발 간 등 록 번 호
11-1790387-000500-10

OPEN 출처표시 상업용금지 변경금지
공공누리 공공저작물 자유이용허락

2023

국가 항균제 내성균 조사 연보

NATIONAL ANTIMICROBIAL RESISTANCE SURVEILLANCE IN KOREA 2023 ANNUAL REPORT

질병관리청

머 리 말

올해는 **'항생제 내성의 해'**라고 할 만큼 국내·외적으로 많은 관련 논의가 진행되었습니다. 지난 5월에 개최된 제77차 **세계보건총회**에서는 **항생제 내성 문제가 단독의제로 채택**되었고 고위급이 참여하는 WHO 사무총장 주관 전략적라운드 테이블도 개최되어 **각 국가에서 항생제 내성 관리를 가속화 하기 위한 집중적인 논의가 진행**되었습니다. 질병관리청도 WHO 총회 기간 중 2개의 부대행사를 사우디 아라비아 보건부 및 국제백신연구소와 함께 개최하면서 항생제 내성 문제 해결을 위한 글로벌 노력이 필요함을 강조하는 데 앞장섰습니다. 더불어 올 9월 제79차 **UN 총회 고위급 회의**에서도 2016년 이후 8년 만에 **항생제 내성 관련 정치선언문을 채택**하여, **각국의 항생제 내성 대응 강화를 촉구한 바 있습니다.**

국내에서는 2016년부터 범부처 차원의 **「국가 항생제 내성 관리대책」을 수립**하고, **항생제 내성 감시 강화**를 위한 **노력을 기울여 왔습니다**. 우리나라도 2016년 WHO GLASS(Global Antimicrobial Resistance Surveillance System)에 참여하여 WHO 기준에 부합하는 **종합병원 중심의 「국내 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS)」** 사업을 구축하고, **주요 병원균을 전수 수집**하여 **내성률을 분석하였을** 뿐 아니라 **내성유전자 확인** 등 한층 고도화된 감시체계를 구축하여 운영해 왔습니다.

또한, 전국의 **중소병원 이하 의료기관(2023년 현재 4,936개)**의 항생제 내성 현황과 **내성률 변화 추이를 확인하기** 위해 2002년부터 **「국내 항생제 내성 정보 모니터링(KARMS)」**를 지속적으로 운영하고 있으며, **법정감염병**인 **임균, 장내세균 및 VRSA/CRE**에 대한 **항균제 내성 경향을 분석**하고 있습니다.

질병관리청은 Kor-GLASS, KARMS, 주요 법정감염병 원인균의 항생제 내성 감시체계 운영 결과를 2017년부터 『**국가 항균제 내성균 조사연보**』를 통해 발표하고 있습니다. 동 감시결과는 **국내 항생제 내성관리를 위한 정책 결정**에도 **근거자료**로 활용되고 있습니다.

특히 올해부터는 의료기관에서 사용하는 항생제 양을 줄이고, 항생제가 적절하게 처방될 수 있도록 **항생제 적정 사용 관리(Antimicrobial Stewardship Program) 수가 보상 제도**를 도입하였습니다. 앞으로도 이러한 감시체계의 운영은 **새로운 정책 도입 효과 분석을 위한 토대**가 될 것입니다.

이에 더해, 본 연보의 발간이 **국내 항균제 내성균의 현황과 특성에 대한 이해를 돕고, 항생제 내성 극복 연구에도 유용하게 활용될 것으로 기대합니다.** 연보 발간을 위해 많은 지원과 협력을 해주신 조사참여 기관 및 관련 학회와 전문가 여러분께 깊은 감사 인사를 드립니다.

2024. 12.

