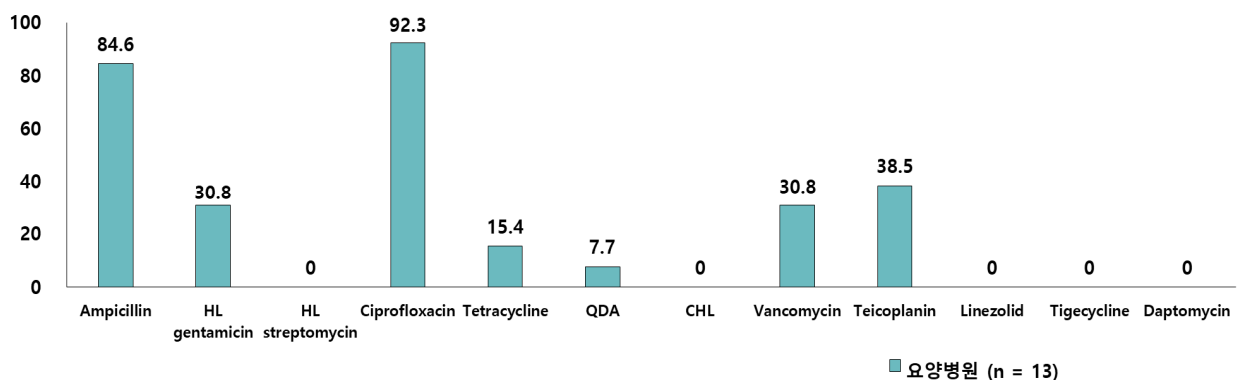


그림 3-6. 2022년 요양병원 *E. faecium* 항균제 내성률

3. 2. 4. 폐렴사슬알균(*Streptococcus pneumoniae*)

2022년 요양병원 수집센터에서 *S. pneumoniae*는 수집되지 않았다.

3. 2. 5. 대장균(*Escherichia coli*)

요양병원의 혈액 분리 *E. coli*의 ampicillin 내성률은 88.6%, piperacillin 내성률은 79.5%로 여전히 매우 높았다. 특히 3세대 cephalosporin 내성률은 매우 높았는데, cefotaxime 내성률은 72.7%, ceftazidime 내성률은 29.5%로 종합병원과 비교하였을 때 매우 높았다. (표 3-5, 그림 3-8)

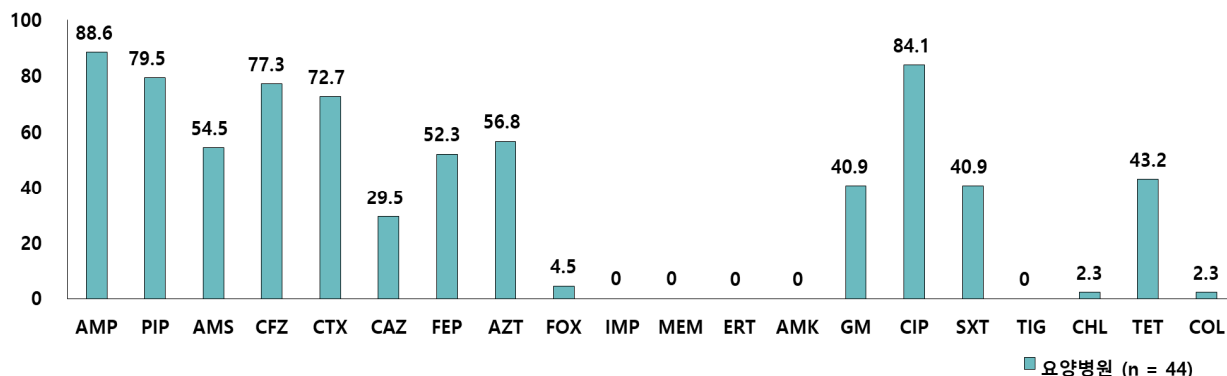
요양병원 혈액 분리 *E. coli* 중 MDR은 총 88.6%로 작년과 유사하였지만 매우 높은 수준이었다. 이는 ciprofloxacin에 동반내성을 보이는 ESBL 생성 균주가 다수 관찰되었기 때문이다. (그림 3-7)

표 3-5. 요양병원 혈액 분리 *E. coli*의 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials (n)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ampicillin	84.2	88.3	90.4	86.6	88.7	88.9	88.6
Piperacillin	84.2	79.8	87.7	80.6	81.1	77.8	79.5
SAM*	63.2	58.5	63.0	37.3	45.3	47.6	54.5
Cefazolin	78.9	67.0	89.0	71.6	79.2	79.4	77.3
Cefotaxime	78.9	66.0	83.6	68.7	77.4	68.3	72.7
Ceftazidime	31.6	36.2	27.4	22.4	32.1	25.4	29.5
Cefepime	63.2	52.1	69.9	50.7	60.4	52.4	52.3
Aztreonam	47.4	51.1	68.5	44.8	62.3	46.0	56.8
Cefoxitin	10.5	3.2	4.1	4.5	5.7	1.6	4.5
Imipenem	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0	0
Meropenem	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0	0
Ertapenem	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.6	0
Amikacin	0.0	2.1	5.5	3.0	3.8	7.9	0
Gentamicin	52.6	43.6	54.8	47.8	49.1	46.0	40.9
Ciprofloxacin	73.7	68.1	80.8	85.1	81.1	82.5	84.1
SXT†	57.9	45.7	45.2	50.7	41.5	41.3	40.9
Tigecycline	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0
Chloramphenicol	-	-	-	-	3.8	0	2.3
Tetracycline	-	-	-	-	45.3	41.3	43.2

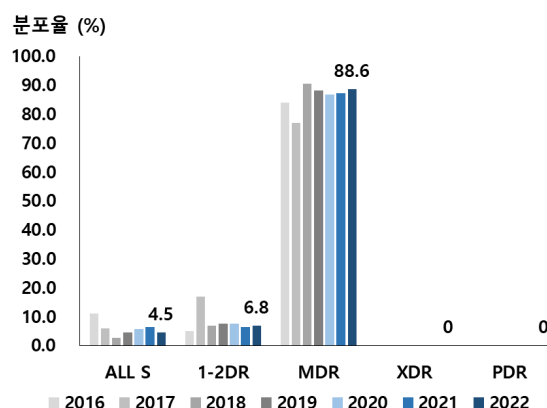
* SAM : Ampicillin-sulbactam

† SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole



AMP, Ampicillin; PIP, Piperacillin; SAM : Ampicillin-sulbactam; CFZ, Cefazolin; CTX, Cefotaxime; CAZ, Ceftazidime; FEP, Cefepime; AZT, Aztreonam; FOX, Cefoxitin; IMP, Imipenem; MEM, Meropenem; ERT, Ertapenem; AMK, Amikacin; GM, Gentamicin; CIP, Ciprofloxacin; SXT, Trimethoprim-sulfamethoxazole; TIG, Tigecycline; COL, Colistin

그림 3-8. 2022 년 요양병원 혈액 분리 *E. coli* 항균제 내성률



ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 3-7. 요양병원 혈액분리 *E. coli* 다제내성 분포율

요양병원에서 수집된 요 분리 *E. coli* 균주의 ampicillin, piperacillin에 대한 내성률은 각각 82.0%, 77.4%였다. 3세대 cephalosporin인 ceftotaxime과 ceftazidime에 대한 내성률은 각각 67.6%, 28.1%여서 ceftotaxime에 가수분해능이 더 큰 CTX-M형 ESBL 균주가 확산된 것으로 추정된다. 요로감염의 치료의 1차 약제로 주로 사용되는 ciprofloxacin의 내성률도 79.3%로 높았다. (표 3-6, 그림 3-10)

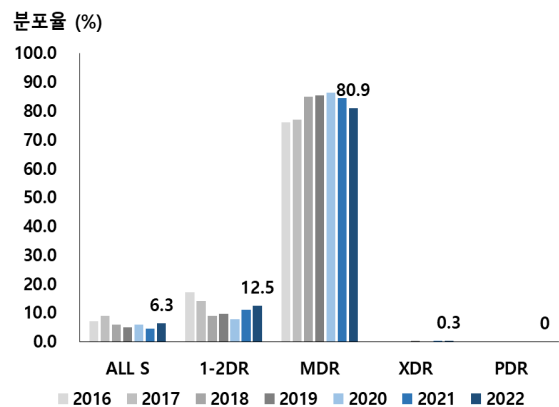
MDR 균주의 비율은 80.9%로 매우 높은 수준이 유지되었다. 요양병원의 ESBL-생성 *E. coli*의 확산은 지속적으로 감시를 요한다. (그림 3-9)

표 3-6. 요양병원 요 분리 *E. coli*의 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	228	851	666	638	424	504	367
Ampicillin	83.3	82.7	86.5	86.5	88.9	87.1	82.0
Piperacillin	73.2	75.7	77.3	77.7	76.4	78.0	77.4
SAM*	47.4	58.2	52.6	48.6	40.8	43.5	46.9
Cefazolin	65.8	68.4	72.8	69.6	73.6	74.2	73.8
Cefotaxime	61.4	61.9	66.4	65.0	68.9	68.3	67.6
Ceftazidime	33.3	36.7	28.4	26.5	27.1	25.6	28.1
Cefepime	41.7	46.1	49.8	47.8	45.0	48.6	51.2
Aztreonam	41.2	46.2	49.1	44.7	46.0	48.0	51.0
Cefoxitin	4.9	6.2	3.9	3.3	7.1	5.0	4.6
Imipenem	0.9	0.1	0	0.8	0	0	0
Meropenem	0.9	0.1	0.2	0.8	0	0	0.3
Ertapenem	1.3	0.1	0.3	0.9	0	0.2	0.8
Amikacin	3.1	4.6	3.8	3.4	5.2	2.6	4.6
Gentamicin	39.0	47.0	47.6	45.0	42.7	38.1	39.5
Ciprofloxacin	80.7	79.3	80.0	83.4	81.1	84.1	79.3
SXT†	36.8	41.8	45.0	45.0	42.0	42.1	43.9
Tigecycline	0	0	0	0.2	0	0	0
Chloramphenicol	-	-	-	-	5.0	4.0	3.5
Tetracycline	-	-	-	-	47.9	44.0	50.7

* SAM : Ampicillin-sulbactam

† SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole



ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

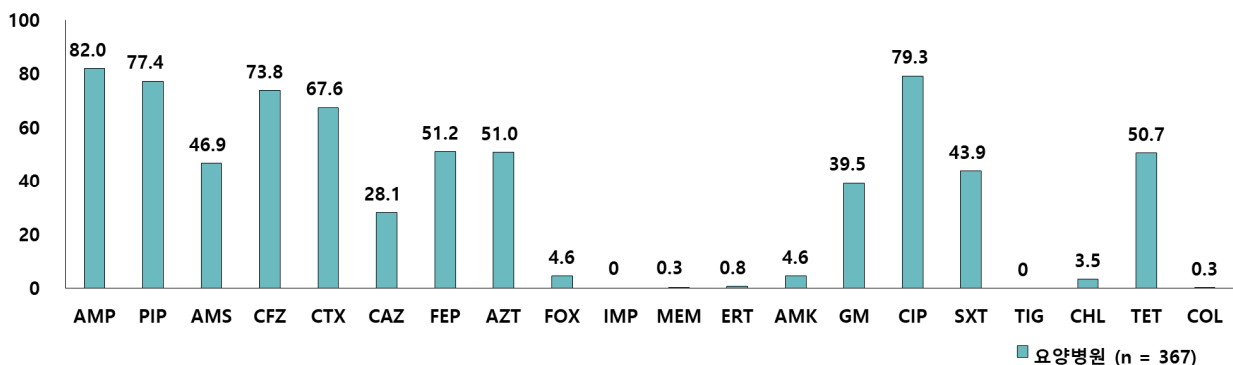
1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 3-9. 요양병원 요분리 *E. coli* 다제내성 분포율



AMP, Ampicillin; PIP, Piperacillin; SAM : Ampicillin-sulbactam; CFZ, Cefazolin; CTX, Cefotaxime; CAZ, Ceftazidime; FEP, Cefepime; AZT, Aztreonam; FOX, Cefoxitin; IMP, Imipenem; MEM, Meropenem; ERT, Ertapenem; AMK, Amikacin; GM, Gentamicin; CIP, Ciprofloxacin; SXT, Trimethoprim-sulfamethoxazole; TIG, Tigecycline; COL, Colistin

그림 3-10. 2022년 요양병원 요 분리 *E. coli* 항균제 내성률

3. 2. 6. 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*)

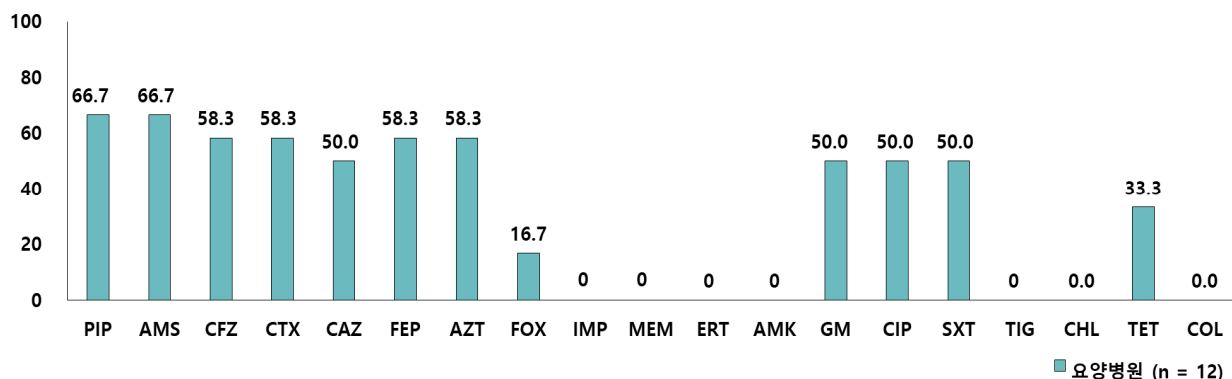
요양병원의 혈액 분리 *K. pneumoniae*의 cefotaxime, ceftazidime에 대한 내성률은 각각 58.3%, 50.0%이었으며, cefepime에 대한 내성률은 58.3%였다. Carbapenem 계열 항생제(imipenem, meropenem 및 ertapenem) 내성 균주는 관찰되지 않았다. (표 3-7, 그림 3-12)

표 3-7. 요양병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	9	34	24	14	10	8	12
Ampicillin	100	85.3	83.3	85.7	70.0	75.0	66.7
SAM*	100	82.4	75.0	64.3	50.0	62.5	66.7
Cefazolin	100	79.4	83.3	71.4	60.0	75.0	58.3
Cefotaxime	100	76.5	70.8	71.4	60.0	62.5	58.3
Ceftazidime	100	76.5	75.0	50.0	40.0	37.5	50.0
Cefepime	100	73.5	70.8	42.9	30.0	50.0	58.3
Aztreonam	100	76.5	70.8	71.4	50.0	62.5	58.3
Cefoxitin	33.3	32.4	37.5	7.1	10.0	12.5	16.7
Imipenem	11.1	17.6	4.2	0	0	0	0
Meropenem	33.3	17.6	8.3	0	0	0	0
Ertapenem	33.3	17.6	8.3	0	0	0	0
Amikacin	55.6	17.6	8.3	7.1	0	0	0
Gentamicin	88.9	44.1	20.8	21.4	20.0	25.0	50.0
Ciprofloxacin	22.2	52.9	66.7	57.1	50.0	62.5	50.0
SXT†	44.4	35.3	50.0	43.0	40.0	37.5	50.0
Tigecycline	0	8.8	4.2	0	0	0	0
Chloramphenicol	-	-	-	-	0	25.0	33.3
Tetracycline	-	-	-	-	30.0	50.0	0

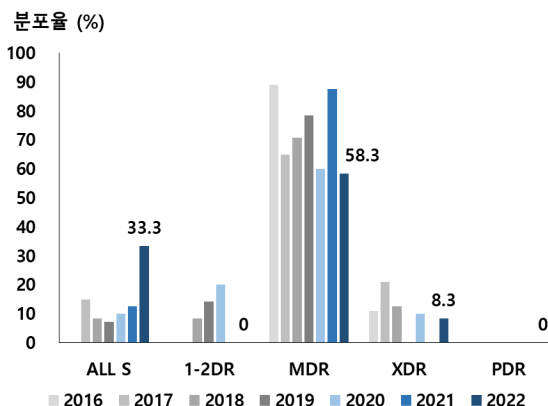
* SAM : Ampicillin-sulbactam

† SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole



PIP, Piperacillin; SAM, Ampicillin-sulbactam; CFZ, Cefazolin; CTX, Cefotaxime; CAZ, Ceftazidime; FEP, Cefepime; AZT, Aztreonam; FOX, Cefoxitin; IMP, Imipenem; MEM, Meropenem; ERT, Ertapenem; AMK, Amikacin; GM, Gentamicin; CIP, Ciprofloxacin; SXT, Trimethoprim-sulfamethoxazole; TIG, Tigecycline; CHL, Chloramphenicol; TET, Tetracycline

그림 3-12. 2022 년 요양병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률



ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 3-11. 요양병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 다제내성 분포율

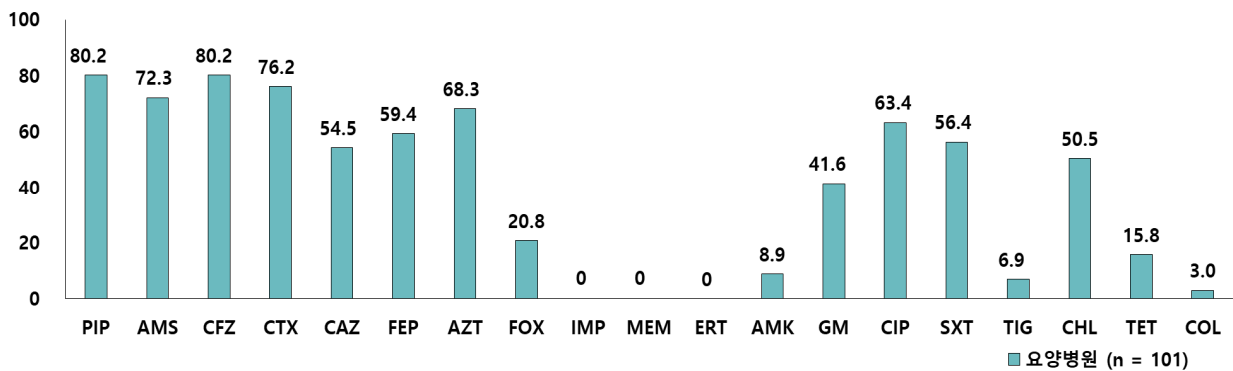
요양병원의 요 분리 *K. pneumoniae*의 piperacillin 내성률은 80.2%였으며, 3세대 cephalosporin인 cefotaxime 내성률이 76.2%, ceftazidime 내성률이 54.5%였다. 요로감염증 환자에 주로 사용되는 ciprofloxacin 내성률은 63.4%로 종합병원의 병원감염분리 균주보다 높았다. Carbapenem 내성 균주는 수집되지 않았다. (표 3-8, 그림 3-14)

표 3-8. 요양병원 요 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	68	204	164	230	84	103	101
Ampicillin	72.1	75.7	78.0	85.2	72.6	77.7	80.2
SAM*	60.3	73.2	67.1	73.0	65.5	67.0	72.3
Cefazolin	63.2	72.8	76.8	83.9	73.8	72.8	80.2
Cefotaxime	58.8	66.2	72.0	76.1	67.9	68.0	76.2
Ceftazidime	48.5	57.4	50.0	64.3	52.4	51.5	54.5
Cefepime	44.1	50.0	51.2	57.4	60.7	54.4	59.4
Aztreonam	55.9	57.7	61.6	68.3	63.1	62.1	68.3
Cefoxitin	16.2	20.2	15.2	21.7	23.8	19.4	20.8
Imipenem	2.9	1.1	1.2	5.7	0	1.0	0
Meropenem	2.9	1.1	1.2	8.3	0	1.0	0
Ertapenem	4.4	1.8	1.2	8.3	0	1.0	0
Amikacin	19.1	18.4	9.1	5.7	9.5	4.9	8.9
Gentamicin	45.6	39.7	32.9	32.3	41.7	31.1	41.6
Ciprofloxacin	55.9	68.0	64.6	65.2	63.1	61.2	63.4
SXT†	51.5	53.7	56.1	56.1	52.4	50.5	56.4
Tigecycline	0.0	4.0	3.7	5.7	1.2	5.8	6.9
Chloramphenicol	-	-	-	-	15.5	10.7	15.8
Tetracycline	-	-	-	-	46.4	44.7	50.5

* SAM : Ampicillin-sulbactam

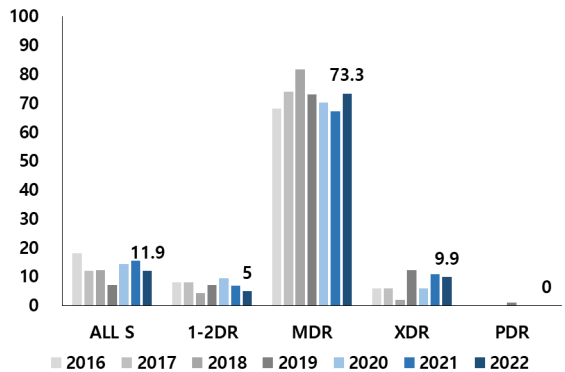
† SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole



PIP, Piperacillin; SAM, Ampicillin-sulbactam; CFZ, Cefazolin; CTX, Cefotaxime; CAZ, Ceftazidime; FEP, Cefepime; AZT, Aztreonam; FOX, Cefoxitin; IMP, Imipenem; MEM, Meropenem; ERT, Ertapenem; AMK, Amikacin; GM, Gentamicin; CIP, Ciprofloxacin; SXT, Trimethoprim-sulfamethoxazole; TIG, Tigecycline; CHL, Chloramphenicol; TET, Tetracycline

그림 3-14. 2022년 요양병원 요 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률

분포율 (%)



ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 3-13. 요양병원 요 분리

K. pneumoniae 다제내성 분포율

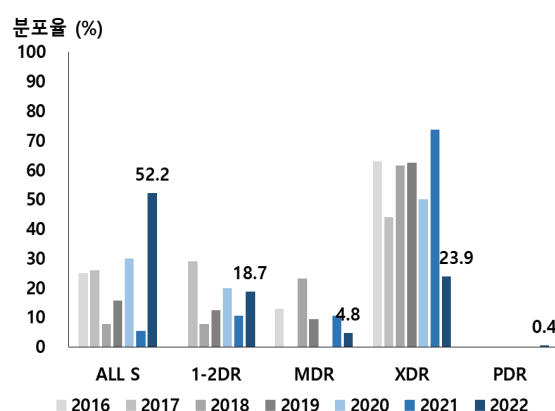
3. 2. 7. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)

요양병원의 혈액 분리 *P. aeruginosa* 균주는 총 10주가 수집되었으며, carbapenem계열 항생제인 imipenem, meropenem에 대한 내성률은 40.0%으로 작년에 비해 상대적으로 낮았다. (표 3-9, 그림 3-16)

요양병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 중 23.9%가 XDR 균주였다. 이 균주들의 대부분은 carbapenem계 항생제에 내성인 균주로서, 일부 aminoglycoside와 colistin을 제외한 모든 항균제에 대하여 내성인 균주이다. (그림 3-15)

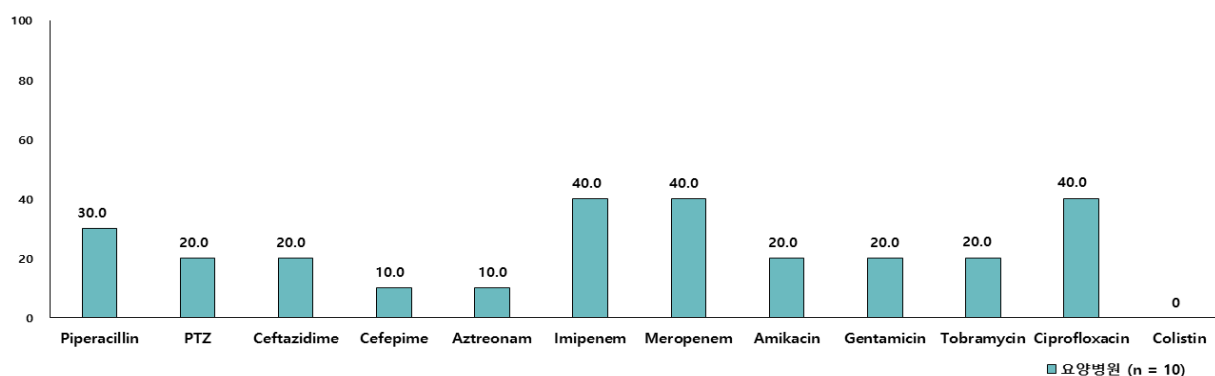
표 3-9. 요양병원 *P. aeruginosa* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	8	34	13	32	10	18	10
Piperacillin	62.5	44.1	46.2	62.5	40.0	57.9	30.0
Piperacillin-tazobactam	37.5	29.4	38.5	40.6	30.0	10.5	20.0
Ceftazidime	62.5	26.5	23.1	53.1	30.0	68.4	20.0
Cefepime	12.5	26.5	46.2	31.3	20.0	73.7	10.0
Aztreonam	-	-	-	-			10.0
Imipenem	62.5	44.1	84.6	56.3	60.0	89.5	40.0
Meropenem	75.0	41.2	84.6	56.3	60.0	89.5	40.0
Amikacin	50.0	29.4	53.8	56.3	30.0	78.9	20.0
Gentamicin	62.5	38.2	38.5	56.3	50.0	84.2	20.0
Tobramycin	62.5	35.3	38.5	56.3	50.0	78.9	20.0
Ciprofloxacin	50.0	50.0	69.2	53.1	60.0	94.7	40.0
Colistin	0	0	0	0	0	0	0



ALL S : 모든 항균제 계열 감수성
 1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성
 MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성
 XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성
 PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 3-15. 요양병원 *P. aeruginosa* 다제내성 분포율



PTZ, Piperacillin-tazobactam

그림 3-16. 2022년 요양병원 *P. aeruginosa* 항균제 내성률

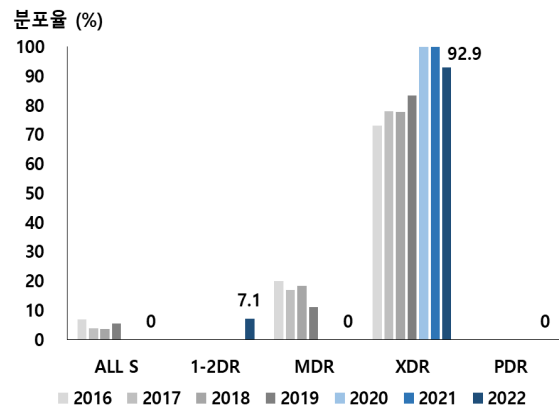
3. 2. 8. 아시네토박터균속(*Acinetobacter* spp.)

요양병원에서 14주의 *A. baumannii*가 수집되었으며, non-*baumannii* *Acinetobacter*는 수집되지 않았다. 수집된 11주의 *A. baumannii*는 모두 piperacillin 내성이었으며, imipenem, meropenem에 대한 내성률은 92.9%로 매우 높았다. Minocycline과 colistin에 대해서는 모두 감수성이었다. (표 3-10, 그림 3-18)

요양병원에서 수집된 *A. baumannii* 균주의 92.9%는 XDR 균주에 해당한다. (그림 3-17)

표 3-10. 요양병원 *A. baumannii* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(n)	15	23	27	36	4	11	14
Piperacillin	93.3	95.7	96.3	94.4	100	100	100
Ampicillin-sulbactam	66.7	87.0	63.0	91.7	75.0	54.5	78.6
Piperacillin-tazobactam							100
Ceftazidime	86.7	91.3	96.3	91.7	100	100	85.7
Cefepime	93.3	95.7	96.3	94.4	100	100	92.9
Imipenem	93.3	95.7	88.9	94.4	100	100	92.9
Meropenem	86.7	95.7	88.9	94.4	100	100	92.9
Amikacin	66.7	78.3	74.1	63.9	50.0	81.8	92.9
Gentamicin	53.3	73.9	63.0	47.2	75.0	54.5	78.6
Tobramycin	40.0	73.9	51.9	41.7	75.0	54.5	71.4
Ciprofloxacin	80.0	95.7	96.3	94.4	100	100	100
Minocycline	0.0	0.0	3.7	8.3	0	0	0
Tigecycline	6.7	2.6	7.4	8.3	0	9.1	7.1
Colistin	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0



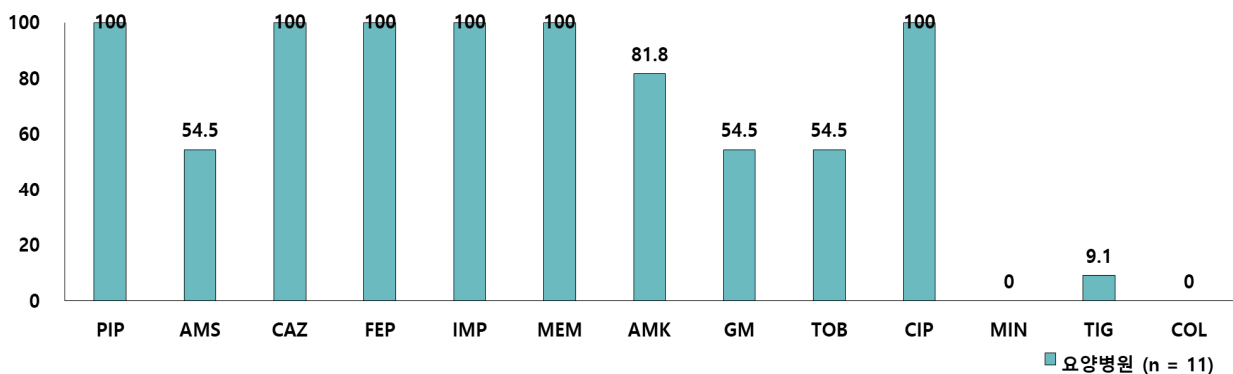
ALL S : 모든 항균제 계열 감수성

1-2DR : 1~2개 항균제 계열만 비감수성

MDR : 3개 이상의 항균제 계열 비감수성

XDR : 1~2개 항균제 계열만 감수성/나머지 모두 비감수성

PDR : 모든 항균제 계열 비감수성

그림 3-17. 요양병원 *A. baumannii* 다제내성 분포율

PIP, Piperacillin; AMS, Ampicillin-sulbactam; CAZ, Ceftazidime; FEP, Cefepime; IMP, Imipenem; MEM, Meropenem; AMK, Amikacin; GM, Gentamicin; TOB, Tobramycin; CIP, Ciprofloxacin; MIN, Minocycline; TIG, Tigecycline; COL, Colistin

그림 3-18. 2022 년 요양병원 *A. baumannii* 항균제 내성률

3. 2. 9. 살모넬라균속(*Salmonella* spp.)

2022년 요양병원 수집센터에서 *Salmonella* spp.는 수집되지 않았다.

3. 2. 10. 세균성이질균속(*Shigella* spp.)

2022년 요양병원 수집센터에서 *Shigella* spp.는 수집되지 않았다.

3. 2. 11. 임균(*Neisseria gonorrhoeae*)

2022년 요양병원 수집센터에서 *N. gonorrhoeae*는 수집되지 않았다.

3. 2. 12. 칸디다균속(*Candida* spp.)

2022년 요양병원 수집센터에서 *Candida* spp.는 수집되지 않았다.

4

주요 항생제 내성균의 내성률 현황 비교

2022 국가 항균제 내성균 조사

4

주요 항생제 내성균의 내성률 현황 비교

Kor-GLASS에서 종합병원 혈액 분리 균주 중 주요 항균제에 대하여 연도별 내성률을 비교하였다.

Methicillin (Cefoxitin) 내성 *S. aureus* (MRSA)는 2000년대 초반에는 약 70% 정도로 보고되었으나, 꾸준히 감소하는 경향을 보였으며, Kor-GLASS 감시체계가 시작된 이후, 2016년 53.5%, 2018년 47.1%, 2020년 47.4%로 감소하는 경향을 보여주고 있고, 2021년, 2022년에는 각각 45.2%, 45.7%로 감소추세가 유지되고 있다. MRSA의 감소는 전세계적인 추세이며, 적극적인 집락화 예방 처치 및 손위생 등의 감염관리 관리 강화에 따른 결과로 판단된다.

반면 vancomycin 내성 *E. faecium* (VR EFM)은 2016년 29.9%에서 꾸준히 증가하여 2019년에는 40.9%에 가장 높았으며, 이후 소폭 감소하여 2022년에는 35.1%였다. 2022년까지는 VR EFM은 병원 내 대표적인 감염관리 대상 다제내성균이었으나, 상대적으로 중요도가 높은 CPE의 증가, 코로나19(COVID-19) 팬데믹 등으로 격리우선순위가 낮아졌으며, 현재는 격리하지 않는 의료기관이 증가하고 있다. VR EFM 감염의 경우 치료에 효과적인 항생제가 제한적이기 때문에, 치명률 및 사망률이 높은 것으로 알려져 있다. VR EFM의 확산 여부에 대해 지속적으로 모니터링하여야 한다.

2022년 혈액 분리 *E. coli*의 fluoroquinolone 계열 및 cefotaxime 내성률은 비슷한 수준으로 유지되고 있다. 혈액 분리 *K. pneumoniae*의 cefotaxime 내성률은 조금 증가하여 27.8%였는데, 이는 CPE의 확산과 연관이 있다. Carbapenem 내성 *K. pneumoniae*이 6.7%로 작년과 비슷한 수준이었으며, 분리된 CPE는 모두 KPC-2 생성 균주였다. CPE는 전세계적으로 중요도가 가장 높은 다제내성균으로, 국내에는 치료항생제가 도입되어 있지 않아, colistin 등의 약제만이 치료에 사용되고 있다. 내성률의 증가 속도가 매우 빠르기 때문에 치료 항생제의 도입 등의 적극적인 대책이 필요할 것으로 생각된다.

병원감염에서 중요한 병원균인 *P. aeruginosa*의 carbapenem계열 항생제 내성률은 꾸준히 증가하고 있으며, 2022년에는 소폭 감소하여 34.8%였다. GES, NDM 등 다양한 종류의 carbapenemase를 생성하는 균주들의 빈도가 증가하고 있기 때문에 다클론성 확산을 지속적으로 모니터링하여야 한다. *A. baumannii*에서 carbapenem 내성률은 87.9%로 여전히 높은 수준이었다.

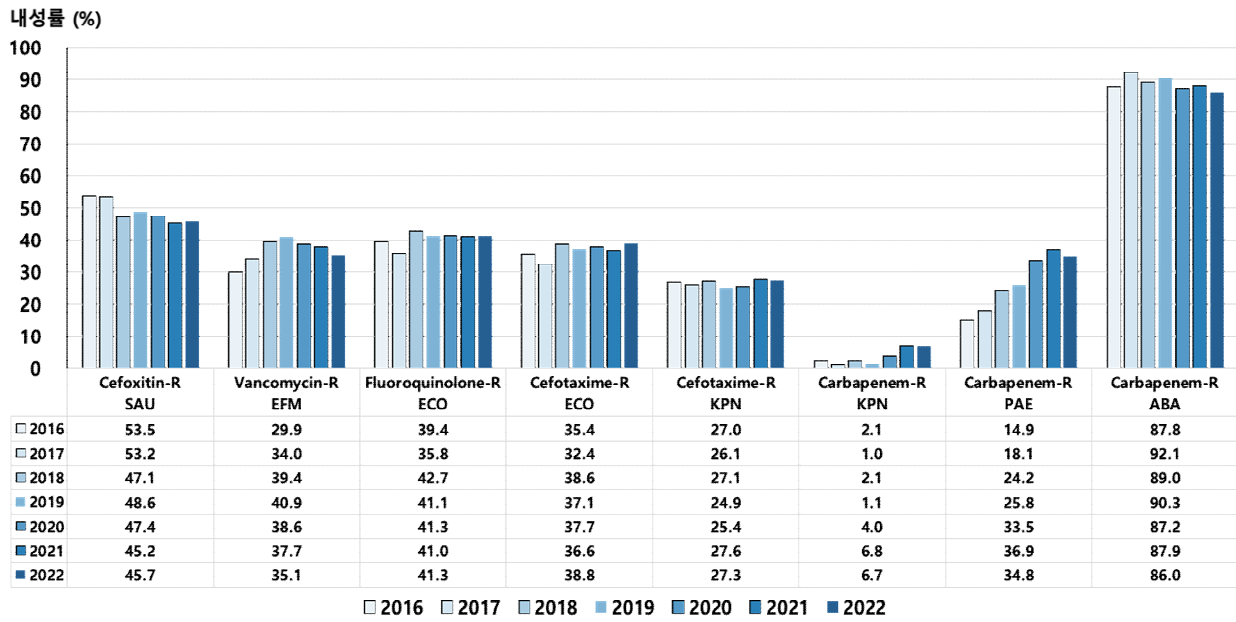


그림 4-1. 2016-2022 Kor-GLASS 균종별 주요 항균제 내성률



Kor-GLASS 3기 사업 (2023-2025)

2022 국가 항공제 내성균 조사

5 Kor-GLASS 3기 사업(2023-2025)

Kor-GLASS는 국가 항생제 내성 관리대책의 일환으로 세계보건기구(WHO)에서 결성한 국제 항생제 내성 감시 사업(GLASS)에서 제시하는 국제 기준을 따르면서, 국내 실정을 반영하여 2016년 시범사업으로 시작된 국가 항균제 내성 조사 사업이다.

Kor-GLASS는 현재 3년 단위로 사업을 발전시키며 운영중에 있다. Kor-GLASS 1기 사업(2017-2019)은 12군종, 5개 검체에 대하여 8개 권역 대상으로, 2기 사업(2020-2022)은 13군종, 5개 검체에 대하여 9개 권역 대상으로 운영되었다. 군주 수집 네트워크는 각 권역별 1개 종합병원을 선정하여 종합병원 수집 네트워크를 구성하고, 선정된 종합병원과 환자 교류 가능성이 있거나, 지리적으로 접근성이 높은 요양병원을 권역별 5개소 이상 지정하여 요양병원 수집 네트워크를 구성하였다.

구성된 네트워크를 통해 군주를 수집하였으며, 수집된 군주는 군종별 분석센터를 통해 내성률을 산출하고, 유전학적 특성 등을 분석하였다. 또한 분석된 결과는 독립적인 외부시험관리센터를 통해 질관리를 받고있으며, 이를 통해 신뢰성있는 항균제 내성 결과를 산출하였다. 이 결과들은 국가 데이터로서 매년 WHO GLASS에 제공하고 있다.

2022년 2기 사업이 종료됨에 따라 질병관리청에서는 Kor-GLASS 3기 사업(2023-2025)을 준비중에 있다. Kor-GLASS 3기 사업에서는 감시체계로서의 역할을 다지기 위해 대표성을 강화하는데 초점을 맞추어 발전시켰다.

첫 번째로, 권역의 확대이다. 초기 시범운영 당시 6개 권역을 대상으로 시작하여, 1기 사업에서 8개, 2기 사업에서 9개 권역으로 조금씩 확대하여 운영중에 있다. 이번에 시작되는 3기 사업부터는 전북 권역을 추가하여 총 10개 권역을 대상으로 항균제 내성균 감시를 수행하게 될 예정이다.

두 번째로, 수집대상 검체 및 군종의 확대이다. 기존의 Kor-GLASS에서는 혈액, 요, 대변, 뇌척수액, 비뇨생식기 등 5개 검체를 대상으로 총 13군종에 대해 수집하였다. 이번 3기 사업부터는 항균제 내성균의 발생이 가장 많은 호흡기 검체를 추가하고, 수막염균(*Neisseria meningitidis*)와 헤모필루스인플루엔자균(*Haemophilus influenza*) 등 대상군종을 늘려 감시대상을 확대할 예정이다.

제 2 장

KARMS

Korean Antimicrobial Resistance
Monitoring System, 2022

2022 국가 항균제 내성정보 모니터링

요약문

내성률과 내성양상 분석을 위해 2007-2009년은 2개 임상검사센터에서, 2010년부터는 5개 임상검사센터에서 내성정보를 수집하였고 중소병원, 요양병원, 의원으로 분류하여 항균제 내성 추이를 분석하였다. 2022년 연보부터는 의료기관 별로 수집되는 검체의 임상정보 분석을 통해 연령별, 월별, 성별 검체 분리 현황을 분석하여 의료기관 종별에 따라 어떤 차이가 있는지 확인하였으며, 전체 검체 대상으로 내성률을 산출하였을 뿐만 아니라, 병원군에 따른 주요 임상검체 별 내성률을 별도로 산출하여, Kor-GLASS에서 산출되는 내성률과 비교 가능하도록 하였다.

2022년 1월부터 12월까지 임상검사센터에 의뢰된 검체 중 병원군이 분리된 건수는 중소병원 149,556건, 요양병원 56,640건, 의원 183,114건으로 확인되었다. 중소병원의 주요 분리원은 소변검체 84,949건(56.8%), 호흡기검체 27,510건(18.4%), 창상검체 15,459건(10.3%) 순으로 많았으며, 요양병원의 주요 분리원은 호흡기검체 19,980건(39.5%), 소변검체 14,541건(28.7%), 대변검체 9,709건(19.2%) 순으로 많았다. 의원의 경우 소변검체가 158,404건(86.5%)으로 압도적으로 많았으며, 다음으로 비뇨생식기 검체 13,291건(7.3%), 창상검체 6,054건(3.3%)으로 확인되었다.

S. aureus 황색포도알균의 내성률은 2021년과 비교하였을 때, 전반적으로 감소하거나 비슷한 수준을 유지하였다. Oxacillin 내성률(MRSA)은 중소병원, 요양병원, 의원에서 각각 52.3%, 85.1%, 29.2%로 나타났으며, 요양병원, 중소병원, 의원 순으로 높았다.

E. faecalis 일반적으로 장알균 감염에 사용되는 항균제인 ampicillin 내성률은 모든 의료기관 종별에서 1% 이하를 유지하고 있으며, 2022년에는 중소병원 0.2%, 요양병원 0.5%, 의원 0.0%로 나타났다. 다제내성 그람 양성균 치료에 중요한 항생제인 vancomycin에 대한 내성률은 '21년, '22년 비교하였을 때 각각 중소병원 1.3%, 0.8%, 요양병원 15.9%, 14.1%, 의원 0.3%, 0.1%로 낮은 수준을 유지하거나 감소한 것으로 나타났다.

E. faecium 장알균 중에서도 특히 *E. faecium*의 항균제 내성률은 높은 편에 속하여 관찰이 필요한 균주이다. 특히 일반적으로 장알균 감염에 사용되는 항생제인 ampicillin의 내성률은 중소·요양병원에서 각각 94.4%, 98.1%로 높은 수치를 보였으며, 의원에서의 내성률 역시 62.0%로 높게 나타났다. 또한 다제내성 그람 양성균 치료에 중요한 항균제인 vancomycin 내성률이 감소하는 추세이기는 하나, 중소병원, 요양병원, 의원에서 각각 52.9%, 83.9%, 23.8%로 높았다.

S. pneumoniae 폐렴사슬알균 치료에 주요 항생제로 쓰이는 penicillin G 내성률은 중소병원, 요양병원, 의원에서 각각 17.8%, 77.9%, 21.7%로 2021년과 비교하여 각각 1.9%p, 12.8%p, 3.5%p 증가한 것으로 확인되었으나, 폐렴사슬알균의 경우 수집되는 균주 수가 적어 해석에 유의할 필요가 있다. 기관지염, 폐렴 등 호흡기 감염 치료에 사용되는 마크로라이드 계 항균제인 erythromycin 내성률은 중소·요양병원, 의원에서 각각 85.7%, 91.3%, 93.6%로 높은 수준을 유지하였다.

E. coli 그람음성균 치료에 주로 사용되는 3세대 세팔로스포린 계 항균제에 해당하는 cefotaxime과 ceftazidime 항균제의 내성률은 중소병원에서 각 35.1%, 16.2%, 요양병원에서 각 76.8%, 51.9%, 의원에서 각 18.0%, 5.2%로 나타났다. 또한, 호흡기 및 요로감염 치료에 사용되는 플로로퀴놀론계 항균제의 내성률이 중소·요양병원, 의원에서 각각 52.0%, 86.5%, 39.0%로 확인되었다.

K. pneumoniae 3세대 세팔로스포린계 항균제에 해당하는 cefotaxime과 ceftazidime 항균제의 내성률은 중소병원에서 각 48.8%, 44.1%, 의원에서 각 16.8%, 11.5%로 2021년 대비 소폭 감소하였으며, 요양병원에서는 각 84.5%, 60.3%로 약간 증가한 것을 확인하였다. 다제내성균 치료에 쓰이는 광범위 항균제인 카바페넴 계열 항균제 중 imipenem에 대한 내성률이 중소·요양병원, 의원에서 각각 18.8%, 46.7%, 1.0%로 나타났으며, 특히 요양병원에서 2021년(41.3%) 대비 크게 증가한 것을 확인하였다.

E. cloacae Cefotaxime과 ceftazidime 내성률은 중소병원에서는 각 29.5%, 25.5%로 2021년(각 28.6%, 24.3%)과 비슷한 수준을 유지하였다. 반면, 요양병원 각 51.0%, 43.8%로 전년 대비 5.0%p, 2.6%p 감소하였으며, 의원에서는 각 38.4%, 16.4%로 전년대비 5.2%p, 3.2%p 증가한 것으로 나타났다. Imipenem 내성률은 중소·요양병원, 의원에서 각각 3.6%, 13.5%, 0.1%로 나타났으며, 요양병원에서 전년 17.5% 대비 감소한 것으로 확인되었지만 여전히 중소병원 및 의원에 비해 높은 상황이다.

P. aeruginosa 세팔로스포린계 항균제 중 3세대(그람음성균 치료에 주로 사용)인 ceftazidime과 4세대(광범위 항균제)인 cefepime의 내성률은 중소병원에서 각 31.7%, 31.2%, 요양병원에서 각 35.5%, 36.4%로 2021년 대비 증가하거나 비슷한 수준을 나타내었다. 반면, 의원에서는 각 7.6%, 9.0%로 2021년 대비 5.4%p, 4.1%p 감소한 수치를 보였다. 또한 광범위 항균제로 녹농균 치료에도 사용되는 카바페넴계 항균제인 imipenem과 meropenem의 내성률은 중소병원에서 43.7%, 40.1%, 요양병원에서 각 55.3%, 50.6%, 의원에서 14.7%, 10.8%로 나타났다.

A. baumannii 아시네토박터바우마니균의 경우 중소·요양병원에서의 내성률은 2021년 대비 비슷하거나 증가하였으며, 의원에서만 내성률이 감소한 것을 확인하였다. 특히, 광범위 항균제로 알려진 카바페넴계 항균제 imipenem과 meropenem의 내성률은 중소병원 각 75.6%, 75.8%, 요양병원에서 각 90.2%, 90.6%로 높은 수치를 보였으며, 의원에서는 2021년 대비 각 27.2%, 28.1%로 크게 감소한 수치를 보였다. 최후의 치료제로 알려진 colistin의 내성률은 모든 의료기관에서 1% 미만을 유지하였다.

※ KARMS에서 분석되는 자료는 국내 의료기관의 항균제 내성률 변화 추이를 관찰하기 위해 임상검사센터를 통해 대상 의료기관(중소·요양병원, 의원)의 내성정보 검사 결과를 일괄로 수집하여 분석한 것으로, 단순한 내성률 수치보다는 전체적인 경향을 파악하는데 활용



서론

2022 국가 항균제 내성정보 모니터링

1

서론

1. 1. 배경

2009년 국내에서 인도를 다녀온 스웨덴인에서 카바페넴 내성 NDM-1 생성 장내세균이 처음 분리된 이후 인도, 파키스탄, 영국, 미국, 일본 등에 이어 우리나라에서도 카바페넴 내성 그람음성균 등 다제내성균 감염사례가 증가하고 있으며, 감염증 치료에 항균제 선택이 제한되거나 치료 실패로 이어지면서 내성에 대한 의학적 및 보건학적 관심이 전 세계적으로 증대되고 있다. 미국, 영국, 스웨덴, 유럽 등지에서는 NARMS(National Antimicrobial Resistance Monitoring System), BSAC(British Society for Antimicrobial Chemotherapy) Bacteremia Surveillance Project, SWEDRESS, EARS-Net(European Antimicrobial Resistance Surveillance-Network) 등의 항균제 내성연보(Annual Report)를 발간하여 의료인과 국민에게 신뢰성 있는 내성 정보를 산출하여 제공하고 있다. 이에 2011년 『2009년 국가항균제내성정보 연보, KARMS 2009 Annual Report』를 시작으로, 매년 우리나라 주요 내성균의 내성 현황 및 추이에 대한 자료를 지속적으로 수집·분석하여 관련 분야 연구자 및 보건의료인 등에 종합적인 정보를 제공하고 있다. 이를 위해 질병관리청의 정보자원과 함께, 관련 학회, 의과대학, 병원, 임상검사센터 등 유관기관 전문가들의 협조를 통해 전국 다기관 네트워크(종합병원 - 직접 항균제 감수성 검사 시행, 중소병원, 요양병원, 의원 - 임상검사센터에서 항균제 감수성 검사 시행)에서 주요 의료 관련 감염병 원인균에 대한 내성정보를 수집하여 내성률을 산출하고 제공하였으며, 2016년부터는 국가 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS) 도입으로 중복되는 종합병원을 제외한 전국 중소병원, 요양병원, 의원의 내성률을 임상검사센터 의뢰 결과를 토대로 분석하여 연보 형태로 제공하고 있다.

1. 2. 국가 항균제 내성균 내성정보(KARMS) 구축

국내 최초의 종합병원 항균제 내성(Antimicrobial resistance, AMR) 감시 시스템인 KARMS는 2002년도에 질병관리본부(現 질병관리청) 기획과제로 시작되었고, 2003년에서 2007년 식품의약품 안전처 용역기간을 거쳐 2008년부터 다시 질병관리본부(現 질병관리청)에서 국가지원 감시체계를 시작하였다. 2009년부터는 국내 종합병원과 중소병원, 요양병원, 의원급의 주요 병원균 내성현황 및 추이 정보를 연보 형태로 발간하였으며, KARMS에 참여한 종합병원은 2002년 8개에서 2015년에는 37개로 확대하는 등 국내 항균제 내성 감시에 중요한 역할을 담당하였다. 2016년부터 국제기준에 맞춰 시작한 새로운 감시 시스템인 국가 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS) 사업을 운영하게 되면서, 2017년 연보부터는 중복되는 종합병원 군주 수집과 내성을 분석을 제외하고, 임상검사센터에 의뢰된 군주의 감수성 결과자료를 바탕으로 한 전국 중소병원, 요양병원, 의원의 항균제 내성 현황 및 추이에 대한 정보를 제공하고 있다.

1. 3. 국가 항균제 내성균 내성정보(KARMS) 구성 및 운영

KARMS는 국내 의료기관 내 감염 주요 원인균의 항균제 내성 정보를 분석하는 사업으로서, 국내 병원 내 감염 주요 원인균 9종(*S. aureus*, *E. faecium*, *E. faecalis*, *S. pneumoniae*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *E. cloacae*, *P. aeruginosa* 및 *A. baumannii*)의 정보는 임상검사센터에서 자동화기기를 활용하여 검사한 항균제 감수성검사 결과자료를 수집하여 분석하였다. 2022년도 항생제 내성정보는 1,029개 중소병원, 586개 요양병원, 3,142개 의원에서 의뢰된 검사 결과를 수집하여 분석하였다. 일부 병원에서 중복으로 임상검사센터에 의뢰가 가능하기 때문에 중복 건수가 포함될 수 있어 동일병원 3개월 내 중복 분리주를 제외하고 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터는 표준화 과정 후 분석한 내성정보를 제공하고 있다.

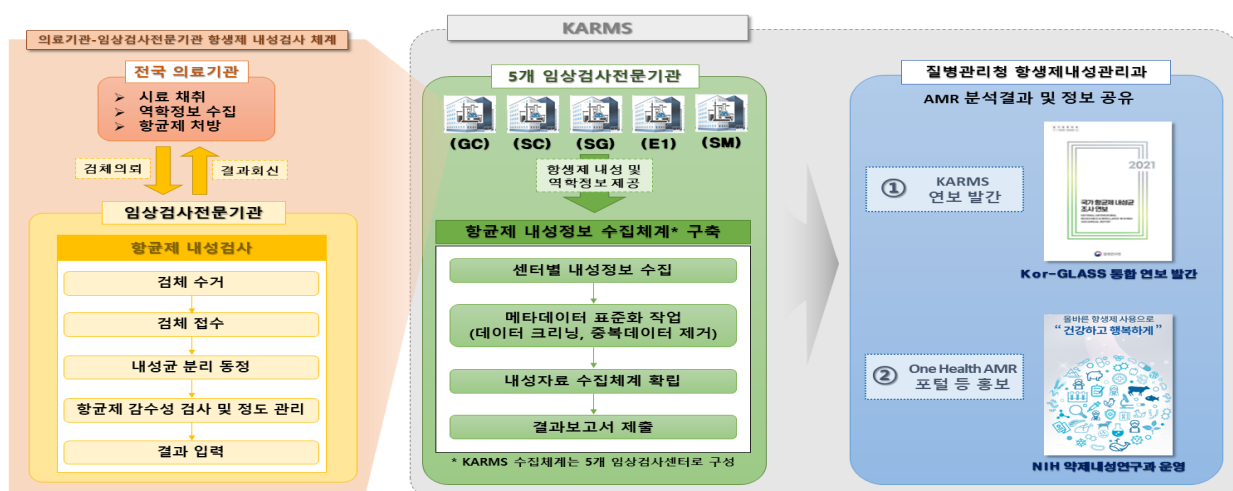


그림 1-1. 국가 항균제 내성균 내성 정보 모니터링(KARMS) 운영 체계

2

국가 항균제 내성정보 조사결과(중소병원)

2022 국가 항균제 내성정보 모니터링

2

국가 항균제 내성정보 조사결과(중소병원)

2. 1. 중소병원 수집 정보

2022년 중소병원 항균제 내성정보는 약 1,029개 기관에서 의뢰된 검사결과를 수집하여 분석하였으며, 총 149,556건의 검체 대상으로 내성정보가 수집되었다. 수집된 내성정보 149,556건의 주요 분리원은 소변 검체 84,949건(56.8%), 호흡기 검체 27,510건(18.4%), 창상 검체 15,459건(10.3%), 혈액 검체 6,819건(4.6%) 순으로 확인되었다.

2. 1. 1. 연령별 검체 분포 현황

수집 건수는 연령이 증가하면서 대체적으로 증가하는 경향이 있으며, 75세-84세 군에서 총 32,961건으로 가장 많았다. 특히 1세 미만 군, 1세-4세 군에서는 각각 전체 1,251건 중 소변 검체 1,211건(96.8%), 전체 3,647건 중 소변 검체 3,384건(92.8%)으로 대부분을 차지하였다.

소변 검체는 모든 연령에서 가장 많은 비율로 수집되고 있는 것으로 확인 되었으며, 호흡기 검체의 경우 1세 미만 군에서 7건의 수집 건수가 확인되었으나, 연령이 증가하면서 75세-84세 군에서 8,245건으로 큰폭으로 증가하는 것을 확인하였다. 비뇨생식기 검체 수집 건수는 25세-34세 군에서 614건으로 가장 많이 수집되었으며, 35세-44세 군과 55세-64세 군에서 각각 505건, 357건으로 많이 수집되었다. (그림 2-1)

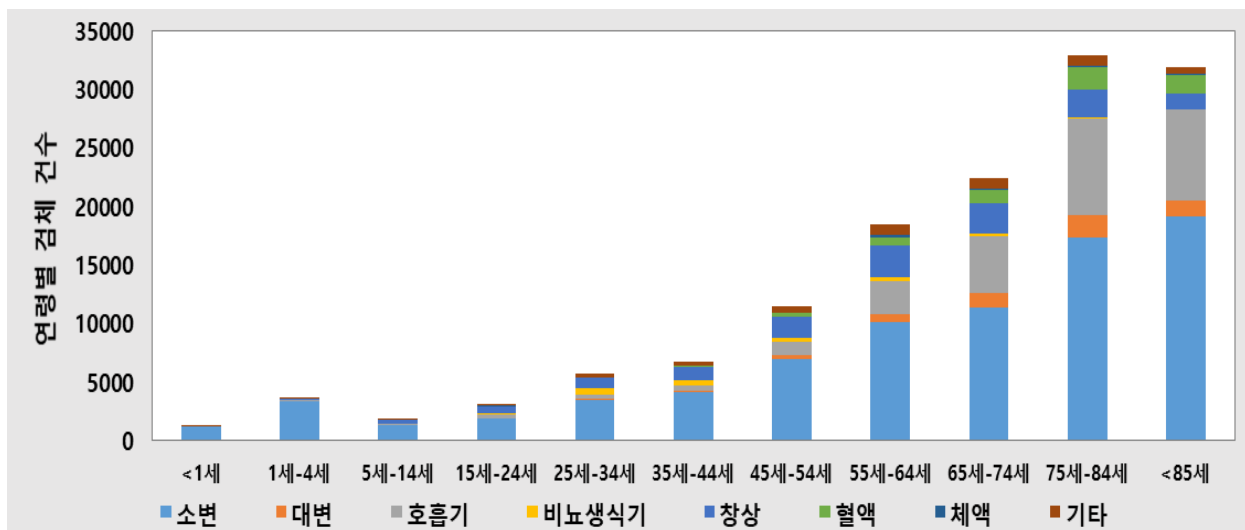


그림 2-1. 중소병원 연령대별 검체 분리 건수

2. 1. 2. 월별 분리 건수

1년 동안 수집된 검체를 월별로 나누었을 때, 가장 수집이 적은 월은 2월(9,906건), 가장 수집이 많은 월은 8월(14,858건)으로 나타났다. 내성정보의 월별 수집건수는 다소 차이가 있었으나, 각 달에 수집된 검체의 비율은 대부분 비슷하였다. 그 중 호흡기 검체의 경우 겨울철에 비해 여름철 수집비율이 감소한 것으로 확인되었다. (그림 2-2)

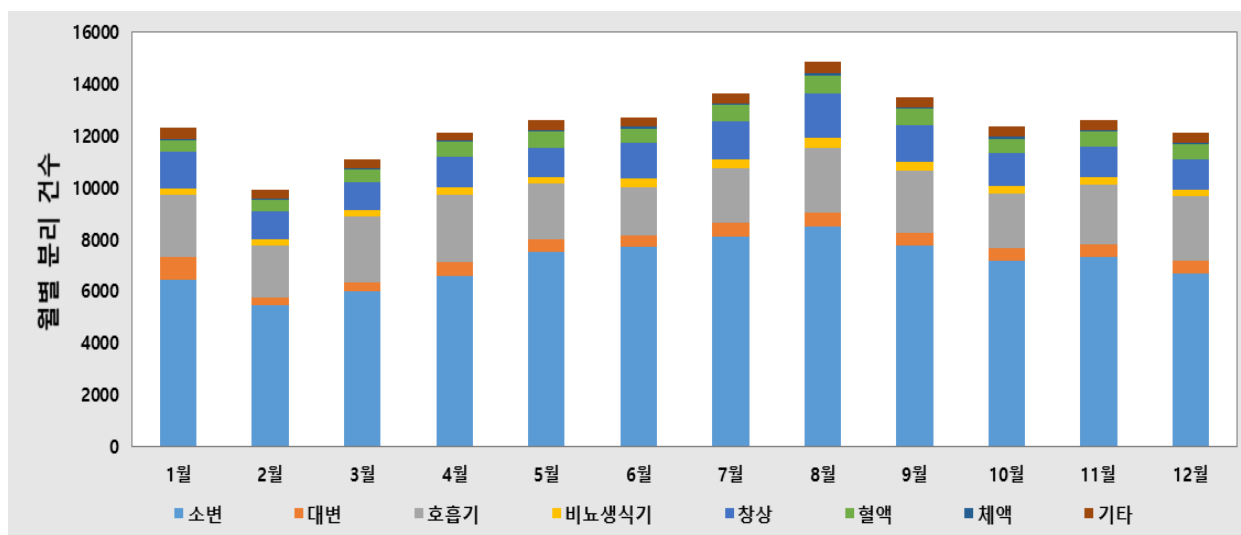


그림 2-2 중소병원 월별 검체 분리 건수

1년 동안 분리된 그람양성균을 월별로 나누었을 때, 2월이 가장 적은 수가 분리되었고 평균적으로 3,400건 내외로 분리되었다. 그람음성균의 경우 마찬가지로 2월에 가장 적은 수가 분리되었고 7~9월에 다소 많이 분리되었다. (그림 2-3, 2-4)

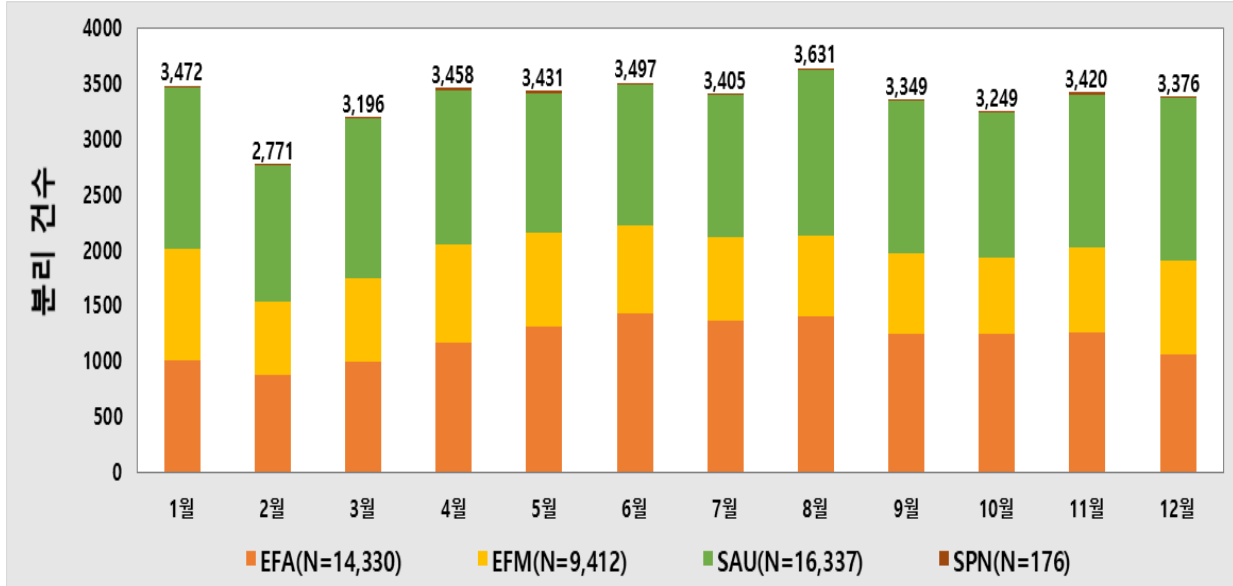


그림 2-3 중소병원 월별 그람양성균 분리 건수

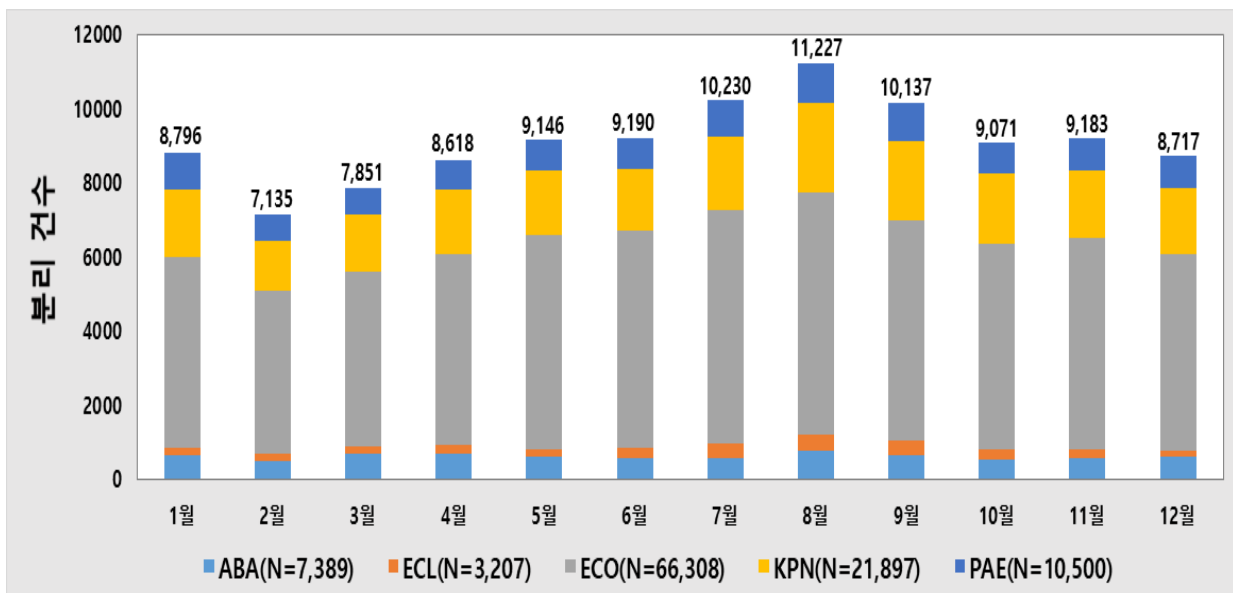


그림 2-4 중소병원 월별 그람음성균 분리 건수

2. 1. 3. 성별에 따른 분리 건수

혈액 분리 균의 성별 분포를 확인하였을 때, 대장균과 엔테로박터균, *Enterococcus faecium*은 여성에서 더 많이 분리되었으며, 그 외 균주는 남성에서 더 많이 분리되었다. 소변 분리 균의 성별 분포의 경우 두 균종 모두 여성에서 더 많이 분리되었다. (그림 2-5, 2-6)

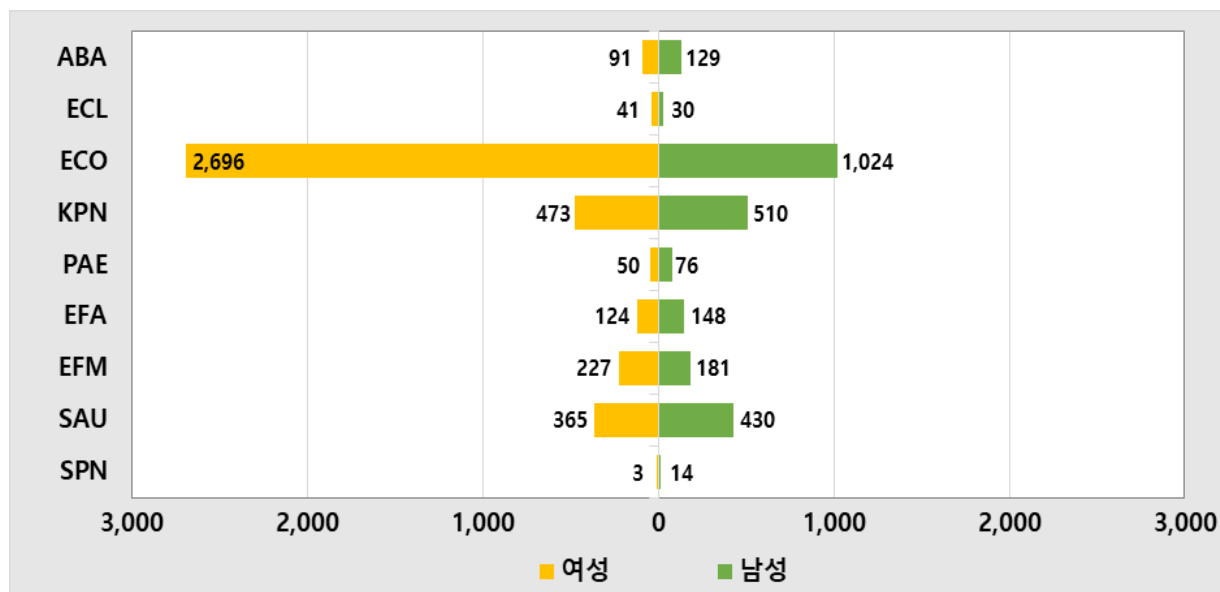


그림 2-5 중소병원 성별에 따른 혈액 검체에서의 병원균 분리 건수

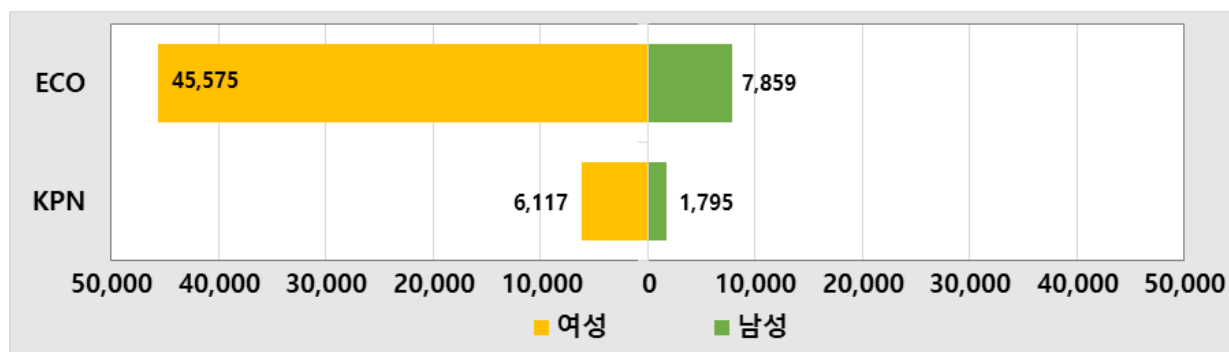


그림 2-6 중소병원 성별에 따른 소변 검체에서의 병원균 분리 건수

2. 2. 중소병원 항균제 내성 현황

2. 2. 1. 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*)

균혈증, 폐렴 등을 일으키는 의료관련감염의 주요 원인균으로 2022년 주요 분리원은 창상 (41.7%), 호흡기(35.3%), 혈액(5.0%), 소변(3.2%) 검체 순으로 확인되었다. Oxacillin 내성률은 52.3%로 나타났으며, ceftiofloxacin 항균제 내성 스크리닝* 결과로 확인한 메티실린 내성 황색포도알균 (MRSA)는 54.6%로 확인되었다. 대부분의 항균제 내성률이 전년에 비해 감소한 것으로 확인되었다.

* 자동화장비를 통해 ceftiofloxacin에 내성 유무만을 확인(내성 : positive, 감수성 : negative)

표 2-1. 중소병원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021 [†]		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Oxacillin	62.7	9,147	56.6	9,066	59.1	11,122	53.6	8,215	50.7	9,885	53.4	12,050	53.9	13,502	64.9	19,257	55.0	16,143	52.3	16,335
Penicillin G	94.8	7,919	93.8	8,122	94.0	8,497	91.5	8,302	92.4	9,727	93.3	13,834	91.4	11,589	93.2	19,263	89.6	16,144	88.3	15,552
Erythromycin	55.3	8,961	48.1	8,858	48.5	10,918	41.3	8,121	42.1	11,382	42.8	14,743	40.6	13,301	49.9	19,022	35.0	15,957	32.0	16,175
Clindamycin	32.8	9,295	28.6	8,858	30.0	10,927	24.9	8,124	24.3	11,384	26.6	14,743	19.9	13,301	26.6	19,024	19.5	15,958	17.0	16,177
Gentamicin	43.5	9,146	34.1	9,067	35.8	11,124	29.4	8,452	30.3	11,589	30.4	14,983	25.1	13,504	33.7	19,263	28.8	16,143	26.2	16,335
Ciprofloxacin	46.7	9,141	39.0	9,060	40.4	11,113	36.9	8,507	38.1	11,575	42.1	14,979	34.9	13,487	49.3	19,243	42.1	16,128	40.7	16,311
Tetracycline	44.4	9,148	35.4	9,060	35.8	11,115	28.7	8,295	27.4	11,577	30.9	14,980	22.5	13,489	29.8	8,261	22.6	16,126	20.5	15,530
Rifampin	3.4	9,147	3.0	9,067	2.8	11,124	3.6	8,218	3.0	11,589	3.3	14,983	1.8	13,505	3.1	19,263	2.5	16,144	2.5	15,553
SXT [†]	4.2	9,141	3.8	9,067	5.9	11,126	5.6	8,536	4.2	11,587	4.4	14,983	4.4	13,506	6.1	19,263	4.6	16,143	4.1	15,553
Vancomycin [‡]	0.0	9,147	0.0	9,067	0.0	11,125	0.3	8,302	0.0	11,589	0.0	14,983	0.0	13,507	0.0	19,264	0.0	16,144	0.0	16,335
Linezolid	0.1	9,141	0.1	9,068	0.1	11,126	0.1	8,304	0.1	11,589	0.1	14,983	0.1	13,506	0.1	19,264	0.1	16,144	0.0	16,335
QDA [§]	0.0	9,315	0.1	9,068	0.1	11,126	0.4	8,281	0.0	11,589	0.1	14,983	0.1	13,505	0.1	19,263	0.0	16,144	0.0	15,553
Mupirocin [#]	12.1	7,004	8.1	9,028	11.6	11,083	10.4	8,170	11.6	11,366	13.9	13,834	15	11,589	21.8	16,700	17.8	9,709	16.6	8,850

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† Trimethoprim-sulfamethoxazole

‡ VISA(Vancomycin intermediate *Staphylococcus aureus*)

: 2007(0.2%), 2008(0.3%), 2009(0.2%), 2010(0.1%), 2011(0.0%), 2012(0.1%), 2013(0.1%), 2014(0.0%), 2015(0.0%), 2016(0.0%), 2017(0.0%), 2018(0.0%), 2019(0.0%), 2020(0.0%), 2021(0.0%), 2022(0.0%)

§ Quinupristin-dalfopristin

CLSI 지침 내 기준이 명시되어있지 않아, 자동화장비 내 기준으로 내성률 산출

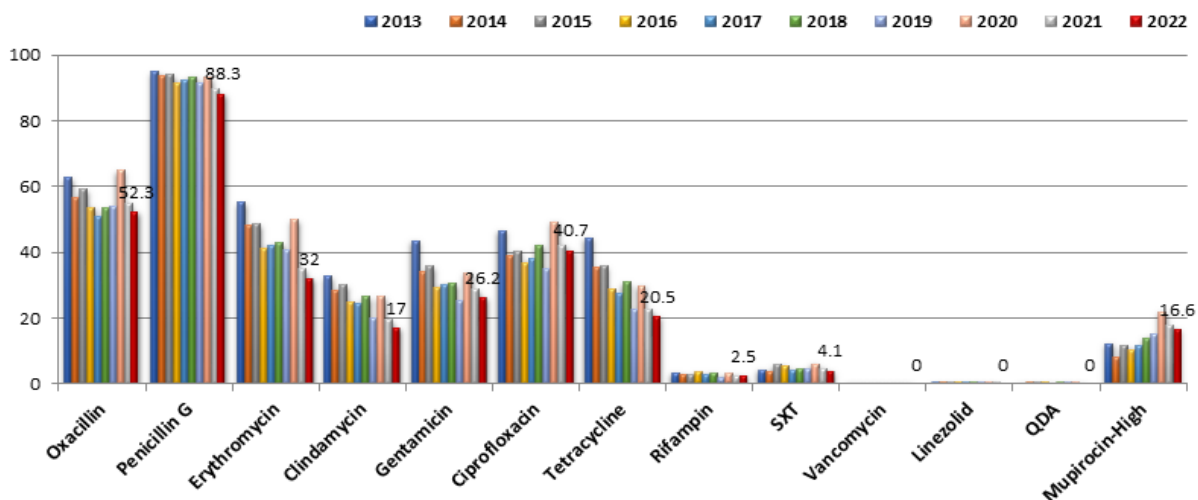


그림 2-7. 중소병원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률 (%)

혈액 분리 황색포도알균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, oxacillin 내성률 56.6%, 플로로퀴놀론계 항균제 내성률 46.8%, mupirocin 내성률이 26.1%로 전체 항균제 내성률에 비해 더 높은 내성을 보였다. 반면 penicillin G와 tetracyclin 내성률은 각각 85.7%, 18.2%로 낮은 내성을 보였다.

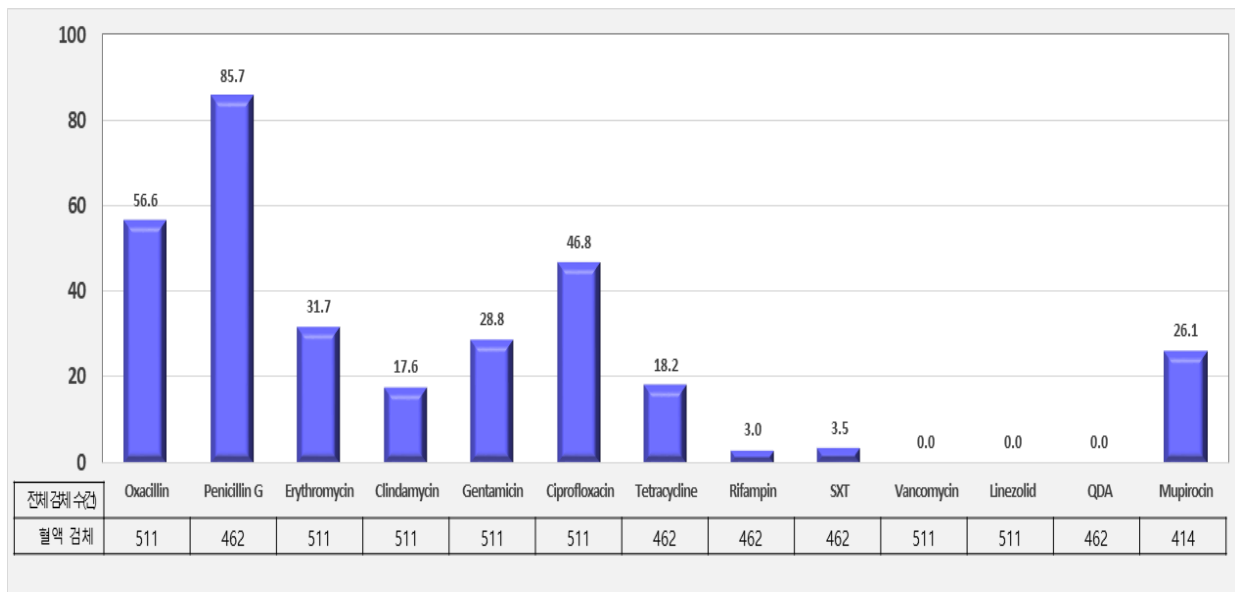


그림 2-8. 2022 중소병원 혈액검체 분리 *S. aureus* 항균제 내성률 (%)

2. 2. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.)

면역 저하 환자, 만성 기저질환자에서 요로감염이나 균혈증 등을 일으키는 기회 감염균으로 국내에서는 *E. faecium*이나 *E. faecalis*가 주로 확인된다. 2022년 주요 분리원은 소변(71.7%), 대변(11.8%), 창상(6.3%) 검체 순으로 확인되었다.

Enterococcus faecalis

Ampicillin 내성률은 꾸준히 낮은 수준을 유지하고 있으며, 2022년에는 0.2%로 나타났다. Ciprofloxacin 내성률은 21.6%이고, 고농도 gentamicin 내성률은 49.7%로 2015년 이후 지속 감소하였다. 고농도 streptomycin 내성률은 2011년 이후 감소추세를 보이며 2022년에는 14.1%로 나타났으며, tetracycline 내성률은 85.1%로 나타났다. Vancomycin 내성률은 2020년 4.2%로 5배 이상 증가한 듯 보였으나, 2021년 1.3%, 2022년 0.8%로 다시 감소하였으며, linezolid 내성률은 0.7%로 전년과 유사하였다.

표 2-2. 중소병원 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021 [*]		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Ampicillin	0.8	5,077	1.1	5,599	0.6	6,777	4.3	5,985	0.7	8,585	1.0	11,113	0.3	10,269	0.3	12,528	0.1	13,976	0.2	14,325
Ciprofloxacin	32.5	4,273	35.4	5,482	33.1	6,626	31.4	5,898	29.5	8,057	27.5	10,553	23.4	9,711	26.6	11,743	21.6	13,380	21.6	13,811
Gentamicin-High [†]	64.1	4,405	62.7	5,486	64.4	6,149	63.0	5,191	61.6	8,020	58.9	10,607	57.4	9,278	57.0	11,376	53.2	12,946	49.7	12,486
Streptomycin-High [†]	23.1	4,402	20.4	5,588	17.6	6,759	18.4	5,758	18.4	8,565	17.8	11,078	16.7	10,249	16.8	12,489	15.0	13,927	14.1	13,393
Tetracycline	89.9	4,279	88.7	5,578	89.7	6,631	87.8	5,659	87.5	8,058	87.4	10,554	87.0	9,713	86.3	11,740	85.9	13,378	85.1	12,914
Vancomycin	0.6	4,421	1.0	5,600	2.4	6,778	1.9	5,805	1.2	8,583	1.7	11,113	0.8	10,280	4.2	12,528	1.3	13,977	0.8	14,319
Linezolid	0.4	4,415	0.2	5,599	0.2	6,777	0.4	5,803	0.4	8,584	0.4	11,112	0.6	10,282	0.7	12,528	0.7	13,979	0.7	14,325

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 임상검사센터 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

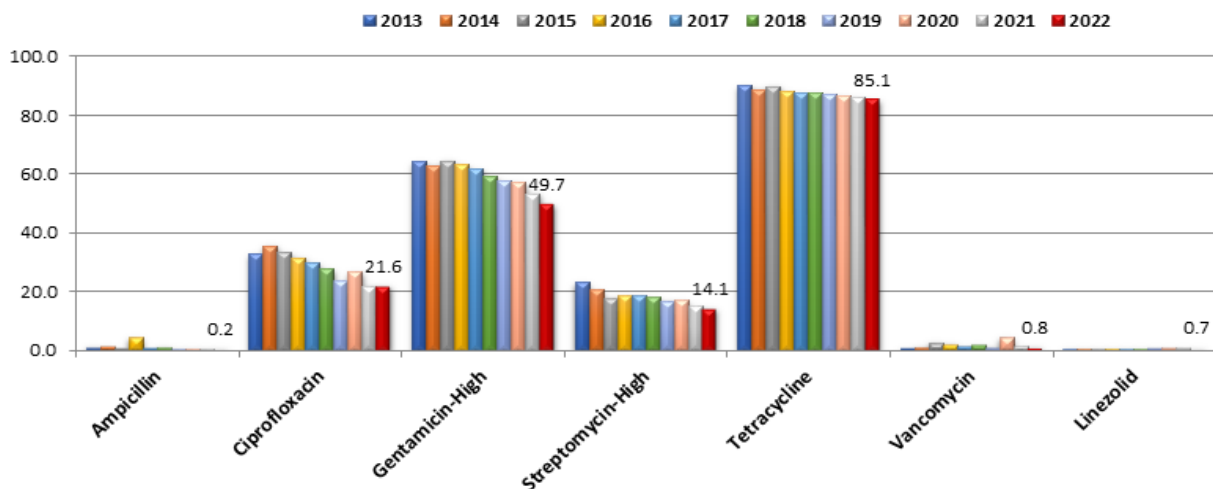


그림 2-9. 중소병원 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률 (%)

혈액 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률을 산출하였을 때, ciprofloxacin, gentamicin-high 내성률이 각각 51.9%, 60.5%로 전체 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다. 반면, streptomycin-high와 tetracycline 내성률은 각각 10.0%, 78.8%로 더 낮았다.

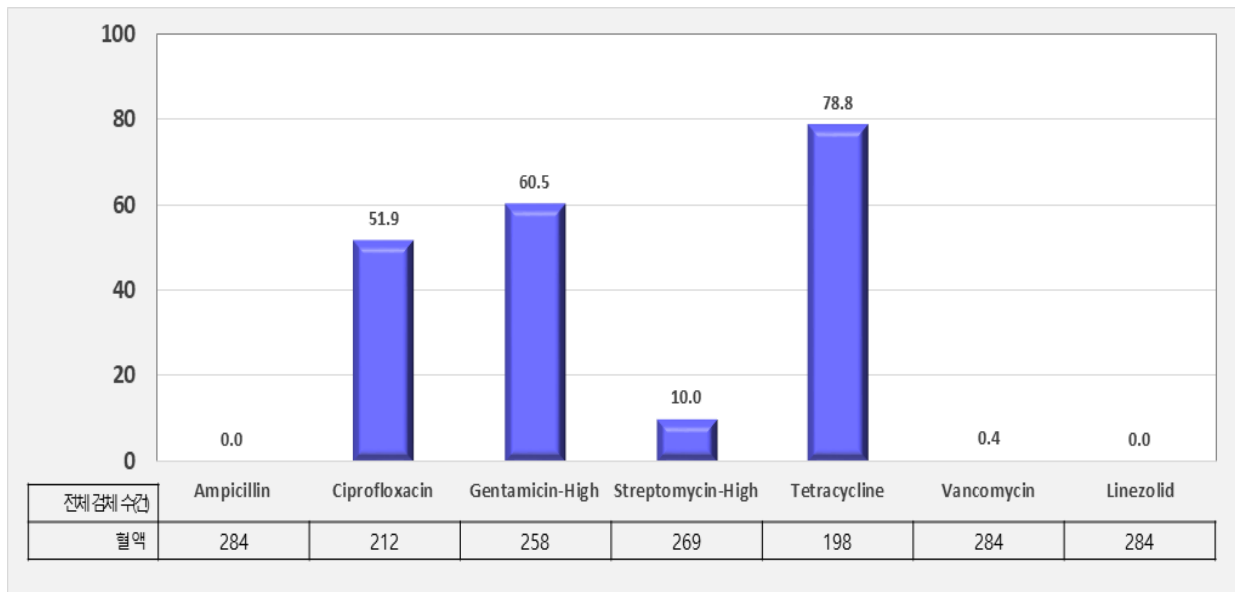


그림 2-10. 2022 중소병원 혈액검체 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률 (%)

Enterococcus faecium

Ampicillin, ciprofloxacin 내성률은 2011년 이후 90.0% 이상으로 높게 나타나고 있다. 고농도 Gentamicin 내성률은 2007년 85.7% 이후 대체로 감소추세를 보여 2022년 47.3%로 나타났다. 고농도 streptomycin과 tetracycline 내성률은 2021년까지 지속 감소추세를 보였으나, 2022년 각각 9.2%, 21.2%로 소폭 증가한 것으로 나타났다. Vancomycin 내성률은 52.9%로 전년 대비 7.9%p 감소하는 양상을 보였으며, QDA와 linezolid 내성률은 각각 4.9%, 0.2%로 나타났다.

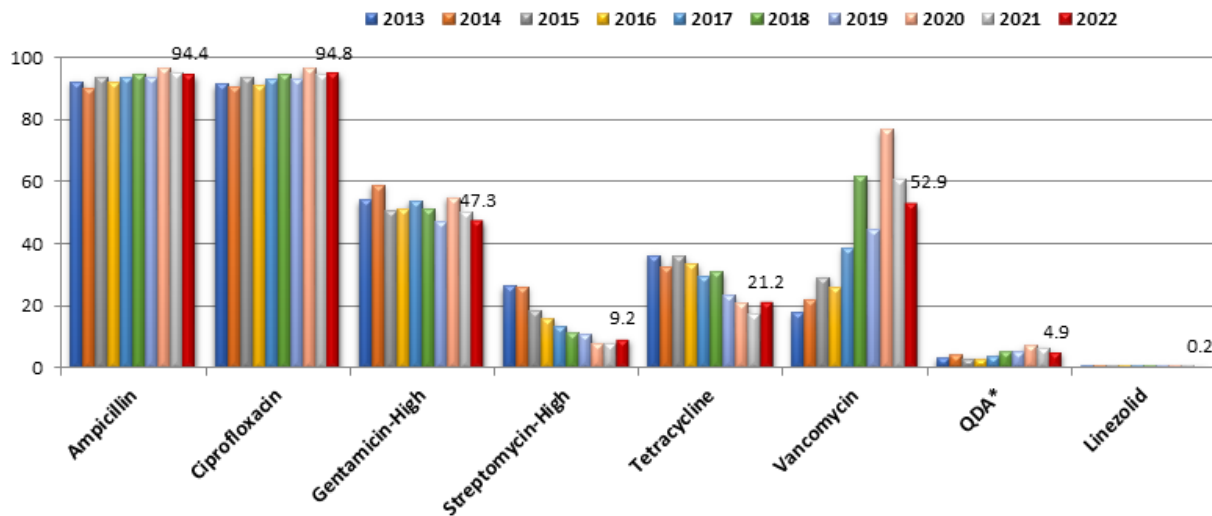
표 2-3. 중소병원 분리 *E. faecium* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021 [*]		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Ampicillin	92.0	2,111	90.0	2,671	93.5	3,830	91.8	3,374	93.6	4,896	94.5	9,075	93.6	5,267	96.4	15,048	94.9	9,561	94.4	9,407
Ciprofloxacin	91.4	2,036	90.7	2,597	93.7	3,769	90.9	3,330	92.8	4,083	94.7	7,191	93.2	4,752	96.4	12,644	94.7	8,406	94.8	8,270
Gentamicin-High [†]	54.0	2,101	58.8	2,658	50.5	3,505	51.3	2,938	53.7	4,549	51.2	8,658	46.9	4,636	54.8	14,289	50.1	8,691	47.3	8,605
Streptomycin-High [†]	26.2	2,092	26.1	2,647	18.6	3,817	15.6	3,243	13.2	4,874	11.1	9,034	10.7	5,246	8.0	14,974	7.8	9,515	9.2	9,042
Tetracycline	36.1	2,037	32.5	2,599	35.8	3,770	33.3	3,194	29.4	4,081	30.8	7,192	23.2	4,752	20.8	12,559	17.1	8,403	21.2	7,941
Vancomycin	17.7	2,110	22.1	2,670	29.0	3,833	25.8	3,277	38.6	4,896	61.7	9,075	44.4	5,266	76.8	15,048	60.8	9,561	52.9	9,404
QDA [‡]	3.2	2,206	4.0	2,552	2.9	3,722	2.8	2,898	3.6	4,875	5.2	9,075	5.1	5,265	7.1	15,048	6.5	9,559	4.9	9,078
Linezolid	0.3	2,109	0.1	2,668	0.1	3,831	0.2	3,278	0.2	4,896	0.1	9,075	0.4	5,267	0.3	15,048	0.1	9,561	0.2	9,407

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 임상감사센터 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

‡ Quinupristin-dalfopristin

그림 2-11. 중소병원 분리 *E. faecium* 항균제 내성률 (%)

혈액 분리 *E. faecium* 항균제 내성률을 산출하였을 때, 전체 항균제 내성률에 비해 모두 낮게 나타났다.

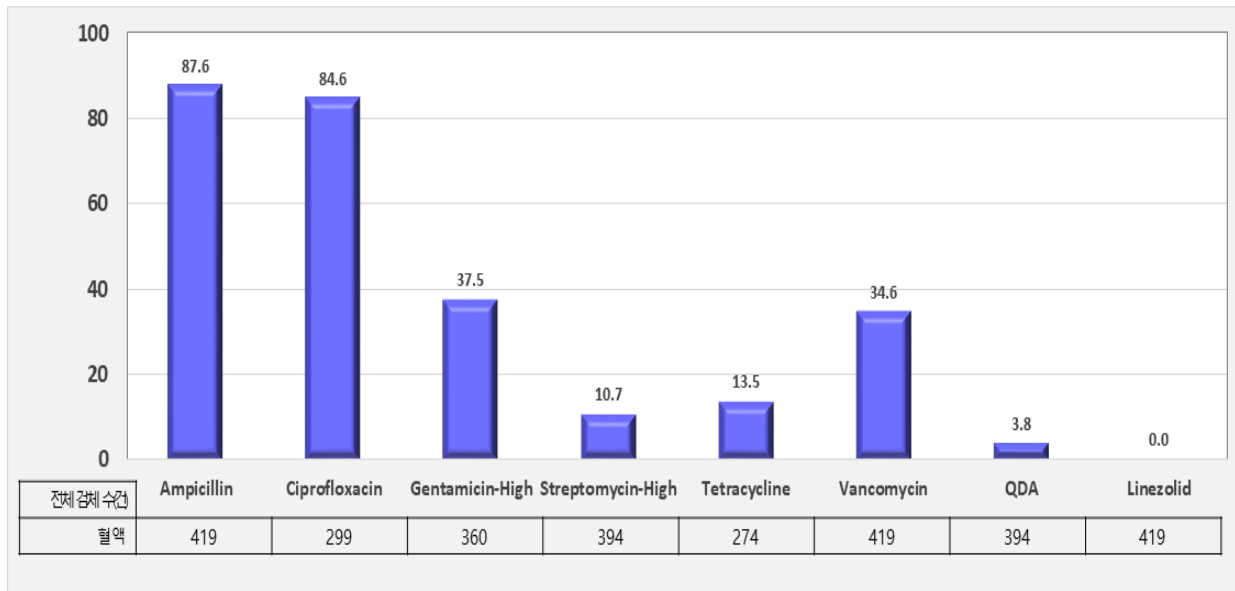


그림 2-12. 2022 중소병원 혈액검체 분리 *E. faecium* 항균제 내성률 (%)

2. 2. 3. 폐렴사슬알균(*Streptococcus pneumoniae*)

폐렴사슬알균은 세균성 폐렴의 가장 흔한 원인균으로 지역사회획득 폐렴, 균혈증, 뇌수막염, 중이염, 부비강염 등을 일으키는 주요 병원균이나, 수집 검체수는 지속적으로 감소하는 추세이다. 2022년 주요 분리원은 호흡기(66.5%), 창상(11.4%), 혈액(10.2%) 검체순으로 확인되었다. Penicillin G 내성률은 17.8%로 나타났다. Erythromycin 내성률은 2021년 89.8%에 비해 4.1%p 감소하여 2022년 85.7%로 나타났으나, 여전히 높은 내성률을 보였고, tetracycline, SXT 내성률은 각각 76.9%, 47.9%로 나타났다.

표 2-4. 중소병원 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Penicillin G	5.8	308	4.7	495	8.5	247	7.3	329	11.8	364	10.1	347	9.5	338	18.7	171	15.9	82	17.8	174
Erythromycin	82.5	583	83.0	500	84.9	510	86.0	413	83.6	529	87.1	496	86.2	507	86.7	173	89.8	88	85.7	175
Tetracycline	77.2	587	75.2	501	79.1	511	78.1	421	75.8	538	79.5	497	76.9	503	69.4	173	75.0	88	76.9	169
SXT†	50.8	587	40.6	501	47.9	511	48.0	425	43.3	538	44.8	498	42.5	506	48.6	173	48.3	87	47.9	169
Ofloxacin	NT†	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Rifampin	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	1.8‡	168‡	3.1‡	64‡	2.1	95
Vancomycin	0.0	587	0.0	501	0.0	511	0.0	420	0.0	538	0.0	498	0.0	506	0.0	173	0.0	88	0.0	176

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† Trimethoprim-sulfamethoxazole

‡ Not tested

§ 자동화장비 패널 변경(AST ST-01→ST03)으로 감수성 검사 결과 추가

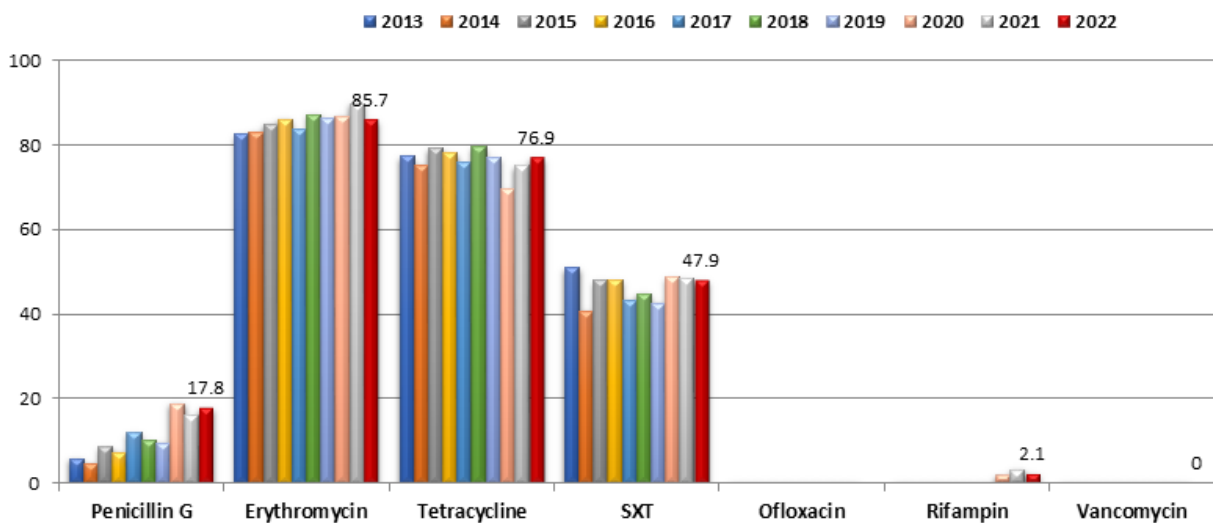


그림 2-13. 중소병원 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

혈액 분리 폐렴사슬알균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, penicillin G의 내성률(22.2%)를 제외한 모든 항균제 내성률이 전체 항균제 내성률에 비해 낮았다. 반면, 호흡기 분리 폐렴사슬알균의 항균제 내성률은 전체 항균제 내성률과 비슷한 수준으로 확인되었다.

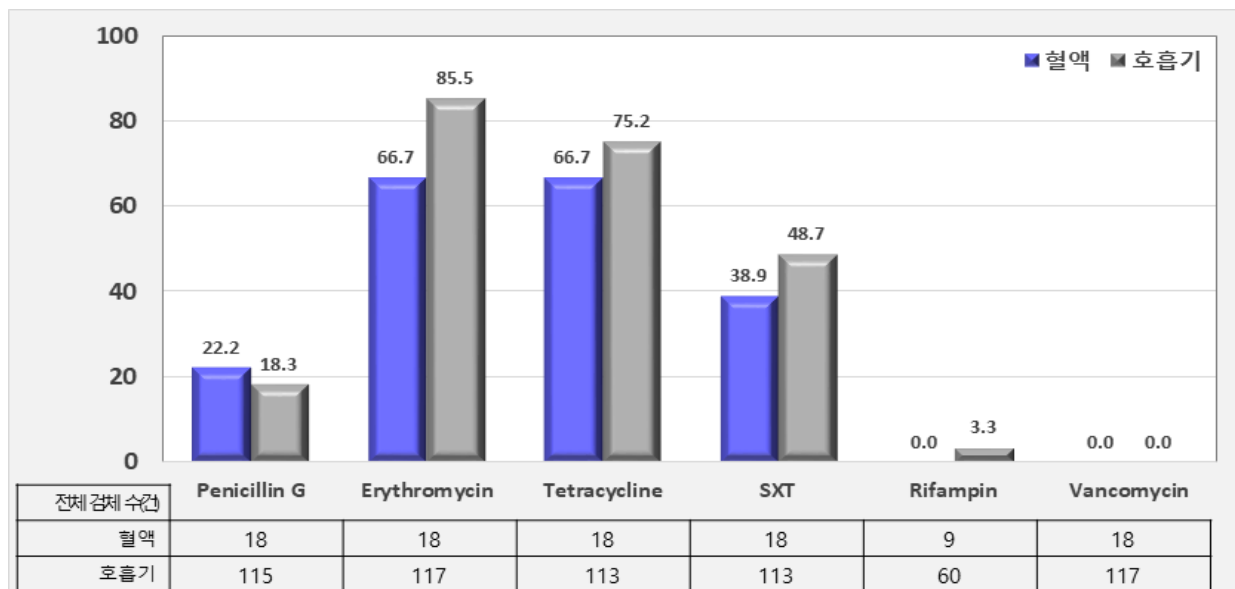


그림 2-14. 2022 중소병원 혈액·호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

2. 2. 4. 대장균(*Escherichia coli*)

대장균은 지역사회 또는 원내 요로감염에서 가장 흔하게 분리되는 그람음성균으로서 2000년대 부터 의료환경 내에서 extended-spectrum β -lactamase(ESBL) 생성균의 발생 및 확산이 문제가 되고 있다. 2022년 주요 분리원은 소변(82.0%), 혈액(5.8%), 호흡기(3.4%) 검체순으로 확인되었다. Cefotaxime, ceftazidime, cefoxitin, cefepime 내성률은 각각 35.1%, 16.2%, 9.1%, 9.5%로 작년과 비슷한 수준을 유지하였다. 플로로퀴놀론계 내성률은 52.0%였고, imipenem 내성률은 2.0%로 확인되었다.

표 2-5. 중소병원 분리 *E. coli* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	1.1	21,593	1.0	22,290	0.8	31,178	0.9	24,270	0.6	36,302	4.1	51,008	0.5	48,371	1.2	41,265	0.7	62,191	0.7	66,306
Gentamicin	32.2	21,594	31.3	22,289	32.2	31,178	31.2	24,460	31.2	36,301	31.3	51,008	28.8	48,370	31.6	41,262	28.1	62,190	26.0	66,303
Fluoroquinolone†	58.4	20,656	48.7	22,291	51.4	31,178	47.7	24,572	47.9	36,302	56.5	51,008	46.2	48,369	55.4	41,255	53.3	62,185	52.0	66,306
Ampicillin	73.2	21,569	71.2	22,284	73.7	31,171	71.6	24,285	71.8	36,297	74.5	51,005	70.7	48,369	74.1	41,252	68.5	62,185	68.7	66,303
Cefotaxime	35.4	21,700	33.2	22,288	37.6	31,217	36.8	24,351	37.0	36,301	41.0	51,005	36.3	48,369	43.5	41,262	35.7	62,189	35.1	49,805
Ceftazidime	17.8	21,698	25.8	22,291	18.4	31,216	17.6	24,342	17.3	36,301	21.2	51,008	16.7	48,370	24.4	41,263	16.7	62,191	16.2	66,305
Cefoxitin	10.1	18,697	10.0	22,284	10.0	31,173	9.6	24,159	9.4	27,617	12.3	51,004	9.7	48,369	14.8	41,233	8.8	62,188	9.1	66,305
Aztreonam	14.2	16,029	21.0	16,135	22.7	22,509	22.9	16,713	23.1	27,610	25.6	39,191	22.4	39,358	28.5	30,882	22.2	52,990	21.8	57,212
Cefepime	12.0	21,698	21.5	22,289	13.6	31,219	10.9	24,339	11	36,301	13.3	51,009	9.8	48,371	15.2	41,258	9.9	62,190	9.5	66,304
Imipenem	0.0	21,704	0.0	22,284	0.1	31,215	0.9	24,453	0.5	36,292	2.8	51,008	1.0	48,364	6.5	41,253	1.9	62,182	2.0	66,299
SXT‡	38.9	21,558	37.5	22,284	39.3	31,161	38.6	24,577	38.1	36,290	40.1	51,004	39	48,365	40.2	41,254	36.3	62,171	35.4	61,013

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Trimethoprim-sulfamethoxazole

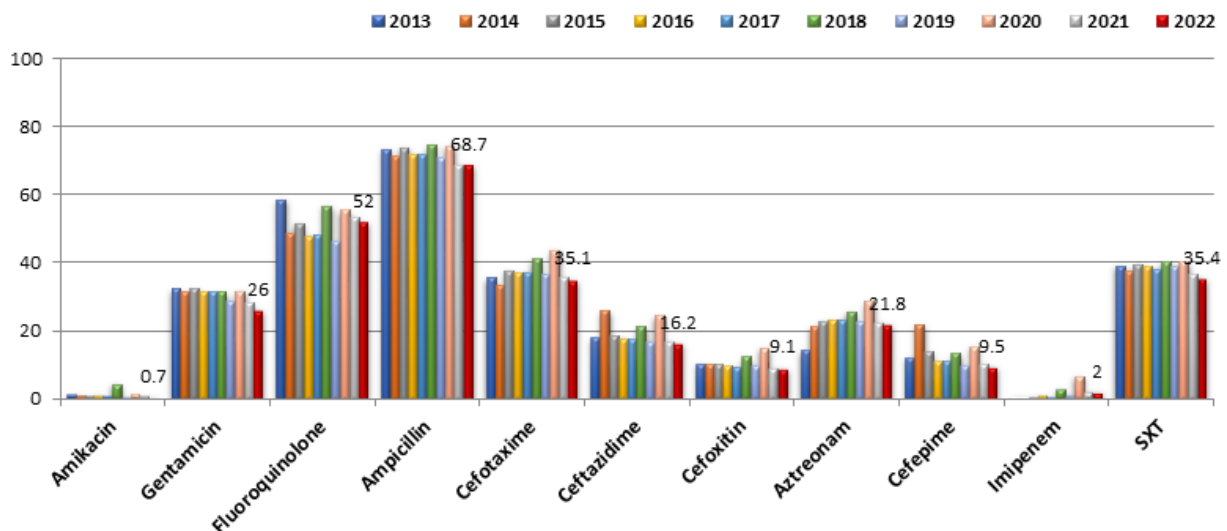


그림 2-15. 중소병원 분리 *E. coli* 항균제 내성률 (%)

혈액 분리 대장균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, 세팔로스포린계 항균제인 cefotaxime 46.9%, ceftazidime 20.2%, cefepime 13.2%로 전체 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다. 반면 카바페넴계 항균제인 imipenem 내성률의 경우 0.3%로 전체 항균제 내성률보다 낮았다.

소변 분리 대장균의 항균제 내성률과 전체 항균제 내성률을 비교하였을 때, 모든 항균제에서 낮은 내성률을 보였다.

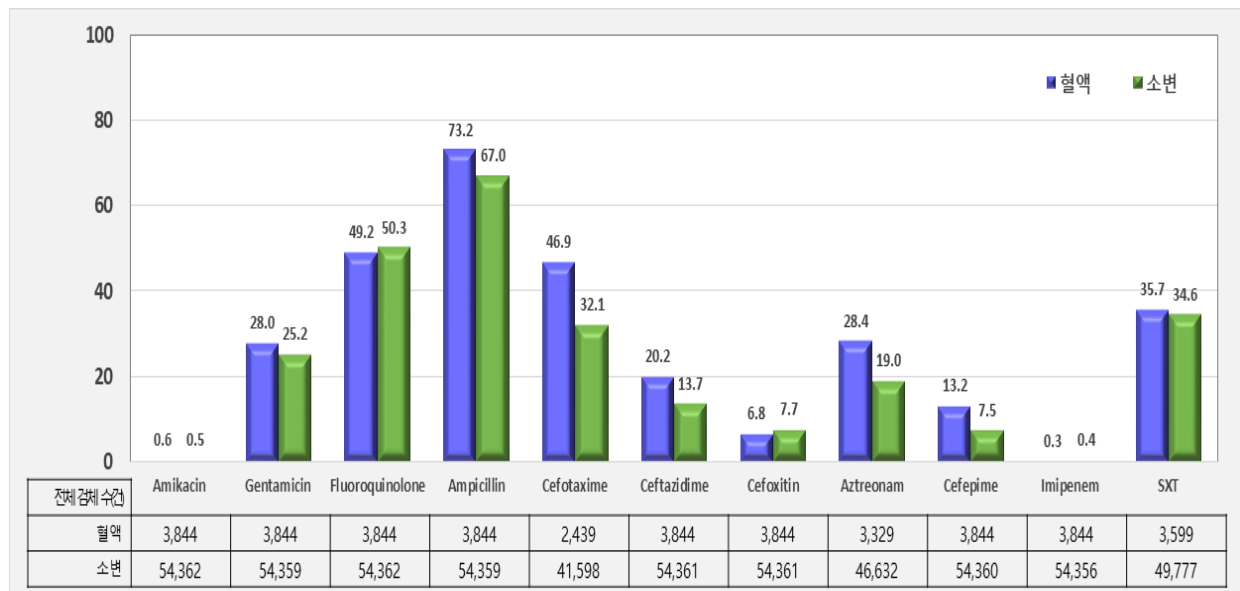


그림 2-16. 2022 중소병원 혈액·소변 검체 분리 *E. coli* 항균제 내성률 (%)

2. 2. 5. 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*)

폐렴막대균은 면역력이 저하된 환자들에 잘 감염되고 호흡기 혹은 요로감염을 유발하며 그람음성균에 의한 폐렴, 요로감염의 주요 원인균이다. 2022년 주요 분리원은 호흡기(39.0%), 소변(37.0%), 대변(9.6%) 검체순으로 확인되었다. Cefotaxime, ceftazidime, cofoxitin의 내성률은 각각 48.8%, 44.1%, 24.0%로 2020년부터 지속 감소하였다. 2020년에 34.5%로 크게 증가했던 imipenem 내성률은 2021년에 19.4%, 2022년 18.8%로 감소하고 있으나, 여전히 높은 내성률을 보였다.

표 2-6. 중소병원 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	11.9	10,433	13.3	9,458	10.7	13,730	7.6	9,389	6.8	13,155	7.0	17,106	3.6	15,568	4.0	17,817	2.6	20,835	1.7	21,894
Gentamicin	25.4	10,433	28.7	9,457	25.6	13,729	24	9,526	20.3	13,154	26.7	17,105	19.7	15,567	33.8	24,290	24.6	20,834	23.0	21,894
Fluoroquinolone [†]	39.9	9,910	42.1	9,458	40.8	13,729	37.9	9,582	36.4	13,156	47.9	17,106	33.4	15,567	60.5	24,285	52.9	20,830	50.9	21,892
SXT [‡]	26.8	10,405	26.5	9,455	27.6	13,729	28.1	9,593	24.9	13,152	34.6	17,106	26.8	15,566	45.2	24,288	36.2	20,831	35.3	20,826
Cefotaxime	45.9	10,573	44.4	9,457	46.0	13,732	43.1	9,441	40.8	13,154	51.4	17,106	38.4	15,566	63.5	24,290	50.0	20,833	48.8	15,121
Ceftazidime	42.2	10,575	40.5	9,457	42.3	13,732	37.5	9,430	36.8	13,155	47.7	17,106	33.6	15,566	59.9	24,290	45.4	20,834	44.1	21,896
Cefepime	17.8	10,575	24.3	9,456	24.7	13,732	22.8	9,431	23.3	13,155	31.7	17,106	22.9	15,565	46.3	24,291	33.1	20,834	32.6	21,895
Cefoxitin	20.0	8,291	18.5	9,454	19.0	13,725	17.2	9,227	13.8	10,022	25.1	17,106	17.0	15,564	40.6	24,287	25.5	20,834	24.0	21,893
Aztreonam	35.4	7,463	38.2	6,298	39.6	9,824	36.0	6,644	33.9	10,025	40.3	11,804	31.1	12,616	54.3	17,816	43.7	17,629	43.2	19,038
Imipenem	0.2	10,550	0.3	9,449	1.4	13,732	3.3	9,485	3.8	13,152	17.5	17,106	7.9	15,557	34.5	24,260	19.4	20,819	18.8	21,884

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Trimethoprim-sulfamethoxazole

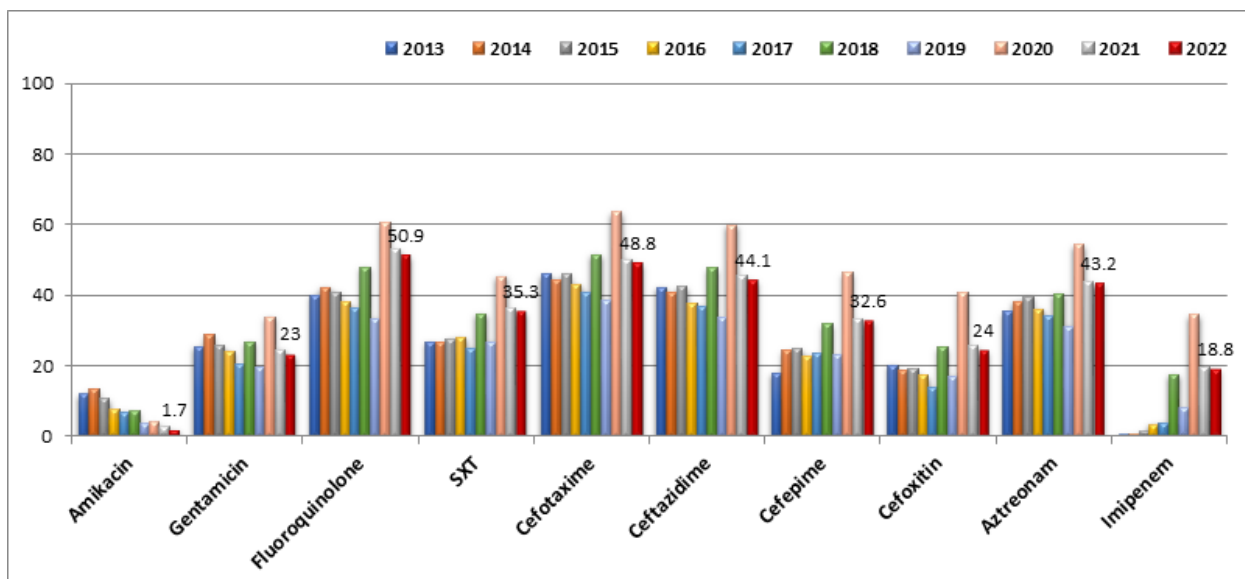


그림 2-17. 중소병원 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

검체별로 항균제 내성률을 비교하였을 때, 대부분 호흡기 분리 폐렴막대균에서 내성률이 높은 것을 확인할 수 있었다.

혈액 및 소변 검체로부터 분리된 폐렴막대균의 항균제 내성률은 전체 항균제 내성률 분석 결과와 비교하였을 때, 더 낮았다. 반면 호흡기 분리 폐렴막대균의 경우 전체 항균제 내성률과 비슷한 수준을 나타내었다.

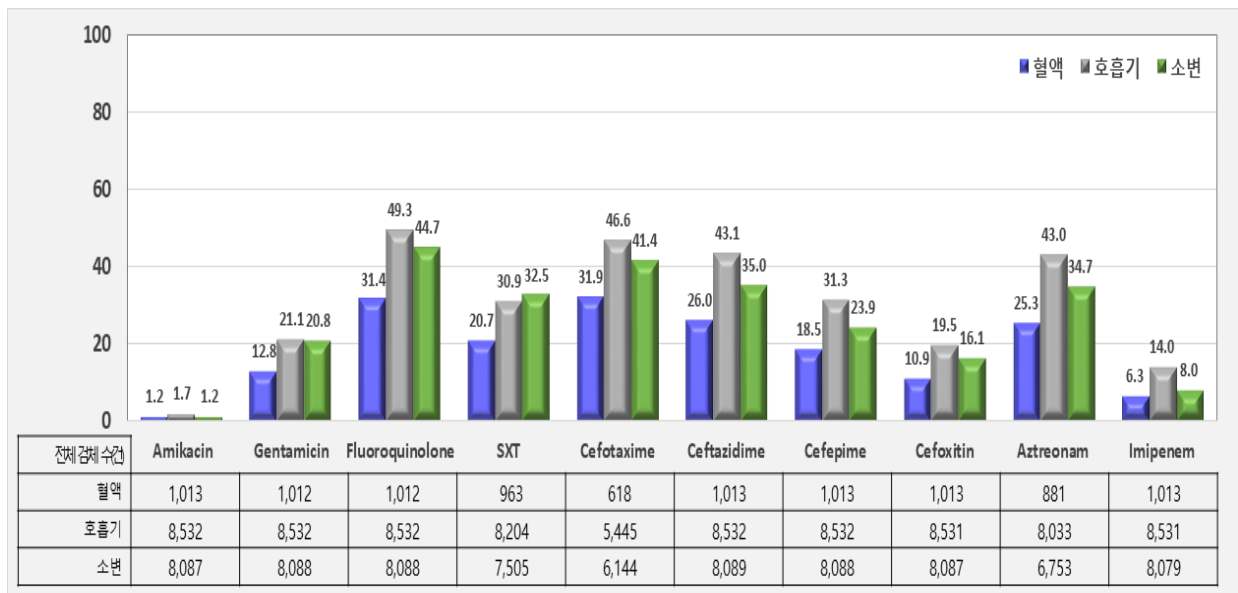


그림 2-18. 2022 중소병원 혈액·호흡기·소변 검체 분리
K. pneumoniae 항균제 내성률 (%)

2. 2. 6. 엔테로박터균(*Enterobacter cloacae*)

엔테로박터균은 면역력이 저하된 환자들에 잘 감염되고 중환자실 장기입원환자에서 감염을 일으켜 이환률과 사망률을 높인다. 또한 지역사회 감염의 원인균으로 요로감염, 피부감염 등을 유발한다. 2022년 주요 분리원은 호흡기(31.3%), 창상(29.0%), 소변(28.7%) 검체 순으로 확인되었다. Cefotaxime, ceftazidime의 경우 전년에 비해 소폭 증가하여 각각 29.5%, 25.5%로 나타났으며, cefepime은 전년과 유사한 결과를 나타냈다. 플로로퀴놀론의 내성률은 21.5%로 나타났으며, amikacin, gentamicin 등 대부분의 항균제 내성률이 전년과 비슷한 수준을 유지하였다. 2010년 이후 점차 증가하는 imipenem 내성률은 2022년에는 3.6%로 나타났다.

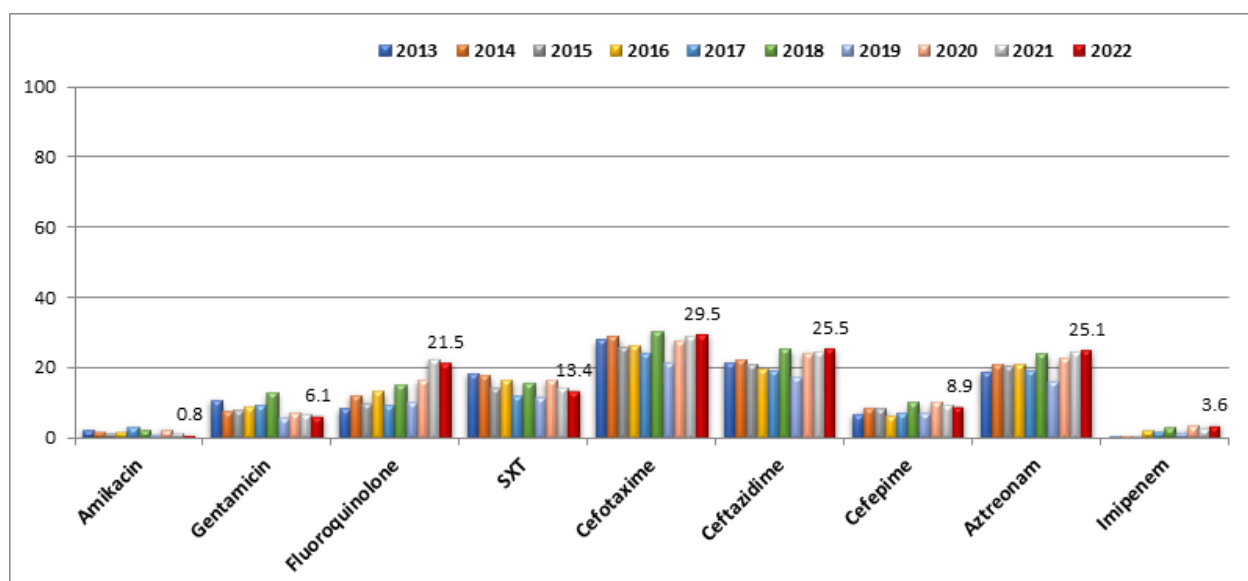
표 2-7. 중소병원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021 [*]		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	2.1	2,064	1.4	1,999	1	2,596	1.4	2,065	3.1	2,629	2.2	3,238	0.9	3,360	2.1	3,560	1.1	3,395	0.8	3,206
Gentamicin	10.7	2,064	7.5	1,999	7.8	2,596	8.7	2,093	9.1	2,630	12.7	3,238	5.4	3,361	7.0	3,560	6.5	3,395	6.1	3,207
Fluoroquinolone [†]	8.1	1,996	12	1,999	9.7	2,596	13.0	2,153	9.1	2,130	14.9	3,238	9.9	3,360	16.1	3,560	22.3	3,394	21.5	3,207
SXT [‡]	18.3	2,060	17.6	1,999	14	2,596	16.2	2,154	11.7	2,630	15.5	3,238	11.4	3,361	16.2	3,560	14.0	3,394	13.4	2,989
Cefotaxime	27.7	2,076	28.8	1,999	25.8	2,601	26.0	2,075	24.0	2,630	30.2	3,237	21.3	3,360	27.6	3,560	28.6	3,395	29.5	2,144
Ceftazidime	21.4	2,076	21.9	1,999	20.7	2,601	19.5	2,074	19.1	2,629	25.2	3,238	17.0	3,361	24	3,560	24.3	3,395	25.5	3,207
Cefepime	6.6	2,064	8.4	1,999	8.1	2,596	6.2	2,074	7.1	2,630	10.0	3,238	6.8	3,361	10.0	3,560	9.1	3,395	8.9	3,207
Aztreonam	18.7	1,667	20.6	1,474	20.5	2,006	20.8	1,549	19.0	2,130	23.8	2,745	16.0	2,958	22.5	3,112	24.3	3,012	25.1	3,102
Imipenem	0.4	2,067	0.3	1,995	0.3	2,601	1.9	2,134	1.6	2,630	2.7	3,238	1.2	3,361	3.3	3,557	2.6	3,392	3.6	3,207

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Trimethoprim-sulfamethoxazole

그림 2-19. 중소병원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률 (%)

혈액 분리 엔테로박터균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, amikacin을 제외한 모든 항균제 내성률이 전체 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다. 특히 카바페넴계 항균제인 imipenem 내성률의 경우 14.8%로 높은 수준을 보였다. 다만, 혈액 분리 균주의 수가 적어 항균제 내성률 해석에 유의할 필요가 있다.

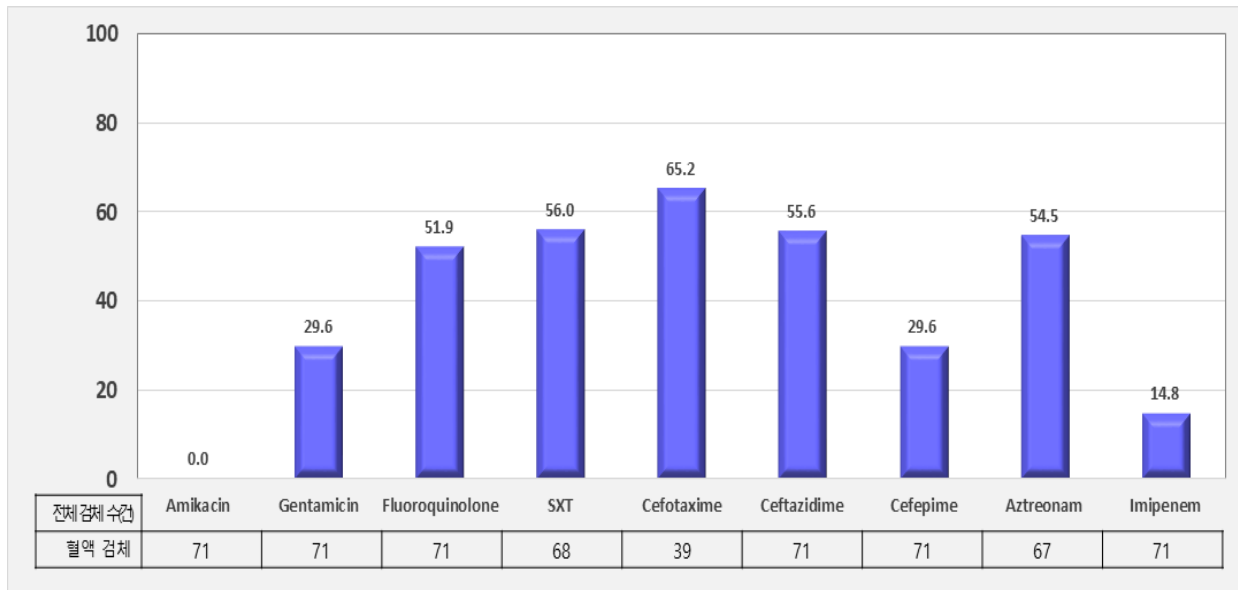


그림 2-20. 2022 중소병원 혈액 검체 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률 (%)

2. 2. 7. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)

녹농균은 비발효성 그람음성균으로서 자연계에 널리 존재한다. 특히 면역력이 저하된 환자에서 여러 감염증을 잘 일으키는 기회 감염균이며 의료 관련 감염의 주요 원인균이다. 2022년 주요 분리원은 호흡기(47.8%), 소변(31.9%), 창상(15.0%) 검체 순으로 확인되었다. 대부분의 항균제 내성률은 2021년과 비슷한 수준을 유지하였다. 카바페넴계 항균제는 2010년 이후 꾸준히 증가하는 추세이며, Imipenem, meropenem에 대한 2022년 내성률은 각각 43.7%, 40.1%로 소폭 증가하였으며, 높은 내성률을 유지하고 있다. Colistin 내성률은 0.8%로 나타났다.

표 2-8. 중소병원 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021 [*]		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	19.3	9,225	22	8,115	26.2	13,146	21.1	8,070	24.2	6,961	25.2	11,710	21.0	6,848	29.8	20,304	25.5	14,885	25.9	10,488
Gentamicin	29.1	9,225	28.9	8,116	34.5	13,149	27.9	8,227	30.6	6,957	30.4	11,709	24.8	6,845	36.6	20,332	31.0	14,883	30.9	10,487
Tobramycin	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Fluoroquinolone [†]	38.8	9,162	44.2	8,118	52.6	13,143	43.6	8,259	47.5	6,950	53.5	11,712	40.9	6,843	56.2	20,331	49.7	14,877	50.0	10,483
Piperacillin	39.2	8,476	38.7	6,070	49	9,692	38.6	5,891	39.0	6,962	44.1	11,699	33.6	6,843	48.2	13,025	41.6	10,399	40.7	10,485
Aztreonam	26.7	9,106	24.2	8,055	28	13,097	23.2	8,052	27.6	6,934	35.3	11,665	24.5	6,816	36.1	20,309	26.6	14,846	26.6	10,458
Ceftazidime	24.9	9,229	22	8,117	29.5	13,149	23	8,095	28.1	6,961	33.2	11,707	25.0	6,848	38.8	20,342	32.7	14,883	31.7	10,488
Cefepime	24.5	9,233	23.9	6,076	39.9	9,692	24.4	8,098	29.3	6,963	33.8	11,712	27.2	6,850	39.2	20,313	32.4	14,884	31.2	10,489
Imipenem	43.7	9,218	38	8,090	47.3	13,134	37.9	8,116	42.2	6,945	51.8	11,680	38.3	6,833	52.4	20,337	42.2	14,877	43.7	10,466
Meropenem	30.1	9,076	26.6	7,632	41	13,114	32.6	7,943	37.5	6,949	46.5	11,682	33.5	6,833	47.6	20,331	38.7	14,876	40.1	10,478
Colistin	3	8,030	1.8	8,086	1.8	13,124	0.9	7,931	1.0	5,953	2.2	7,505	0.7	4,937	0.2	15,624	0.4	10,946	0.8	6,089

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Not tested

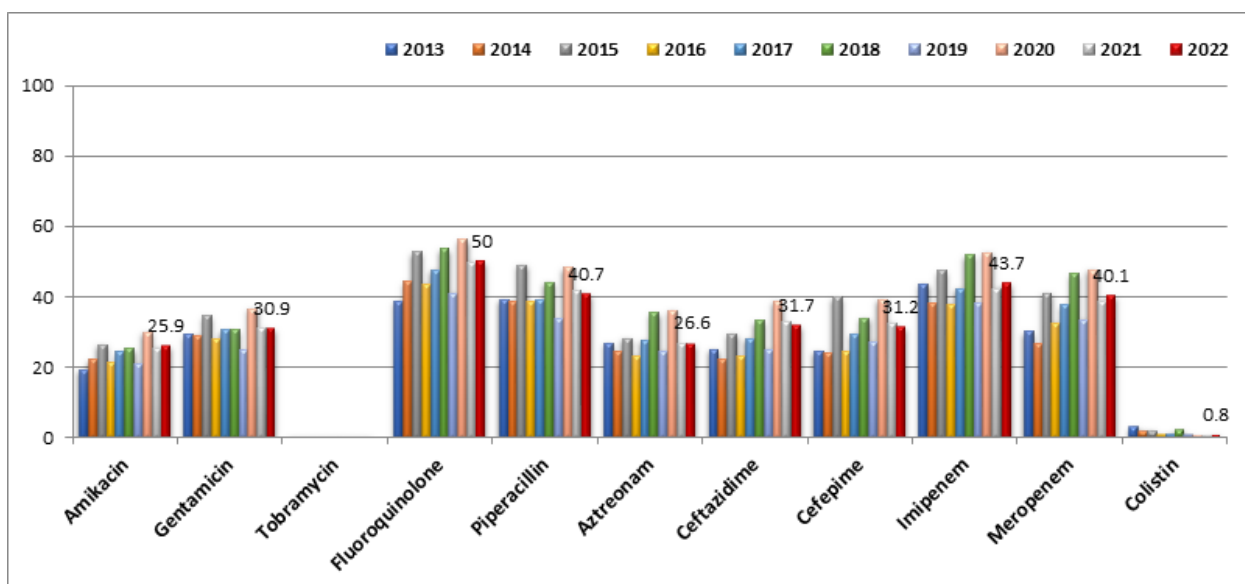


그림 2-21. 중소병원 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률 (%)

혈액 분리 녹농균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, 세팔로스포린계 항균제인 ceftazidime, cefepime 내성률이 각각 38.1%, 38.1%, 카바페넴계 항균제인 imipenem, meropenem 내성률이 각각 44.4%, 42.9%로 전체 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다.

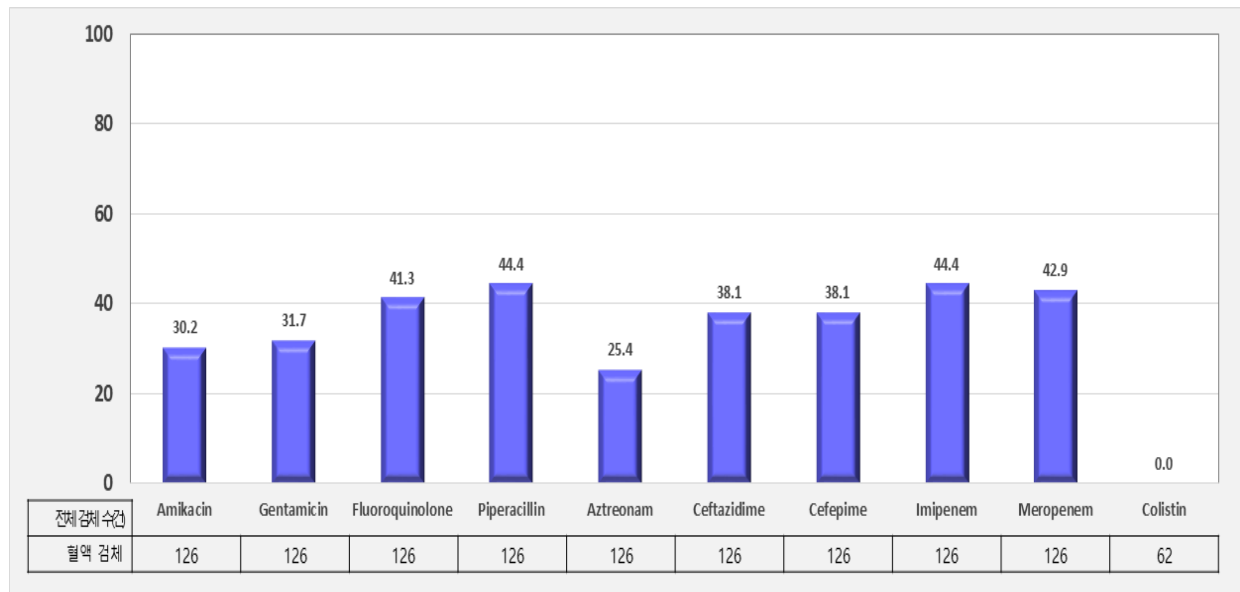


그림 2-22. 2022 중소병원 혈액 검체 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률 (%)

2. 2. 8. 아시네토박터균(*Acinetobacter baumannii*)

아시네토박터균은 폐렴, 요로감염, 균혈증, 창상감염 등의 다양한 감염증을 유발하며 의료관련 감염의 주요 원인균이다. 2022년 주요 분리원은 호흡기(63.0%), 창상(19.4%), 소변(9.1%), 검체순으로 확인되었다. 카바페넴계 항균제 내성률은 증가 추세를 보였다가 2019년 감소했었으나, 2020년부터 다시 증가하여 2022년 imipenem 내성률은 75.6%, meropenem 내성률은 75.8%로 비슷한 수준을 유지하고 있다. Fluoroquinolone 내성률은 꾸준히 70% 내외를 유지하고 있으며, 2022년 78.2%로 전년에 비해 소폭 증가한 것을 확인하였다.

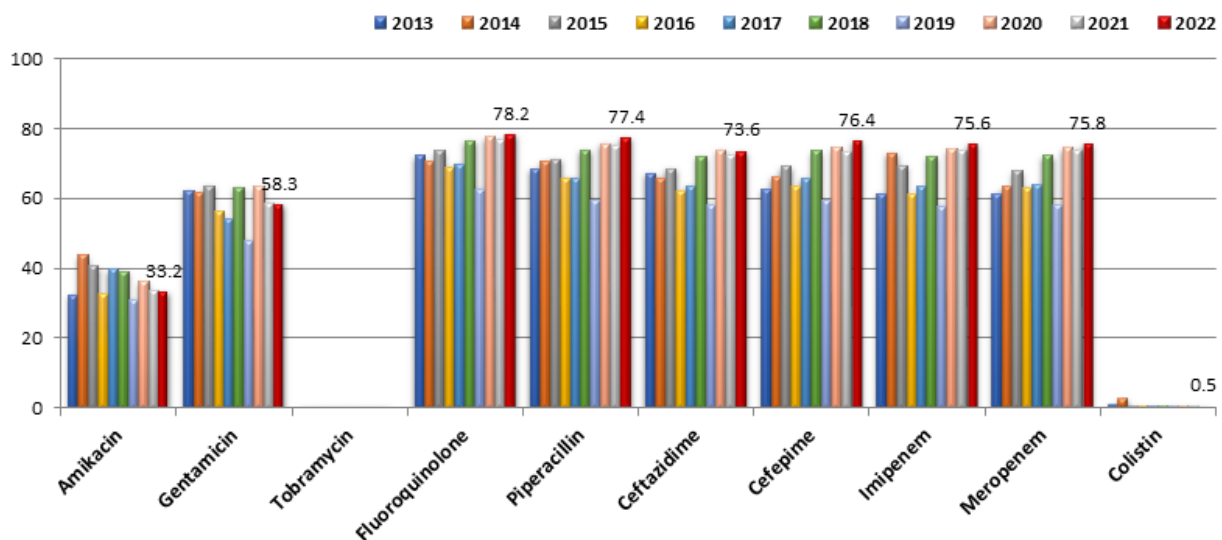
표 2-9. 중소병원 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	32.4	3,387	43.8	3,620	40.7	3,866	32.5	2,333	39.7	2,006	39.0	2,727	31.1	1,799	36.1	2,487	33.4	1,864	33.2	1,703
Gentamicin	62.3	5,311	61.6	5,506	63.6	8,014	56.2	5,179	53.9	6,382	63.0	10,454	47.9	6,273	63.3	8,774	58.6	6,990	58.3	7,389
Tobramycin	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Fluoroquinolone†	72.2	5,312	70.4	5,505	73.6	8,012	68.9	5,225	69.9	6,375	76.5	10,451	62.6	6,272	77.7	8,772	76.8	6,985	78.2	7,387
Piperacillin	68.5	5,304	70.6	4,110	71.2	7,379	65.8	4,980	65.8	6,379	73.9	10,454	59.5	6,274	75.5	8,775	75.1	6,990	77.4	7,389
Ceftazidime	67.2	5,311	65.7	5,506	68.4	8,014	62.0	5,161	63.5	6,382	72.1	10,454	58.1	6,273	73.7	8,775	72.2	6,990	73.6	7,389
Cefepime	62.7	5,312	66.3	4,121	69.1	7,915	63.3	5,161	65.7	6,382	73.5	10,454	59.4	6,274	74.4	8,766	73.2	6,990	76.4	7,389
Imipenem	61.4	5,310	72.9	4,794	69.3	7,728	61.1	5,200	63.4	6,381	72.0	10,453	57.7	6,274	74.0	8,774	73.5	6,988	75.6	7,387
Meropenem	61.3	5,303	63.3	5,351	67.8	7,999	63.2	4,994	63.8	6,380	72.3	10,453	58.0	6,270	74.4	8,774	73.9	6,990	75.8	7,388
Colistin	0.9	5,290	2.6	5,474	0.4	7,463	0.5	4,962	0.4	5,693	0.2	8,325	0.4	5,199	0.5	6,730	0.2	5,000	0.5	5,054

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Not tested

그림 2-23. 중소병원 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률 (%)

혈액 분리 아시네토박터균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, colistin을 제외한 대부분의 항균제 내성률이 전체 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다.

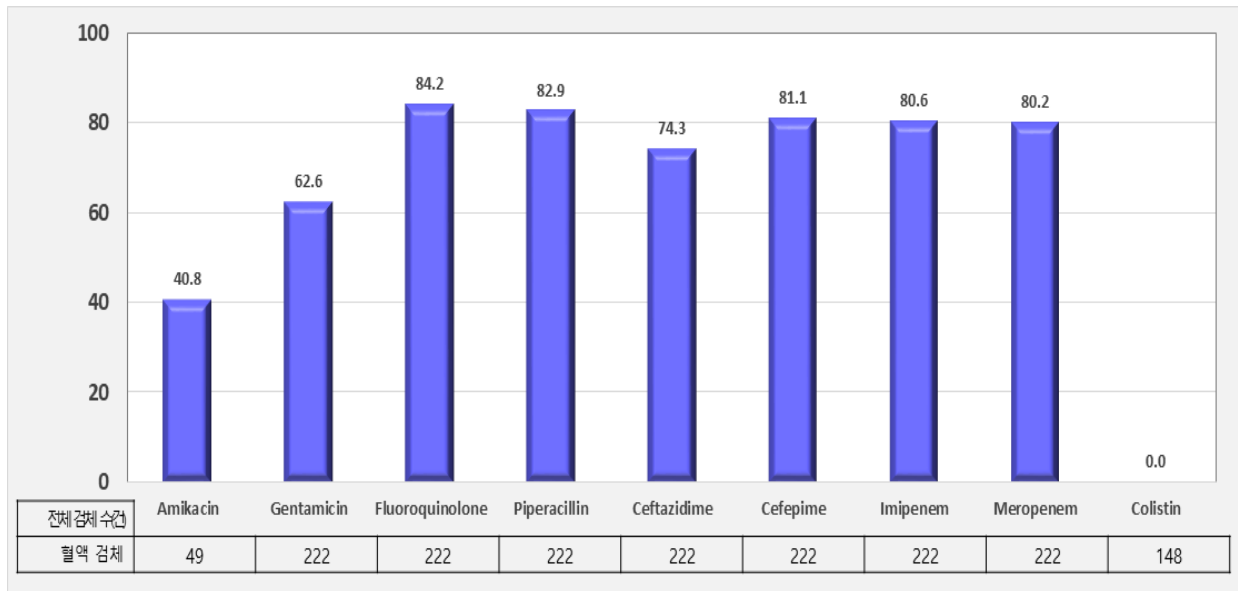


그림 2-24. 2022 중소병원 혈액 검체 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률 (%)

3

국가 항균제 내성정보 조사결과(요양병원)

2022 국가 항균제 내성정보 모니터링

3

국가 항균제 내성정보 조사결과(요양병원)

3. 1. 요양병원 수집 정보

2022년 요양병원 항균제 내성정보는 약 586개 기관에서 의뢰된 검사결과를 수집하여 분석하였으며, 총 50,640건의 검체 대상으로 내성정보가 수집되었다. 수집된 내성정보 50,640건의 주요 분리원은 호흡기 검체 19,980건(39.5%), 소변 검체 14,541건(28.7%), 대변 검체 9,703건(19.2%), 창상 검체 2,749건(5.4%) 순으로 확인되었다.

3. 1. 1. 연령별 검체 분포 현황

수집 건수는 요양병원의 특성상 1세 미만 군, 1세-4세 군, 5세-14세 군에서는 각각 18건, 22건, 11건으로 연령이 낮은 군에서 수집건수가 낮았다. 전반적으로 수집 건수는 연령이 증가하면서 대체적으로 증가하는 경향이 있으며, 75세-84세 군에서 총 14,534건으로 가장 많았다.

호흡기 검체는 각 연령에서 가장 많은 비율로 수집되고 있는 것으로 확인 되었으며, 연령이 증가할수록 호흡기 검체와 소변 검체, 대변 검체의 비율이 증가하는 경향을 보였다.

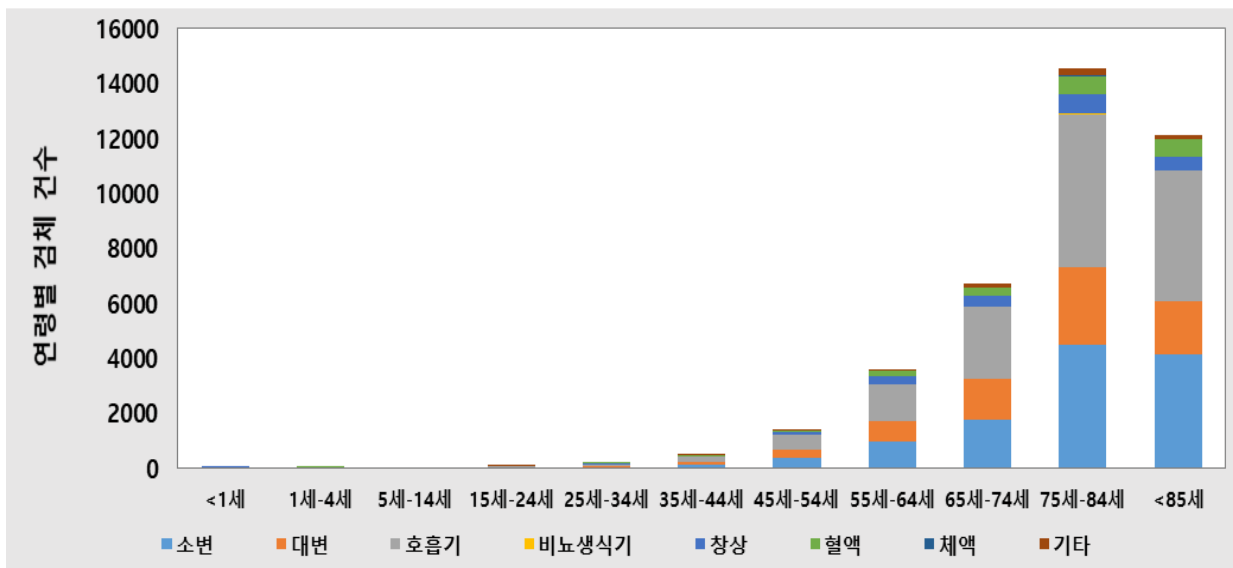


그림 3-1. 요양병원 연령대별 검체 분리 건수

3. 1. 2. 월별 분리 건수

1년 동안 수집된 검체를 월별로 나누었을 때, 가장 수집이 적은 월은 2월(3,410건), 가장 수집이 많은 월은 1월(5,235건)으로 나타났다. 내성정보의 월별 수집건수는 다소 차이가 있었으나, 매달 호흡기 검체가 가장 많이 분리되었고, 소변, 대변, 창상, 혈액 순으로 많이 분리되었다.

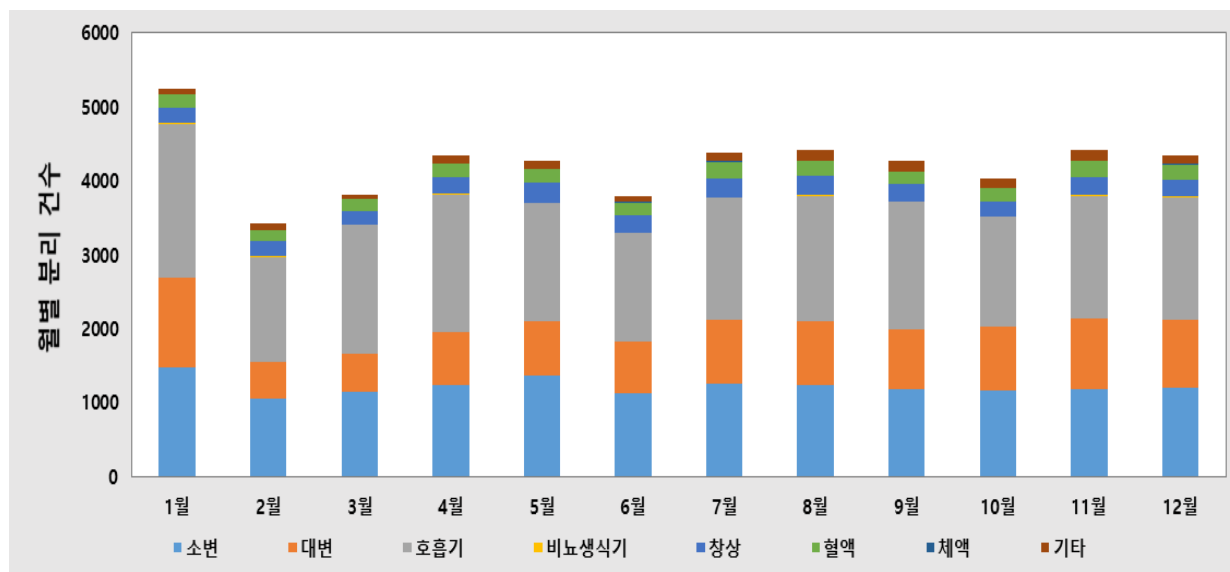


그림 3-2 요양병원 월별 검체 분리 건수

1년 동안 요양병원에서 분리된 건수를 비교하였을 때, 그람양성균과 그람음성균 모두 월별 편차가 큰 것을 확인하였으며, 모두 1월에 가장 많은 균이 분리되었다.

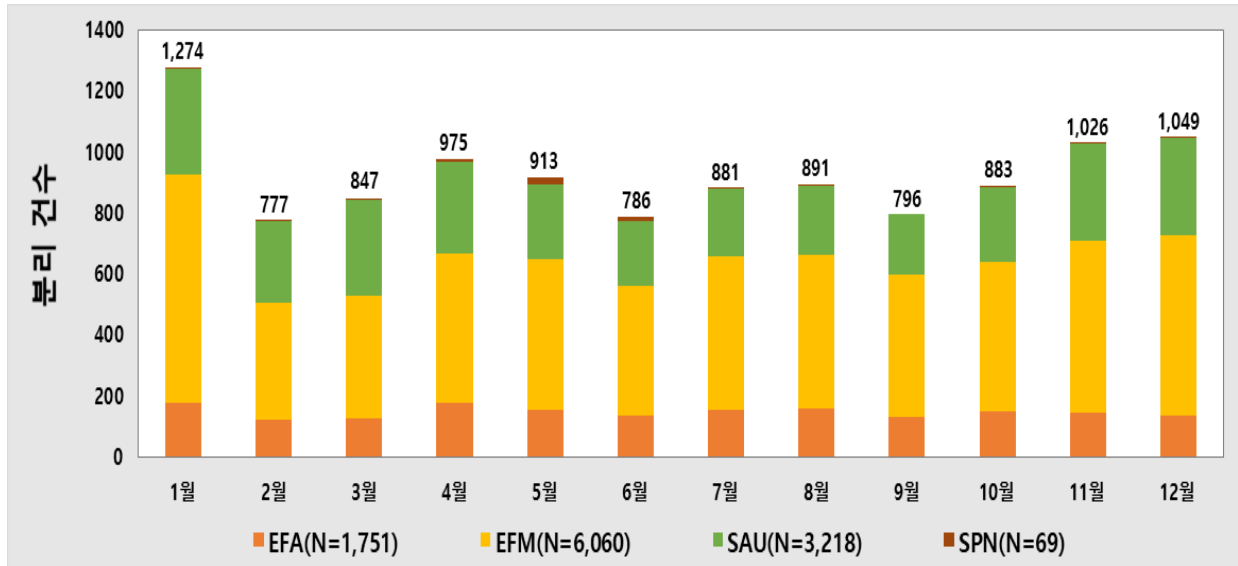


그림 3-3 요양병원 월별 그람양성균 분리 건수

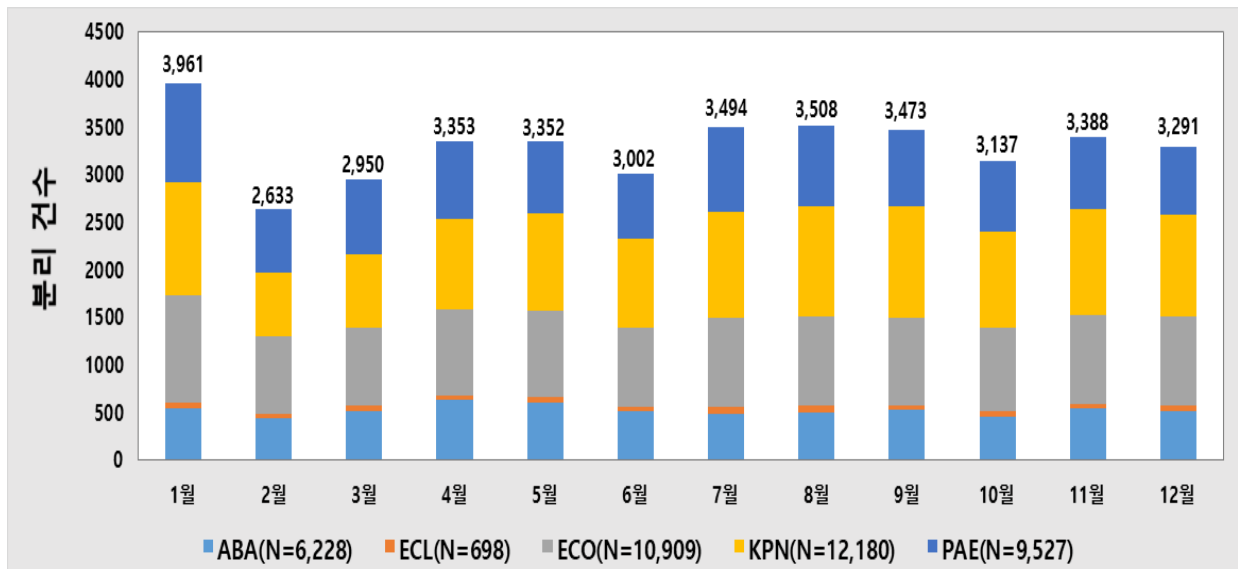


그림 3-4 요양병원 월별 그람음성균 분리 건수

3. 1. 3. 성별에 따른 분리 건수

혈액 분리 균의 성별 분포를 확인하였을 때, 대장균과 엔테로박터균, 폐렴막대균, *Enterococcus faecium*은 여성에서 더 많이 분리되었으며, 그 외 균주는 남성에서 더 많이 분리되었다. 소변 분리 균의 성별 분포의 경우 두 균종 모두 여성에서 더 많이 분리되었다.

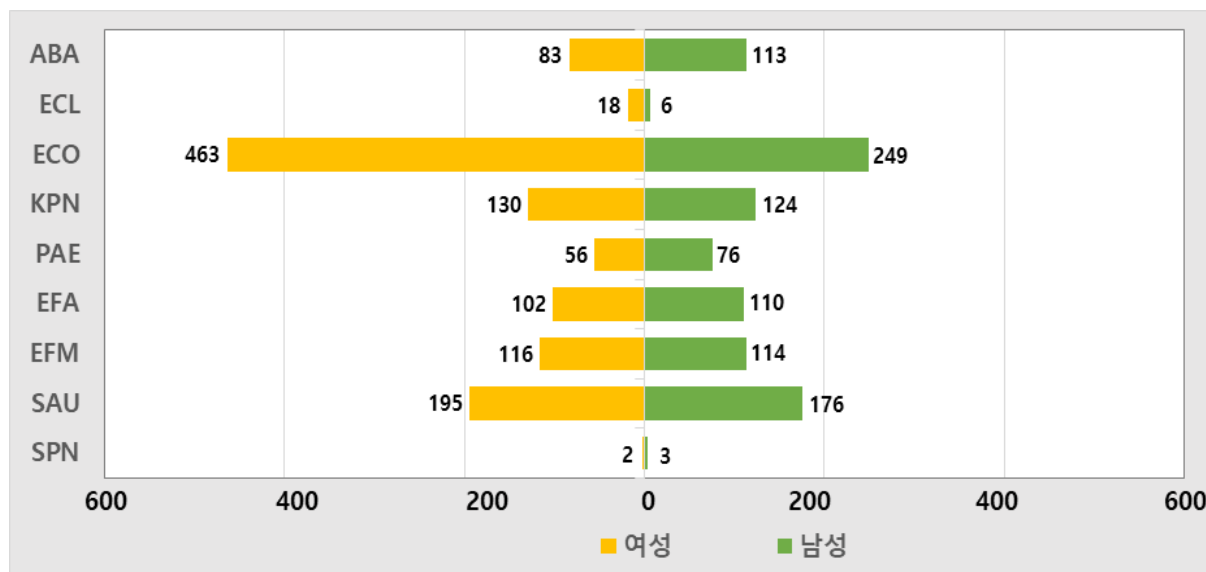


그림 3-5 요양병원 성별에 따른 혈액 검체에서의 병원균 분리 건수

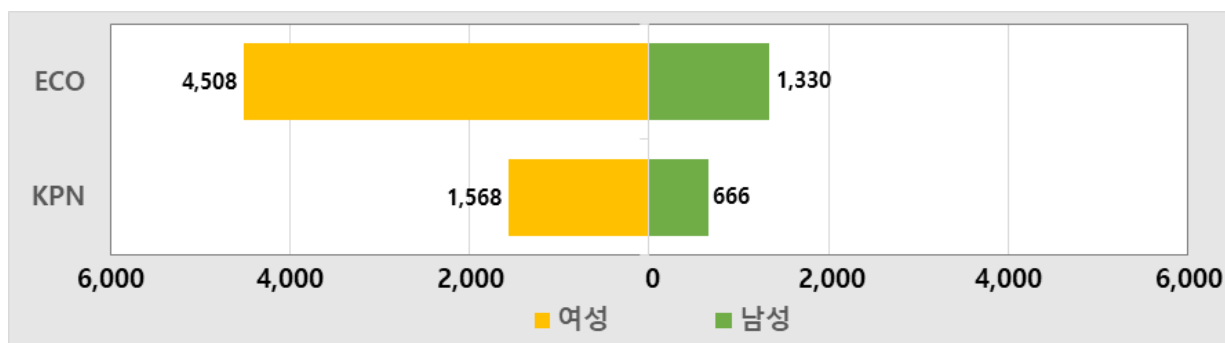


그림 3-6 요양병원 성별에 따른 소변 검체에서의 병원균 분리 건수

3. 2. 요양병원 항균제 내성 현황

3. 2. 1. 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*)

2022년 요양병원의 내성률 조사에서 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*)의 주요 분리원은 호흡기(64.2%), 창상(15.7%), 혈액(11.9%) 검체순으로 확인되었다. Oxacillin 내성률은 52.3%로 나타났으며, cefoxitin 항균제 내성 스크리닝* 결과로 확인한 메티실린 내성 황색포도알균(MRSA)는 54.6%로 확인되었다. Mupirocin 내성률은 2011년부터 꾸준히 증가하는 추세로 2022년에는 31.2%로 나타났다. Erythromycin, gentamicin, clindamycin, tetracycline 내성률은 각각 52.7%, 44.3%, 23.4%, 17.3%로 2021년과 비슷한 수준을 유지하는 것을 확인하였다. Fluoroquinolone 계열인 ciprofloxacin의 내성률은 79.9%로 여전히 높은 수준을 유지하고 있다.

* 자동화장비를 통해 cefoxitin에 내성 유무만을 확인(내성 : positive, 감수성 : negative)

표 3-1. 요양병원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Oxacillin	77.4	1,466	79.0	1,422	80.3	2,214	77.9	1,540	80.1	1,619	78.3	1,344	86.0	1,994	88.8	3,676	85.0	2,975	85.1	3,217
Penicillin G	96.7	1,292	97.1	1,086	97.1	1,580	95.9	1,556	96.9	1,426	97.7	1,708	97.1	1,470	97.4	3,678	96.6	2,975	96.1	3,037
Erythromycin	63.1	1,413	65.1	1,368	63.5	2,156	56.1	1,514	56.5	1,759	58.1	1,794	61.7	1,939	64.5	3,585	52.0	2,923	52.7	3,151
Clindamycin	40.0	1,436	38.7	1,368	38.0	2,156	35.6	1,515	31.8	1,759	28.4	1,794	28.6	1,939	31.9	3,585	23.8	2,923	23.4	3,152
Gentamicin	56.5	1,466	55.9	1,422	49.4	2,213	47.5	1,581	45.5	1,804	41.5	1,821	42.7	1,990	46.0	3,677	43.8	2,974	44.3	3,217
Ciprofloxacin	65.8	1,465	70.3	1,422	71.0	2,213	70.6	1,596	75.4	1,804	78.2	1,820	80.3	1,993	82.0	3,676	79.1	2,973	79.9	3,214
Tetracycline	49.4	1,466	47.9	1,422	42.2	2,214	37.2	1,556	31.4	1,804	29.3	1,822	24.7	1,992	31.0	703	17.9	2,974	17.3	3,037
Rifampin	5.6	1,466	4.9	1,422	6.3	2,214	4.2	1,540	4.3	1,804	4.5	1,822	3.2	1,994	2.4	3,677	3.2	2,975	3.3	3,038
SXT†	2.5	1,465	2.3	1,422	2.4	2,213	4.8	1,599	5.2	1,804	5.2	1,821	6.2	1,994	9.3	3,677	7.3	2,974	8.0	3,038
Vancomycin‡	0.0	1,466	0.0	1,422	0.0	2,214	0.4	1,557	0.0	1,804	0.0	1,822	0.0	1,994	0.1	3,678	0.0	2,975	0.0	3,217
Linezolid	0.1	1,465	0.0	1,422	0.0	2,214	0.0	1,557	0.0	1,804	0.1	1,822	0.4	1,994	0.1	3,678	0.0	2,975	0.1	3,217
QDA§	0.1	1,485	0.0	1,422	0.1	2,214	0.5	1,554	0.1	1,804	0.2	1,822	0.2	1,994	0.0	3,677	0.1	2,975	0.1	3,038
Mupirocin#	11.6	1,022	15.3	1,421	15.6	2,213	18.1	1,529	20.8	1,759	23.1	1,708	26.1	1,470	27.7	2,556	29.7	1,705	31.2	1,502

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† Trimethoprim-sulfamethoxazole

‡ VISA(Vancomycin intermediate *Staphylococcus aureus*)

: 2007(0.2%), 2008(0.3%), 2009(0.2%), 2010(0.1%), 2011 (0.0%), 2012(0.0%), 2013(0.1%), 2014(0.0%), 2015(0.0%), 2016(0.1%), 2017(0.0%), 2018(0.0%), 2019(0.0%), 2020(0.03%), 2021(0.0%), 2022(0.03%)

§ Quinupristin-dalfopristin

CLSI 지침 내 기준이 명시되어있지 않아, 임상검사센터 자체 기준으로 내성률 산출

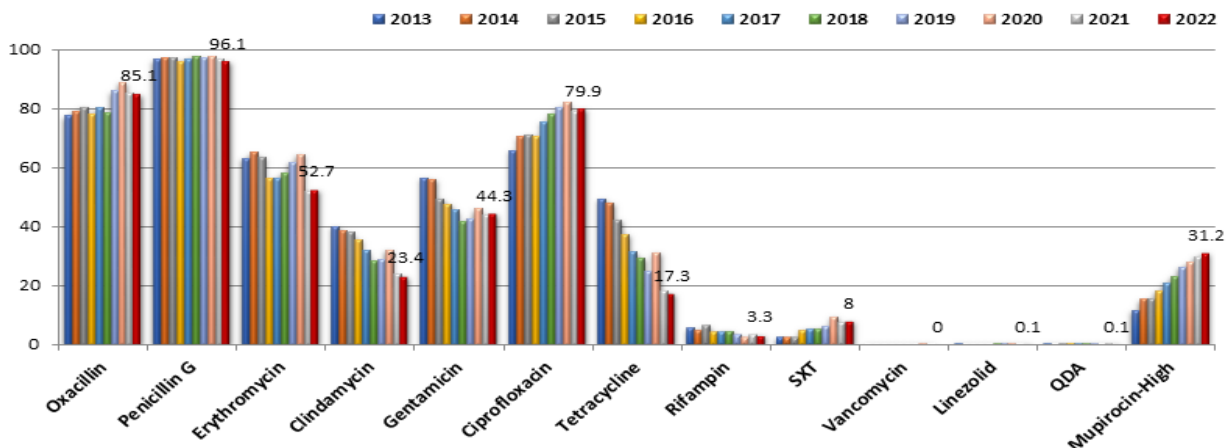


그림 3-7. 요양병원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률 (%)

혈액 분리 황색포도알균의 항균제 내성률은 tetracycline(14.9%)를 제외한 다른 항균제에서 모두 전체 항균제 내성률에 비해 높거나 비슷한 수치를 보였다. Oxacillin 내성 황색포도알균의 경우 전체 검체 항균제 내성률에서는 85.1%였으나, 혈액 분리 황색포도알균에서는 88.5%로 더 높은 내성을 보였다.

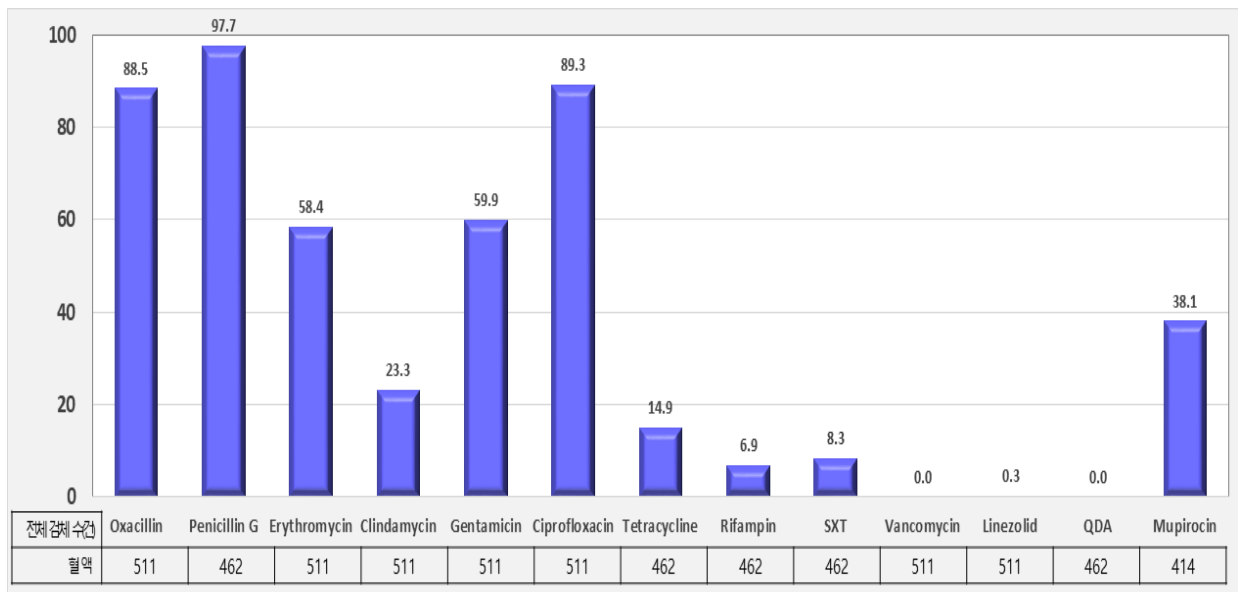


그림 3-8. 2022 요양병원 혈액 검체 분리 *S. aureus* 항균제 내성률 (%)

3. 2. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.)

2022년 요양병원의 내성률 조사에서 장알균(*E. faecium*, *E. faecalis*) 주요 분리원은 대변(49.5%), 소변(35.6%), 혈액(5.9%) 검체순으로 확인되었다.

Enterococcus faecalis

Ampicillin 내성률은 2022년에는 0.6%로 나타났다. Ciprofloxacin 내성률은 2007년 58.4%에서 2020년(82.5%)까지 지속 증가하다 2021년부터 감소하는 경향을 보여 2022년 76.1%로 나타났다. 하지만 여전히 높은 내성률을 유지하였다. 고농도 gentamicin 내성률은 76.3%로 증가하는 경향을 보였다. Vancomycin 내성률은 14.1%로 2021년 15.9%에 비해 소폭 감소하였지만, 여전히 중소병원(0.8%), 의원(0.1%)보다 높은 내성률을 나타냈다.

표 3-2. 요양병원 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Ampicillin	0.8	613	1.9	611	0.7	935	3.5	752	0.7	721	1.1	912	0.9	1,043	0.6	1,854	0.4	1,566	0.6	1,745
Ciprofloxacin	78.1	554	77.6	570	79.6	891	71.5	736	76.7	644	71.8	734	76.4	901	82.5	1,441	77.3	1,313	76.1	1,382
Gentamicin-High [†]	72.3	561	72.6	571	72.4	811	75.0	628	80.0	629	62.2	833	73.2	869	74.1	1,573	75.8	1,305	76.3	1,597
Streptomycin-High [†]	30.1	557	22.2	609	22.0	931	21.1	730	21.5	717	15.0	912	21.2	1,032	21.7	1,843	16.5	1,547	18.2	1,682
Tetracycline	94.7	554	92.9	607	92.8	891	91.8	718	92.5	644	90.9	734	91.6	901	94.3	1,442	93.3	1,314	91.3	1,334
Vancomycin	2.8	563	1.9	611	9.9	935	6.6	740	9.0	720	20.1	911	10.9	1,048	29.2	1,854	15.9	1,567	14.1	1,743
Linezolid	1.0	563	0.5	611	0.0	935	0.7	740	0.4	721	0.2	912	0.4	1,048	0.4	1,854	0.3	1,567	0.3	1,745

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 임상감사센터 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

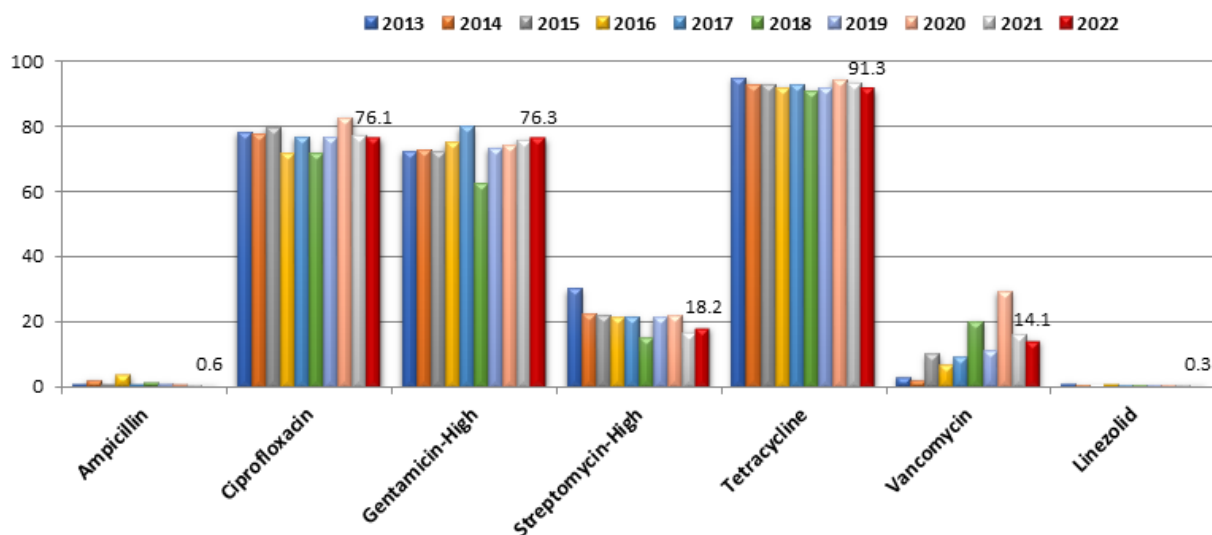


그림 3-9. 요양병원 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률 (%)

혈액 분리 *E. faecalis*의 항균제 내성률을 분석하였을 때, 아미노글리코사이드계 항균제인 gentamicin과 streptomycin의 내성률이 전체 검체 항균제 내성률에 비해 높은 수치를 보였다. 이 외 항균제 내성률에서는 혈액 분리 *E. faecalis*의 내성률이 대부분 낮은 것을 확인하였다.

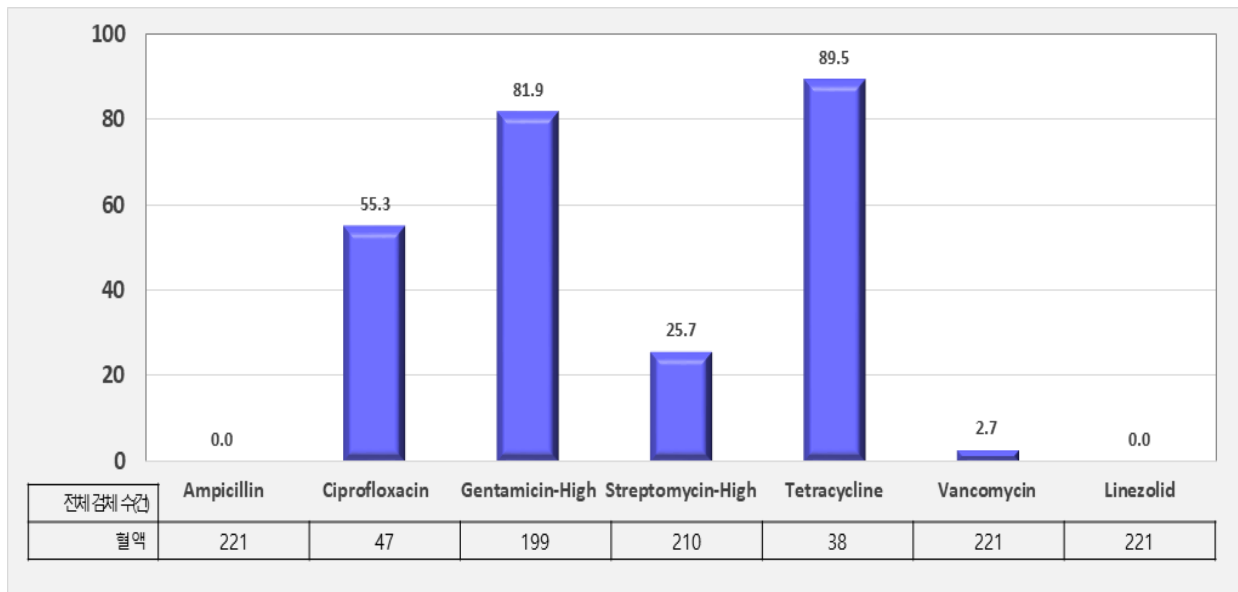


그림 3-10. 2022 요양병원 혈액 검체 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률 (%)

Enterococcus faecium

Ampicillin과 ciprofloxacin의 내성률은 2010년 이후 90% 이상으로 매우 높게 나타나고 있으며, 고농도 gentamicin 내성률은 2007년 93.6% 이후 전반적으로 감소하는 경향을 보였으나, 2017년 이후 다시 증가하여 2021년 57.7%까지 증가하였다. 2022년에는 52.9%로 전년보다 감소하였으나, 여전히 50%이상의 내성률을 유지하고 있다. Vancomycin 내성률은 2007년 20.5% 이후로 점차 증가하여 높은 수준을 유지하고 있으며, 2022년에는 83.9%였다. QDA와 linezolid 내성률은 각각 8.6%와 0.3%로 나타났다.

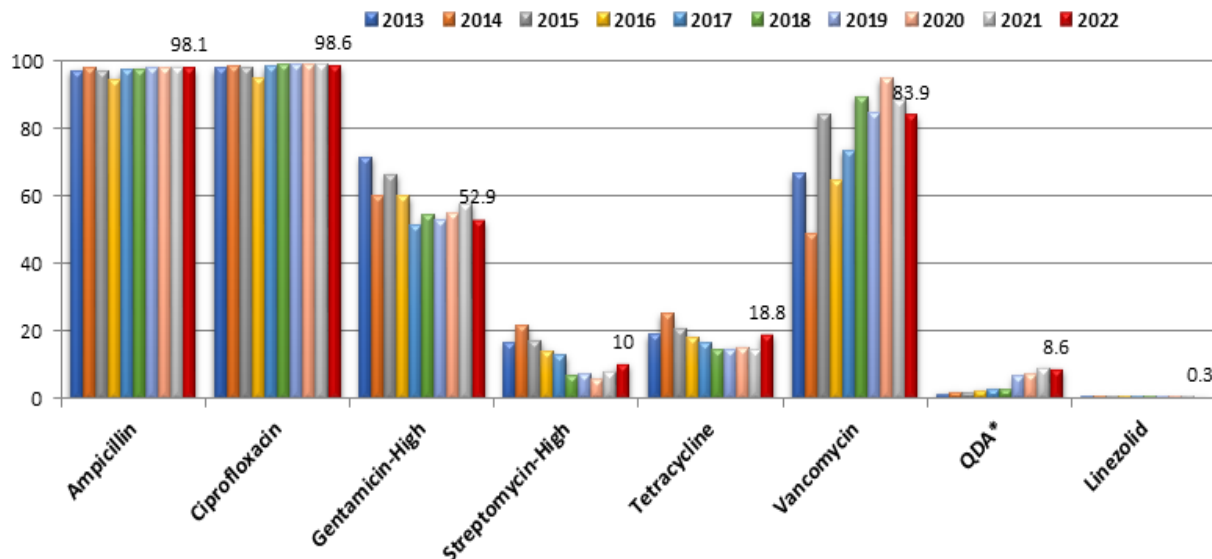
표 3-3. 요양병원 분리 *E. faecium* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021 [*]		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Ampicillin	97.2	563	98.0	435	97.4	1,770	94.8	811	97.6	1,145	97.8	2,787	98.2	2,524	98.0	11,981	98.4	5,657	98.1	6,055
Ciprofloxacin	98.1	556	98.5	412	98.2	1,738	95.1	811	98.6	795	99.0	2,105	99.4	1,804	99.4	7,274	99.2	3,495	98.6	3,173
Gentamicin-High [†]	71.6	563	60.2	433	66.6	1,670	60.2	688	51.4	1,055	54.5	2,705	53.0	2,046	55	10,895	57.7	4,864	52.9	5,811
Streptomycin-High [†]	16.6	561	21.7	431	17.2	1,762	14.2	779	12.9	1,138	6.9	2,774	7.1	2,502	5.6	11,878	7.9	5,625	10.0	5,908
Tetracycline	19.0	556	25.1	413	20.9	1,738	18.3	774	16.4	795	14.5	2,105	14.6	1,805	15.1	7,270	14.5	3,492	18.8	3,072
Vancomycin	66.7	563	49.1	435	84.4	1,770	64.6	791	73.7	1,145	89.7	2,787	84.7	2,524	94.9	11,981	88.6	5,657	83.9	6,055
QDA [‡]	1.2	593	1.9	429	1.5	1,763	2.4	764	2.9	1,143	2.7	2,787	6.6	2,522	7.2	11,981	9.1	5,655	8.6	5,955
Linezolid	0.3	563	0.4	435	0.5	1,769	0.5	791	0.4	1,145	0.3	2,787	0.6	2,524	0.3	11,981	0.2	5,657	0.3	6,055

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 임상검사센터 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

‡ Quinupristin-dalfopristin

그림 3-11. 요양병원 분리 *E. faecium* 항균제 내성률 (%)

전체 검체 항균제 내성률과 비교하였을 때 혈액 분리 *E. faecium*의 항균제 내성률이 모든 항균제에서 낮은 수치를 보였다. 특히, vancomycin 내성률은 전체 검체 대상 항균제 내성률이 83.9%, 혈액 분리 *E. faecium*이 42.4%로 큰 차이를 보였다. 이는 전체 검체 내 포함된 대변 분리 *E. faecium*의 높은 vancomycin 내성률에 영향을 받았을 것으로 생각된다.

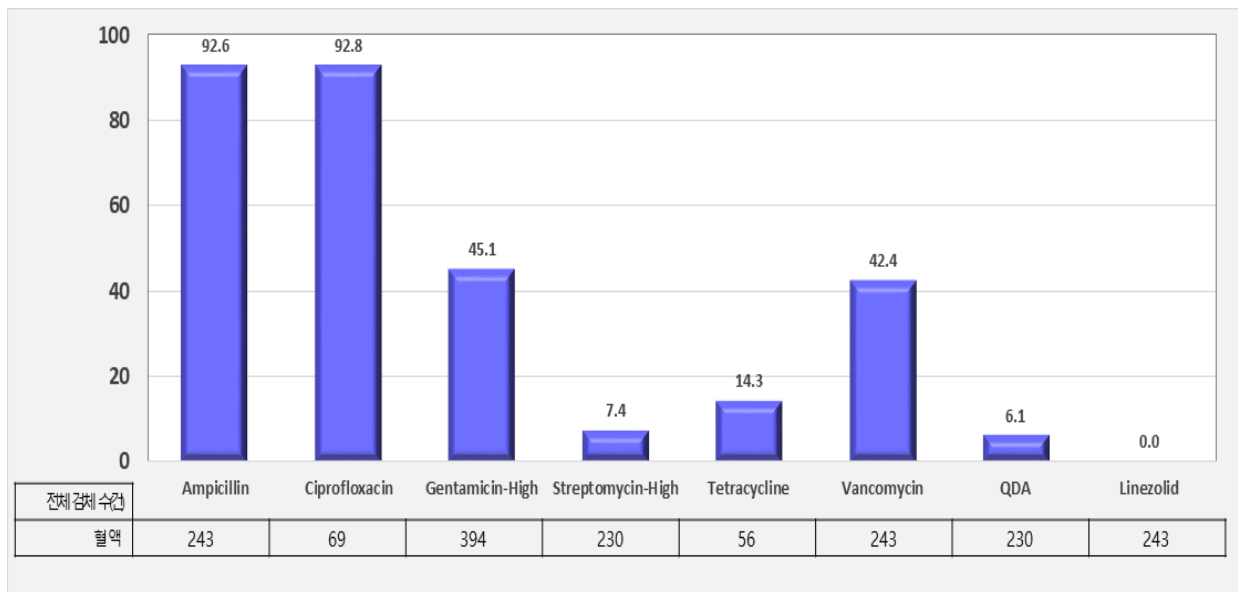


그림 3-12. 2022 요양병원 혈액 검체 분리 *E. faecium* 항균제 내성률 (%)

3. 2. 3. 폐렴사슬알균(*Streptococcus pneumoniae*)

2022년 요양병원 내성률 조사에서 폐렴사슬알균(*S. pneumoniae*)의 주요 분리원은 호흡기(88.4%), 혈액(8.7%), 창상(1.4%) 검체 순으로 확인되었다. Penicillin G 내성률은 2013년 15.6%까지 감소하다 다시 증가하는 추세를 보였으며, 2022년 77.9%로 나타났다. Erythromycin, SXT, rifampin 내성률은 각각 91.3%, 87.9%, 3.0%로 나타났다

표 3-4. 요양병원 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021 [*]		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Penicillin G	15.6	45	35.5	79	44.9	69	25.0	68	43.6	55	58.5	53	59.5	79	67.0	97	65.1	43	77.9	68
Erythromycin	88.2	127	80.7	79	91.5	142	86.9	84	88.6	70	92.0	75	85.9	99	90.6	96	91.3	46	91.3	69
Tetracycline	81.9	127	69.4	79	80.4	143	73.8	84	77.1	70	66.7	75	54.1	98	64.6	96	58.7	46	45.5	66
SXT [†]	81.9	127	72.8	79	77.6	143	66.7	84	74.3	70	76.0	75	77.8	99	83.5	97	84.8	46	87.9	66
Ofloxacin	NT [‡]	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Rifampin	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	3.1 [§]	96 [§]	6.7 [§]	45 [§]	3.0	69
Vancomycin	0.0	127	0.0	79	0.0	143	0.0	84	0.0	70	0.0	75	0.0	99	0.0	98	0.0	46	0.0	68

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† Trimethoprim-sulfamethoxazole

‡ Not tested

§ 자동화장비 패널 변경(AST ST-01→ST03)으로 감수성 검사 결과 추가

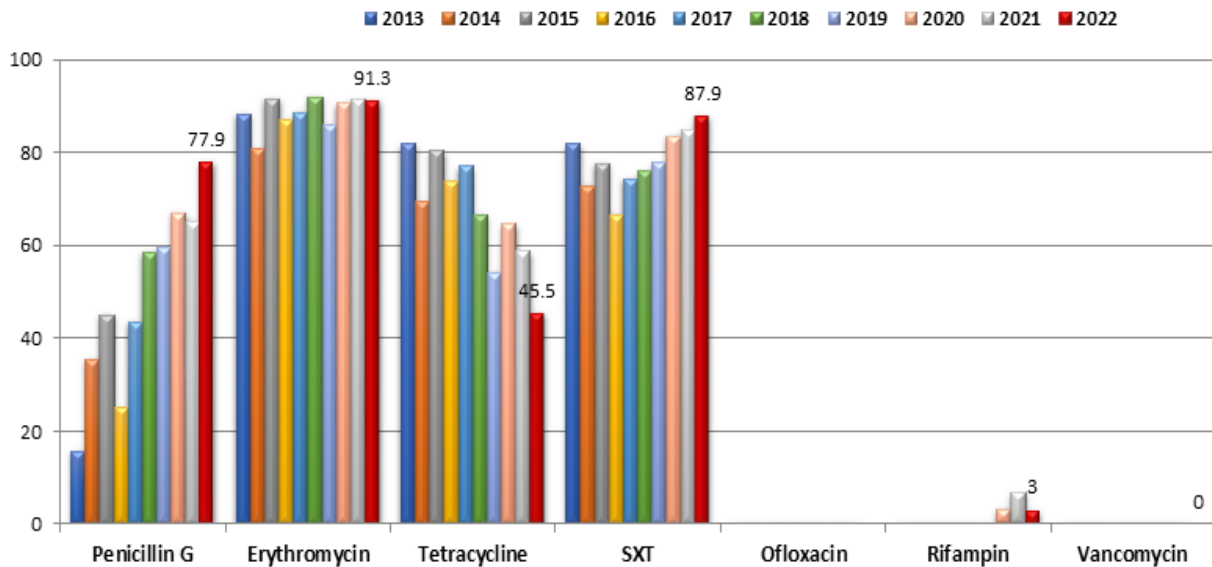


그림 3-13. 요양병원 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

폐렴사슬알균의 경우, 대부분 호흡기 검체에서 분리되어 혈액 분리 폐렴사슬알균의 수가 너무 적어 항균제 내성률 해석에 유의할 필요가 있다. 혈액 분리 폐렴사슬알균 6주 중 2주가 penicillin G, erythromycin, tetracycline, SXT 네종류 항균제에 모두 내성을 가졌다. 호흡기 분리 폐렴사슬알균의 경우, tetracycline과 rifampin을 제외한 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률 보다 더 높았다.

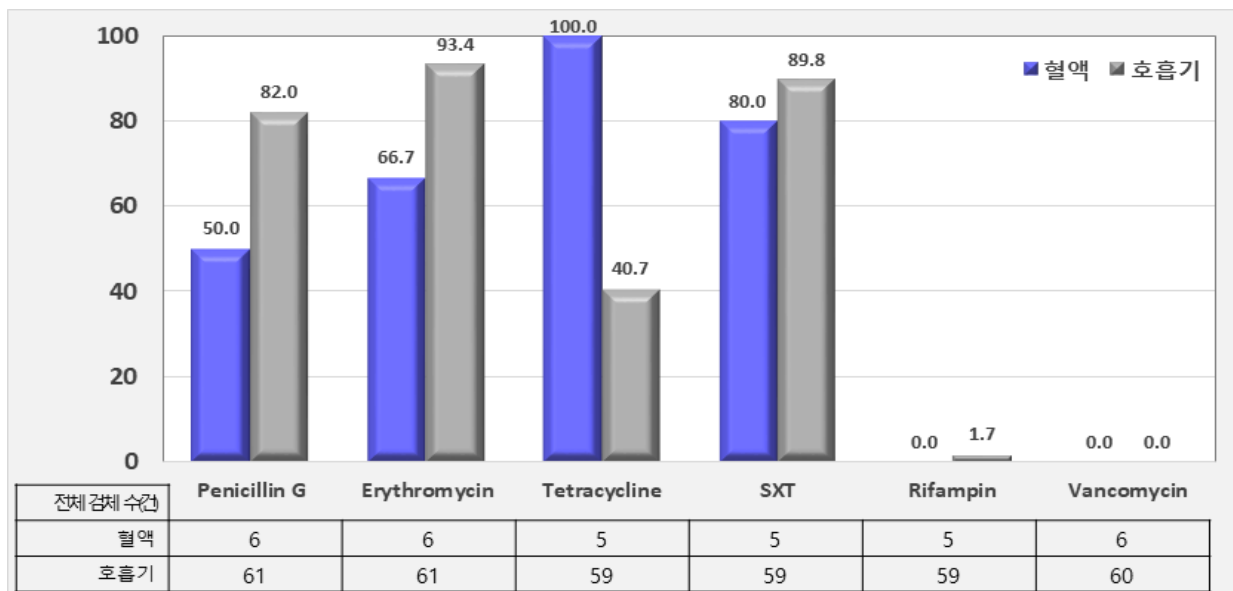


그림 3-14. 2022 요양병원 혈액·호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

3. 2. 4. 대장균(*Escherichia coli*)

2022년 요양병원 내성률 조사에서 대장균(*E. coli*)의 주요 분리원은 소변(55.3%), 대변(16.9%), 호흡기(14.2%) 검체 순으로 확인되었다. 전년대비 2022년 모든 항균제에서 내성률이 감소한 것을 확인하였고, 여전히 중소병원, 의원에 비해 높은 내성률을 보였다. Ceftazidime, cefepime 내성률은 각각 51.0%, 35.2%로 2021년보다 소폭 증가하였으며, cefotaxime 내성률은 76.8%로 2021년과 비슷한 수준을 유지했다. Cefoxitin 내성률은 22.7%, imipenem 내성률은 18.2%로 2021년에 비해 소폭 증가하였으며, imipenem의 경우 이전보다는 여전히 높은 내성률을 확인하였다.

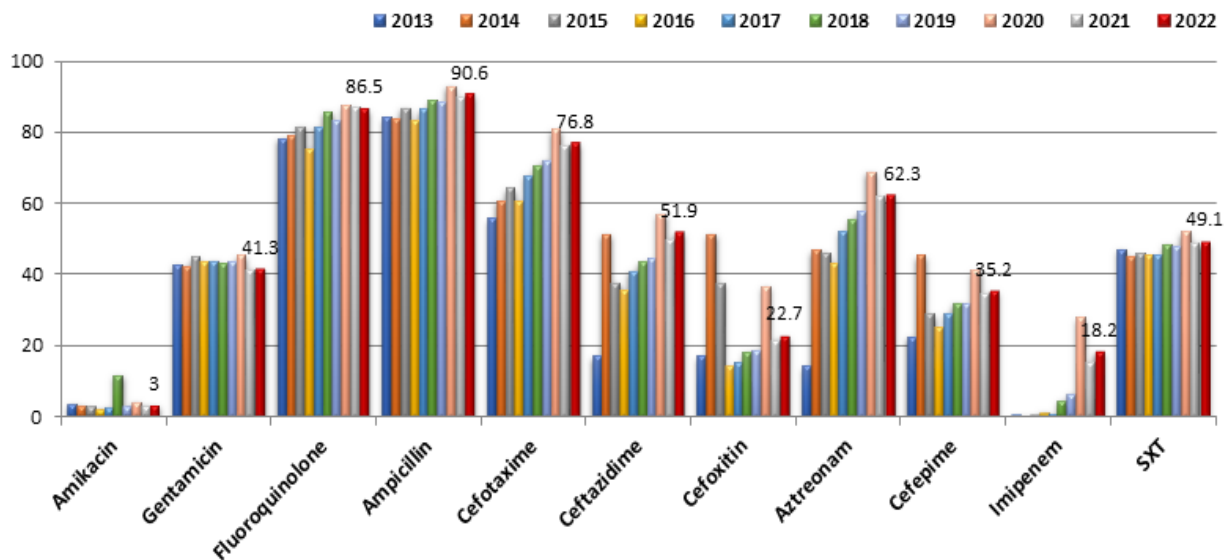
표 3-5. 요양병원 분리 *E. coli* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021 [*]		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	3.5	3,939	3.0	3,591	2.7	6,039	2.0	4,697	2.6	4,869	11.4	5,924	2.8	5,885	4.0	10,763	3.0	9,814	3.0	10,903
Gentamicin	42.6	3,939	42.3	3,591	44.9	6,039	43.5	4,728	43.7	4,869	43.0	5,924	43.4	5,885	45.4	10,763	41.3	9,814	41.3	10,901
Fluoroquinolone [†]	78.2	3,652	78.9	3,591	81.4	6,039	75.3	4,764	81.4	4,869	85.6	5,924	83.0	5,885	87.4	10,762	86.8	9,814	86.5	10,903
Ampicillin	84.1	3,935	83.7	3,588	86.7	6,038	83.4	4,689	86.5	4,869	88.8	5,923	88.3	5,886	92.8	10,757	89.7	9,812	90.6	10,902
Cefotaxime	55.8	3,937	60.7	3,590	64.2	6,042	60.6	4,711	67.7	4,868	70.5	5,924	71.9	5,882	80.8	10,757	76.0	9,813	76.8	9,792
Ceftazidime	16.9	3,139	51.3	3,591	37.4	6,042	35.5	4,711	40.9	4,869	43.3	5,924	44.3	5,881	56.8	10,760	49.8	9,814	51.9	10,900
Cefoxitin	15.2	3,762	14.3	3,588	16.7	6,038	14.1	4,654	15.1	3,480	18.2	5,922	18.7	5,882	36.6	10,756	21.5	9,813	22.7	10,902
Aztreonam	14.2	2,640	46.8	2,870	45.9	3,976	43.1	3,293	52.1	3,479	55.4	4,309	57.6	4,236	68.8	8,063	61.9	7,738	62.3	8,451
Cefepime	22.3	40	45.2	3,591	28.8	6,041	24.9	4,711	29.0	4,869	31.9	5,924	31.5	5,883	41.1	10,760	34.4	9,813	35.2	10,903
Imipenem	0.1	3,933	0.0	3,590	0.1	6,041	1.0	4,745	0.7	4,868	4.4	5,924	6.2	5,883	27.9	10,748	15.2	9,810	18.2	10,899
SXT [‡]	47.0	3,933	44.9	3,590	45.8	6,037	45.2	4,764	45.2	4,867	48.4	5,920	47.9	5,884	51.8	10,754	48.8	9,803	49.1	10,357

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Trimethoprim-sulfamethoxazole

그림 3-15. 요양병원 분리 *E. coli* 항균제 내성률 (%)

혈액 분리 대장균의 내성률과 소변 분리 대장균의 내성률을 비교하였을 때, 혈액에서 분리된 대장균의 내성률이 전반적으로 더 높은 것을 확인하였다. 카바페넴계 항균제인 imipenem의 내성률을 볼 때, 전체 검체 대상 내성률이 18.2%로 높았으나, 혈액 분리 대장균에서는 3.1%, 소변 분리 대장균에서는 2.7%로 비교적 낮은 수치를 보였다.

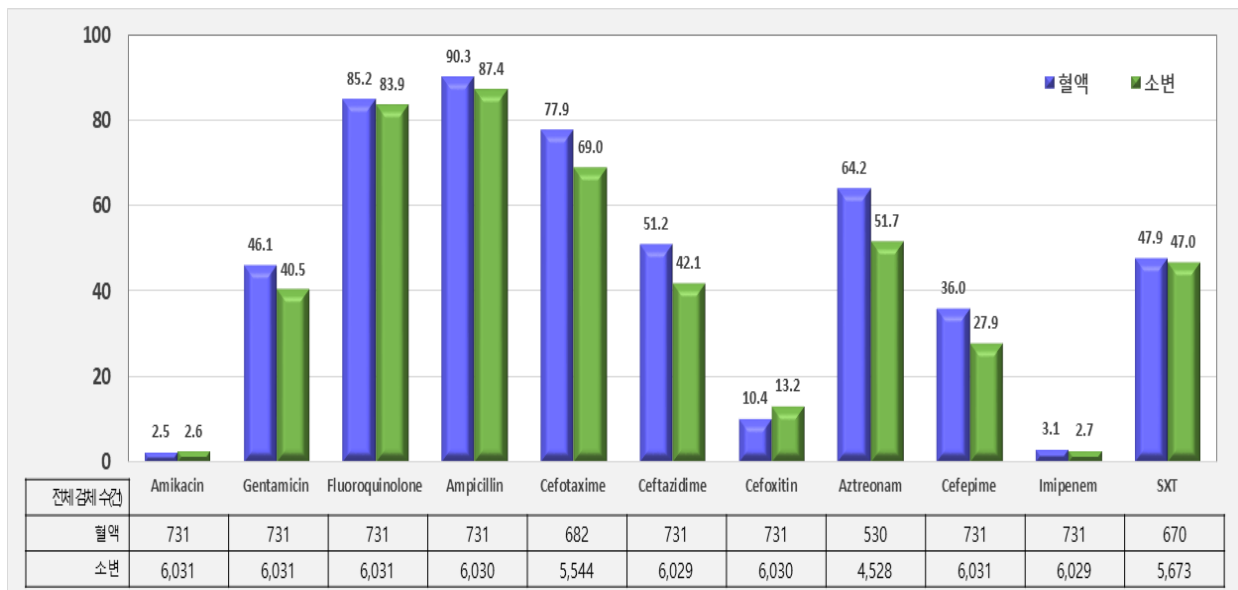


그림 3-16. 2022 요양병원 혈액·소변 검체 분리 *E. coli* 항균제 내성률 (%)

3. 2. 5. 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*)

2022년 요양병원 내성률 조사에서 폐렴막대균(*K. pneumoniae*)의 주요 분리원은 호흡기(41.3%), 대변(32.2%), 소변(18.9%) 검체 순으로 확인되었다. Cephalosporin계와 aztreonam, imipenem 등 대부분의 항균제에서 내성률이 2021년에 비해 증가한 것을 확인하였다. Amikacin 내성률의 경우 지속 감소하는 경향을 보이며, 2022년 3.9%로 전년 대비 소폭 감소하였다.

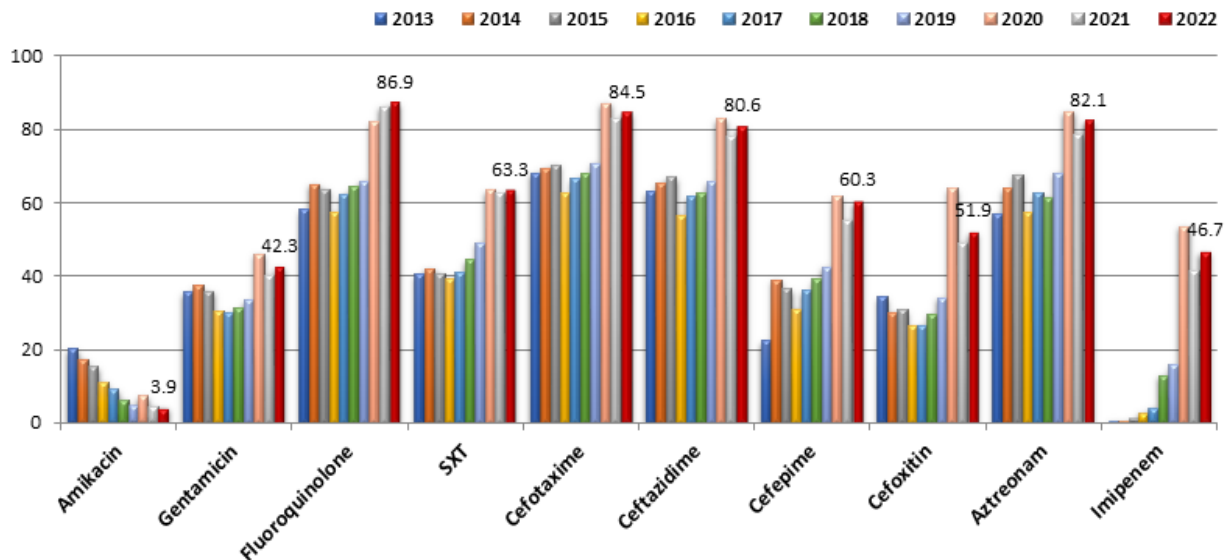
표 3-6. 요양병원 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	20.1	3,296	17.2	2,817	15.2	4,986	11.0	3,474	9.0	3,676	6.2	3,123	4.6	5,044	7.3	11,232	4.5	9,495	3.9	12,176
Gentamicin	35.5	3,296	37.4	2,817	35.7	4,986	30.3	3,506	29.8	3,676	31.2	3,123	33.3	5,044	45.9	13,787	40.2	9,495	42.3	12,176
Fluoroquinolone†	58.0	3,022	65.0	2,817	63.6	4,986	57.5	3,523	62.3	3,676	64.3	3,123	65.7	5,044	81.9	13,787	86.2	9,495	86.9	12,176
SXT‡	40.4	3,294	42.0	2,817	40.7	4,986	39.0	3,527	40.8	3,676	44.5	3,123	49.0	5,043	63.4	13,787	62.5	9,495	63.3	11,598
Cefotaxime	67.9	3,298	69.3	2,817	70.2	4,986	62.5	3,489	66.5	3,676	67.8	3,123	70.6	5,044	87.0	13,786	82.8	9,495	84.5	10,698
Ceftazidime	62.9	3,297	65.3	2,816	66.9	4,986	56.5	3,484	61.5	3,676	62.5	3,123	65.5	5,044	82.9	13,788	78.0	9,495	80.6	12,176
Cefepime	22.4	3,298	38.9	2,816	36.4	4,986	30.9	3,484	35.9	3,676	39.1	3,123	42.4	5,044	61.7	13,788	55.3	9,495	60.3	12,176
Cefoxitin	34.2	3,147	30.0	2,817	30.8	4,984	26.2	3,437	26.5	2,808	29.7	3,122	34.1	5,043	63.9	13,785	49.0	9,494	51.9	12,176
Aztreonam	56.9	2,032	63.9	1,813	67.5	3,550	57.1	2,650	62.4	2,808	61.4	2,270	67.9	3,928	84.8	11,232	78.6	7,731	82.1	10,201
Imipenem	0.1	3,286	0.5	2,817	1.1	4,986	2.7	3,500	4.0	3,676	12.9	3,123	15.8	5,042	53.4	13,776	41.3	9,488	46.7	12,171

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Trimethoprim-sulfamethoxazole

그림 3-17. 요양병원 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

주요 검체별 내성률을 비교하였을 때, 대부분의 항균제가 비슷한 수치를 보였으나 SXT, cefepime, ceftazidime, imipenem의 경우 혈액 분리 폐렴막대균에서 다른 두 검체 분리균에 비해 낮은 내성률을 보였다. 카바페넴계 항균제인 imipenem의 내성률을 보면, 혈액, 호흡기, 소변 분리 균주 내성률이 각각 22.2%, 26.6%, 24.0%로 전체 검체 대상 내성률은 46.7%에 비해 비교적 낮은 내성률을 보였다.

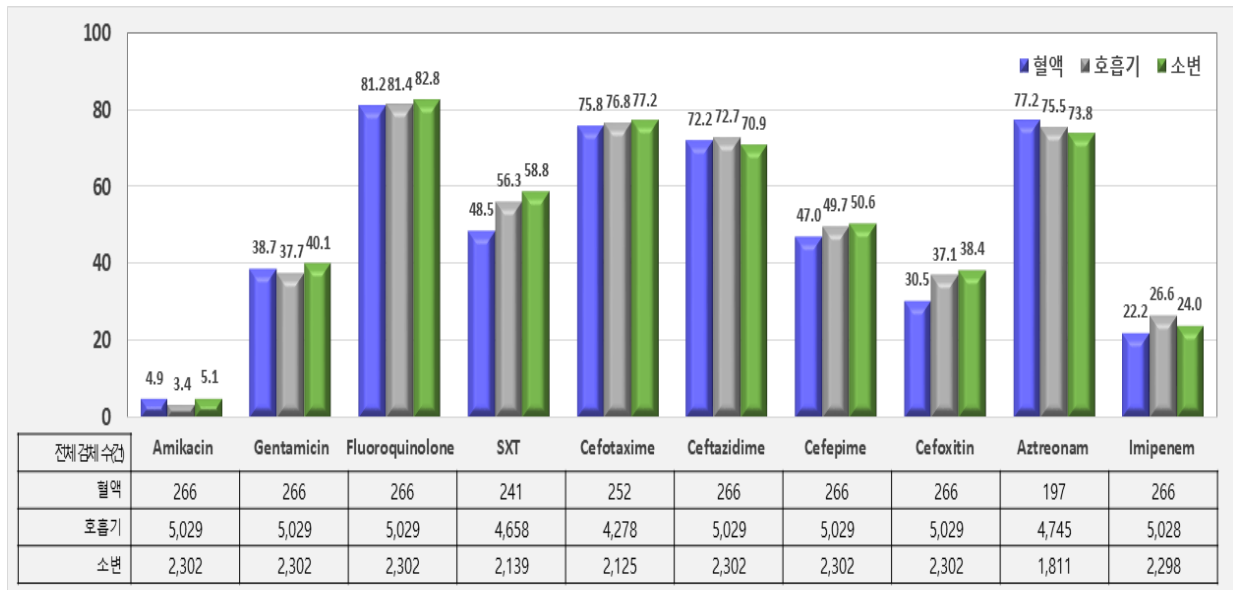


그림 3-18. 2022 요양병원 혈액·호흡기·소변 검체 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

3. 2. 6. 엔테로박터균(*Enterobacter cloacae*)

2022년 요양병원 내성률 조사에서 엔테로박터균(*E. cloacae*)의 주요 분리원은 호흡기(62.6%), 소변(16.0%), 대변(10.5%) 검체 순으로 확인되었다. 세팔로스포린계열 항균제인 cefotaxime, ceftazidime, cefepime의 경우 각각 51.0%, 43.8%, 20.6%로 내성률이 소폭 감소하였다. 대부분의 항균제 내성률이 전년과 비교하였을 때 소폭 감소하거나 비슷한 수준을 유지한 것을 확인하였다. Imipenem 내성률의 경우 전년 대비 3.6%p 감소한 13.5%로 나타났으나, 여전히 다른 의료기관 중별에 비해 높은 내성률을 확인할 수 있었다.

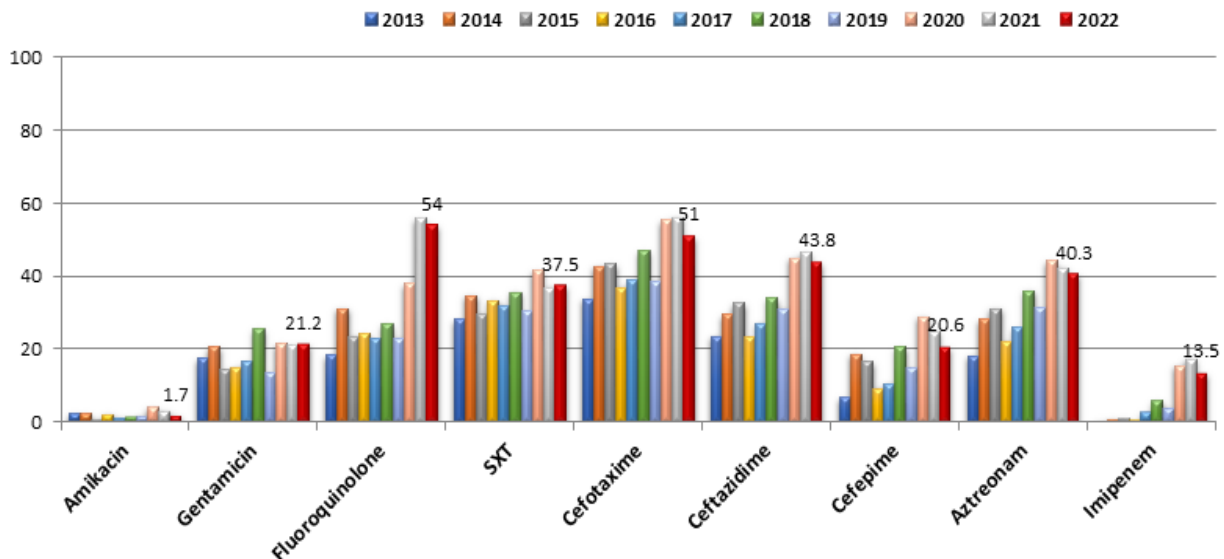
표 3-7. 요양병원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021 [*]		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	2.3	308	2.3	289	0.7	412	2.1	362	1.1	273	1.3	311	1.6	439	4.0	622	3.0	730	1.7	698
Gentamicin	17.5	308	20.5	289	14.3	412	14.9	364	16.5	273	25.4	311	13.4	439	21.4	622	21.0	730	21.2	698
Fluoroquinolone [†]	18.4	283	31.1	289	23.5	412	24.2	365	22.8	215	26.7	311	23.0	439	37.9	622	55.9	730	54.0	698
SXT [‡]	28.2	308	34.7	289	29.8	412	33.2	365	31.9	273	35.4	311	30.3	439	41.6	622	36.8	730	37.5	662
Cefotaxime	33.8	308	42.6	289	43.2	412	36.8	362	38.8	273	46.9	311	38.7	439	55.3	622	56.0	730	51.0	575
Ceftazidime	23.4	308	29.4	289	32.7	412	23.2	362	27.1	273	33.9	310	31.0	439	44.9	622	46.4	730	43.8	698
Cefepime	6.8	308	18.6	289	16.5	412	9.1	362	10.6	273	20.6	311	14.8	439	28.8	622	24.7	730	20.6	698
Aztreonam	18.1	210	28.1	199	31.0	293	22.2	279	26.0	215	36.0	242	31.2	349	44.1	546	42.1	625	40.3	653
Imipenem	0.0	308	0.7	289	0.9	412	0.3	363	2.6	273	5.8	311	3.9	439	15.3	622	17.1	730	13.5	698

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Trimethoprim-sulfamethoxazole

그림 3-19. 요양병원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률 (%)

혈액 분리 엔테로박터균의 경우 비교적 혈액 검체에서 분리되는 균주수가 적어 항균제 내성률 해석에 유의할 필요가 있다. 전반적으로 전체 검체 대상 항균제 내성률과 비교하였을 때, 혈액 분리 균주의 항균제 내성률이 비교적 높은 것을 확인하였다.

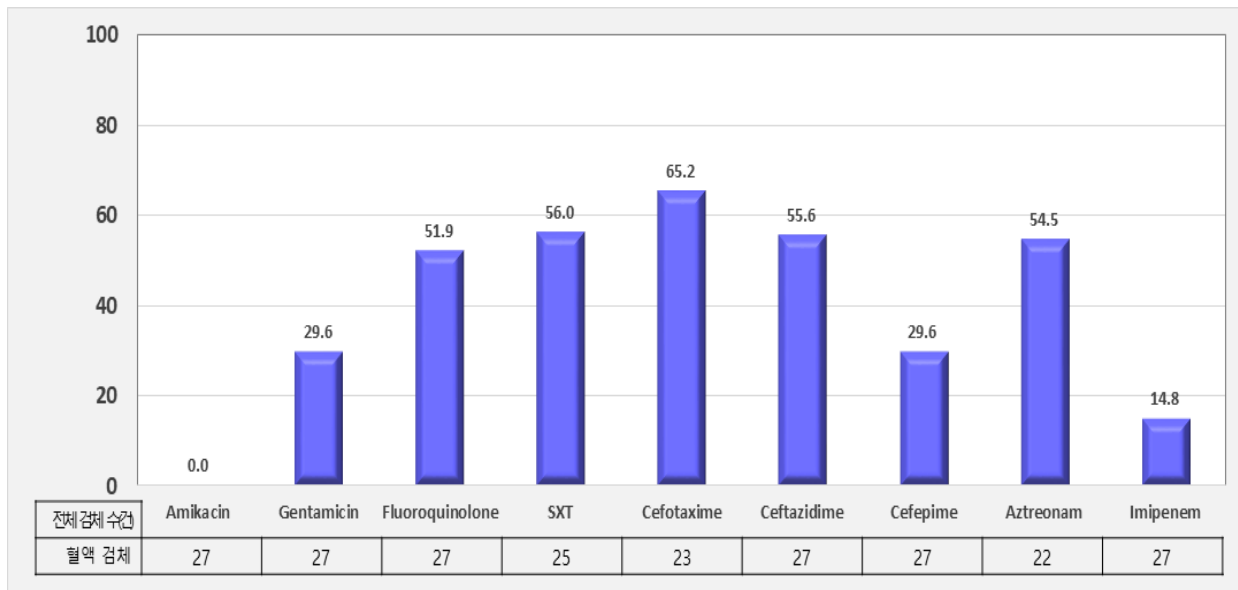


그림 3-20. 2022 요양병원 혈액 검체 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률 (%)

3. 2. 7. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)

2022년 요양병원 내성률 조사에서 녹농균(*P. aeruginosa*)의 주요 분리원은 호흡기(63.6%), 소변(27.2%), 창상(6.1%) 검체 순으로 확인되었다. 2022년 항균제 내성률은 일부 항균제를 제외하고, 전년에 비해 내성률이 소폭 증가된 양상을 보였다. 특히 카바페넴계 항균제인 imipenem과 meropenem의 내성률은 각각 55.3%와 50.6%로 4.6%p, 3.7%p 증가 하였다. Colistin의 내성률은 1.0%로 전년과 비슷한 수준을 유지하였다.

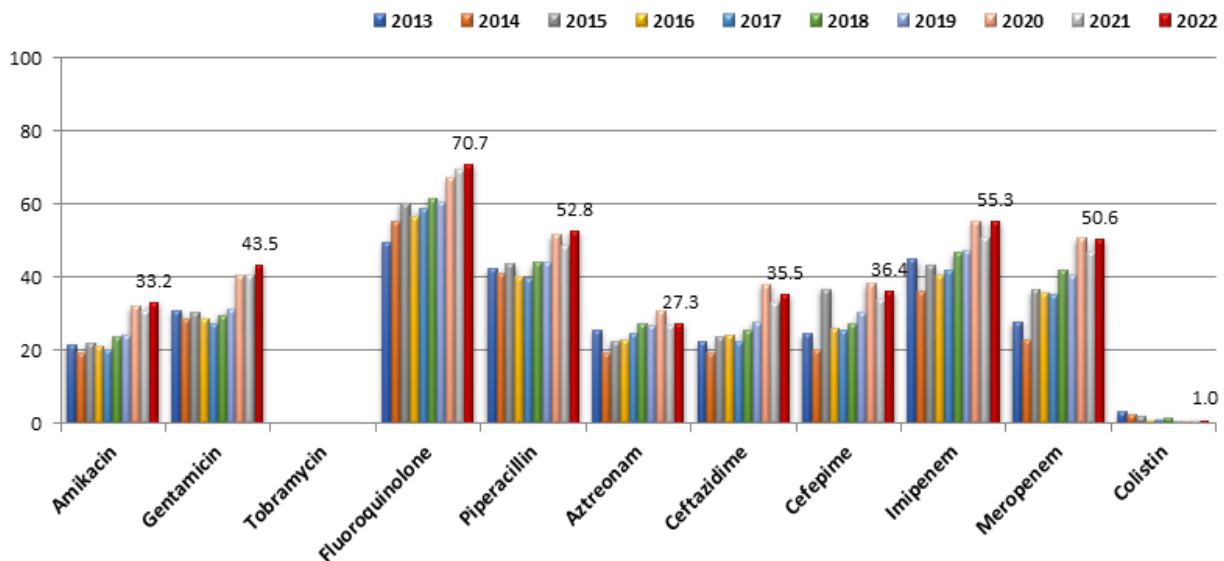
표 3-8. 요양병원 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021 [*]		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	21.4	4,622	19.2	3,588	21.8	7,120	21.2	4,403	19.9	3,537	23.6	5,357	24.3	5,380	32.0	12,597	30.9	10,675	33.2	9,522
Gentamicin	30.9	4,623	28.5	3,587	30.5	7,120	28.7	4,436	27.2	3,537	29.5	5,356	31.3	5,378	40.5	12,624	40.5	10,673	43.5	9,520
Tobramycin	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Fluoroquinolone [†]	49.5	4,586	55.2	3,587	60.1	7,120	56.5	4,455	58.5	3,538	61.5	5,359	60.4	5,377	67.1	12,608	69.4	10,673	70.7	9,519
Piperacillin	42.2	4,286	40.8	2,523	43.4	5,659	40	3,242	39.8	3,536	43.9	5,357	43.9	5,378	51.5	10,670	48.6	9,078	52.8	9,522
Aztreonam	25.5	4,570	19.4	3,574	22.4	7,091	22.8	4,391	24.5	3,521	27.4	5,326	26.6	5,368	30.7	12,593	26.9	10,625	27.3	9,481
Ceftazidime	22.2	4,623	19.3	3,586	23.6	7,118	23.9	4,415	22.3	3,536	25.5	5,358	27.8	5,381	37.9	12,622	33.1	10,675	35.5	9,520
Cefepime	24.5	4,624	19.9	2,522	36.6	5,657	25.9	4,417	25.3	3,538	27.4	5,359	30.5	5,377	38.1	12,605	33.8	10,675	36.4	9,522
Imipenem	44.8	4,616	36.2	3,582	43.2	7,117	40.7	4,429	41.7	3,534	46.6	5,350	47.3	5,377	55.2	12,617	50.7	10,661	55.3	9,507
Meropenem	27.7	4,569	22.9	3,406	36.3	7,108	35.7	4,346	35.3	3,529	41.9	5,349	40.6	5,372	50.5	12,616	46.9	10,669	50.6	9,516
Colistin	3.2	4,063	2.5	3,570	1.9	7,102	0.7	4,327	0.9	3,321	1.3	4,017	0.4	4,276	0.2	10,136	0.8	9,724	1.0	8,059

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Not tested

그림 3-21. 요양병원 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률 (%)

전체 검체 대상 항균제 내성률과 비교하였을 때, 혈액 분리 균주의 내성률이 더 높은 것을 확인하였다. 특히 세팔로스포린계 항균제인 ceftazidime과 cefepime에서 각각 6.2%p, 6.0%p 높은 41.7%, 42.4% 였으며, 카바페넴계 항균제인 imipenem, meropenem 내성률은 57.6%, 51.5%로 더 높은 수치였다.

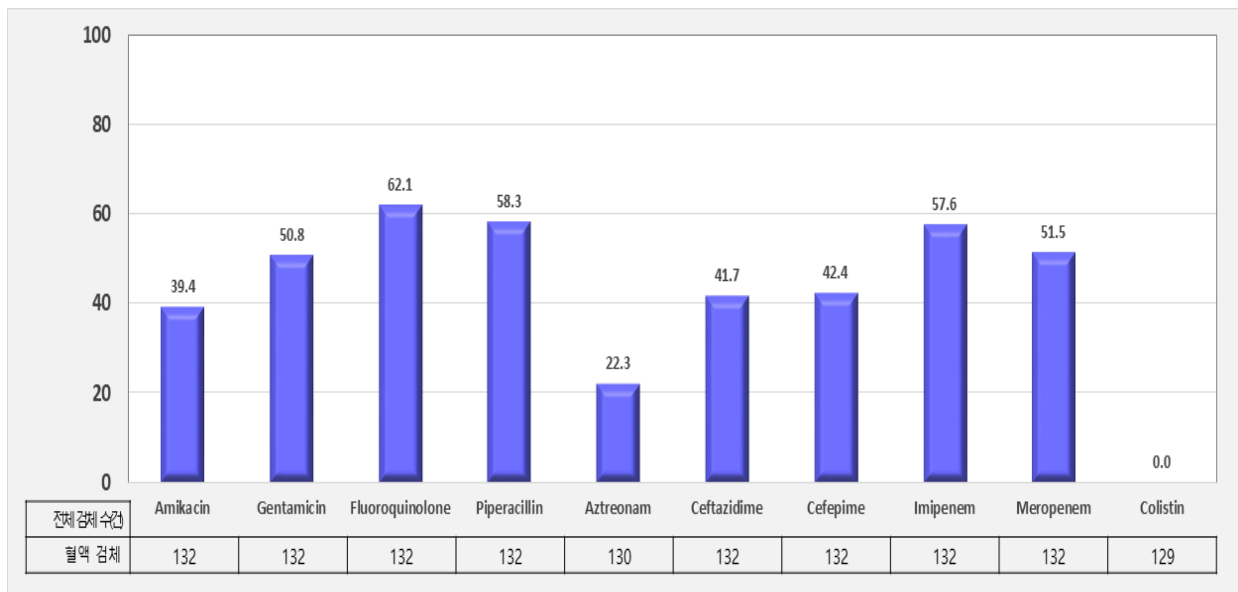


그림 3-22. 2022 요양병원 혈액 검체 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률 (%)

3. 2. 8. 아시네토박터균(*Acinetobacter baumannii*)

2022년 요양병원 내성률 조사에서 아시네토박터균(*A. baumannii*)의 주요 분리원은 호흡기(74.7%), 창상(10.1%), 소변(9.5%) 검체 순으로 확인되었다. 플로로퀴놀론계, 세팔로스포린계, 카바페넴계 항균제에서 여전히 높은 내성률을 보였다. 2022년 ceftazidime과 ceftazidime/avopamime 내성률은 각각 88.1%, 90.4%로 2021년보다 1.8%p, 2.5%p 소폭 증가하였으며, 2022년 fluoroquinolone 내성률은 93.6%, imipenem 내성률은 90.2%로 나타났다. Colistin 내성률의 경우 2015년부터 1% 미만의 내성률을 유지하고 있다.

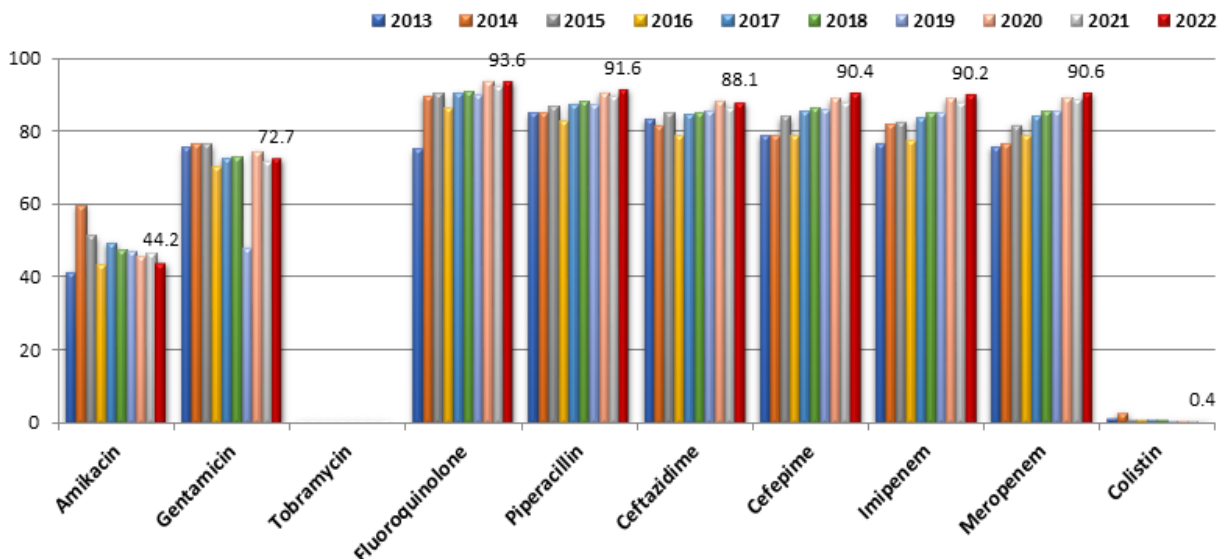
표 3-9. 요양병원 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	41.3	2,051	59.6	1,758	51.4	2,217	43.2	1,212	49.3	1,129	47.2	1,316	47.1	1,498	45.5	2,475	46.4	2,346	44.2	2,486
Gentamicin	75.4	2,224	76.4	2,179	76.5	3,821	70.1	2,498	72.6	2,769	72.8	3,436	47.9	6,273	74.3	5,928	71.6	5,194	72.7	6,226
Tobramycin	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Fluoroquinolone†	75.0	2,224	89.5	2,177	90.3	3,821	86.2	2,502	90.6	2,769	90.8	3,436	90.1	3,468	93.7	5,926	92.2	5,195	93.6	6,222
Piperacillin	84.8	2,223	84.9	1,516	86.6	3,531	82.9	2,429	87.4	2,769	88.0	3,439	87.1	3,470	90.6	5,929	89.7	5,195	91.6	6,226
Ceftazidime	83.3	2,225	81.3	2,179	85.0	3,821	78.7	2,492	84.5	2,769	84.8	3,440	85.6	3,472	88.2	5,928	86.3	5,195	88.1	6,226
Cefepime	78.8	2,225	78.9	1,519	84.0	3,795	78.8	2,492	85.4	2,769	86.2	3,440	85.8	3,472	89.0	5,923	87.9	5,196	90.4	6,226
Imipenem	76.7	2,224	81.7	1,977	82.4	3,731	77.2	2,494	83.6	2,769	84.9	3,439	84.8	3,472	89.0	5,929	87.9	5,196	90.2	6,224
Meropenem	75.8	2,221	76.3	2,109	81.5	3,814	78.9	2,432	83.9	2,769	85.4	3,437	85.4	3,469	89.1	5,929	88.4	5,195	90.6	6,223
Colistin	1.0	2,210	2.7	2,166	0.6	3,547	0.6	2,419	0.7	2,678	0.7	3,072	0.4	3,124	0.3	5,330	0.5	4,739	0.4	5,440

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Not tested

그림 3-23. 요양병원 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률 (%)

전체 검체 대상 항균제 내성률과 비교하였을 때, 전반적으로 혈액 분리 아시네토박터균의 항균제 내성률이 더 낮게 나타났다. 그럼에도 아미노글리코사이드계 항균제와 colistin 항균제를 제외하고 모든 항균제에서 80%를 넘는 내성을 보였다.

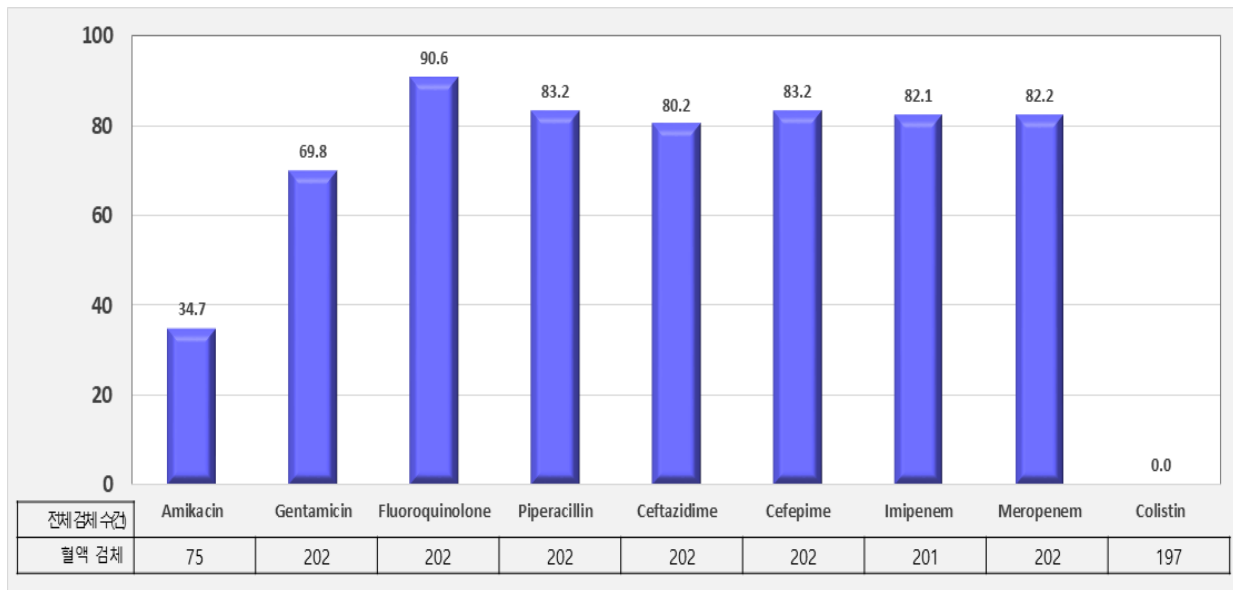


그림 3-24. 2022 요양병원 혈액 검체 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률 (%)

4

국가 항균제 내성정보 조사결과(의원)

2022 국가 항균제 내성정보 모니터링

4

국가 항균제 내성정보 조사결과(의원)

4. 1. 의원 수집 정보

2022년 의원 항균제 내성정보는 약 3,142개 기관에서 의뢰된 검사결과를 수집하여 분석하였으며, 총 183,114건의 검체 대상으로 내성정보가 수집되었다. 수집된 내성정보 183,114건의 주요 분리원은 소변 검체가 158,404건(86.5%)으로 압도적으로 많았으며, 비뇨생식 검체 13,291건(7.3%), 창상 검체 6,054건(3.3%) 순으로 확인되었다.

4. 1. 1. 연령별 검체 분포 현황

수집 건수는 의원의 경우 중소·요양병원의 양상과 다르게 나타났다. 중소·요양병원의 경우 전반적으로 수집 건수는 연령이 증가하면서 대체적으로 증가하고, 75세-84세 군에서 가장 많은 수집 건수를 보인 반면, 의원의 경우 25세-64세 까지의 중간 연령에서의 수집이 가장 많이 나타났다. 특히 모든 연령에서 소변 검체의 비율이 매우 높은 것을 확인 할 수 있었다.

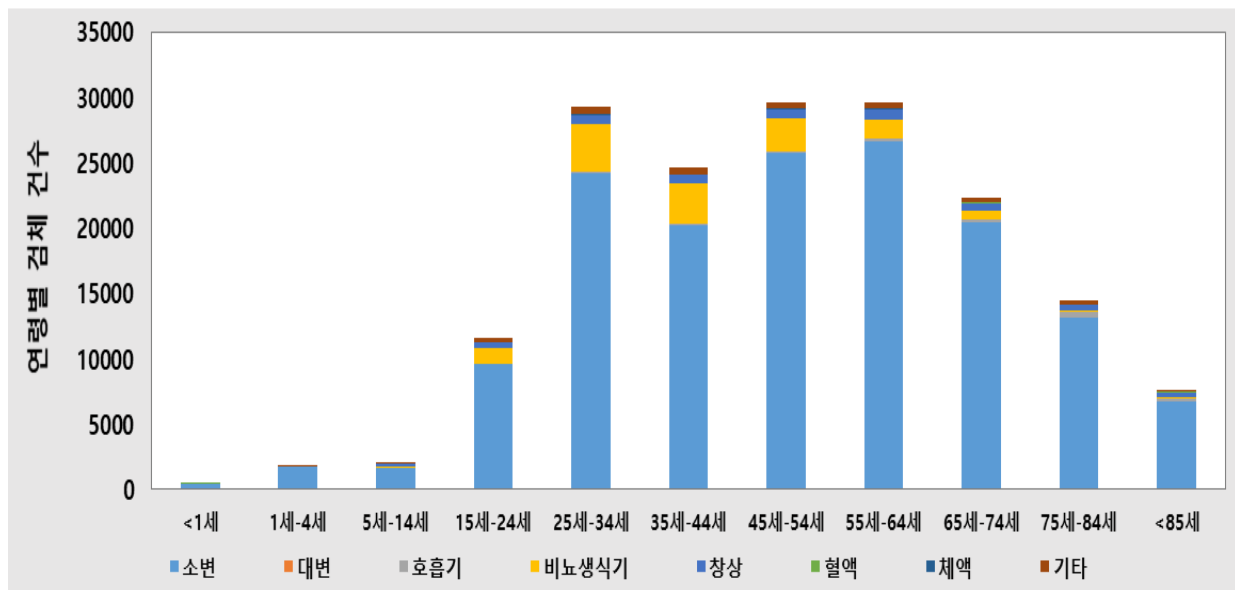


그림 4-1. 의원 연령대별 검체 분리 건수

4. 1. 2. 월별 분리 건수

1년 동안 수집된 검체를 월별로 나누었을 때, 가장 수집이 적은 월은 2월(10,933건), 가장 수집이 많은 월은 8월(19,388건)으로 나타났다. 내성정보의 월별 수집건수는 다소 차이가 있었으나, 매달 분리되는 각 검체의 비율은 비슷하게 나타났다.

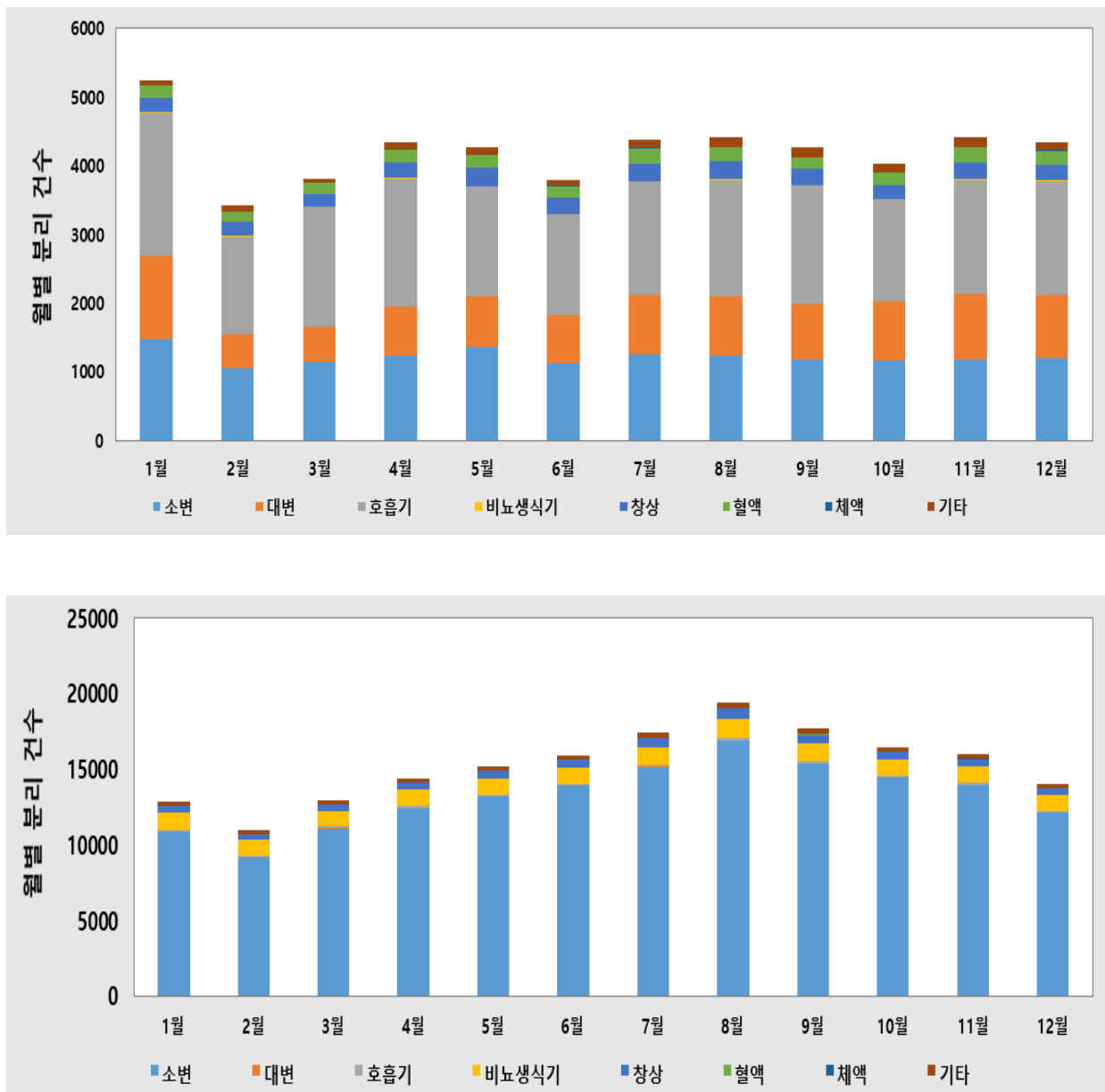


그림 4-2 의원 월별 검체 분리 건수

1년 동안 분리된 그람양성균을 월별로 나누었을 때, 2월이 가장 적은 수가 분리되었고 8월에 가장 많은 수가 분리되었다. 특히, 장알균 중 *E. faecium*이 매월 많이 수집되는 것을 확인할 수 있었다. 그람음성균의 경우 마찬가지로 2월에 가장 적은 수가 분리되었고 7~9월에 다소 많이 분리되었다.

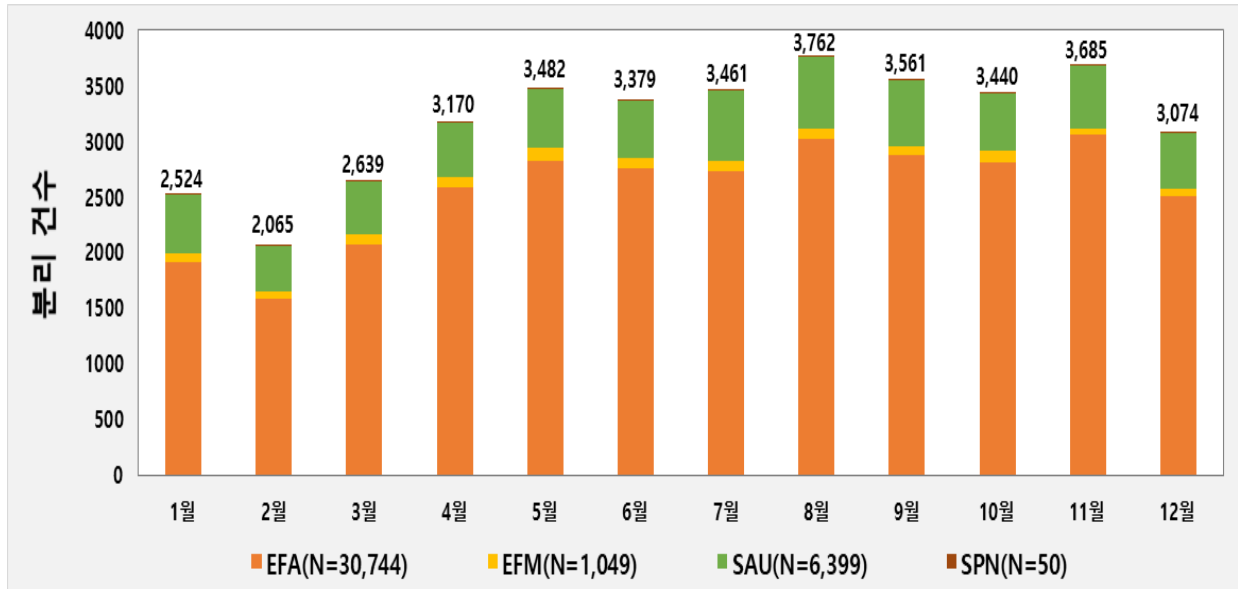


그림 4-3 의원 월별 그람양성균 분리 건수

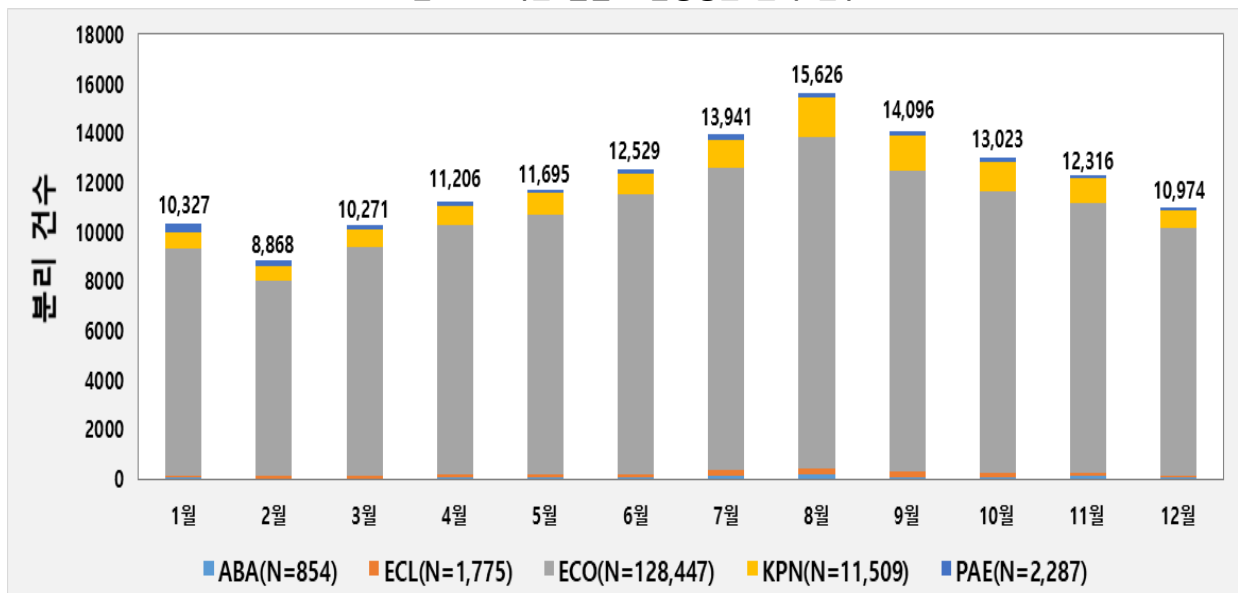


그림 4-4 의원 월별 그람음성균 분리 건수

4. 1. 3. 성별에 따른 분리 건수

혈액 분리 균의 성별 분포를 확인하였을 때, 대장균과 *Enterococcus faecium*은 여성에서 더 많이 분리되었으며, 그 외 균주는 남성과 비슷하거나 남성에서 더 많이 분리되었다. 다만, 의원의 혈액 검체에서 분리된 병원균의 건수는 총 85건으로 그 수가 너무 적어 해석에 유의할 필요가 있다.

소변 분리 균의 성별 분포의 경우 두 균종 모두 여성에서 더 많이 분리되었다.

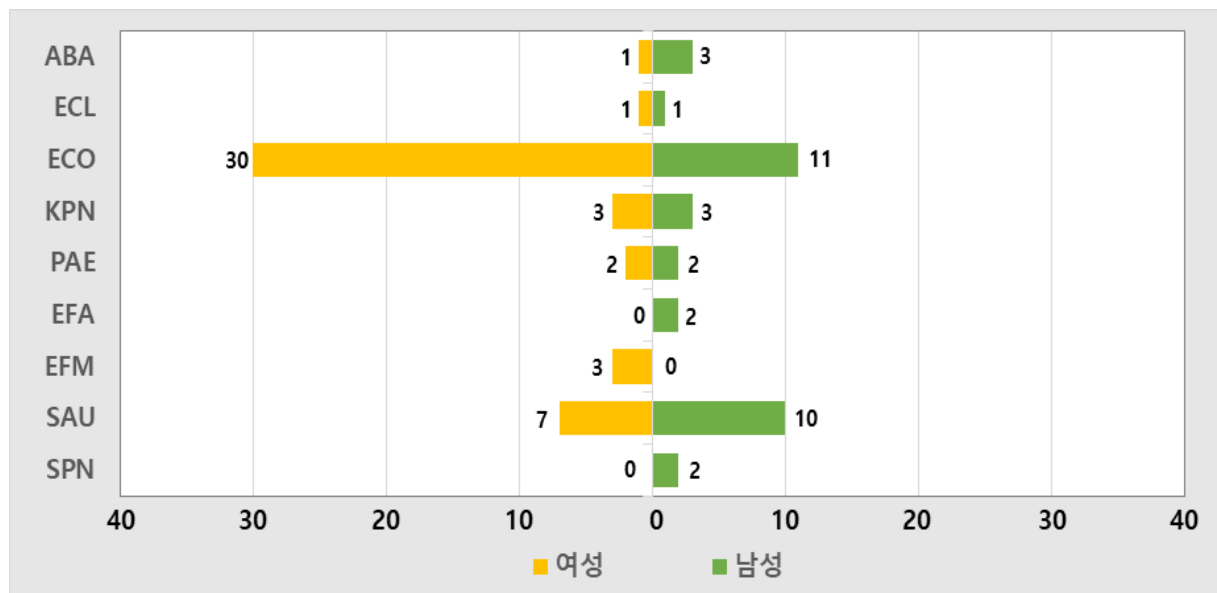


그림 4-5 의원 성별에 따른 혈액 검체에서의 병원균 분리 건수

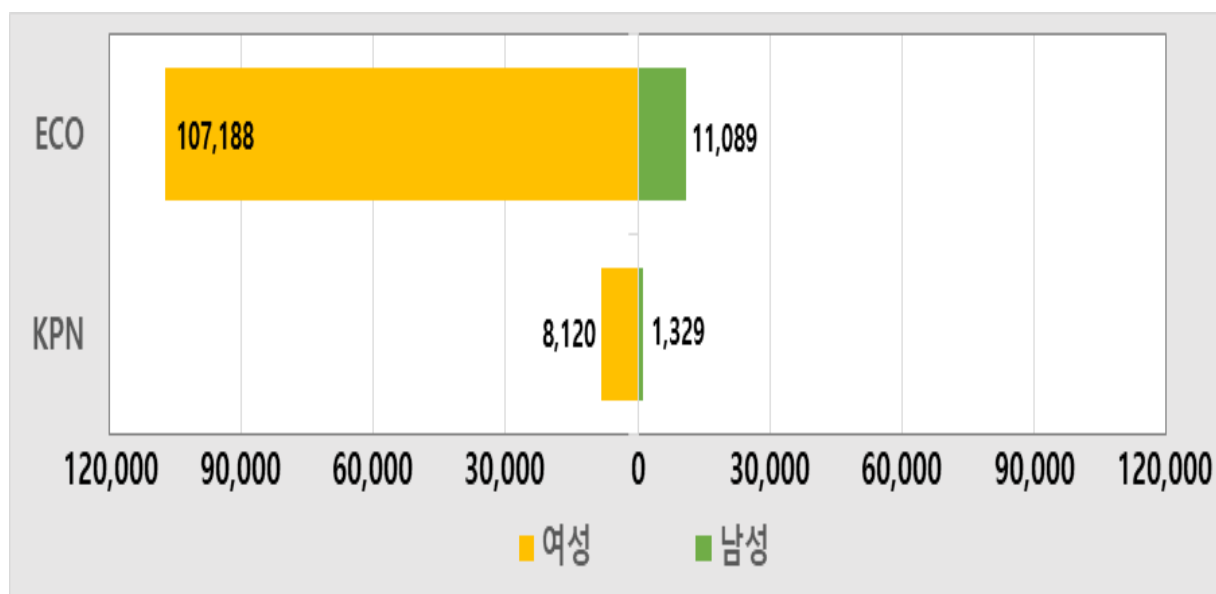


그림 4-6 의원 성별에 따른 소변 검체에서의 병원균 분리 건수

4. 2. 의원 항생제 내성 현황

4. 2. 1. 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*)

2022년 의원 내성률 조사에서 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*)의 주요 분리원은 창상(53.2%), 소변(13.3%), 비뇨생식기(9.6%) 검체 순으로 확인되었다. 2022년 Oxacillin 내성률(MRSA)은 29.2%로 감소하였으며 중소·요양병원에 비해 낮은 내성률을 유지했다. Cefoxitin 항균제 내성 스크리닝* 결과로 확인한 메티실린 내성 황색포도알균(MRSA)는 54.6%로 확인되었다. 대부분 항균제에서의 내성률이 전년 대비 감소 또는 비슷한 수준을 유지하였다. Mupirocin의 경우 2018년까지 내성률이 꾸준히 증가했으나, 2019년을 기점으로 감소하는 추세를 보여 2022년에는 8.8%로 전년과 비슷한 수준을 유지하였다.

* 자동화장비를 통해 cefoxitin에 내성 유무만을 확인(내성 : positive, 감수성 : negative)

표 4-1. 의원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Oxacillin	46.8	4,003	39.3	3,107	42.5	4,300	38.3	3,669	37.4	3,926	34.9	4,622	39.8	6,870	43.6	8,029	31.1	6,079	29.2	6,397
Penicillin G	92.7	3,601	92.1	2,851	91.2	2,962	89.3	3,710	88.8	3,937	89.1	5,284	87.1	5,865	87.4	8,030	82.0	6,080	81.1	5,926
Erythromycin	39.7	3,967	30.9	3,056	36.3	4,199	30.0	3,615	31.4	4,378	29.8	5,671	32.4	6,730	32.4	7,850	22.3	5,892	21.1	6,171
Clindamycin	20.2	4,017	14.0	3,056	16.0	4,204	12.5	3,615	9.6	4,379	10.2	5,672	9.3	6,730	11.9	7,850	8.2	5,893	6.7	6,172
Gentamicin	26.6	4,004	19.5	3,107	21.5	4,301	21.9	3,746	20.5	4,485	21.2	5,847	20.2	6,871	18.3	8,031	13.9	6,079	12.9	6,399
Ciprofloxacin	29.1	4,005	19.2	3,106	26.5	4,302	24.6	3,763	24.1	4,483	26.5	5,848	24.0	6,866	27.5	8,028	19.3	6,073	18.2	6,387
Tetracycline	26.4	4,004	19.5	3,106	21.5	4,303	20.9	3,710	16.6	4,486	18.3	5,848	16.6	6,866	11.2	2,138	13.0	6,074	11.9	5,915
Rifampin	1.7	4,004	1.5	3,108	1.8	4,302	1.8	3,670	1.2	4,485	1.1	5,849	1.0	6,871	1.8	8,029	0.7	6,080	0.5	5,926
SXT†	2.5	4,005	2.7	3,107	3.3	4,302	4.5	3,784	3.1	4,486	3.2	5,848	3.7	6,871	3.5	8,030	3.2	6,079	2.4	5,926
Vancomycin‡	0.0	4,004	0.0	3,108	0.0	4,302	0.1	3,710	0.0	4,485	0.0	5,849	0.0	6,871	0.0	8,031	0.0	6,080	0.0	6,399
Linezolid	0.1	4,005	0.1	3,108	0.1	4,303	0.1	3,710	0.1	4,486	0.1	5,949	0.1	6,871	0.3	8,031	0.0	6,080	0.1	6,399
QDA§	0.0	4,008	0.0	3,107	0.0	4,303	0.4	3,687	0.0	4,486	0.0	5,849	0.0	6,871	0.0	8,031	0.1	6,080	0.0	5,925
Mupirocin#	6.0	3,120	5.3	3,106	7.5	4,297	10.1	3,637	13.7	4,412	16.2	5,285	14.6	5,865	13.2	6,653	8.3	3,757	8.8	3,826

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† Trimethoprim-sulfamethoxazole

‡ VISA(Vancomycin intermediate *Staphylococcus aureus*)

: 2007(0.2%), 2008(0.3%), 2009(0.2%), 2010(0.1%), 2011(0.0%), 2012(0.0%), 2013(0.0%), 2014(0.0%), 2015(0.0%), 2016(0.0%), 2017(0.0%), 2018(0.0%), 2019(0.0%), 2020(0.0%), 2021(0.0%), 2022(0.0%)

§ Quinupristin-dalfopristin

CLSI 지침 내 기준이 명시되어있지 않아, 임상검사센터 자체 기준으로 내성률 산출

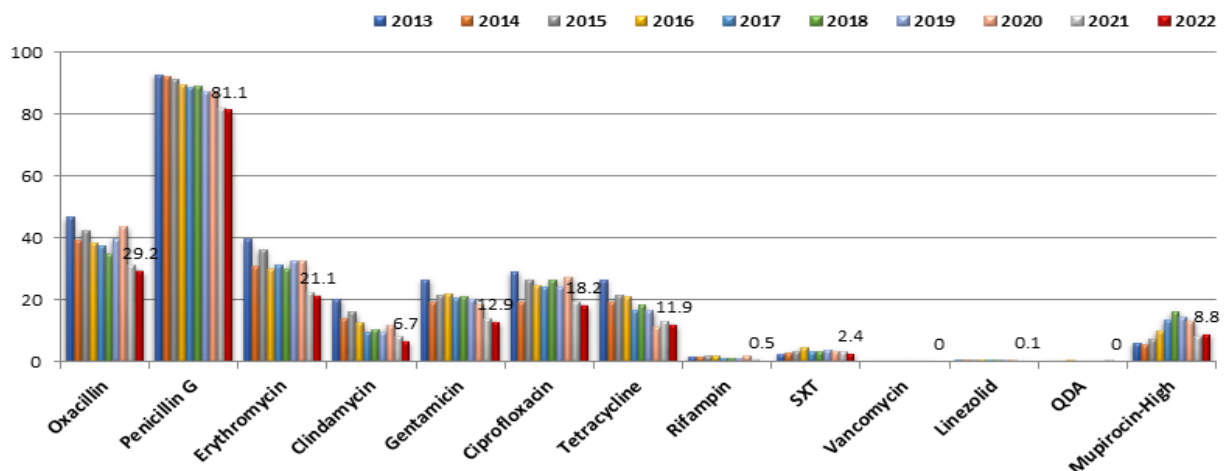


그림 4-7. 의원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률 (%)

혈액에서 분리된 황색포도알균의 수가 적어 내성률 해석에 유의할 필요가 있다. 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 혈액 분리 황색포도알균의 항균제 내성률은 tetracycline을 제외하고 대부분의 항균제 내성률이 더 높았다.

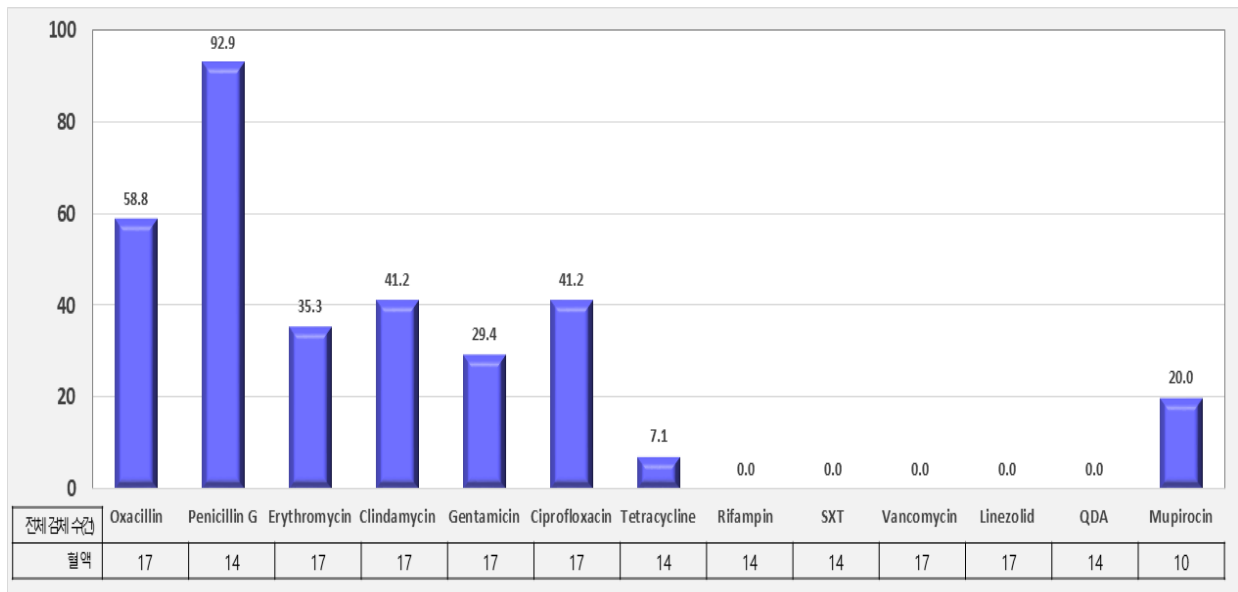


그림 4-8. 2022 의원 혈액 검체 분리 *S. aureus* 항균제 내성률 (%)

4. 2. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.)

2022년 의원 내성률 조사에서 장알균(*E. faecalis*, *E. faecium*) 주요 분리원은 소변(79.9%), 비뇨·생식기계(16.1%), 창상(1.4%) 검체 순으로 확인되었다.

Enterococcus faecalis

Ampicillin 내성률은 2009년 20.1%를 나타낸 이후 내성률이 감소하여 지속 낮은 수치를 보이고 있으며, 2021년에는 0.02%로 나타났다. Ciprofloxacin과 고농도 gentamicin의 내성률은 각각 11.1%, 46.8% 나타났다. 고농도 streptomycin은 2007년 30.5% 이후 감소하여 2022년에는 17.4%로 나타났으며 작년에 비해 소폭 감소하였다. Tetracycline은 86.6%로 높은 내성률을 계속 유지하고 있으며, vancomycin, linezolid 내성률은 각각 0.1%, 1.8%로 나타났다.

혈액 검체에서 분리된 *E. faecalis*는 총 2주로 모든 항생제에 감수성을 가지는 균주로 확인되었다.

표 4-2. 의원 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021 [*]		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Ampicillin	0.5	4,778	0.7	4,523	0.2	6,644	3.4	6,706	0.1	9,633	0.2	15,494	0.1	17,982	0.1	23,283	0.0	26,329	0.0	30,736
Ciprofloxacin	13.8	3,674	14.3	4,382	12.1	6,509	12.7	6,600	10.2	9,211	10.5	14,809	9.6	17,215	9.9	22,465	10.1	25,242	11.1	29,400
Gentamicin-High [†]	54.6	3,770	56.8	4,385	53.7	6,291	55.7	5,944	62.3	9,199	56.5	14,688	53.8	16,926	51.7	21,994	48.9	25,381	46.8	28,547
Streptomycin-High [†]	23.8	3,766	20.8	4,519	19.5	6,630	20.1	6,391	37.5	9,623	20	15,468	20	17,959	20.2	23,248	19.1	26,273	17.4	29,652
Tetracycline	86.1	3,676	87.6	4,513	88	6,510	86.9	6,298	87.3	9,214	88.8	14,810	87.6	17,218	87.9	22,466	86.6	25,246	86.6	28,369
Vancomycin	0.4	3,775	0.4	4,527	1.4	6,640	1.0	6,423	1.0	9,632	0.3	15,494	0.4	17,994	0.5	23,283	0.3	26,328	0.1	30,733
Linezolid	0.5	3,773	0.2	4,526	0.6	6,641	0.4	6,424	0.6	9,634	1.0	15,494	1.0	17,994	1.0	23,283	1.3	26,328	1.8	30,736

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 임상감사센터 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

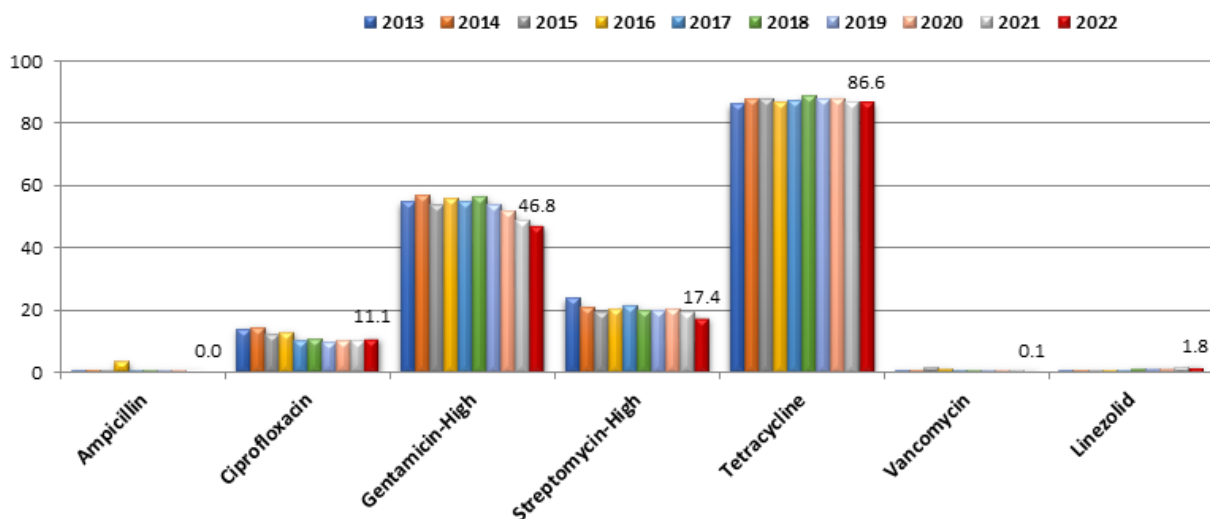


그림 4-9. 의원 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률 (%)

Enterococcus faecium

Ampicillin, ciprofloxacin 내성률은 각각 62.0%, 63.1%로 2020년 이후 감소하는 추세이며, 고농도 gentamicin 내성률 또한 28.3%로 전년보다 감소했다. 고농도 streptomycin 내성률은 16.6%로 2012년 이후 감소하다 2021년부터 지속 증가하는 양상을 보였다. Tetracycline 내성률은 31.4%로 전년에 비해 크게 증가하였다. 2021년 vancomycin 내성률은 23.8%로 전년에 비해 크게 감소하였으며, QDA와 linezolid 내성률은 각각 3.6%, 0.6%로 나타났다.

혈액 검체에서 분리된 *E. faecium*의 경우 총 5주 분리되었으며, 그 중 ampicillin, gentamicin, vancomycin 3가지 항균제에 동시에 내성을 가지는 균주가 1주 분리되었으며, ampicillin, ciprofloxacin에 동시에 내성을 가지는 균주 1주, ampicillin에 내성을 가지는 균주 1주가 확인되었다.

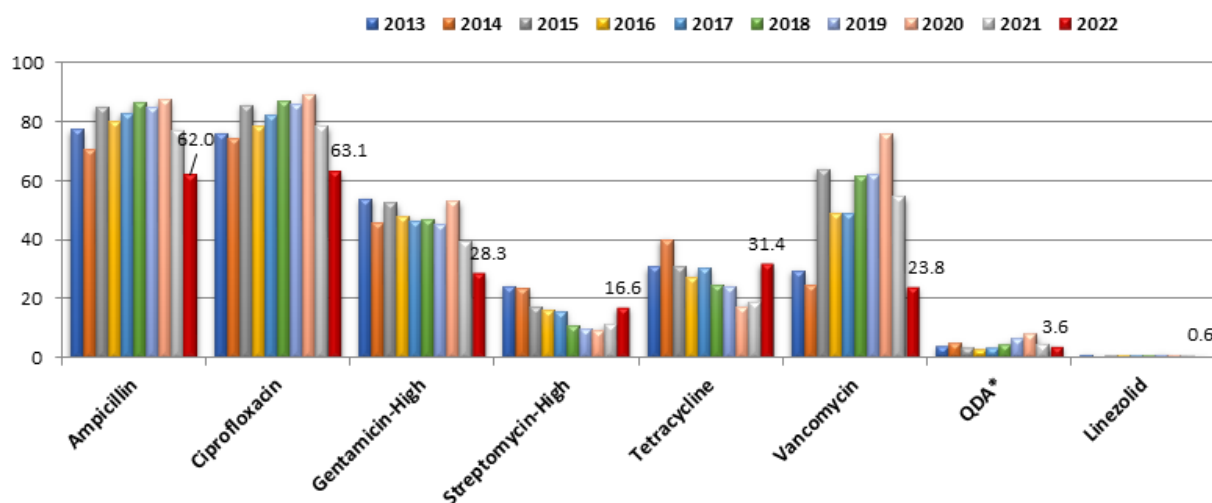
표 4-3. 의원 분리 *E. faecium* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021 [*]		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Ampicillin	77.3	439	70.5	519	84.9	1,147	79.9	728	82.8	1,156	86.5	2,349	84.8	1,985	87.3	3,091	77.1	1,685	62.0	1,048
Ciprofloxacin	75.9	425	74.0	508	85.4	1,134	78.3	736	82.4	1,092	86.8	2,143	85.7	1,950	89.2	3,029	78.4	1,625	63.1	983
Gentamicin-High [†]	53.7	436	45.4	516	52.4	1,084	47.8	578	46.4	1,071	46.8	2,254	45.0	1,874	52.8	2,963	39.4	1,591	28.3	901
Streptomycin-High [†]	24.1	436	23.2	516	17.3	1,146	16.1	666	15.5	1,152	10.8	2,195	9.6	1,982	9.3	3,090	11.1	1,683	16.6	981
Tetracycline	30.8	425	40.0	508	30.8	1,134	27.2	670	30.1	1,092	24.5	2,143	24.1	1,950	17.2	3,028	18.7	1,625	31.4	919
Vancomycin	29.4	439	24.7	519	63.7	1,148	49.0	675	48.7	1,155	61.4	2,349	62.2	1,985	75.6	3,091	54.4	1,685	23.8	1,048
QDA [‡]	3.6	533	4.8	508	3.2	1,130	2.6	649	3.1	1,155	4.5	2,349	6.3	1,985	7.8	3,091	4.6	1,685	3.6	984
Linezolid	0.7	438	0.0	519	0.5	1,147	0.6	675	0.3	1,155	0.2	2,349	0.8	1,985	0.1	3,091	0.2	1,685	0.6	1,048

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 임상검사센터 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

‡ Quinupristin-dalfopristin

그림 4-10. 의원 분리 *E. faecium* 항균제 내성률 (%)

4. 2. 3. 폐렴사슬알균(*Streptococcus pneumoniae*)

2022년 의원 내성률 조사에서 폐렴사슬알균(*S. pneumoniae*)의 주요 분리원은 창상(36.0%), 호흡기(24.0%), 비뇨·생식기계(8.0%) 검체 순으로 확인되었다. Penicillin G 내성률은 21.7%로 2021년부터 지속 증가하였다. Erythromycin, tetracycline 내성률은 각각 93.6%, 86.4%로 작년에 비해 소폭 감소하였으나, 꾸준히 높은 수치를 보이고 있으며, SXT 내성률은 56.8%로 2021년에 비해 12.0%p 증가하였다. 폐렴사슬알균의 경우 큰 폭으로 변화를 보인 내성률이 있으나, 전반적인 균주 수가 적어 내성률 해석에 유의할 필요가 있다.

표 4-4. 의원 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

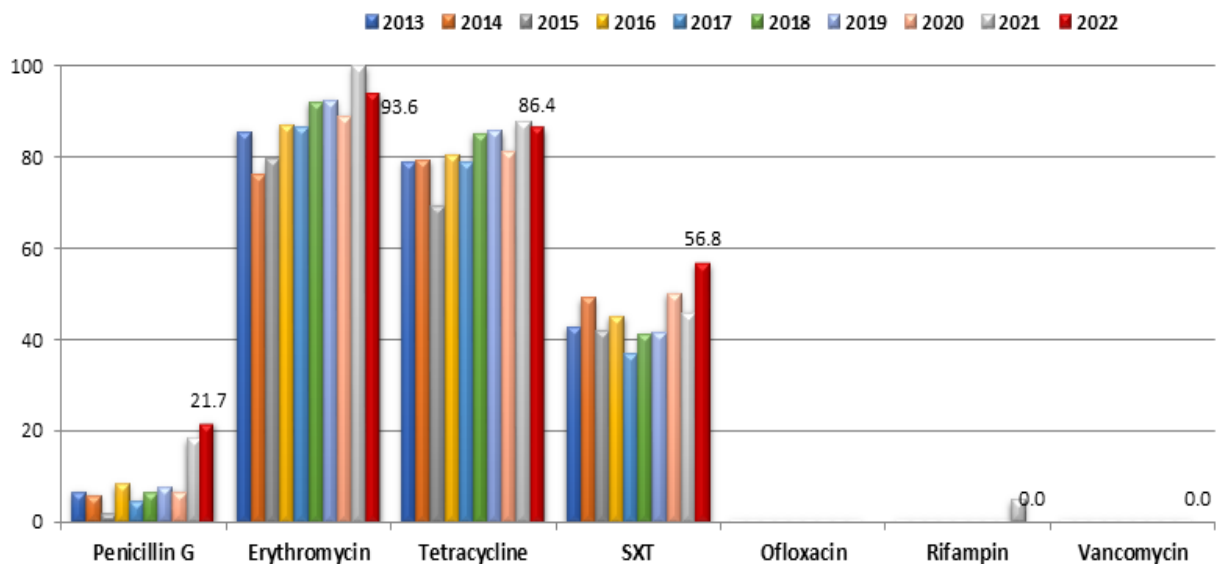
Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Penicillin G	6.5	93	5.7	88	1.8	57	8.3	84	4.6	87	6.4	78	7.6	118	6.5	62	18.2	22	21.7	46
Erythromycin	85.4	150	76.2	88	79.5	88	87.1	101	86.5	133	92.1	114	92.4	171	88.9	63	100	24	93.6	47
Tetracycline	78.9	151	79.4	88	69.3	88	80.4	102	78.9	133	85.0	113	85.6	167	81.3	64	87.5	24	86.4	44
SXT†	42.8	151	49.0	88	42.0	88	45.1	102	36.8	133	41.2	114	41.5	171	50.0	64	45.8	24	56.8	44
Ofloxacin	NT†	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Rifampin	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	0.0‡	60§	4.8‡	21§	0.0	32
Vancomycin	0.0	151	0.0	88	0.0	88	0.0	102	0.0	133	0.0	114	0.0	171	0.0	64	0.0	24	0.0	49

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† Trimethoprim-sulfamethoxazole

‡ Not tested

§ 자동화장비 패널 변경(AST ST-01→ST03)으로 감수성 검사 결과 추가

그림 4-11. 의원 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

주요 검체에서 분리된 폐렴사슬알균의 수가 적어 내성률 해석에 유의할 필요가 있다. 혈액에서 분리된 폐렴사슬알균은 총 2주만 분리되었으며, 그 중 1주는 3가지 항생제에 내성을 보였으며, 1주는 2가지 항생제 내성을 보였다. 호흡기 검체에서 분리된 폐렴사슬알균은 erythromycin, tetracycline에 내성을 가지는 균주가 많았다.

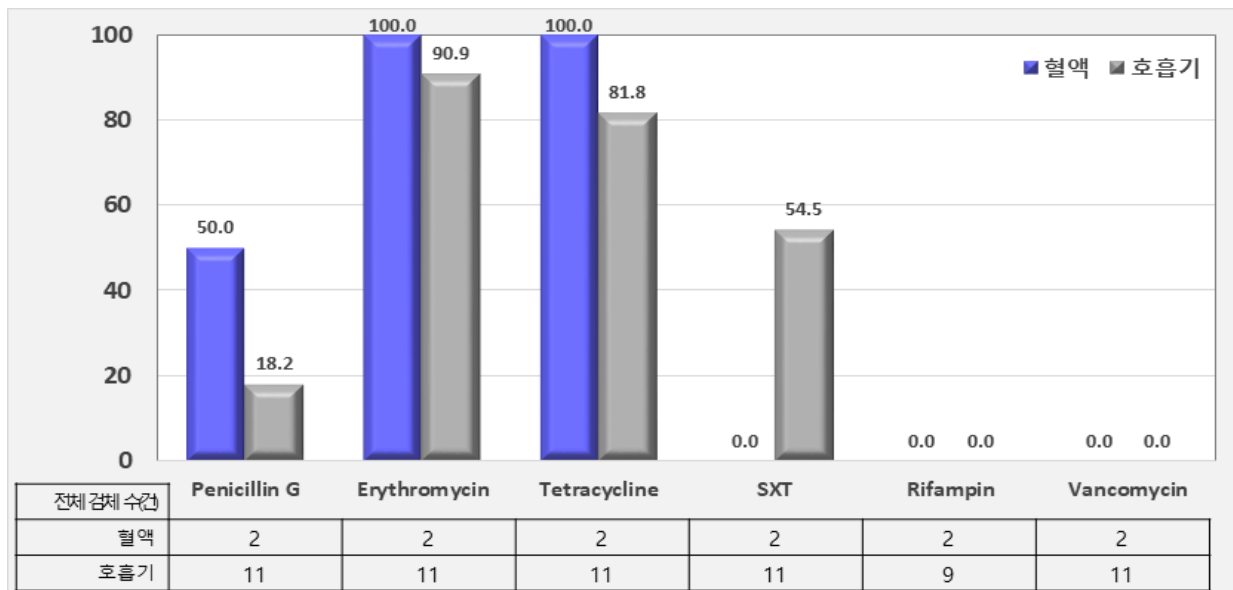


그림 4-12. 2022 의원 혈액·호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

4. 2. 4. 대장균(*Escherichia coli*)

2022년 의원 내성률 조사에서 대장균(*E. coli*)의 주요 분리원은 소변(93.8%), 비뇨·생식기계(4.8%), 창상(0.7%) 검체 순으로 확인되었다. 전년도보다 모든 항균제에 대한 내성률이 감소하거나 비슷한 수준을 유지하였으며, 모든 항균제에서 중소병원, 요양병원보다 낮은 내성률을 보였다. Cefotaxime과 aztreonam의 경우 2022년 내성률은 각각 18.0%, 8.7%의 내성률을 나타냈다. Fluoroquinolone와 carbapenem계열(imipenem) 항균제 내성률은 각각 39.0%, 0.03%로 확인되었다.

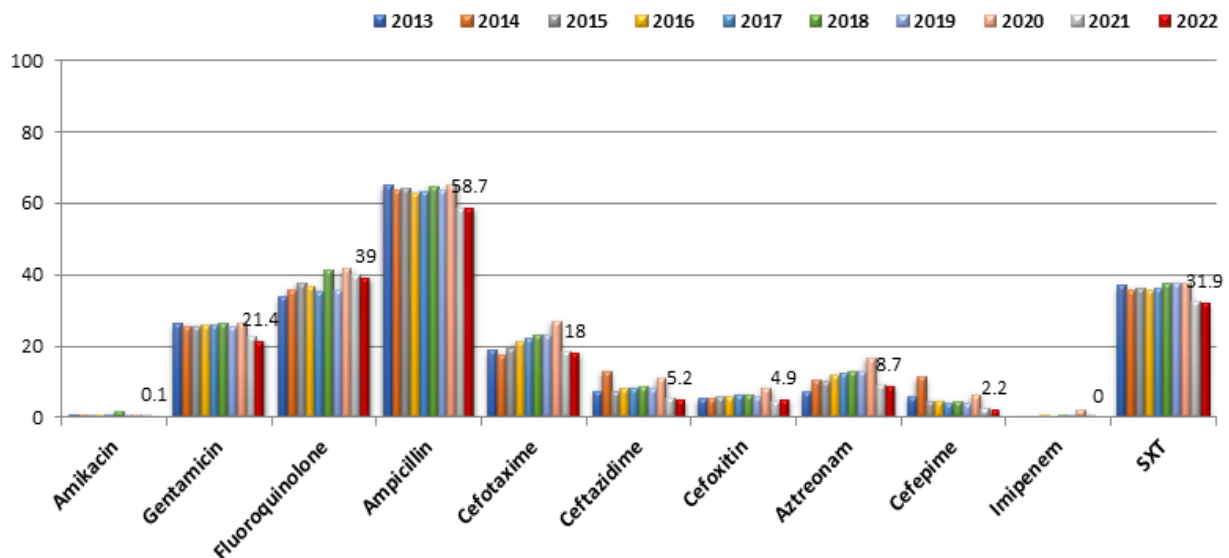
표 4-5. 의원 분리 *E. coli* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	0.7	19,670	0.3	16,981	0.4	30,452	0.4	24,430	0.8	40,327	1.6	70,251	0.2	82,810	0.6	124,004	0.1	107,804	0.1	128,438
Gentamicin	26.1	19,671	25.4	16,982	25.5	30,452	25.8	24,617	25.9	40,328	26.1	70,250	25.2	82,810	26.5	124,001	22.4	107,804	21.4	128,436
Fluoroquinolone†	33.7	19,181	35.7	16,982	37.5	30,451	36.6	24,708	35.2	40,326	41.4	70,250	35.5	82,809	41.5	123,995	39.9	107,803	39.0	128,437
Ampicillin	64.8	19,663	63.4	16,978	64.0	30,448	62.9	24,505	63.3	40,327	64.6	70,250	63.6	82,807	65.2	123,998	58.6	107,800	58.7	128,433
Cefotaxime	18.7	19,897	17.4	16,983	19.4	30,458	21.2	24,573	22.0	40,328	23.1	70,250	22.9	82,806	26.8	123,999	18.2	107,805	18.0	102,548
Ceftazidime	7.4	19,897	12.8	16,983	7.2	30,460	8.1	24,522	8.2	40,329	8.4	70,252	8.2	82,809	11.1	123,997	5.5	107,805	5.2	128,435
Cefoxitin	5.1	18,655	5.2	16,978	5.6	30,448	5.7	24,364	6.3	33,291	6.4	70,250	5.7	82,809	8.3	123,972	4.6	107,803	4.9	128,435
Aztreonam	7.0	16,120	10.3	12,859	10.2	24,706	12.0	19,097	12.3	32,996	12.9	59,124	12.8	72,904	16.7	113,490	9.1	96,773	8.7	115,549
Cefepime	5.8	19,898	11.2	16,983	4.6	30,460	4.5	24,522	4.0	40,329	4.3	70,252	4.0	82,811	6.3	123,995	2.3	107,804	2.2	128,437
Imipenem	0.0	19,894	0.0	16,983	0.0	30,458	0.5	24,610	0.0	40,329	0.3	70,250	0.3	82,808	2.0	123,998	0.1	107,801	0.0	128,434
SXT‡	36.8	19,665	35.5	16,980	36.1	30,448	35.5	24,751	35.9	40,323	37.3	70,248	37.6	82,802	37.7	123,995	32.5	107,787	31.9	121,420

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Trimethoprim-sulfamethoxazole

그림 4-13. 의원 분리 *E. coli* 항균제 내성률 (%)

대장균이 주로 분리되는 검체는 소변 검체로, 전체 검체 대상 대장균의 항균제 내성률과 소변 분리 대장균의 항균제 내성률은 비슷한 수준을 보였다. 반면, 혈액 분리 대장균의 경우 총 43주 분리되었으나, 항균제 내성률은 비교적 더 높은 수치로 확인되었다.

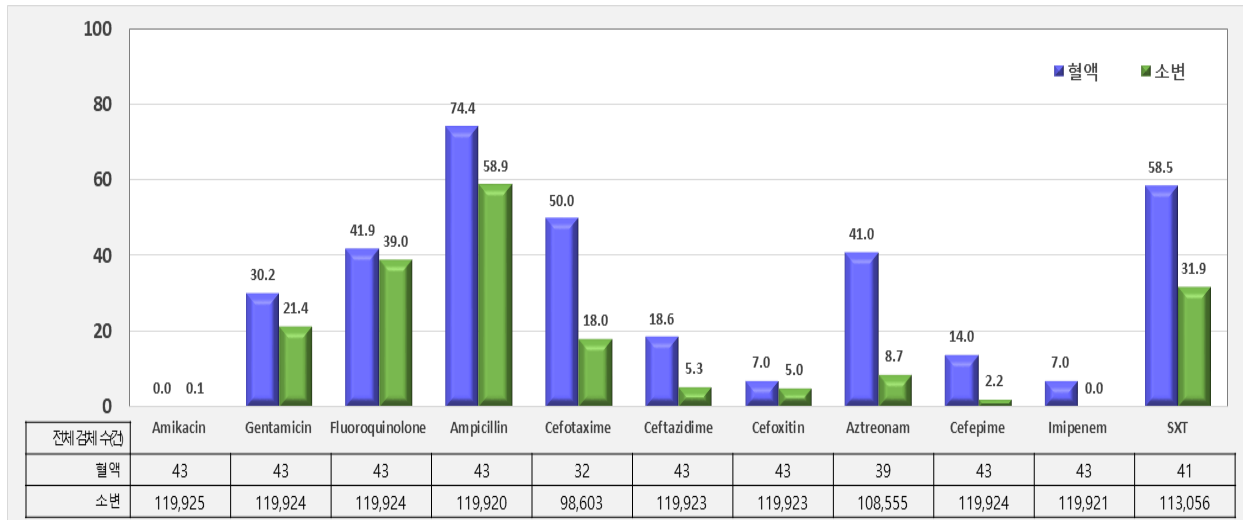


그림 4-14. 2022 의원 혈액·소변 검체 분리 *E. coli* 항균제 내성률 (%)

4. 2. 5. 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*)

2022년 의원 내성률 조사에서 폐렴막대균(*K. pneumoniae*)의 주요 분리원은 소변(83.5%), 비뇨·생식기(6.9%), 호흡기(4.5%) 검체 순으로 확인되었다. 대부분의 항균제에서 중소병원, 요양병원보다는 낮은 내성률을 보였다. Amikacin 내성률은 1.2%로 나타났으며 2021년에 비해 다소 감소한 것을 확인하였다. Imipenem에 대한 내성률은 1.0%로 2020년 13.6%로 대폭 증가한 후 지속 감소하는 것을 확인하였다. 플로로퀴놀론계 항생제 내성률은 19.8%, cefotaxime, ceftazidime 내성률도 각각 16.8%, 11.5%로 감소하였다.

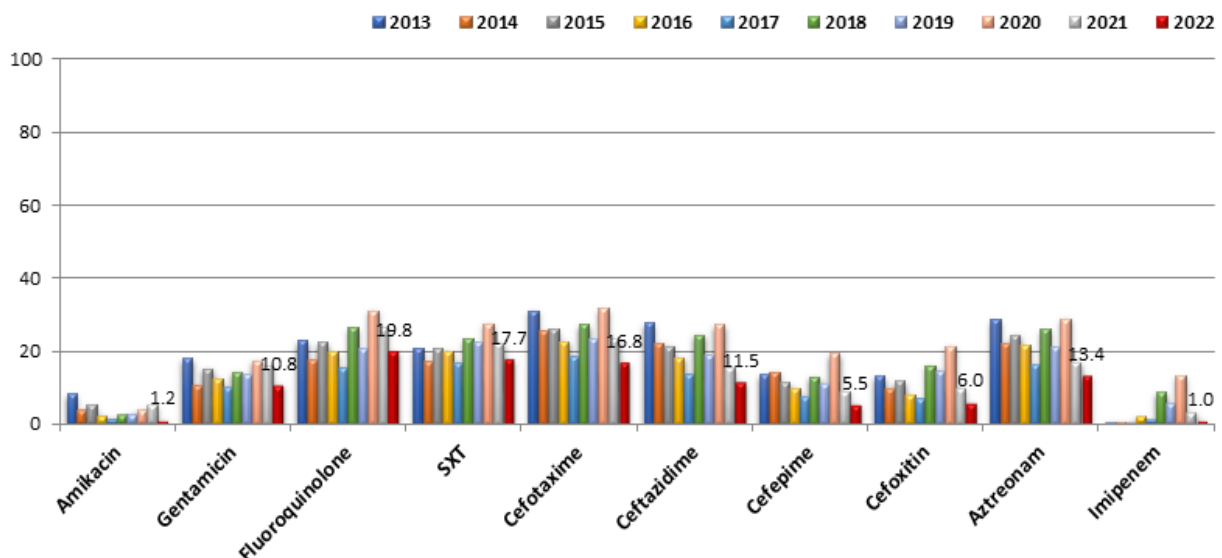
표 4-6. 의원 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	8.2	3,352	3.7	2,349	5.2	3,569	2.3	3,504	1.3	4,935	2.5	7,180	2.7	9,520	3.7	10,364	5.0	10,617	1.2	11,507
Gentamicin	17.8	3,351	10.7	2,350	15.0	3,569	12.4	3,618	10.2	4,935	14.1	7,180	13.4	9,521	17.2	11,115	15.8	10,615	10.8	11,507
Fluoroquinolone†	22.8	3,380	17.5	2,350	22.3	3,569	19.6	3,651	15.4	4,935	26.2	7,180	20.5	9,521	31.0	11,114	26.4	10,617	19.8	11,506
SXT‡	20.5	3,352	17.1	2,350	20.5	3,569	19.9	3,677	16.9	4,935	23.3	7,179	22.4	9,521	27.4	11,114	22.1	10,617	17.7	10,817
Cefotaxime	31	3,422	25.4	2,351	25.8	3,570	22.6	3,567	18.5	4,935	27.2	7,180	23.2	9,521	31.6	11,115	23.2	10,617	16.8	8,908
Ceftazidime	27.7	3,421	22.2	2,351	21.2	3,570	18.2	3,541	13.8	4,935	24.3	7,180	18.8	9,521	27.2	11,115	15.2	10,617	11.5	11,507
Cefepime	13.4	3,422	14.2	2,351	11.2	3,570	9.8	3,541	7.6	4,935	12.9	7,179	11	9,521	19.3	11,115	8.8	10,617	5.5	11,507
Cefoxitin	13.1	3,008	9.7	2,350	11.7	3,569	7.9	3,480	6.8	4,308	16.0	7,180	14.5	9,521	21.3	11,113	9.8	10,617	6.0	11,506
Aztreonam	28.5	2,931	22.1	1,755	24.4	3,043	21.4	2,962	16.1	4,273	25.9	6,265	20.9	8,691	28.7	10,364	16.9	9,867	13.4	10,587
Imipenem	0.1	3,421	0.3	2,351	0.5	3,570	2.0	3,574	1.1	4,935	8.7	7,180	5.6	9,521	13.1	11,114	3.2	10,616	1.0	11,506

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Trimethoprim-sulfamethoxazole

그림 4-15. 의원 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

폐렴막대균이 주로 분리되는 검체는 소변 검체로, 전체 검체 대상 폐렴막대균의 항균제 내성률과 소변 분리 대장균의 항균제 내성률은 비슷한 수준을 보였다. 반면, 혈액 분리 폐렴막대균은 6주 분리되어 항생균 내성률의 해석에는 유의할 필요가 있다. 혈액 분리 균주 중 1주에서 amikacin과 cefotaxime을 제외한 모든 항균제에 내성을 보였다. 반면 호흡기 분리 폐렴막대균은 플로로퀴놀론계 항생제, ceftazidime, cefepime, aztreonam, imipenem 항균제에서 전체 검체 대상 내성률보다 높게 나타났다.

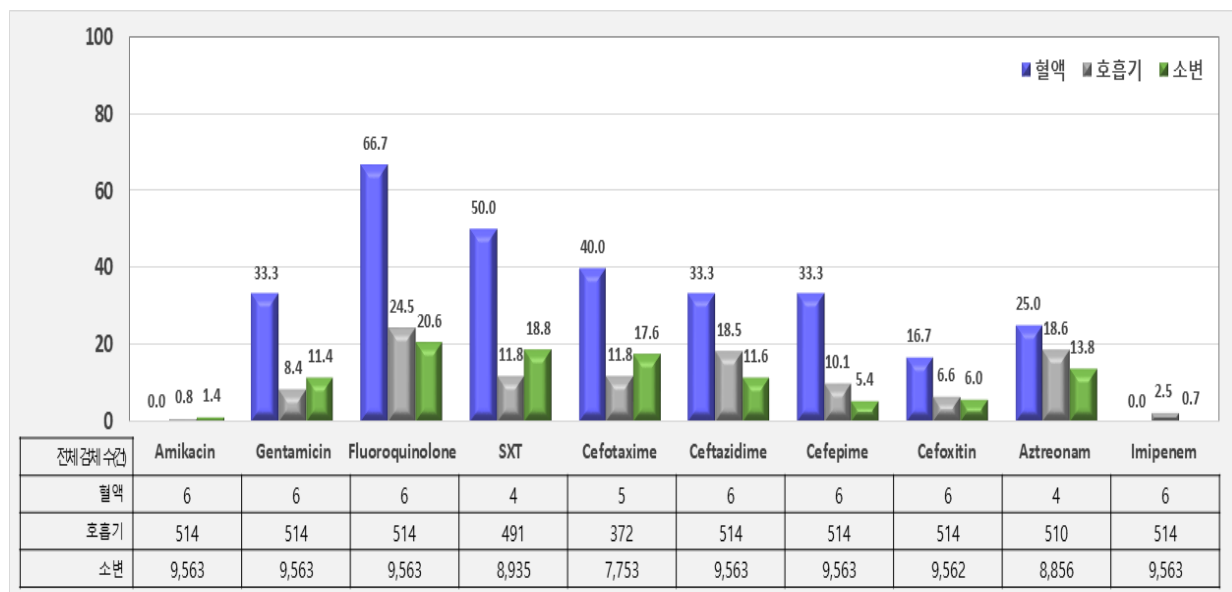


그림 4-16. 2022 의원 혈액·호흡기·소변 검체 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률 (%)

4. 2. 6. 엔테로박터균(*Enterobacter cloacae*)

2022년 의원 내성률 조사에서 엔테로박터균(*E. cloacae*)의 주요 분리원은 소변(78.9%), 창상(9.3%), 호흡기(4.0%) 검체 순으로 확인되었다. 세팔로스포린계 항균제인 cefotaxime, ceftazidime 항균제 내성률은 38.4%, 16.4%로 2021년에 비해 증가한 것을 확인하였으며, cefepime 내성률은 2.8%로 전년과 비슷한 수준이었다. 플로로퀴놀론계 항균제 내성률은 2.8%p 증가한 30.8%, aztreonam의 경우 2.4%p 감소한 28.6%으로 확인되었다.

혈액에서 분리된 엔테로박터균은 총 2주이며, 그중 1주에서 aztreonam, cefotaxime, ceftazidime에 내성을 보였다.

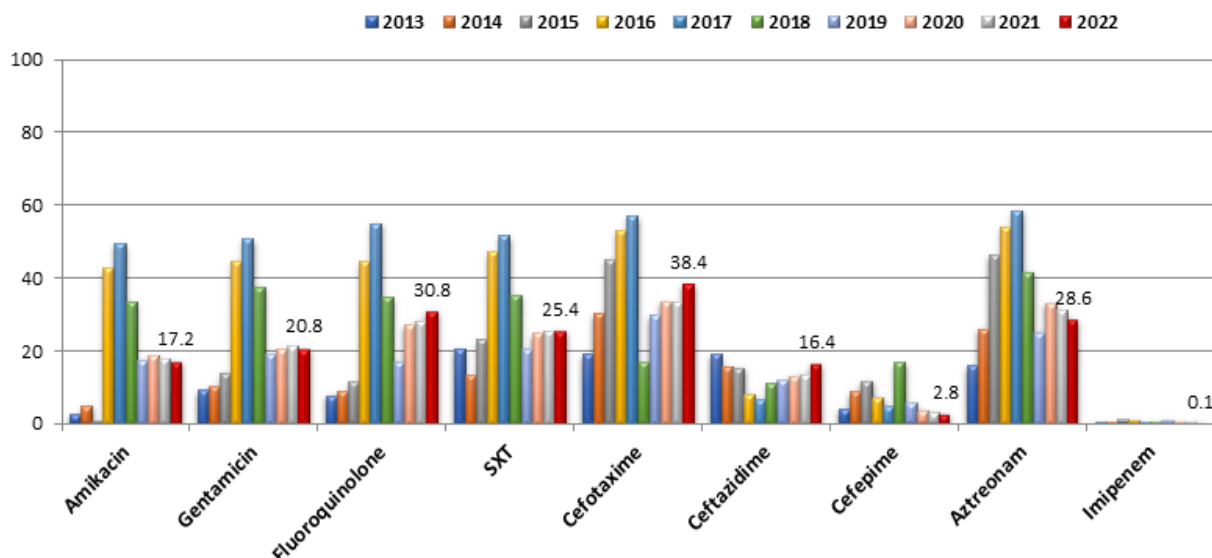
표 4-7. 의원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	2.5	946	4.8	707	0.6	1,231	42.7	1,313	49.3	1,797	33.5	1,784	17.1	1,951	18.4	1,961	17.5	1,864	17.2	1,775
Gentamicin	9.1	946	10.2	707	13.8	1,231	44.7	1,319	50.6	1,797	37.4	1,784	19.0	1,951	20.3	1,961	21.1	1,864	20.8	1,775
Fluoroquinolone†	7.6	940	8.7	707	11.4	1,231	44.5	1,336	54.8	1,619	34.6	1,784	16.9	1,951	27.0	1,961	28.0	1,864	30.8	1,775
SXT‡	20.6	923	13.1	643	23.0	1,000	47.1	1,335	51.6	1,797	35.3	1,784	20.6	1,951	24.7	1,961	25.2	1,864	25.4	1,671
Cefotaxime	19.0	951	30.1	707	45.0	1,231	52.8	1,317	57.0	1,797	16.6	1,784	29.6	1,951	33.5	1,961	33.2	1,864	38.4	1,499
Ceftazidime	18.9	951	15.7	707	15.2	1,231	8.0	1,317	6.5	1,797	10.8	1,784	11.9	1,951	13.0	1,961	13.3	1,864	16.4	1,775
Cefepime	4.0	946	8.6	707	11.6	1,231	7.2	1,317	4.6	1,797	16.6	1,784	5.5	1,951	3.5	1,961	3.1	1,864	2.8	1,774
Aztreonam	15.8	838	25.8	558	46.2	1,076	54.0	1,158	58.4	1,618	41.5	1,503	25.0	1,717	33.0	1,778	31.0	1,683	28.6	1,705
Imipenem	0.1	947	0.3	707	1.0	1,231	0.8	1,333	0.1	1,796	0.2	1,784	0.9	1,950	0.4	1,961	0.4	1,864	0.1	1,775

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Trimethoprim-sulfamethoxazole

그림 4-17. 의원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률 (%)

4. 2. 7. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)

2022년 의원 내성률 조사에서 녹농균(*P. aeruginosa*)의 주요 분리원은 소변(34.3%), 창상(25.3%), 비뇨·생식기(22.8%), 호흡기(13.4%) 검체 순으로 확인되었다. 2022년 항균제 내성률은 2021년에 비해 다소 감소한 수준을 보였다. 특히 아미노글리코사이드계열 항균제인 amikacin과 gentamicin 항균제의 내성률이 각각 8.2%, 12.6%로 감소하였고, 카바페넴계열 항균제인 imipenem과 meropenem 내성률 역시 14.7%, 10.8%로 감소하였다. Colistin 내성률은 0.7%로 전년과 비슷한 수준을 유지하였다.

혈액에서 분리된 녹농균은 총 4주 분리되었으며, 그 중 1주에서 세팔로스포린계 항균제인 cefepime, ceftazidime 및 플로로퀴놀론계 항균제인 ciprofloxacin, 카바페넴계 항균제인 imipenem, meropenem, 그 외 gentamicin과 piperacillin에 모두 내성을 보였다.

표 4-8. 의원 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	16.1	2,801	12.4	1,660	11.8	2,442	13.4	1,769	12.6	1,076	14.7	1,882	10.8	1,804	22.6	4,287	12.1	4,144	8.2	2,279
Gentamicin	26.1	2,800	23.4	1,660	22.0	2,441	22.0	1,813	18.7	1,076	18.2	1,882	16.4	1,804	30.5	4,288	17.1	4,142	12.6	2,276
Tobramycin	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Fluoroquinolone†	43.1	2,750	34.8	1,661	38.4	2,443	35.5	1,827	29.2	1,076	30.0	1,882	24.4	1,801	44.2	4,287	27.4	4,143	20.6	2,277
Piperacillin	26.7	2,342	21.2	938	20.6	1,229	24.3	922	19.6	1,076	23.2	1,881	18.0	1,804	37.1	3,022	20.1	3,396	12.0	2,276
Aztreonam	22.6	2,731	20.4	1,653	15.5	2,426	17.4	1,777	15.7	1,074	16.0	1,875	12.4	1,797	23.6	4,278	14.6	4,138	8.7	2,270
Ceftazidime	15.4	2,801	10.6	1,661	13.1	2,443	13.5	1,782	10.4	1,076	13.1	1,882	9.7	1,801	25.5	4,290	13.0	4,142	7.6	2,279
Cefepime	17.5	2,802	12.7	938	25.8	1,227	15.3	1,784	12.9	1,076	14.5	1,882	11.3	1,803	26.8	4,287	13.1	4,144	9.0	2,280
Imipenem	28.5	2,795	21.1	1,659	24.1	2,436	25.4	1,796	20.9	1,075	24.5	1,878	17.3	1,801	32.5	4,282	17.9	4,138	14.7	2,272
Meropenem	17.4	2,667	12.1	1,442	18.8	2,425	21.6	1,739	16.7	1,076	19.6	1,881	12.9	1,803	31.1	4,287	16.8	4,137	10.8	2,275
Colistin	1.1	2,011	0.8	1,653	0.7	2,436	0.2	1,734	0.6	860	1.2	925	0.5	1,034	0.3	2,437	0.4	2,011	0.7	1,315

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Not tested

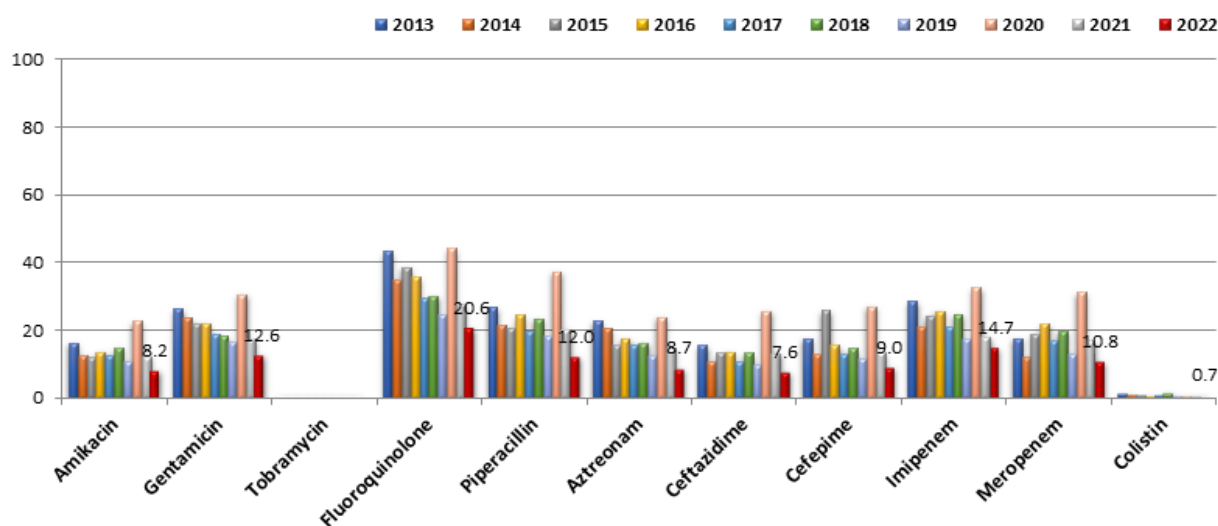


그림 4-14. 의원 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률 (%)

4. 2. 8. 아시네토박터균(*Acinetobacter baumannii*)

2022년 의원 내성률 조사에서 아시네토박터균(*A. baumannii*)의 주요 분리원은 소변(60.6%), 호흡기(16.3%), 창상(14.8%) 검체 순으로 확인되었다. 의원의 항균제 내성률은 중소병원과 요양병원에 비해 전반적으로 낮게 나타났으며, 2022년 imipenem과 meropenem 내성률은 각각 27.2%, 28.1%로 2021년보다 14.8%p, 14.9%p 감소했다. 2022년 전반적인 항균제 내성률이 크게 감소하였으나, 플로로퀴놀론계 항균제의 내성은 여전히 49.2%로 2021년과 비슷한 수준을 유지하였다.

혈액에서 분리된 아시네토박터균은 총 4주로 모든 항균제에 감수성을 보였다.

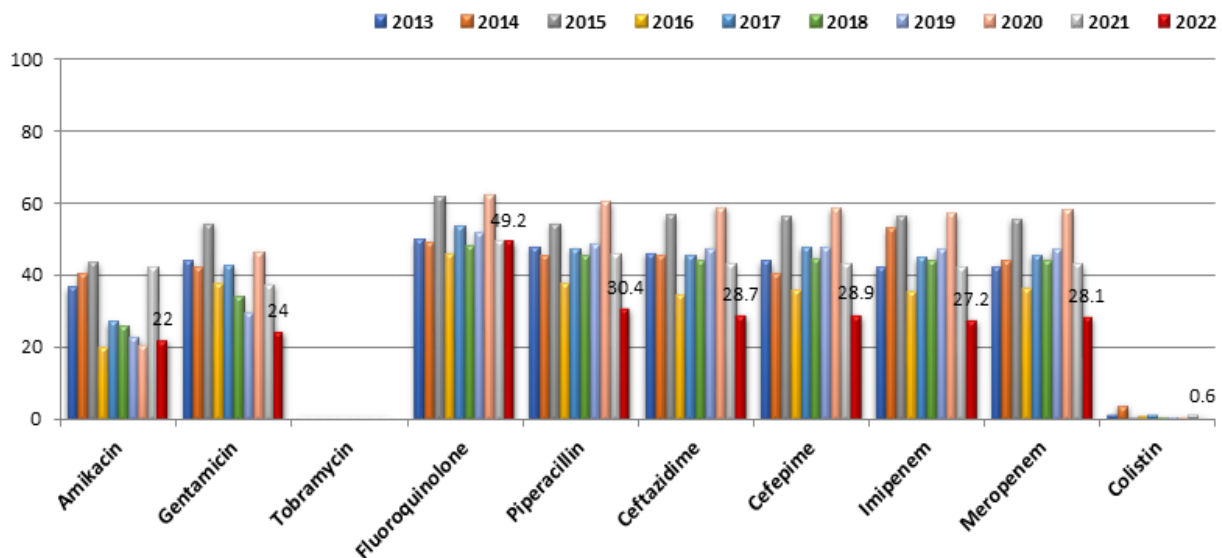
표 4-9. 의원 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021*		2022	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	36.7	1,003	40.2	914	43.5	513	19.9	246	27	141	25.7	148	22.8	180	20.5	161	42.1	95	22.0	141
Gentamicin	44.0	1,345	42.0	1,024	54.1	1,337	37.6	1,106	42.6	1,089	34.1	1,550	29.5	1,634	46.3	1,646	37.4	888	24	854
Tobramycin	NT†	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Fluoroquinolone†	49.9	1,346	49.2	1,024	61.6	1,337	46.0	1,132	53.8	1,089	48.3	1,549	52.0	1,634	62.3	1,646	49.4	887	49.2	853
Piperacillin	47.7	1,345	45.3	544	54.1	1,114	37.8	1,066	47.4	1,088	45.5	1,550	48.7	1,633	60.2	1,646	45.8	888	30.4	854
Ceftazidime	46.0	1,346	45.6	1,024	56.6	1,337	34.4	1,103	45.5	1,089	44.1	1,550	47.3	1,634	58.6	1,646	42.9	888	28.7	854
Cefepime	43.8	1,345	40.4	545	56.1	1,312	35.6	1,104	47.7	1,089	44.7	1,550	47.8	1,634	58.4	1,646	43.0	888	28.9	854
Imipenem	42.0	1,346	53.1	800	56.4	1,258	35.4	1,120	44.9	1,088	43.8	1,550	47.1	1,634	57.2	1,646	42.0	888	27.2	854
Meropenem	42.3	1,344	43.8	908	55.5	1,334	36.4	1,077	45.4	1,089	44.2	1,549	47.1	1,631	58.1	1,646	43.0	888	28.1	854
Colistin	1.0	1,334	3.6	1,018	0.4	1,131	0.8	1,064	1.0	966	0.2	1,208	0.5	1,332	0.5	774	1.0	395	0.6	518

* 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석

† 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2022 ciprofloxacin

‡ Not tested

그림 4-15. 의원 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률 (%)



주요 항균제 내성 비교

2022 국가 항균제 내성균 조사

5

주요 항균제 내성 비교

5. 1. 의료기관 종별 주요 항균제 내성 비교

5. 1. 1. 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*)

MRSA 2022년 요양병원의 oxacillin 내성률은 85.1%로 2021년과 비슷한 수준을 유지하였고, 중소병원과 의원에서의 내성률도 각각 52.3%, 29.2%로 나타났으며, 2021년에 비해 모든 의료기관에서 내성률이 감소한 것을 확인하였다.

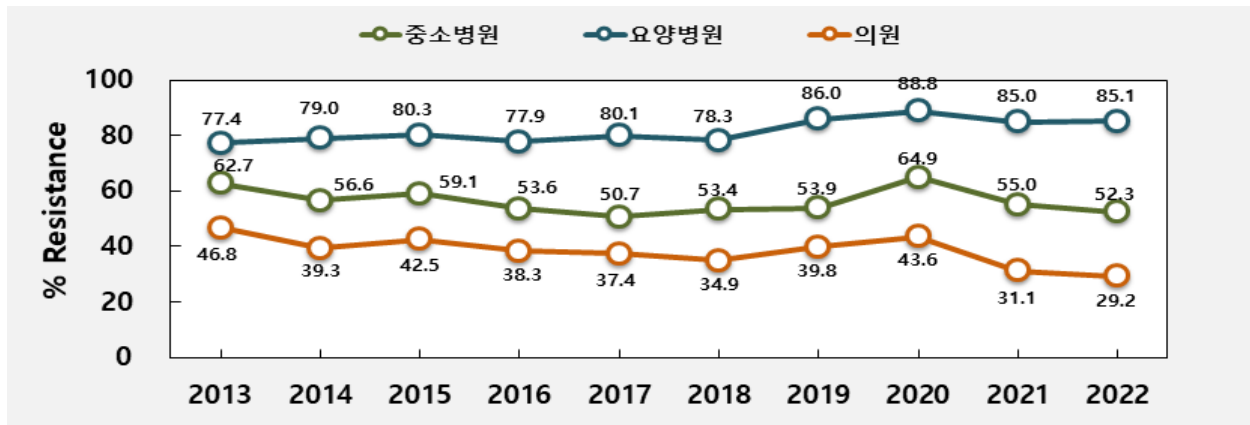


그림 5-1. 의료기관 종별 MRSA(oxacillin resistance for *S. aureus*) 내성률(%) 동향

2022년 검체별 MRSA 내성률을 비교하였다. 중소병원은 호흡기 검체에서 내성률이 62.7%, 의원은 혈액 검체에서 58.8%로 높은 내성률을 보였다. 요양병원은 모든 검체에서 80% 이상의 내성률을 보였다. 일부 분리 건수가 의원 혈액 검체 및 요양병원 체액 검체의 경우 내성률 해석에 유의할 필요가 있다.

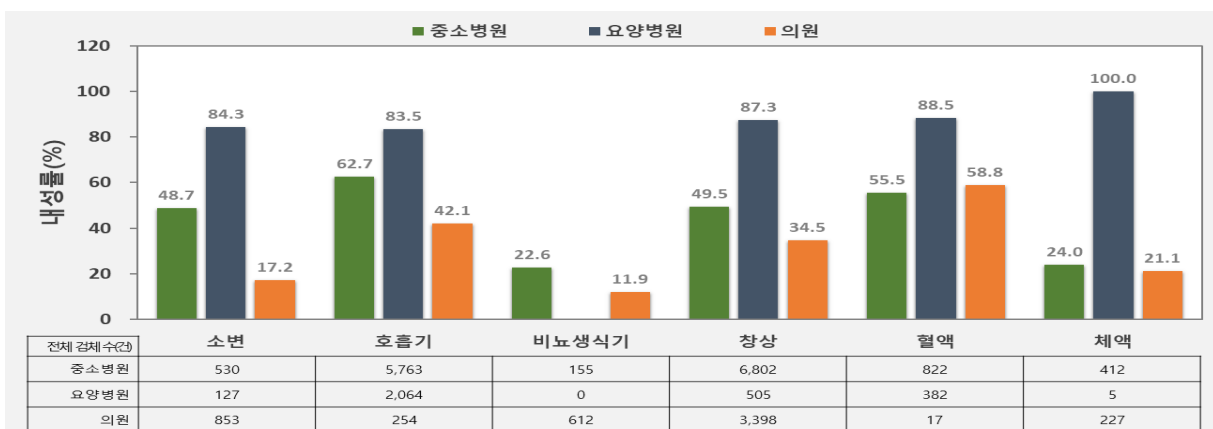
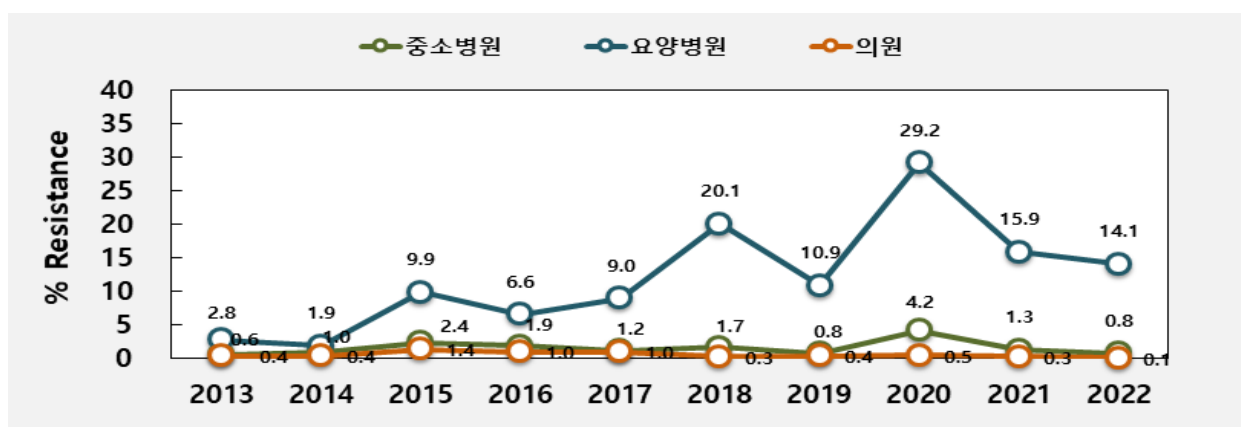
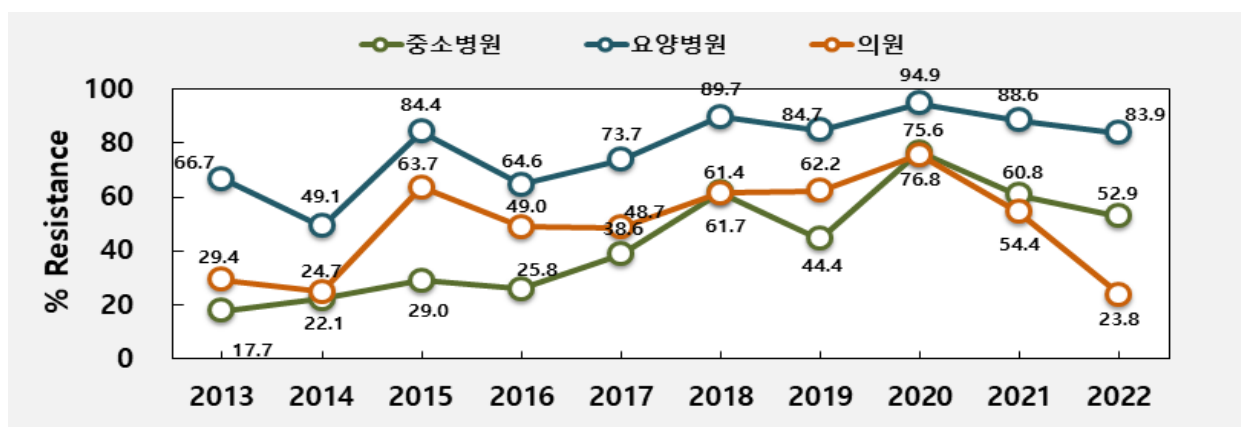
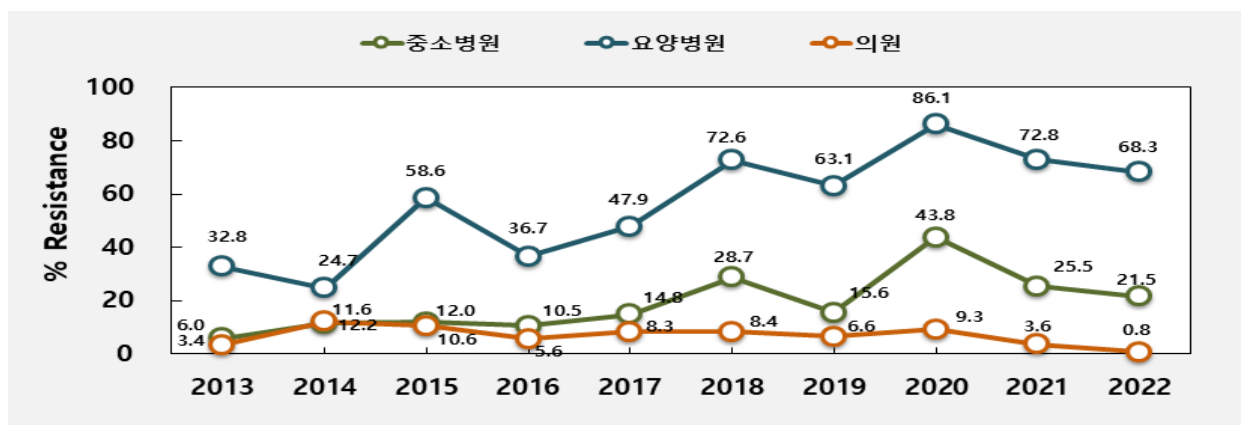


그림 5-2. 검체별 MRSA(oxacillin resistance for *S. aureus*) 내성률(%)

5. 1. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.)

VRE 2022년 *E. faecalis*의 vancomycin 내성률은 의원에서 0.1%로 낮은 수준을 유지하였으며, 중소병원과 요양병원에서도 각각 0.8%, 14.1%로 감소세를 보였다. *E. faecium*의 vancomycin 내성률은 중소병원과 요양병원에서 각각 52.9%와 83.9%로 나타났으며 의원에서는 23.8%로 전년 대비 큰 폭으로 감소하였다. 전체 장알균(*E. faecalis*와 *E. faecium* 포함)에서 vancomycin 내성률은 중소병원과 요양병원, 의원이 각각 21.5%, 68.3%, 0.8%로 모두 2021년 대비 감소하였다.

그림 5-3. 의료기관 종별 vancomycin 내성 *E. faecalis* 내성률(%) 동향그림 5-4. 의료기관 종별 vancomycin 내성 *E. faecium* 내성률(%) 동향그림 5-5. 의료기관 종별 vancomycin 내성 *Enterococcus* spp. 내성률(%) 동향

2022년 검체별 VRE 내성률을 비교하였다. *E. faecalis*에서는 요양병원 호흡기 검체에서 내성이 비교적 높게 나타났으나 검체 건수가 적어 내성률 해석에 유의할 필요가 있다. *E. faecium*의 경우 요양병원의 소변, 호흡기 검체에서 50%를 넘는 내성률을 보였으며, 중소병원 호흡기(47.1%), 혈액(34.6%), 소변(33.2%), 창상(31.3%)로 비교적 높은 내성률을 보였다. 분리된 건수가 낮은 경우에는 내성률 해석에 유의할 필요가 있다.

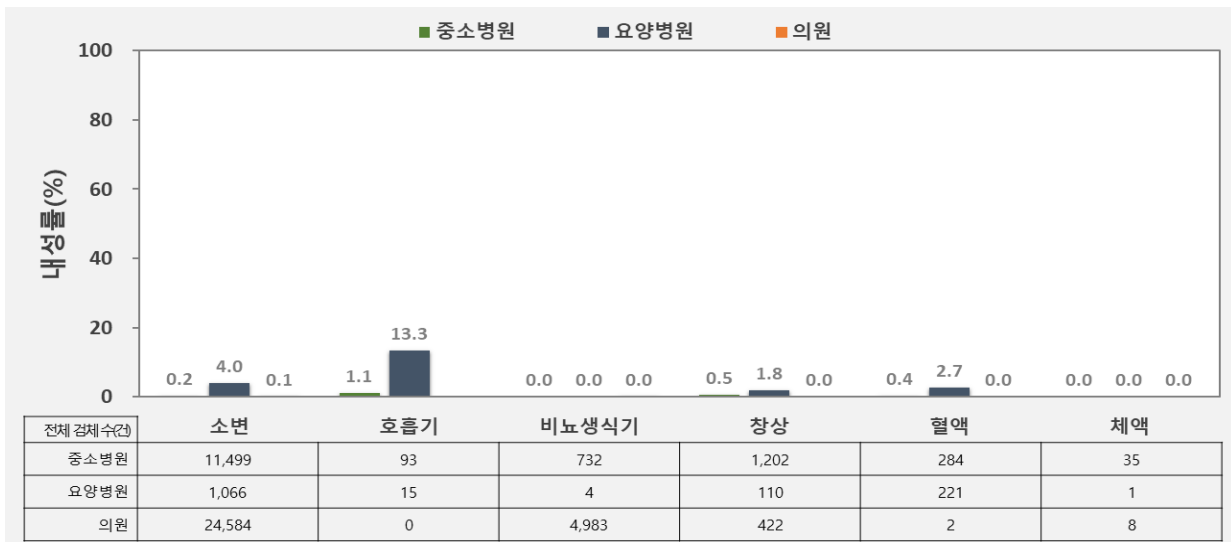


그림 5-6. 검체별 vancomycin 내성 *Enterococcus faecalis* 내성률(%)

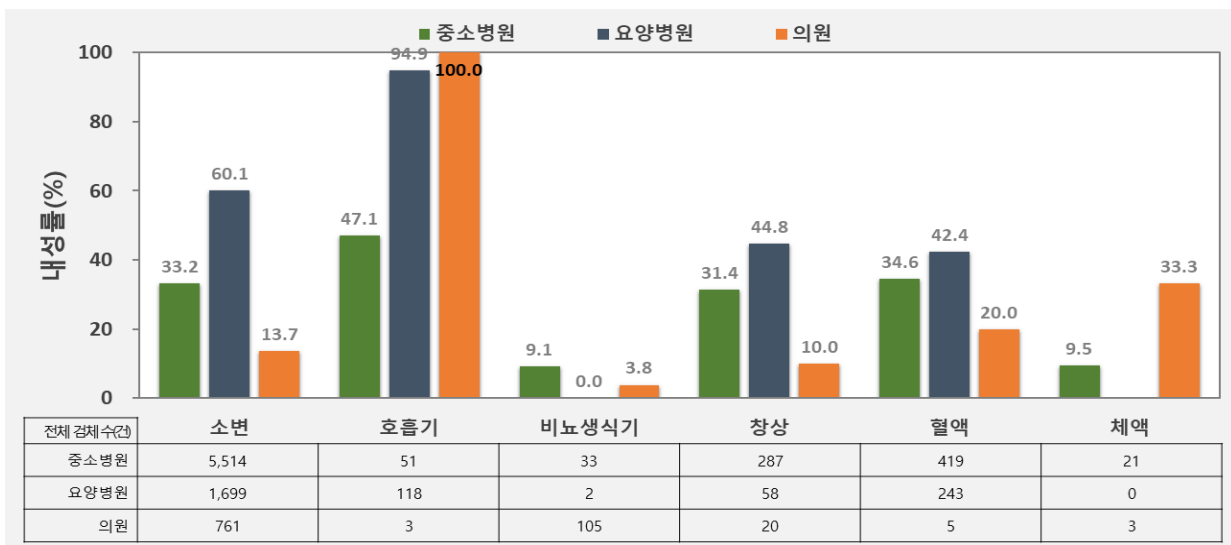


그림 5-7. 검체별 vancomycin 내성 *Enterococcus faecium* 내성률(%)

5. 1. 3. 폐렴사슬알균(*Streptococcus pneumoniae*)

Penicillin G 내성분석 2018년부터 2022년까지 5년에 대한 중소병원, 요양병원, 의원에서 분리한 폐렴사슬알균의 penicillin G MIC 분포를 농도별로 구분하여 분석하였다. 2012년 상반기부터 분석장비에 이용되는 카드의 변경(AST-ST01)에 따라 항균제 감수성 검사의 농도 범위 증가로 중간내성과 내성을 판별할 수 있었다. 2022년 penicillin G의 MIC가 8 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 내성인 비율은 중소병원 21.0%, 요양병원 77.9%, 의원 21.7%였다. 2021년까지 의료기관 종별에 상관없이 가장 낮은 농도인 0.06 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 분포도가 점점 줄고, 높은 농도의 분포가 증가하는 양상을 보였으나, 2022년에는 중소병원과 의원에서 0.06 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 분포도가 소폭 증가한 것을 확인할 수 있었다.

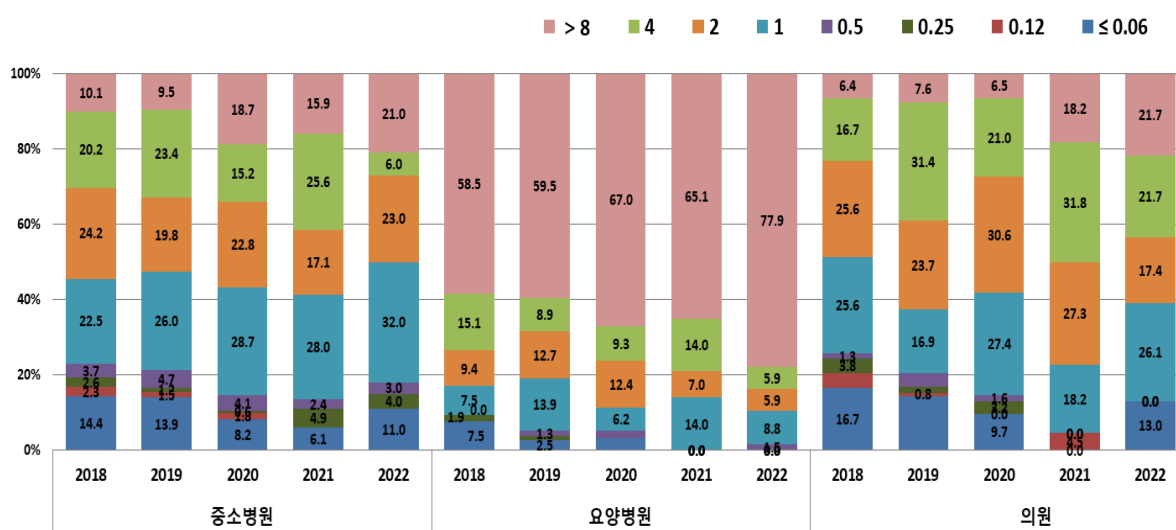
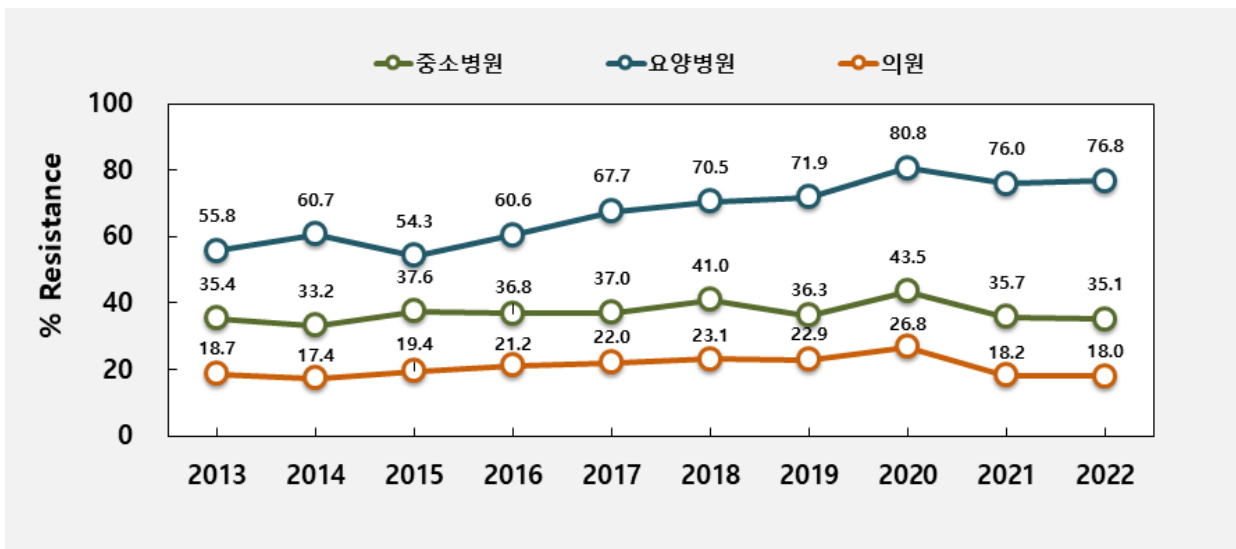
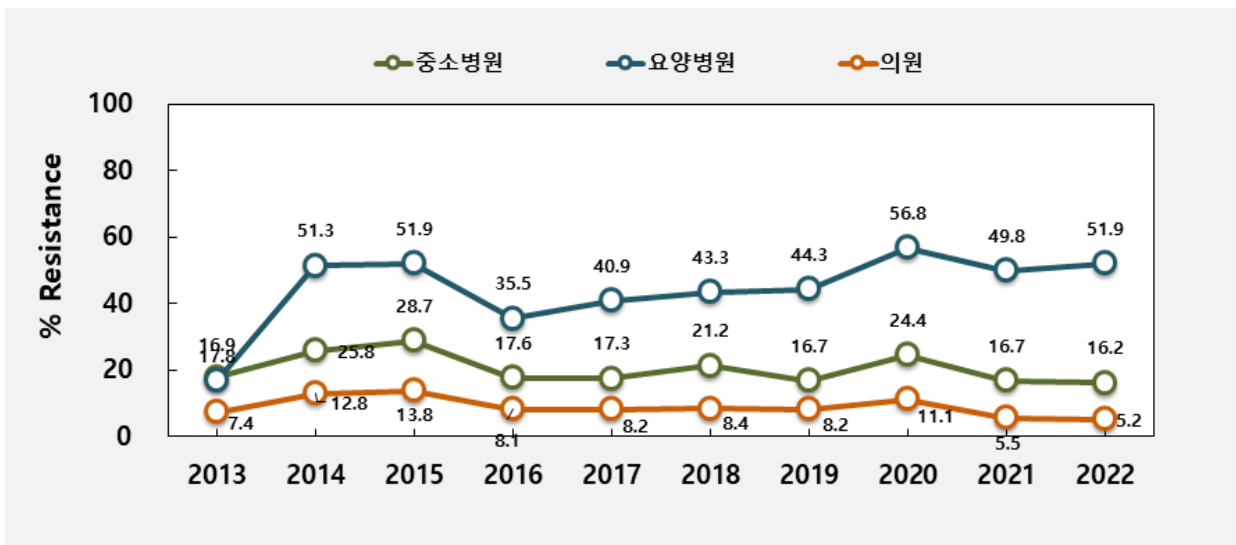


그림 5-8. 의료기관 종별 *S. pneumoniae*의 '페니실린 G' 내성(MIC, 최소억제농도) 분포(%)

5. 1. 4. 대장균(*Escherichia coli*)

3rd Generation Cephalosporin Resistance 3세대 세팔로스포린계인 cefotaxime, ceftazidime의 내성률을 의료기관별로 비교하면 요양병원의 내성률이 가장 높고 중소병원, 의원 순으로 나타났다. 전반적으로 cefotaxime에 대한 내성이 ceftazidime보다 높은 것으로 나타났다. 3세대 세팔로스포린계 항균제 내성률의 변화는 β -lactamase를 생성하는 유전자의 종류에 영향을 받으므로 내성률 변화에 주목할 필요가 있다. 2021년 대비 항균제 내성률은 비슷한 수준을 유지하고 있으나, 요양병원에서의 항균제 내성률은 증가하였으며 높은 내성률을 유지하고 있어 지속적인 관찰이 필요하다.

그림 5-9. 의료기관 종별 cefotaxime 내성 *E. coli* 내성률(%) 동향그림 5-10. 의료기관 종별 ceftazidime 내성 *E. coli* 내성률(%) 동향

CRE 2022년 검체별 *E. coli*의 imipenem 내성률을 비교하였다. 호흡기 검체에서의 내성률은 각각 5.4%, 8.5%, 1.1%로 비교적 높은 내성률을 볼 수 있었다. 전체 건수가 너무 적은 검체에 대해서는 내성률 해석에 유의할 필요가 있다.

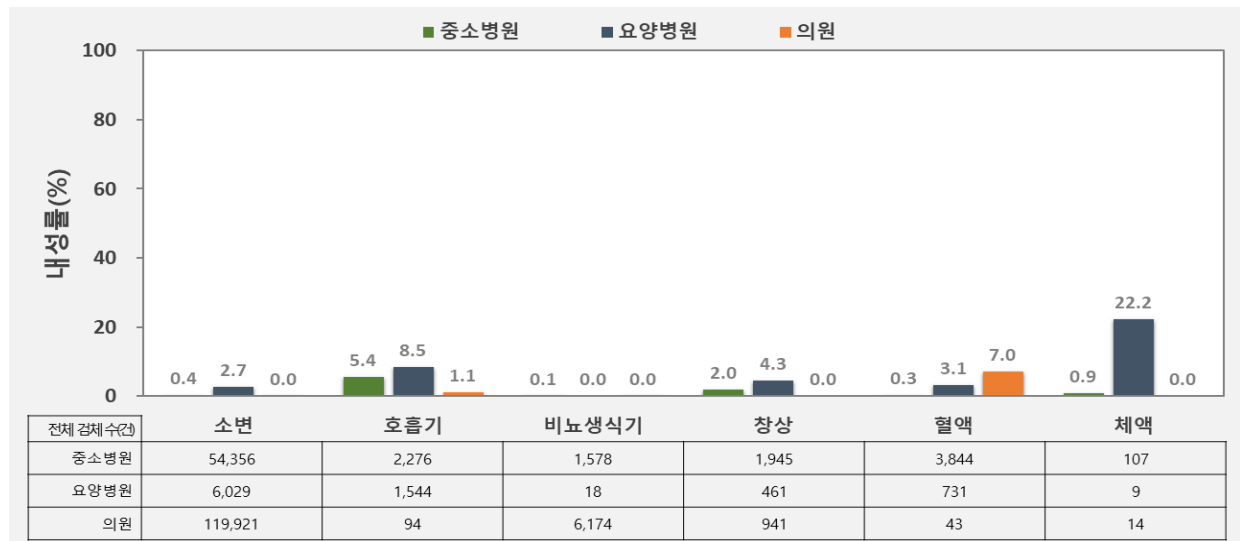
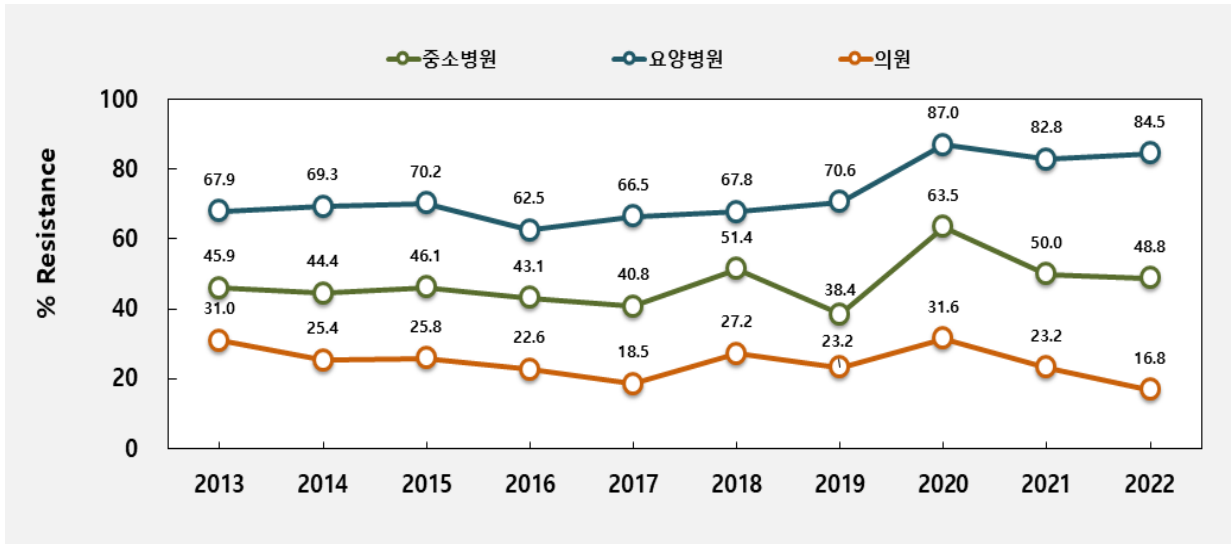
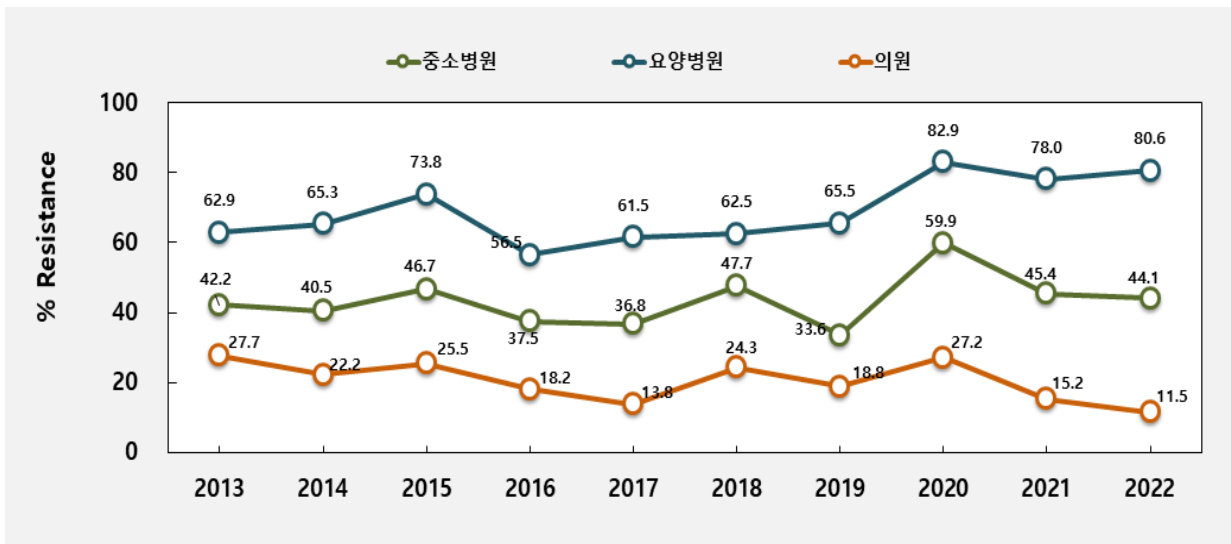


그림 5-11. 검체별 imipenem 내성 *E. coli* 내성률(%)

5. 1. 5. 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*)

3rd Generation Cephalosporin Resistance Cefotaxime, ceftazidime에 대한 내성은 주로 ESBL 생산에 의해 나타나므로 내성률 변화를 주시해야 한다. Cefotaxime, ceftazidime의 내성률은 중소병원, 의원에서 2021년보다 감소하였으나, 요양병원의 내성률은 소폭 증가하였으며 높은 내성률을 유지하고있어 지속적인 관찰이 필요하다.

그림 5-12. 의료기관 종별 cefotaxime 내성 *K. pneumoniae* 내성률(%) 동향그림 5-13. 의료기관 종별 ceftazidime 내성 *K. pneumoniae* 내성률(%) 동향

CRE 2022년 검체별 *K. pneumoniae*의 imipenem 내성률을 비교하였다. 요양병원은 대부분의 검체에서 높은 내성률을 볼 수 있었다. 중소병원에서는 창상(14.7%), 호흡기(14.0%), 체액(13.2%) 순으로 내성률이 높았으며, 의원에서는 호흡기(2.5%), 창상(1.6%) 순으로 높은 내성률을 보였다. 전체 건수가 너무 적은 검체에 대해서는 내성률 해석에 유의할 필요가 있다.

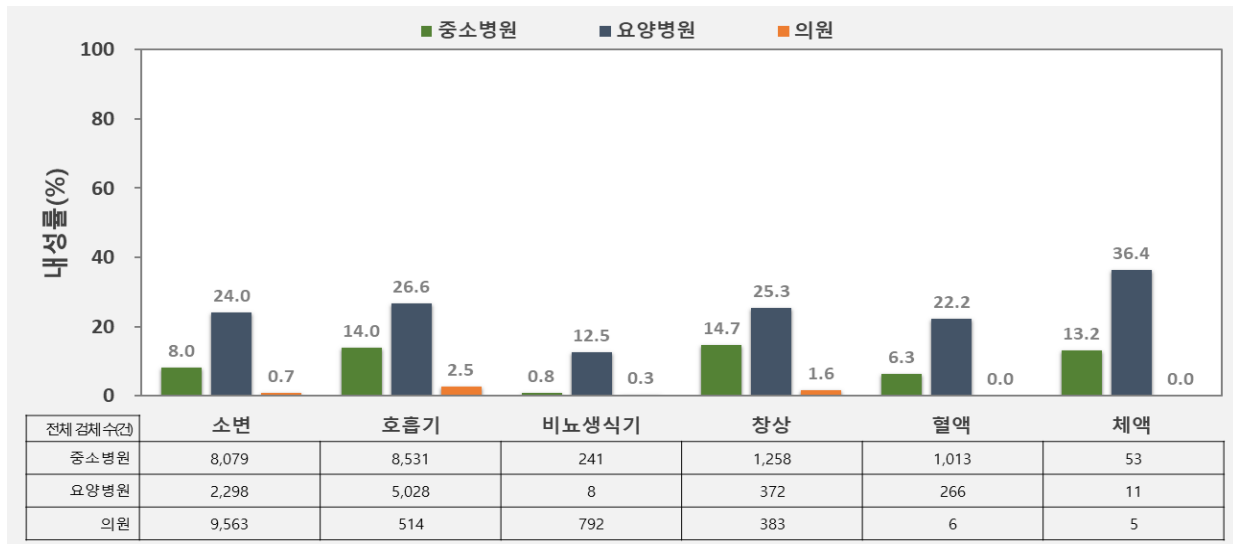
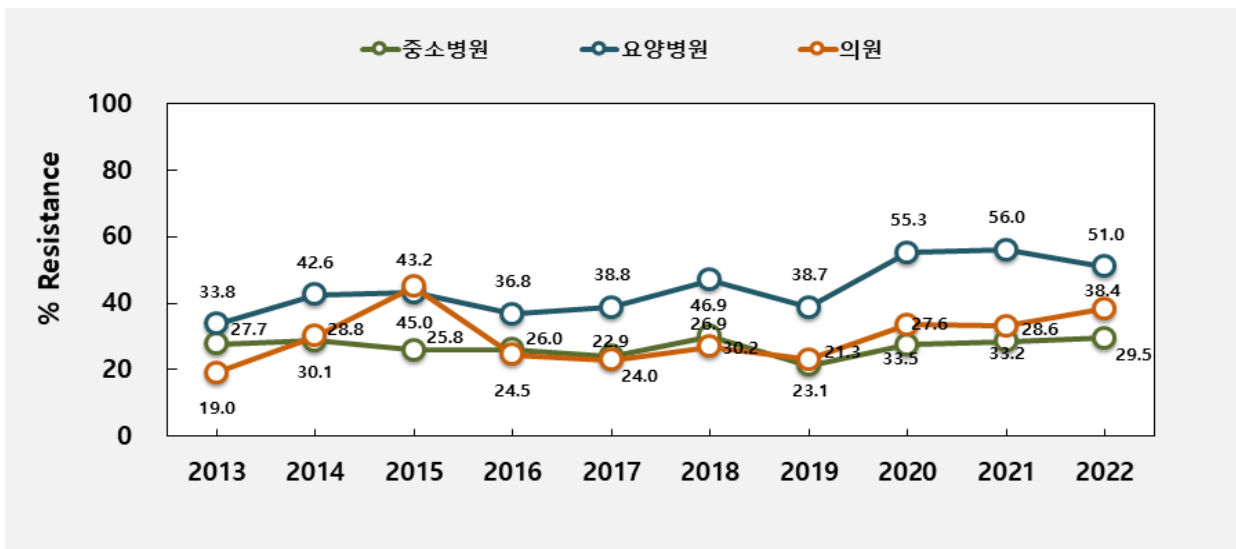
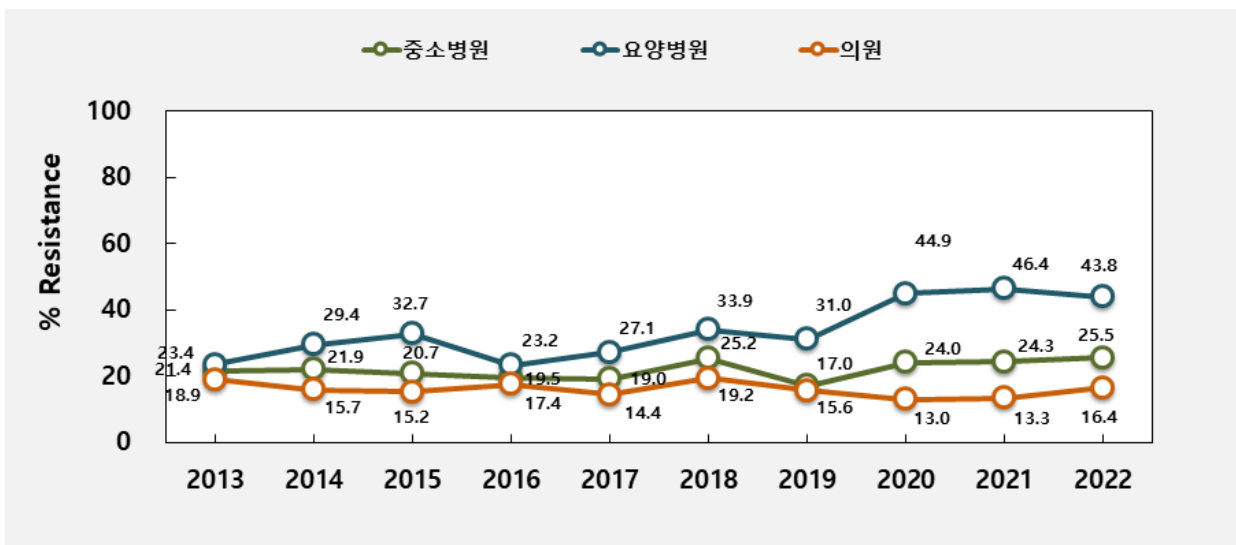


그림 5-14. 검체별 imipenem 내성 *K. pneumoniae* 내성률(%)

5. 1. 6. 엔테로박터균(*Enterobacter cloacae*)

3rd Generation Cephalosporin Resistance Cefotaxime과 ceftazidime에 대한 내성은 주로 ESBL 생산 등에 의해 나타나므로 내성률 변화를 주시해야 한다. 중소병원은 cefotaxime, ceftazidime 내성률은 각각 29.5%, 25.5%, 의원 cefotaxime, ceftazidime 내성률은 29.5%, 16.4%로 모두 전년에 비해 소폭 증가하였으며, 요양병원의 경우, cefotaxime, ceftazidime 내성률은 각각 51.0%, 43.8%로 소폭 감소하였다. 의료기관 종별로 2019년 대부분이 감소한 이후, 2020년부터 다시 증가하는 경향을 보였다.

그림 5-15. 의료기관 종별 cefotaxime 내성 *E. cloacae* 내성률(%) 동향그림 5-16. 의료기관 종별 ceftazidime 내성 *E. cloacae* 내성률(%) 동향

CRE 2022년 검체별 *E. cloacae*의 imipenem 내성률을 비교하였다. 요양병원 창상, 소변, 호흡기 검체에서도 각각 14.8%, 8.0%, 3.0%로 비교적 높은 내성률을 볼 수 있었다. 이 외 중소병원에서는 혈액(2.8%), 호흡기(2.5%), 소변(2.4%) 순으로 내성률이 높았으며 의원에서는 호흡기, 소변에서 각각 1.4%, 0.1%로 낮은 내성률을 확인하였다.

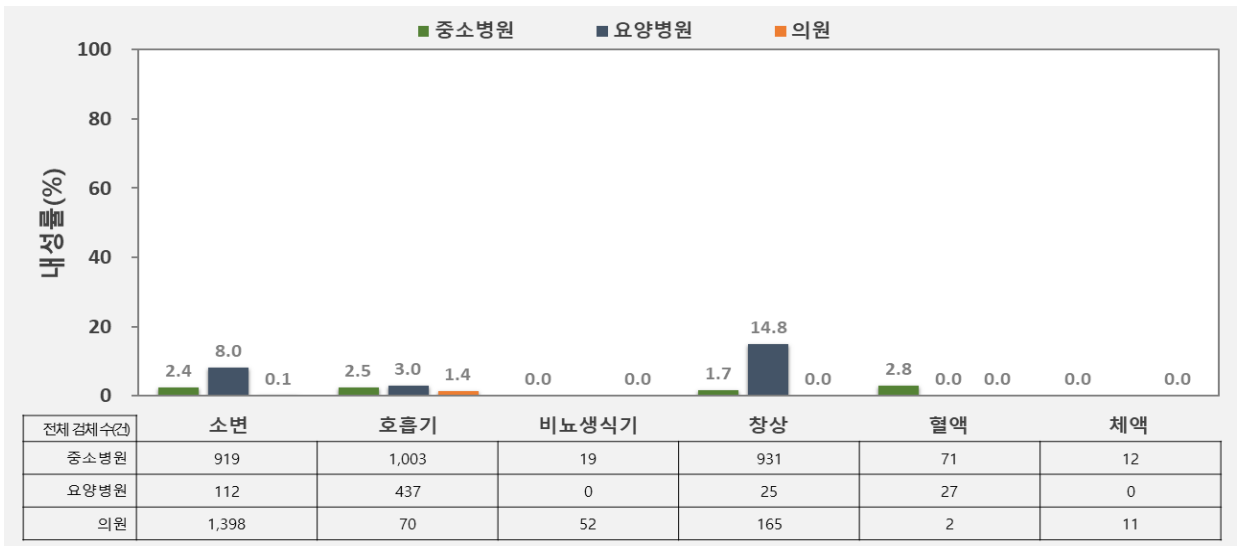


그림 5-17. 검체별 imipenem 내성 *E. cloacae* 내성률(%)

5. 1. 7. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)

Carbapenem Resistance 중소병원, 요양병원에서의 imipenem, meropenem 내성률은 증가하여 각각 43.7%, 55.3%와 40.1%, 50.6%로 나타났다. 의원내성률은 imipenem, meropenem 내성률은 2021년보다 모두 감소하였다. Imipenem, meropenem 내성률 모두 요양병원이 가장 높았으며, 의원에서 가장 큰 폭으로 감소하여 가장 낮은 수치를 보였다.

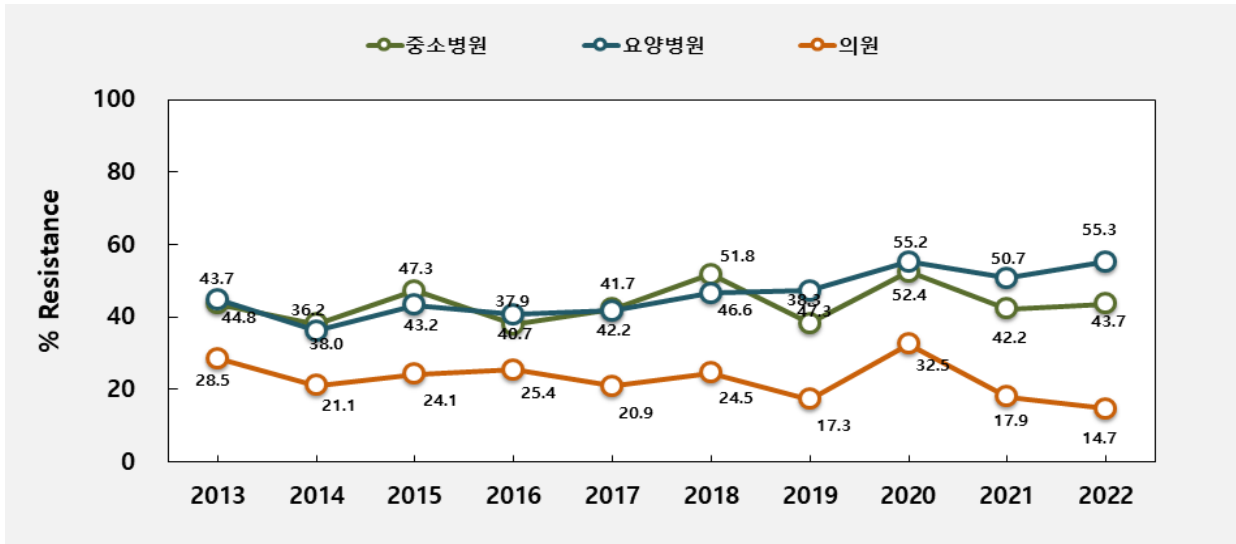


그림 5-18. 의료기관 종별 imipenem 내성 *P. aeruginosa* 내성률(%) 동향

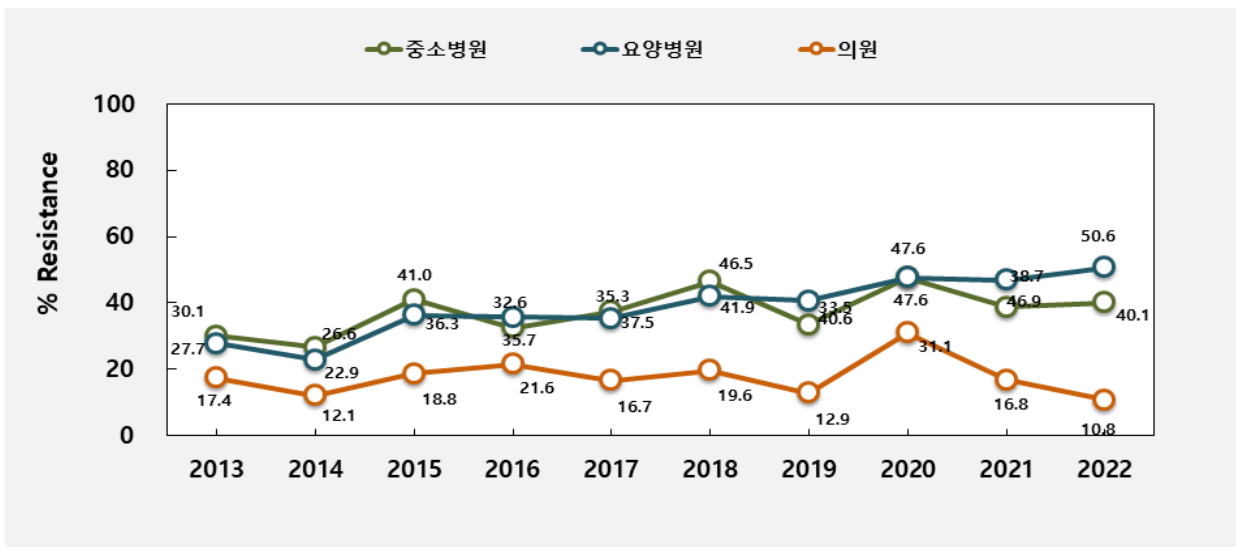


그림 5-19. 의료기관 종별 meropenem 내성 *P. aeruginosa* 내성률(%) 동향

MRPA(다제내성녹농균 ; Multidrug-resistance *P. aeruginosa*)

카바페넴계(imipenem 또는 meropenem), 아미노글리코사이드계(amikacin 또는 gentamicin), 플로로퀴놀론계(ciprofloxacin 또는 levofloxacin) 등 세 계열의 항균제에 모두 내성(MDR)을 나타내는 녹농균은 2021년 중소병원, 의원에서 각각 33.1%, 15.0%에서 2022년 각각 31.1%, 9.8%로 감소하였다. 반면 요양병원 42.5%로 증가하였다. 다제내성 녹농균은 2016년 이후 증가 추세를 보였으나 2020년부터 다시 감소하거나 정체하는 양상을 보였으며, 특히 2021년부터 의원에서 다제내성률이 큰 폭으로 감소한 것을 확인하였다.

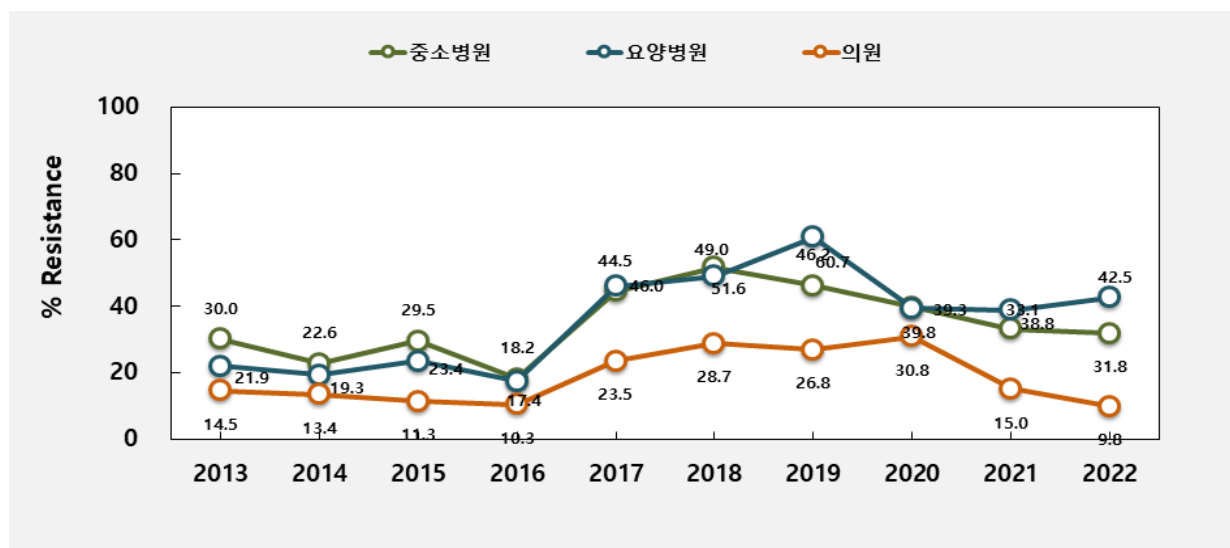
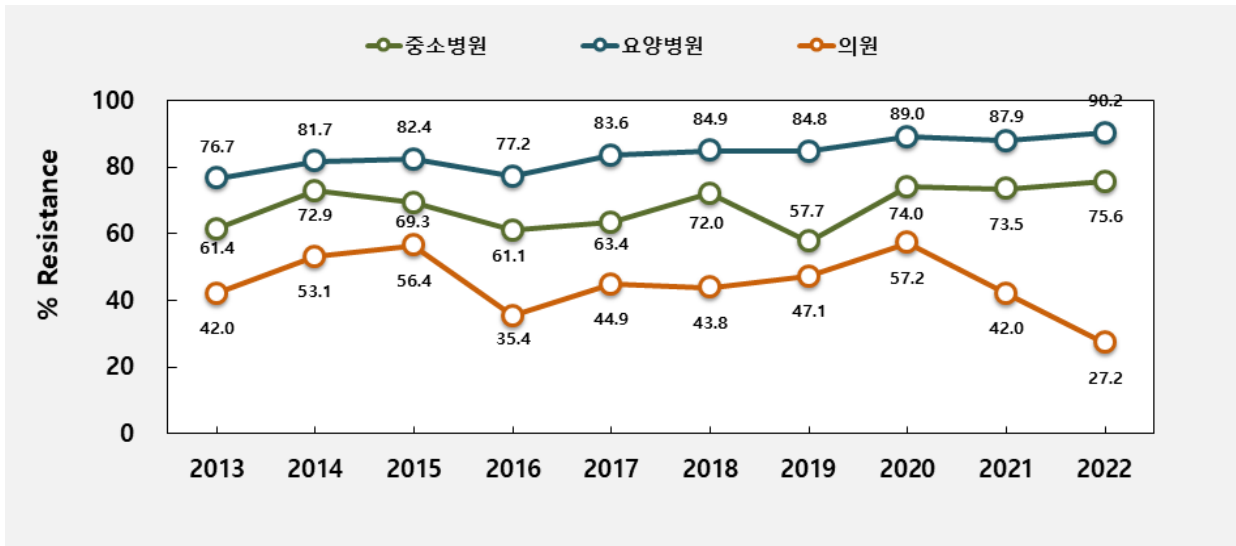
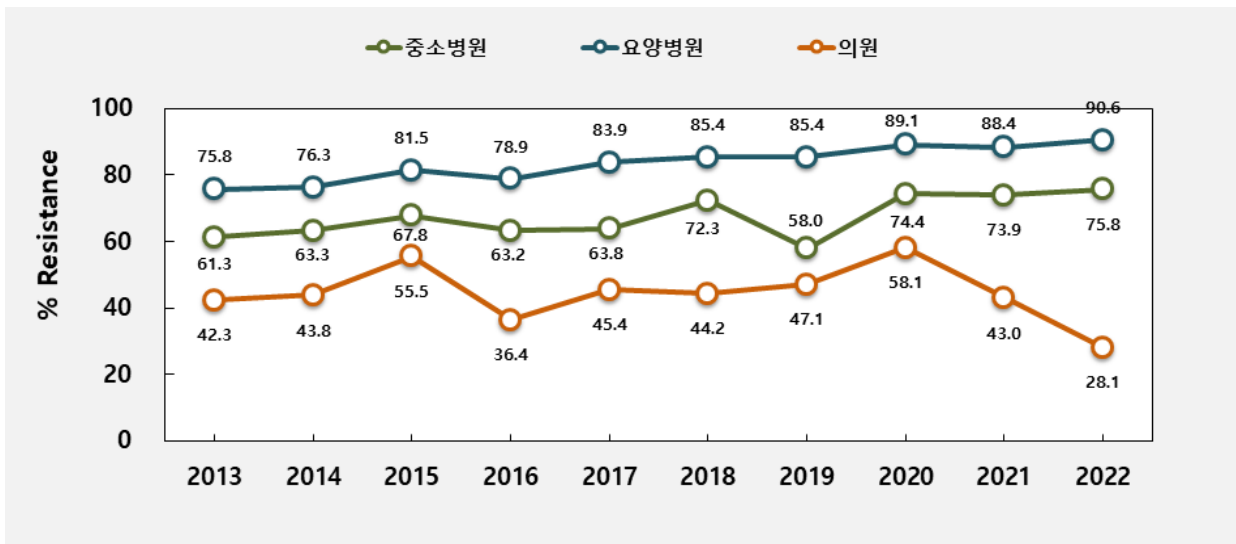


그림 5-20. 의료기관 종별 MRPA 내성률(%) 동향

5. 1. 8. 아시네토박터균(*Acinetobacter baumannii*)

Carbapenem Resistance 카바페넴계 항균제 내성률은 최근 5년간 대체로 증가 추세를 보였다. 2022년 내성률은 imipenem과 meropenem 모두 중소병원, 요양병원에서는 소폭 증가하였으며, 지속 높은 수치를 유지하였다. 의원에서는 많이 감소한 수치를 확인할 수 있었다.

그림 5-21. 의료기관 종별 imipenem 내성 *A. baumannii* 내성률(%) 동향그림 5-22. 의료기관 종별 meropenem 내성 *A. baumannii* 내성률(%) 동향

MRAB(다제내성 아시네토박터바오마니균 ; Multidrug-resistance *A. baumannii*)

카바페넴계(imipenem 또는 meropenem), 아미노글리코사이드계(amikacin 또는 gentamicin), 플로로퀴놀론계(ciprofloxacin 또는 levofloxacin) 등 세 계열의 항균제에 모두 내성(MDR)을 나타내는 *A. baumannii*는 2022년에 요양병원 77.7%, 병원 62.0%로 일부 증가하였고, 의원 내성률은 24.9% 순으로, 2019년 이후로 지속 감소세를 유지하였다.

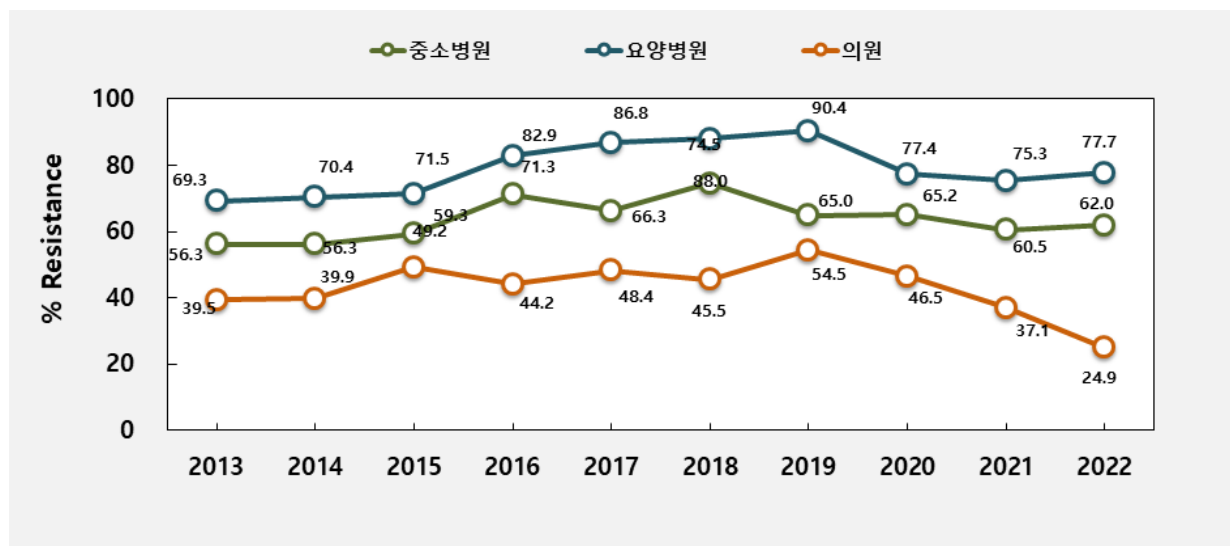


그림 5-23. 의료기관 종별 MRAB 내성률(%) 동향

제 3 장

법정감염병 내성

Legal Communicable Disease causative bacteria
Antimicrobial Resistance Surveillance in Korea, 2022

2022 법정감염병 내성 조사·분석

요약문

법정감염병

임균 항균제 내성균 감시체계는 기존의 Kor-GLASS 체계(종합병원 중심)에서 수집되지 않아 이를 보완하기 위해 국내 실정을 반영하여 의원 중심으로 재수립된 감시체계이다. 임균의 항균제 내성률은 국내 5개 기관에서 PCR 검사결과 양성으로 확인된 요도 및 자궁경부 면봉 검체를 이용하여 당일 임균 배양을 실시하여 얻어진 균주로 분석하였다.

장내세균은 수인성-식품매개 감염병 병원체감시사업(Enter-Net) 및 질병관리청 세균분석과에서 수집한 균주를 대상으로 항균제 내성균을 분석하였고, 반코마이신 내성 황색포도알균(VRSA)와 카바페넴 내성 장내세균(CRE)은 2020년 1월 감염병예방법 개정에 따라 제2급감염병으로 변경되어 전수감시 체계가 운영되고 있다. 2022년 항생제 내성정보는 시·도보건환경연구원으로 수집된 균주로 분석하였다.

임균

분리된 임균 총 227주에 대해 감수성 검사를 시행한 결과, penicillin 내성률은 41.9%, 중간내성 57.7%, tetracycline 내성률 86.8%, 중간내성 12.3%로 2021년에 이어 지속적으로 높은 내성률을 보였다. 한편, ciprofloxacin에 대한 내성률 79.7%, 중간내성 18.5%로 2021년 내성률 94.4%, 중간내성 3.2%와 비교했을 때 내성률의 차이를 나타냈다. Cefixime에 비감수성인 균주는 2021년에 비해 23.2% 감소하여 5.7%로 나타났으며, spectinomycin에 내성인 균주와 ceftriaxone에 비감수성인 균주는 확인되지 않았다. 임균 중 다제내성(MDR, multi-drug resistance) 균주는 27.3%(62/227)로 확인되었다.

장내세균

Non-typhoidal Salmonella 2022년 분리된 *Salmonella* Typhi는 총 7주로 확인되었다. 분리된 모든 균주에서 gentamicin에 감수성을 보였다. Ampicillin, cefotaxime, ciprofloxacin, trimethoprim/sulfamethoxazole에 내성을 보이는 균주는 총 4주, nalidixic acid에 내성을 보이는 주는 총 5주로 확인되었다.

Salmonella Typhi 비장티푸스성 살모넬라균은 총 313주 수집되었으며, ampicillin, cefotaxime 항균제에서 내성률이 증가하는 경향을 보였다.

Shigella spp. 2021년, 2022년 모두 *S. sonnei*는 확인되지 않았으며, *S. flexneri*는 2주 확인되었다. 확인된 2주 모두 ampicillin과 tetracycline에 내성을 보였으며, trimethoprim/sulfamethoxazole에서는 2주 중 1주만 내성을 보였다.

Campylobacter jejuni 2022년 분리된 캄필로박터균은 총 179주로 확인되었다. Gentamicin 내성률의 경우 2021년 0.0%에서 소폭 증가하여 1.1%로 확인되었으며, 그 외 nalidixic acid, ciprofloxacin에서 각각 78.2%, 79.3%로 높은 수준을 유지하였다.

실험실 전수감시

VRSA 확인 진단으로 의뢰된 10주 중 2주가 반코마이신 중등도 내성 황색포도알균(*Vancomycin intermediate Staphylococcus aureus*, VISA)으로 확인되었고, VRSA는 확인되지 않았다.

CRE 2022년 CRE/CPE 확인동정 의뢰된 25,722건 중 23,220건이 CRE로 확인되었으며, 21,923건이 CPE로 확인되었다. 2022년 국내에서 확인된 카바페넴 분해효소 유전자형은 KPC형이 17,564건으로 가장 많았으며, NDM형은 2,986건, OXA형은 803건, IMP형 14건, VIM형 11건, GES형이 8건 순으로 확인되었다.



법정감염병 원인균 (임균)

2022 법정감염병 내성 조사·분석

1

법정감염병 원인균(임균)

1. 1. 서론

1. 1. 1. 배경

임균은 두 번째로 흔한 세균성 성매개감염병인 임질의 원인균으로, 남성에서는 요도염 등의 비뇨생식기 감염을 일으키며, 여성에서는 자궁경내막염, 골반의 염증성 질환 등 다양한 감염과 합병증을 유발한다. 임균은 전통적으로 임질 치료에 사용하였던 1차 치료제인 penicillin, tetracyclines, fluoroquinolones 등에 내성을 획득하였으며, 1990년대부터는 3세대 extended-spectrum cephalosporins(ESCs)이 임질의 1차 치료제로 권장되어 사용되어 왔다. 그러나 최근 cefixime, ceftriaxone과 같은 ESCs에 대한 내성균의 출현이 보고되고 있어 임균의 항균제 내성은 전 세계적으로 주요한 공중 보건 문제로 떠오르고 있다.

질병관리청은 2016년 7월부터 국내 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS)를 통해 대표성 있는 항균제 내성 정보를 산출하고 매년 WHO에 제공하고 있지만 종합병원을 대상으로 하는 현 조사 체계로는 임균이 거의 수집되지 않아 WHO에서 국내 실정에 맞는 임균 조사 전략을 재수립하여 임균 내성 현황 자료를 확보하도록 권고하였다. 세계 각국에서도 이미 Euro-GASP(유럽), GISP(미국), GASP(캐나다), GASSP(아르헨티나), GRASP(영국) 등과 같은 별도의 임균 감시체계를 운영 중이며, 1990년에 설립된 WHO GASP는 2009년부터 글로벌 임균 감시 네트워크를 구성하고 점차 확대해나가고 있다. 이에 국내에서도 임균의 항균제 내성 현황을 파악하고자 지속 가능하고 국내 실정에 맞는 임균 감시체계를 구축하여 2021년 시범운영을 거쳐 2022년 내성조사를 실시하였다.

1. 1. 2. 구성 및 운영

임균 항균제 내성 감시체계는 국내 실정에 맞는 임균 조사를 위해 구축된 감시체계로서, 표준 검사실 1개 기관을 지정하고, 1차 의료기관으로부터 임균 검사 위탁을 받아 검사를 시행하는 전국 검사전문기관 5개 기관에서 PCR 검사결과 양성으로 확인된 요도 및 자궁경부 면봉 검체를 이용하여 당일 임균 배양을 실시하였다. Modified Thayer-Martin 배지 및 chocolate 배지에서 72시간 배양 후 MALDI-TOF MS (matrix-Assisted laser desorption/ ionization time-of-flight mass spectrometry)를 이용하여 동정을 실시하고, 분리된 임균은 20% skim milk 등 보존배지에 현탁한 후 표준검사실로 운송하였다. 표준검사실에서는 배양된 임균을 대상으로 재동정 및 항균제 감수성 검사를 수행하였으며 내성 기전 및 특성 분석을 시행하였다. 항균제 감수성 검사의 결과는 CLSI 2021 판정기준(breakpoint)에 따라 평가하였다. 외부시험관리센터를 통해 내부 시험관리를 실시(Interlaboratory Proficiency Testing, IPT)하여 수집된 데이터의 표준화 및 신뢰성을 확보하였다.

1. 2. 임균 항균제 내성 조사 결과

1. 2. 1. 수집 균주 현황

2022년 3월부터 9월까지 총 948건의 검체에서 임균 239주를 분리하였다. 임균의 성별 분포를 확인하였을 때, 남성에서 141주, 여성에서 98주로 남성이 59.0%의 분리빈도를 보였다. 임균이 분리된 환자의 성별에 따른 연령 분포는 남성의 경우 평균연령 31.2세($SD \pm 9.9$)로 20세 중반에서 30대 후반까지 대부분 분포했고, 여성의 경우 평균연령 28.6세($SD \pm 11.9$)로 20대에서 30대 중반에 분포하였다. 남성 감염자의 나이가 여성보다 높은 것으로 나타났다.

1. 2. 2. 임균의 항균제 내성 현황

분리된 임균 중 총 227주에 대한 감수성 검사결과, 임균의 penicillin에 대한 내성률은 41.9%, 중간내성 57.7%로 2021년(중간내성 또는 내성 100%)에 이어 지속적으로 높은 내성률을 나타냈다. Penicillin 고도 내성인 페니실린분해효소 생성균주(penicillinase-producing *Neisseria gonorrhoeae*, PPNG)의 비율은 28%이었다. Tetracycline의 내성과 중간내성은 각각 86.8%와 12.3%로 2021년 중간내성과 내성의 합인 99.2%에 이어 높은 내성률을 보였다. Ciprofloxacin에 대한 내성률은 2021년 94.4%에서 내성률 79.7%, 중간내성률 18.5%로 차이를 나타냈다. Spectinomycin에 대한 내성은 확인되지 않았으며, oral cephalosporin인 cefixime에 비감수성인 균주는 2021년 비감수성률 23.2%에 비해 낮아진 5.7%, ceftriaxone에 비감수성인 균주는 확인되지 않았다.

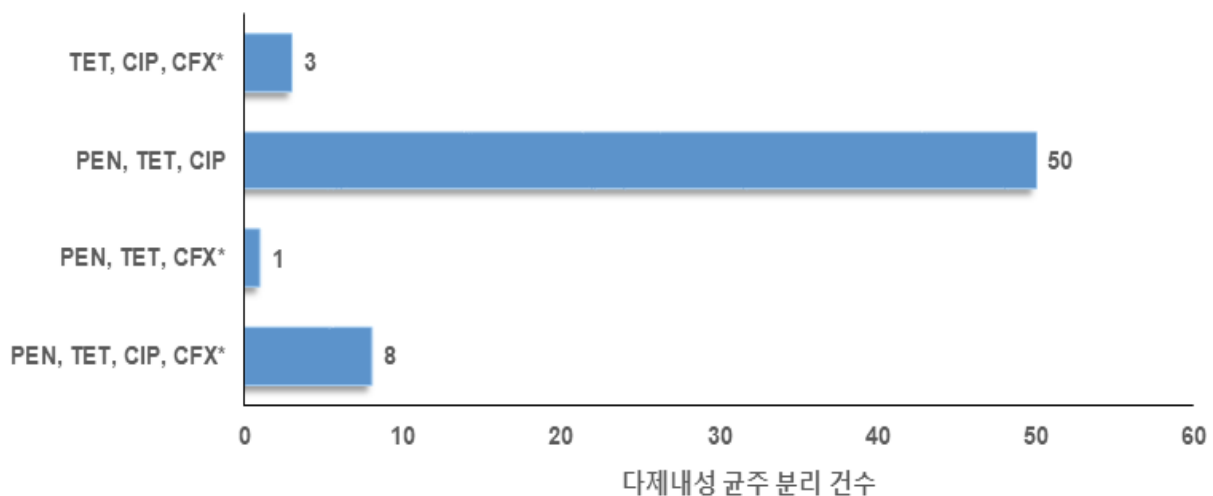
임균 중 MDR 균주는 27.3%(62/227)로 확인되었으며, penicillin, tetracycline, ciprofloxacin의 3계열의 항균제에 내성을 보이는 균주가 가장 많았다.

임균 227주 중 223주를 대상으로 내성유전자 분석을 실시한 결과, cephalosporin 내성과 관련있는 penicillin-binding protein(PBP) 2를 인코딩하는 *penA* 유전자의 변이를 나타냈으며 모자이크형(mosaicism) *penA*-10.001(22.9%), non-모자이크형 *penA*-43.002(20.2%), 모자이크형 *penA*-34.001(19.3%)의 순으로 확인되었다. 모든 ciprofloxacin 내성 및 중간내성 균주에서 QRDR(quinolone resistance-determining region) 부위의 변이가 관찰되었다. 가장 흔한 변이형은 *gyrA*의 S91F, D95A 변이, 그리고 *parC*의 S87R 변이로 확인되었다.

표 1-1. '21-'22 년 *N. gonorrhoeae* 항균제 내성률 (%)

항균제	'21년 분리건수(%) (n=125)			'22년 분리건수(%) (n=227)		
	감수성	중간내성	내성	감수성	중간내성	내성
Penicillin G	0 (0)	59 (47.2)	66 (52.8)	1 (0.4)	131 (57.7)	95 (41.9)
Ciprofloxacin	3 (2.4)	4 (3.2)	118 (94.4)	4 (1.8)	42 (18.5)	181 (79.7)
Spectinomycin	125 (100)	0 (0)	0 (0)	227 (100)	0 (0)	0 (0)
Tetracycline	1 (0.8)	6 (4.8)	118 (94.4)	2 (0.9)	28 (12.3)	197 (86.8)
Cefixime	96 (76.8)	29 (23.2)*		214 (94.3)	13 (5.7)*	
Ceftriaxone	124 (99.2)	1 (0.8)*		227 (100)	0 (0)*	

* Cefixime, Ceftriaxone : 비감수성



TET, tetracycline; CIP, ciprofloxacin; CFX*, cefixime(비감수성); PEN, penicillin

그림 1-1. '22 년 *N. gonorrhoeae* 다제내성 분포

2

법정감염병 원인균 (장내세균, VRSA/CRE)

2022 법정감염병 내성 조사·분석

2

법정감염병 원인균(장내세균, VRSA/CRE)

2. 1. 개요

2. 1. 1. 배경

다제내성균 출현 등 항균제 내성의 급증은 국내외 심각한 보건문제로 대두되고 있다. 세계보건기구(WHO, World Health Organization)는 2000년 항균제 내성 증가를 국제적 위기로 칭한 바 있으며 항균제 내성 위협에 대응하기 위하여 회원국과 국제적인 노력을 지원하고 항균제 적정사용을 권장하는 방안을 의결하였다. 2011년에도 세계보건총회 주요 의제로 항균제 내성이 채택되었고, 2009년부터 NDM-1 생성 장내세균의 출현으로 항균제 내성균에 대한 경각심이 더욱 높아지는 계기가 되었다. 그에 따라 유럽 각국과 미국을 중심으로 의료환경에 대한 감시체계를 가동하고 있다.

우리나라에서도 2010년 12월 30일부터 “감염병의 예방 및 관리에 관한 법률 (이하 감염병 예방법)” 시행에 따라 반코마이신내성장알균(VRE, Vancomycin-resistant Enterococci), 메티실린내성 황색포도알균(MRSA, Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*), 다제 내성녹농균(MRPA, Multi-drug resistant *Pseudomonas aeruginosa*), 다제내성아시네토 박터바우마니균(MRAB, Multi-drug resistant *Acinetobacter baumannii*), 반코마이신내성 황색포도알균(VRSA, Vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus*), 카바페넴내성 장내세균속균종(CRE, Carbapenem-resistant Enterobacterales)을 표본감시가 필요한 지정감염병으로 고시하여 총 6종의 다제내성균을 주간단위로 감시하였다. 이후 2020년 1월 1일부터 시행된 “감염병 예방법”에 따라 VRSA와 CRE가 제2급감염병으로 변경되어 전수감시하고 있다.

질병관리청에서는 장내세균 내성감시, 제2급감염병(VRSA, CRE) 정보를 종합분석하여, 함께 이러한 정보를 바탕으로 국내 항균제 내성의 문제점을 파악하고, 항균제 내성의 특성과 역학 등 연구 기반을 제공하고 내성균 관리의 질적 향상에 유용하게 활용될 수 있도록 하였다.

2. 1. 2. 구성 및 운영

주요 법정 감염병 원인균으로 장내세균(*Salmonella* Typhi, Non-typhoidal *Salmonella*, *Shigella* spp., *Campylobacter jejuni*)은 수인성·식품매개감염병 병원체감시사업(Enter-Net) 및 질병관리청 세균분석과에서 수집한 균주를 대상으로 항균제 내성균을 분석하였고, 반코마이신 내성 황색포도알균 (VRSA)와 카바페넴 내성 장내세균속균종(CRE)은 2022년 시·도보건환경 연구원으로 수집된 균주로 항균제 내성정보를 분석하였다.

2. 2. 장내세균 조사결과

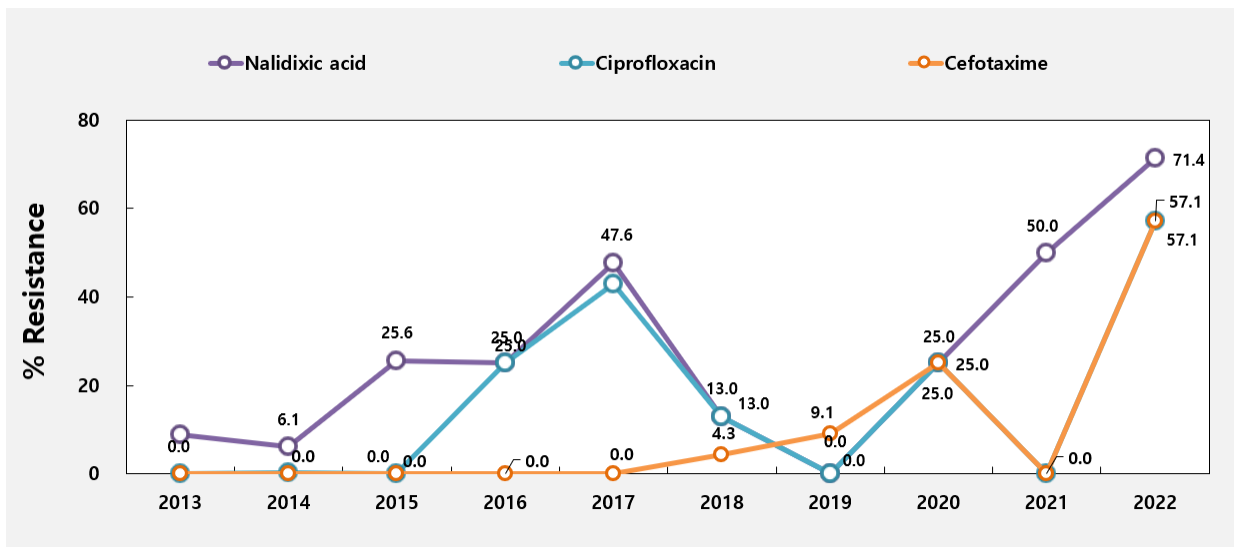
우리나라에서 설사 환자로부터 분리된 장내세균에서의 주요 항균제에 대한 내성은 병원체별로 차이를 보이기는 하나 낮은 수준에서 유지되었다. 그러나 1999년 세균성 이질의 대유행기에 ESBL을 생산하는 *Shigella sonnei*가 처음 분리된 이후 2002년까지는 20여주의 ESBL(Extended Spectrum β Lactamase) 생산 *S. sonnei*만 확인되었으나, 2004년 CTX-M-14형 ESBL을 생산하는 *S. sonnei* 집단발생이 보고되면서 지역사회에서의 항균제 내성 감시의 중요성이 대두되었다. 2004년에 발생한 ESBL 생산주에 의한 집단사례는 질병관리본부(現 질병관리청)가 실험실 감시를 지속했기 때문에 효과적으로 대처할 수 있었던 상황으로 이는 항균제 내성균 감시의 중요성을 인식시켜준 대표적인 사례이다. 최근 국내 분리되는 장내세균에서 다제내성균이 높은 비율로 확인되고, cefotaxime 및 ciprofloxacin에 대한 내성률이 지속적으로 증가하고 있어 이에 대한 실험실 감시의 역할이 더욱 강조되고 있는 상황이다.

2. 2. 1. 장티푸스균(*Salmonella Typhi*)

2022년 국내에서 분리된 *S. Typhi* 7주로 gentamycin 항균제에는 모두 감수성을 보였고, 그 중 4주가 ampicillin, cefotaxime, nalidixic acid, ciprofloxacin, Trimethoprim/Sulfamethoxazole 항균제에 내성을 동시에 갖는것으로 확인되었으며 2018년 다시 출현했던 cefotaxime 내성균이 2021년에는 잠시 주춤하였다가 다시 증가하는 추세를 보였다. (표 3-1, 그림 3-1) Cefotaxime 내성이 확인된 *S. Typhi*는 대부분 *bla*_{CTX-M-15} 유형과 *bla*_{CTX-M-55}유형의 ESBL을 생산하는 것으로 확인되었다.

표 2-1. *S. Typhi* 항균제 내성률(%)

항균제	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
분리 건수	45	99	43	16	21	23	11	4	2	7
Ampicillin	8.9	1	4.7	0	0	4.3	9.1	25	50	57.1
Gentamicin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cefotaxime	0	0	0	0	0	4.3	9.1	25	0	57.1
Nalidixic acid	8.9	6.1	25.6	25	47.6	13.3	0	25	50	71.4
Ciprofloxacin	0	2	0	25	42.9	13.3	0	25	0	57.1
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	0	0	0	31.3	0	4.3	0	25	0	57.1



* 수인성·식품매개감염병 병원체감시사업(Enter-Net)을 통해 수집된 균주

그림 2-1. *Salmonella Typhi* 항균제 내성률(%) 동향

2. 2. 2. 비장티푸스성 살모넬라균(Non-Typhoidal *Salmonella*)

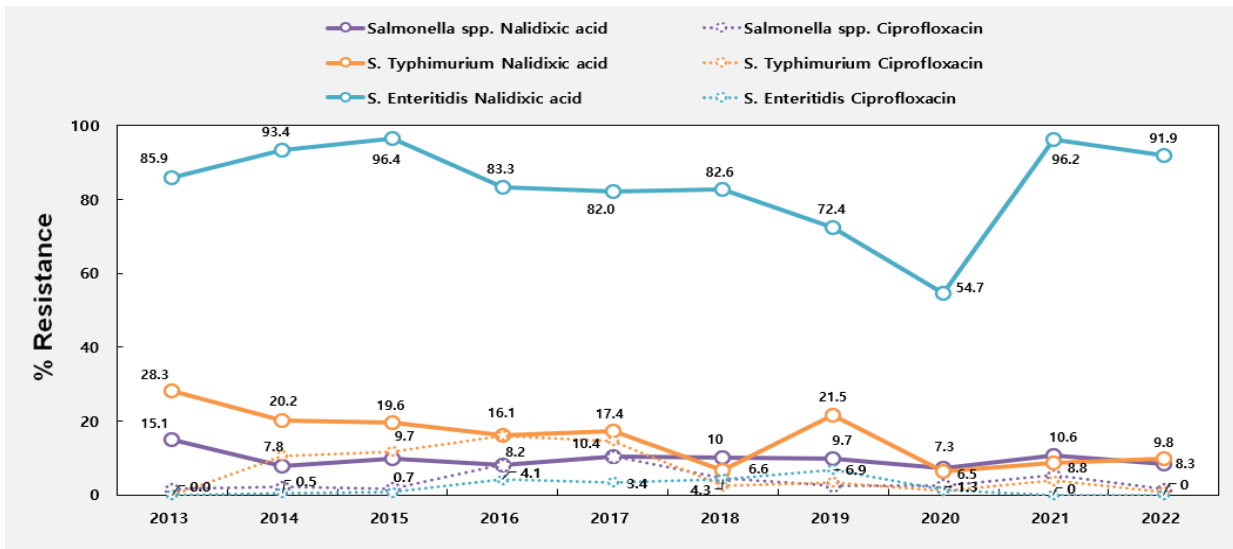
비장티푸스성 살모넬라균은 *Salmonella* Typhi와 *Salmonella* Paratyphi를 제외한 살모넬라 혈청형 균들로 대부분의 산업화 국가에서와 같이 우리나라에서도 전체 혈청형 중 *S. Typhimurium* 및 *S. I 4,[5],12:i:-*가 2022년도에 34.8%로 가장 많이 분리되고 *S. Enteritidis*가 18.5%로 다음 순으로 분리되고 있다. 때문에 비 장티푸스성 살모넬라균의 항균제 내성경향은 이 혈청형들의 항균제 내성 결과에 의존된 현상을 보여 주고 있다. 비 장티푸스성 살모넬라균의 nalidixic acid 내성률은 2017년을 제외하고 2013년 이후 지속적으로 감소 추세에 있는 것으로 확인되었으며 이와 연계하여 ciprofloxacin에 대한 내성률도 2018년이후 지속적인 감소 추세를 보였다 (표 3-2, 그림 3-2).

Cefotaxime은 전체 비 장티푸스성 살모넬라균의 18.2%가 내성률이 증가되는 것으로 확인되었으나 *S. Enteritidis*와 *S. Typhimurium*는 각각 5.1%과 1.8%로 내성률이 감소 추세가 확인되었다 (표 3-2, 그림 3-3). Cefotaxime 내성이 확인된 *S. Enteritidis*는 대부분 *bla*_{CTX-M-15} 유형의 ESBL를 생산하였고 *S. Typhimurium*은 *bla*_{CTX-M-55}와 *bla*_{CTX-M-65} 유형의 ESBL이 가장 많은 비율을 차지하는 것으로 확인되었다.

표 2-2. 비장티푸스성 *Salmonella* spp. 항균제 내성률 (%)

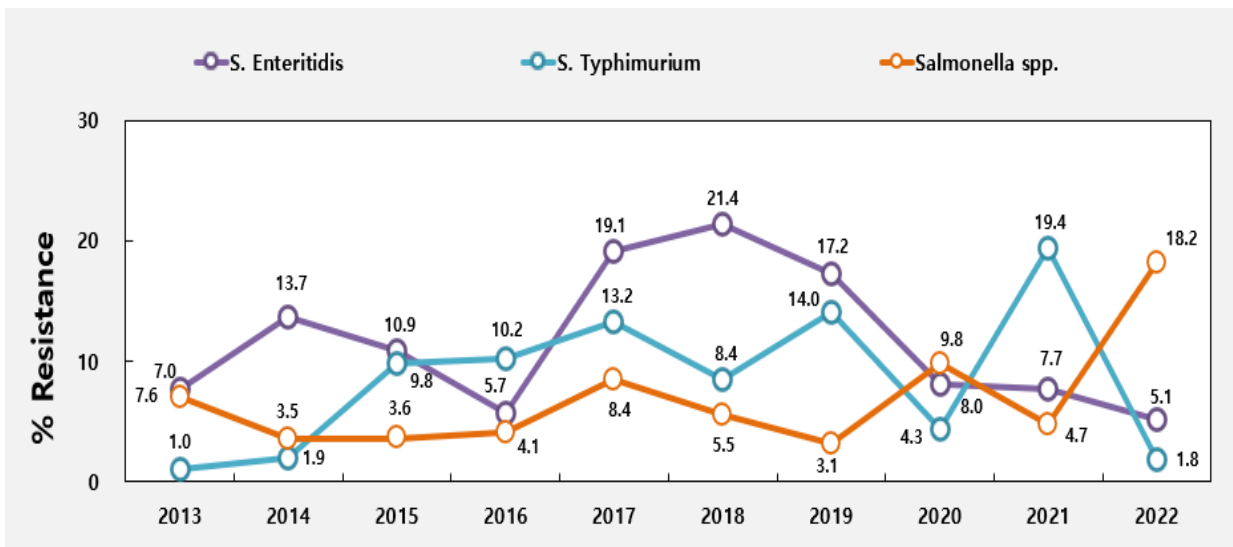
항균제	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
분리 건수	431	632	360	331	905	440	557	358	410	313
Ampicillin	34.2	19.6	30	32.9	32.4	12.5	33.9	26.0	14.7	34.5
Gentamicin	7.7	1.4	1.9	3.9	4.6	2.7	2.9	5.3	2.9	1.6
Cefotaxime	7	3.5	3.6	4.1	8.4	5.5	3.1	9.8	4.7	18.2
Nalidixic acid	15.1	7.8	9.7	8.2	10.4	10	9.7	7.3	10.6	8.3
Ciprofloxacin	1.6	2.1	1.7	8.2	10.4	4.5	2.5	2.5	5.3	1.6
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	5.1	0	5.8	4.5	7.4	5.5	10.1	9.2	7.1	7.7

2. 법정감염병 원인균(장내세균, VRSA/CRE)



* 수인성·식품매개감염병 병원체감시사업(Enter-Net)을 통해 수집된 균주

그림 2-2. *Salmonella* spp. 항균제 내성률(%)



* 수인성·식품매개감염병 병원체감시사업(Enter-Net)을 통해 수집된 균주

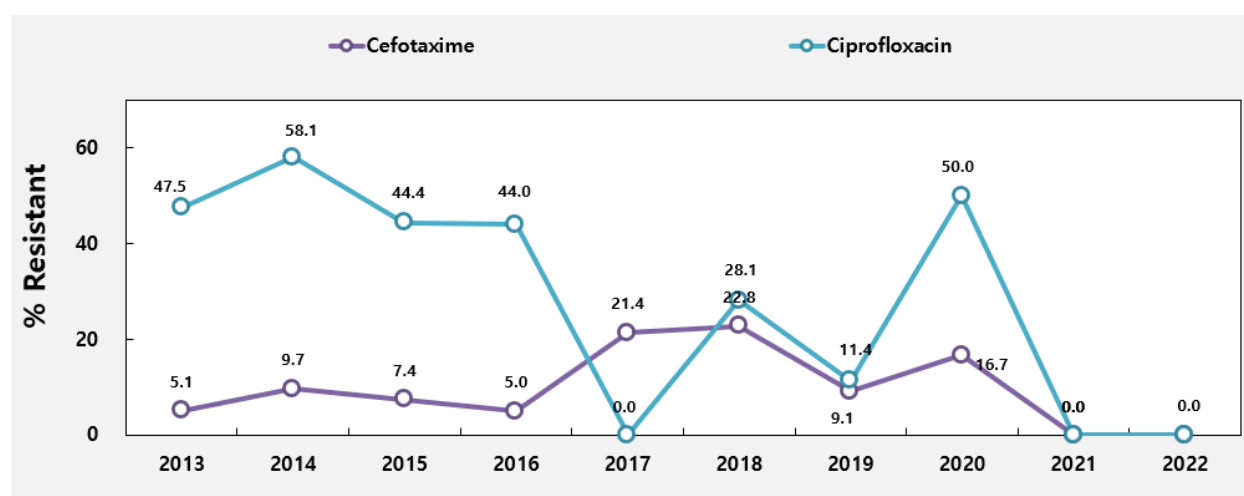
그림 2-3. *Salmonella* spp.의 cefotaxime 내성률(%)

2. 2. 3. 세균성 이질균(*Shigella* spp.)

우리나라에서 분리되는 세균성 이질균은 대부분 *S. sonnei*와 *S. flexneri* 균으로 1998년에서 2005년 사이에 대규모 유행 하였으나 2006년 이후 그 발생이 크게 감소되었다. 그러나 이 기간 이후 일부 항균제에 대해서는 높은 내성률을 나타냈다. *S. sonnei*의 경우 연도에 따라 차이를 보이긴 하지만 ampicillin에 대한 내성이 2006년까지 높게 유지되다가 2007년 이후 10.0%대의 낮은 내성률을 보였으나 1999년에 처음 확인된 cefotaxime 항균제에 대한 감수성 저하 또는 내성을 보이는 균주는 2004~2005년 CTX-M-14 producing *S. sonnei*로 인한 대규모 집단발생시기에 이르러 절정을 이루었다. 최근에는 *S. sonnei*와 *S. flexneri* 균 모두에서 cefotaxime 내성주가 꾸준히 확인되고 있으나 과거와 달리 대부분 *bla*_{CTX-M15} 유형의 ESBL을 생산이 확인되었다. 2012년 이후 cefotaxime에 대한 내성률은 10% 이하의 내성률로 감소 추세를 보이다가 2017년과 2018년 증가 추세로 전환되었으나 2019년에는 다시 큰 폭으로 감소하였다가 2020년에 다시 증가하는 추세를 보이고 있었으나 2021년, 2022년도에는 *S. sonnei*이 확인되지 않았다. (표 3-3, 그림 3-4).

표 2-3. *S. sonnei* 항균제 내성률(%)

Antimicrobial agent	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(Total isolates)	59	31	27	20	14	57	44	12	0	0
Ampicillin	20.3	9.7	22.2	20.0	21.4	22.8	15.9	33.3	0.0	0.0
Gentamicin	11.9	12.9	0.0	5.0	14.3	8.8	0.0	8.3	0.0	0.0
Cefotaxime	5.1	9.7	7.4	5.0	21.4	22.8	9.1	16.7	0.0	0.0
Ciprofloxacin	47.5	58.1	44.4	40.0	0.0	28.1	11.4	50.0	0.0	0.0
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	100	0.0	0.0	90.0	71.4	94.7	95.5	83.3	0.0	0.0
Chloramphenicol	0.0	3.2	3.7	5.0	0.0	7.0	4.5	8.3	0.0	0.0
Tetracycline	86.4	77.4	70.4	80.0	21.4	35.1	13.6	50.0	0.0	0.0



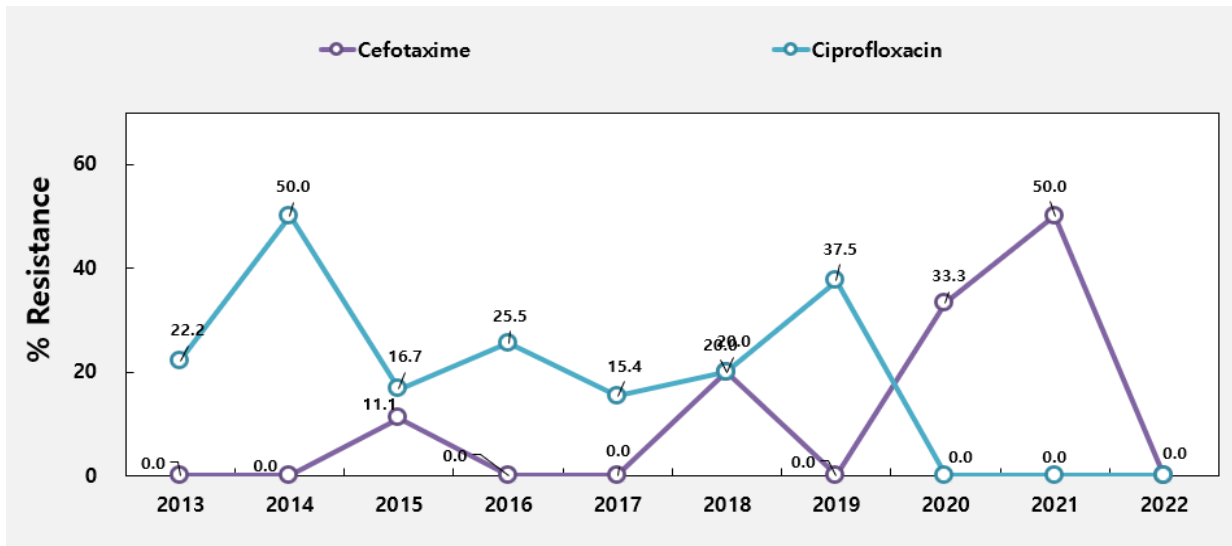
* 수인성·식품매개감염병 병원체감시사업(Enter-Net)을 통해 수집된 균주

그림 3-4. *S. sonnei* 항균제 내성률(%) 동향

*S. flexneri*은 2022 년도 2 주가 확인되었다. Cefotaxime 에 대한 내성은 2015 년 11.1%로 큰 폭 상승한 이후 2016 년부터는 계속 감수성이었으나 2020-2021 년도까지 지속 확인되었으나, 2022 년도에는 확인되지 않았다. ciprofloxacin 에 대한 내성은 감소와 증가를 반복하다가 2017 년도 이후 증가하였으나 2020 년도부터 확인되지 않았다. (그림 3-5) tetracycline 내성률은 100%로 2018 년 일시적으로 감소하였다가 다시 높은 수준의 내성률을 유지하고 있다.

표 2-4. *S. flexneri* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(Total isolates)	18	10	18	8	13	5	8	3	2	2
Ampicillin	94.4	60.0	61.1	75.0	69.2	60.0	62.5	100	100	100
Gentamicin	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cefotaxime	0.0	0.0	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	50.0	0.0
Ciprofloxacin	22.2	50.0	16.7	25.0	15.4	20.0	37.5	0.0	0.0	0.0
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	100	0.0	0.0	75.0	76.9	100	50.0	66.7	50.0	50.0
Chloramphenicol	83.3	70.0	50.0	87.5	38.5	0.0	62.5	33.3	50.0	0.0
Tetracycline	94.4	80.0	100	100	69.2	20.0	62.5	100	100	100



* 수인성·식품매개감염병 병원체감시사업(Enter-Net)을 통해 수집된 균주

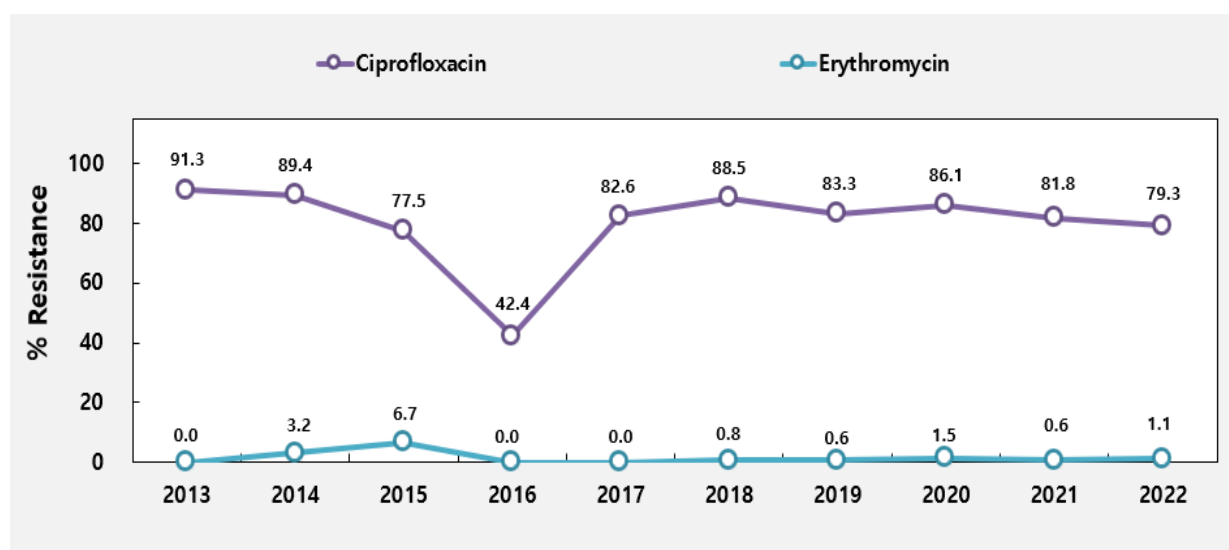
그림 2-5 *S. flexneri* 항균제 내성률(%) 동향

2. 2. 4. 캄필로박터(*Camphylobacter jejuni*)

국내 분리 캄필로박터 균주들에서 nalidixic acid와 ciprofloxacin 같은 Quinolone계 항균제에 대한 내성률은 90%내외로 매우 높은 수준으로 유지되다가 2015년 ciprofloxacin 내성률이 77.5%로 큰 폭으로 감소한 이후 2016년에는 42.4%로 전체 내성률이 절반 이하 수준으로 감소되었다. 그러나 2017년 82.6%으로 다시 증가세로 돌아선 이후 80% 전후반의 수준을 유지하고 있다. 2022년 분리주는 Macrolide계 항균제인 azithromycin 내성은 0.6% 전년대비 감소하고, erythromycin에서 1.1% 내성률로 전년대비 증가가 확인되었다. Tetracycline 내성은 2013-14년도에 60%이상의 내성에서 2017년도 14.5%까지 감소세를 보였으나, 이후 점차 증가가 확인되어 2021년도 이후 30%이상의 내성률을 유지하고 있다. (표 3-5, 그림 3-6).

표 2-5. *C. jejuni* 항균제 내성률 (%)

Antimicrobial agent	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(Total isolates)	92	123	120	59	69	122	156	137	176	179
Gentamicin	1.1	4.1	4.2	3.4	2.5	1.4	1.3	0.7	0.0	1.1
Nalidixic acid	93.5	91.9	85.8	91.5	85.5	88.5	84.0	86.9	81.3	78.2
Ciprofloxacin	91.3	89.4	77.5	42.4	82.6	88.5	83.3	86.1	81.8	79.3
Telithromycin	3.3	5.8	5.8	3.4	1.4	0.8	16.0	5.1	-	-
Azithromycin	0.0	4.1	10.0	0.0	0.0	0.8	0.6	1.5	1.1	0.6
Erythromycin	0.0	3.2	6.7	0.0	0.0	0.8	0.6	1.5	0.6	1.1
Chloramphenicol	0.0	0.8	0.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tetracycline	62.0	62.6	31.7	42.4	14.5	25.4	21.2	27.7	36.9	34.1



* 수인성·식품매개감염병 병원체감시사업(Enter-Net)을 통해 수집된 균주

그림 2-6 *C. jejuni* 항균제 내성률(%) 동향

2. 3. VRSA/CRE 조사결과

2. 3. 1. 반코마이신내성황색포도알균(VRSA)

질병관리청에서는 반코마이신 내성 균주를 조기발견하고 내성 확산을 방지하기 위해, 2001년부터 반코마이신 내성 황색포도알균(*Vancomycin-resistant Staphylococcus aureus*, VRSA) 실험실 표본감시를 실시하고 있다. VRSA는 2008년에 지정감염병으로 지정고시(2008. 8. 25.) 되었으며, 2010년에는 의료관련감염증 표본감시대상균(2010. 12. 30.)으로 지정되었다. 이후 2017년 6월 3일에 표본감시에서 전수감시로 전환 되었다. 2022년 시도보건환경연구원 및 질병관리청으로 의뢰된 10주 중 2주가 반코마이신 중등도 내성 황색포도알균(*Vancomycin intermediate Staphylococcus aureus*, VISA)로 확인되었고, VRSA는 검출되지 않았다. 확인진단 의뢰된 균주는 반코마이신 항균제에 대해 액체배지 미량희석법(Broth microdilution method)을 이용하여 최소억제농도(Minimal Inhibitory Concentration, MIC)를 측정 후 VISA로 최종 확인하였다.

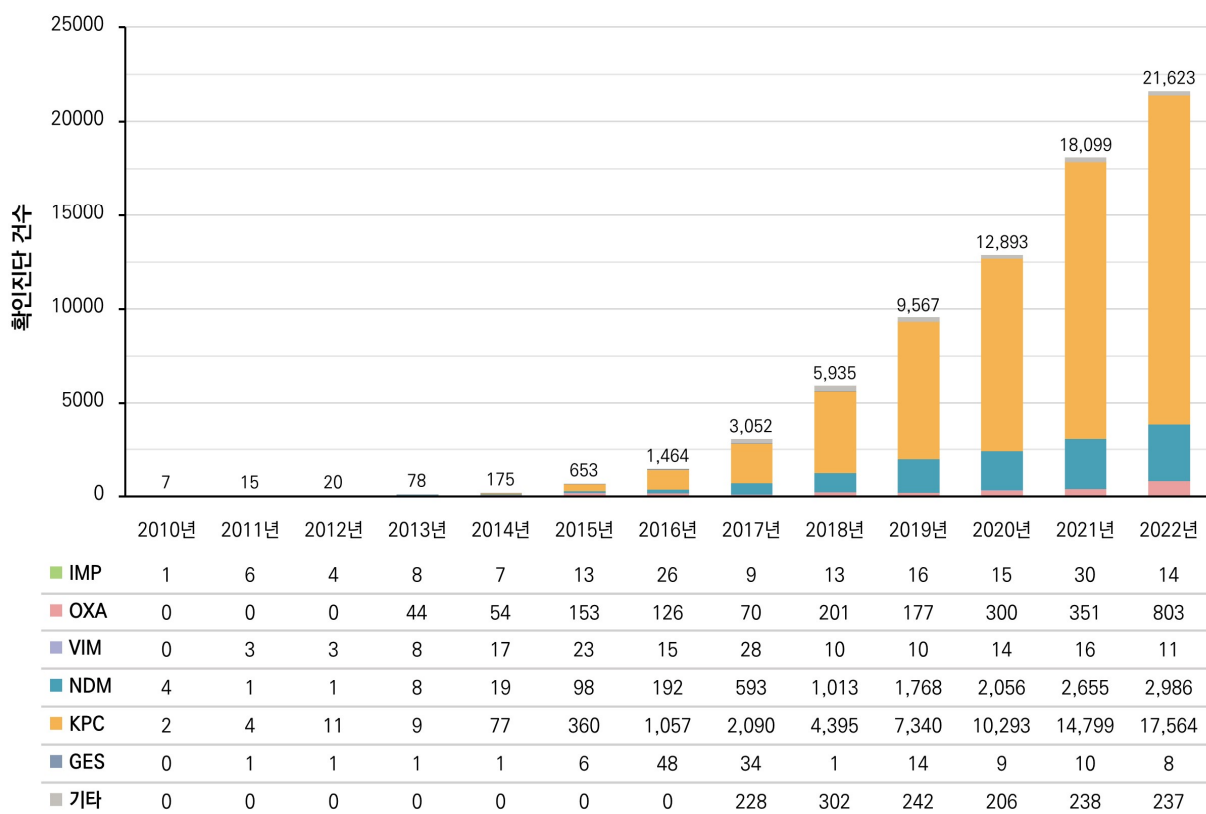
표 2-6. 국내 표본 및 전수감시를 통해 확인된 VISA 균주 수(2005-2022)

연도	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
VISA 건수	0	0	1	6	15	7	16	20	2	7	35	38	3	7	5	9	3	2
조사 기간	8주	〈-----12주-----〉								연중 (6월 1일 부터)	〈-----연중-----〉							

2. 3. 2. 카바페넴내성장내세균목(CRE)

장내세균목(*Enterobacterales*)은 장내 상재균으로서 지역사회 또는 의료관련 폐렴, 요로감염, 균혈증, 복막염의 주요 원인이 되고 있다. 주요 치료 항균제는 β -lactam계, 아미노글리코사이드계, 플로로퀴놀론계 항균제로 대부분 잘 치료가 되었지만 1980년대 중반부터 ESBL 등의 β -lactamase 생산균의 증가 등에 의해 내성률이 꾸준히 증가하고 있다. 카바페넴계 항균제는 이러한 ESBL 생산균 치료에 매우 효과적이기 때문에 사용이 증가하게 되었고 그 결과 카바페넴 내성균이 출현하여 증가 추세에 있다. 10여년 전부터는 carbapenem을 분해하는 카바페넴 분해효소(carbapenemase)를 생산하는 균종이 출현하였고 전 세계적으로 점차 확산되는 경향을 나타내고 있다. 지금까지 보고된 carbapenemase는 *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase (KPC), New Delhi metallo- β -lactamase (NDM), Verona Integron-encoded metallo- β -lactamase (VIM), Imipenemase metallo- β -lactamase (IMP), Oxacillinase-48-like β -lactamase (OXA-48) 등이다.

NDM-1, KPC-2 등의 carbapenemase를 생산하는 장내세균목의 전 세계적인 확산 및 발생 증가와 함께 우리나라에서도 카바페넴분해효소생산장내세균목(Carbapenemase-producing *Enterobacterales*, CPE)이 지속적으로 확인됨에 따라 감시를 강화할 필요성이 증가하였다.



* 보고된 모든 유형 및 두종류 이상의 유전자형을 보유한 유형 포함

그림 2-7. 국내 장내세균목으로부터 분리된 카바페넴 분해 효소(carbapenemase) 분포도

(2022 년에 보고된 카바페넴 분해 효소 생성 장내세균목(CPE)은 21,623 건이며,
CPE 확인 체계 수립 이후, CPE 보고 건수는 지속 증가 추세)

2022년에 전국에서 의뢰된 25,722건 중 23,220건이 CRE로 확인되었으며, 총 의뢰건 중 21,623건이 CPE로 확인되었다(그림 3-7). 국내에서 분리되는 CPE의 carbapenemase 유전자형은 KPC유형이 가장 많으며, 이웃나라 일본에서는 IMP유형이 가장 많이 확인된다. 2022년에 확인된 carbapenemase 유전자형 중 KPC유형은 17,564건으로 가장 많았으며, 그 중 KPC-2형은 17,319건으로 전체 유형의 79.0%를 차지했다. 그 다음으로 많은 비율을 차지하는 NDM유형은 2,986건으로 NDM-1이 2,413건으로 확인되었다. OXA유형은 총 803건이 확인되었고 이중 OXA-181이 677건 확인이었다. 그 외 IMP유형 14건, VIM유형 11건, GES유형 8건이 확인되었다. 전체 CPE 균주 중 두 종류 이상의 유전자형을 보유한 유형도 237건으로 전체 1.1%가 확인되었다. CRE는 *K. pneumoniae*, *E. coli*, *E. cloacae* 순으로 분리되었으며, 이 중 *K. pneumoniae*가 12,412건(53.5%)으로 가장 많은 비율을 차지하였다. CRE의 카바페넴계 항균제 4종(Imipenem, Meropenem, Doripenem, Ertapenem)의 MIC 범위는 $\leq 0.5 \sim > 32 \mu\text{g/mL}$ 이며 MIC₅₀값은 각각 $4 \mu\text{g/mL}$, $8 \mu\text{g/mL}$, $4 \mu\text{g/mL}$, $4 \mu\text{g/mL}$ 였다.

자료제공

NATIONAL ANTIMICROBIAL RESISTANCE
SURVEILLANCE IN KOREA 2022 ANNUAL REPORT

2022 국가 항균제 내성균 조사 연보

의료기관 구분

의료기관 종별은 의료법, 건강보험심사평가원 종별 분류번호에 따라 분류하였고 내성정보를 수집한 대상기관은 종합병원은 100병상 이상, 중소병원은 30병상 이상 100병상 미만, 의원은 30병상 미만의 의료기관으로 구성되었다.

Kor-GLASS

종합병원

- 조사 대상 전국 9개 권역* 종합병원에서 분리된 13종 병원체
* 9개 권역 : 서울, 경기 북부, 경기 남부, 강원, 충북, 전남, 경북, 경남, 제주
- 조사 기간 2022. 1. 1. - 2022. 12. 31.
- 조사 방법 각 기관에서 자동화장비(MALDI-TOF)를 기본으로 동정, 일부 균종은 자동화장비 VITEK II 또는 MicroScan으로 확인하였다. CLSI 또는 EUCAST guideline에 따른 디스크 확산법을 이용한 항균제감수성검사를 시행하여 내성률을 산출하였다. 일부 균종별 항균제의 경우 액체 배지미량희석법 또는 한천희석법 등을 추가 또는 별도로 수행하여 내성률을 산출하였고, 각 균종별 내성유전자 및 역학적 특성 검사는 PCR과 sequencing을 통해 확인하고 있다.

요양병원

- 조사 대상 전국 9개 권역 요양병원에서 분리된 12종 병원체
- 조사 기간 2022. 1. 1. - 2022. 12. 31.
- 조사 방법 각 기관에서 자동화장비(MALDI-TOF)를 기본으로 동정, 일부 균종은 자동화장비 VITEK II 또는 MicroScan으로 확인하였다. CLSI 또는 EUCAST guideline에 따른 디스크 확산법을 이용한 항균제감수성검사를 시행하여 내성률을 산출하였다. 일부 균종별 항균제의 경우 액체배지미량희석법 또는 한천희석법 등을 추가 또는 별도로 수행하여 내성률을 산출하였고, 각 균종별 내성유전자 및 역학적 특성 검사는 PCR과 sequencing을 통해 확인하고 있다.

KARMS

중소병원/요양병원/의원

- 조사 대상 전국 중소·요양병원, 의원에 내원한 환자의 임상검체에서 분리된 9종 주요 내성균
- 조사 기간 2007-2022년
- 조사 방법 각 임상검사센터에서 자동화장비(VITEK II (bioMérieux, France) 또는 MicroScan(Siemens, USA))를 이용한 항균제감수성검사를 시행하여 2007-2009년은 2개, 2010년부터 5개 임상 검사센터에서 항균제감수성검사 결과(R/I/S값) 및 MIC값을 수집하였다. 3개월 내 중복을 제거 하였고, 내성률은 감수성결과(R/I/S값)를 분석하여 산출하는 한편, 일부 균종에서는 자동화 장비에서 나온 감수성 결과(R/I/S값)와 MIC값에 근거한 내성률과 차이를 보이는 특징적인 항균제에 대해 MIC값에 각 해당 년도의 Clinical and Laboratory Standards Institute(CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과를 제공하기 위해 WHO에서 제공하고 있는 WHONET을 활용하여 MIC값을 분석하고 산출하였다.

법정감염병

임균

- 조사대상 1차 의료기관에 내원한 환자의 요도 및 자궁경부 면봉 검체에서 분리된 균주
- 조사기간 2021-2022
- 조사방법 국내 5개 검사전문기관에 의뢰된 검체 중 PCR 검사결과 양성인 검체를 대상으로 임균 배양을 실시하였다. 배양한 균은 자동화장비(MALDI-TOF)를 기본으로 동정을 실시하고, 분리된 균은 표준검사실에서 CLSI guideline에 따른 디스크 확산법을 이용한 항균제감수성검사를 시행하여 내성률을 산출하였다. 일부 항균제의 경우 MIC를 측정하기 위해 E-test를 별도로 수행하여 산출하였고, 각 균종별 내성유전자 및 역학적 특성 검사는 PCR과 sequencing을 통해 확인하고 있다.

장내세균

- 조사 대상 급성설사질환 실험실 감시망 및 공중보건망을 통해 수집된 균주
- 조사 기간 1999-2022년
- 조사 방법 질병관리청 세균분석과와 각 시·도보건환경연구원에서 디스크 확산법, 자동화장비(VITEK II (bioMerieux, France), 액체 배지 희석법 시험용 장비(Sensititre Trek Diagnostics, USA)를 이용한 항균제 감수성 검사를 시행하고 CLSI guideline에 따라 내성률을 산출하였다.

반코마이신내성 황색포도알균(VRSA/VISA)

- 조사 대상 의료관련감염병 표본감시 대상기관과 참여 희망 의료기관(2017년 이전) 및 전수조사로 전환되어 전국 시·도보건환경연구원에서 수집한 균주
- 조사 기간 2000-2022년
- 조사 방법 표본감시 참여병원에서 선별된 균주를 감시기간 동안 자동화장비 또는 선별배지(반코마이신 4 µg/mL이 포함된 Brain Heart Infusion 한천배지)에 접종 후, 배양하여 양성으로 확인된 균주를 대상으로 분석하였다.

카바페넴내성 장내세균속균종(CRE)

- 조사 대상 표본감시기관으로 지정된 100개 의료기관을 포함한 전국의 중·소형병원(2017년 이전) 및 전수조사로 전환되어 전국 시·도보건환경연구원에서 수집한 균주
- 조사 기간 2010-2022년
- 조사 방법 의료기관에서 의뢰한 CRE 확인진단에서 carbapenem 계열 항균제 감수성 검사를 실시 하였다. CPE 확인을 위해서는 IMP, NDM, KPC, VIM, OXA-48, GES 유전자를 PCR 증폭 후 염기서열분석을 통해 유전자형을 확인하였다.

2022 국가 항균제 내성균 조사 연보

(National Antimicrobial Resistance Surveillance in Korea, 2022)

인 쇄 2023년 12월

발 행 2023년 12월

발 행 처 질병관리청

편 집 처 질병관리청 항생제내성관리과

관 련 부 서 (Kor-GLASS) 질병관리청 항생제내성관리과
질병관리청 국립보건연구원 국립감염병연구소 약제내성연구과

(KARMS) 질병관리청 항생제내성관리과

(법정감염병) 질병관리청 세균분석과

질병관리청 국립보건연구원 국립감염병연구소 약제내성연구과

주 소 (28159) 충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 200,
질병관리청 국립중앙인체자원은행 314호 항생제내성관리과

2022

국가 항균제 내성균
조사 연보

NATIONAL ANTIMICROBIAL
RESISTANCE SURVEILLANCE IN KOREA
2022 ANNUAL REPORT