질병관리청장 **지 영 미**

목차

제1장. 2023 국내 항균제 내성균 조사

(Kor-GLASS ; Global Antimicrobial Resistance Surveillance System in Korea, 2023)

요약문 ····· 3

1. 서론 ····· 5

1. 1. 배 경 ····· 7

1. 2. 국내 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS) 운영 ····· 8

1. 2. 1. 수집·분석센터 구성 및 현황 ····· 8

1. 2. 2. 운영 경과 ····· 11

1. 2. 3. 수집 대상 균종 및 분석 ····· 13

2. 국내 항균제 내성균 조사 결과(종합병원) ····· 17

2. 1. 종합병원 배양 검사 의뢰 목록(sample statistics) 조사 결과 ····· 19

2. 1. 1. 혈액 배양 검사 건수 ····· 19

2. 1. 2. 혈액 배양 검사 건수 대비 양성률 ····· 20

2. 1. 3. 요 배양 검사 건수 ····· 21

2. 1. 4. 요 분리 건수 대비 양성률 ····· 21

2. 1. 5. 하부호흡기 검체 배양 검사 건수 ····· 22

2. 1. 6. 하부호흡기 검체 배양 건수 대비 양성률 ····· 22

2. 1. 7. 연령대별 대변 배양 검사 건수 ····· 23

2. 1. 8. 대변 배양 건수 대비 양성률 ····· 24

2. 1. 9. 비뇨생식기 검체 배양 검사 건수 ····· 24

2. 2. 종합병원 수집 균주 현황 ····· 25

2. 2. 1. 월별 분리 건수 ····· 27

2. 2. 2. 성별에 따른 분리 건수 ····· 28

2. 2. 3. 감염구분별(CO vs HO) 분리 건수 ····· 30

2. 3. 종합병원 수집 균종별 항균제 내성 현황 ····· 32

2. 3. 1. 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*) ····· 32

2. 3. 2. 장알균(*Enterococcus faecalis*) ····· 34

2. 3. 3. 장알균(*Enterococcus faecium*) ····· 36

2. 3. 4. 폐렴사슬알균(*Streptococcus pneumoniae*) ····· 38

2. 3. 5. 대장균(*Escherichia coli*) ····· 40

2. 3. 6. 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*) ····· 44
2. 3. 7. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) ····· 49
2. 3. 8. 아시네토박터균속(*Acinetobacter* spp.) ····· 52
2. 3. 9. 살모넬라균속(*Salmonella* spp.) ····· 55
2. 3. 10. 세균성이질균속(*Shigella* spp.) ····· 57
2. 3. 11. 임균(*Neisseria gonorrhoeae*) ····· 57
2. 3. 12. 클로스트리디오이데스 디피실균(*Clostridioides difficile*) ····· 58
2. 3. 13. 칸디다균속(*Candida* spp.) ····· 59
2. 3. 14. 헤모필루스균균속(*Haemophilus* spp.) ····· 61
2. 3. 15. 수막구균(*Neisseria meningitidis*) ····· 61

2. 4. 주요 내성균의 분리 빈도 ····· 62

3. 국내 항균제 내성균 조사 결과(요양병원) ····· 63

3. 1. 요양병원 수집 균주 현황 ····· 65

3. 2. 요양병원 수집 균종별 항균제 내성 현황 ····· 66
3. 2. 1. 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*) ····· 66
3. 2. 2. 장알균(*Enterococcus faecalis*) ····· 67
3. 2. 3. 장알균(*Enterococcus faecium*) ····· 68
3. 2. 4. 폐렴사슬알균(*Streptococcus pneumoniae*) ····· 69
3. 2. 5. 대장균(*Escherichia coli*) ····· 70
3. 2. 6. 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*) ····· 72
3. 2. 7. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) ····· 74
3. 2. 8. 아시네토박터균속(*Acinetobacter* spp.) ····· 75
3. 2. 9. 살모넬라균속(*Salmonella* spp.) ····· 77
3. 2. 10. 세균성이질균속(*Shigella* spp.) ····· 77
3. 2. 11. 임균(*Neisseria gonorrhoeae*) ····· 77
3. 2. 12. 칸디다균속(*Candida* spp.) ····· 77
3. 3. 13. 헤모필루스균균속(*Haemophilus* spp.) ····· 77
3. 3. 14. 수막구균(*Neisseria meningitidis*) ····· 77

4. 주요 항생제 내성균의 내성률 현황 비교 ····· 79

목차

제2장. 2023 국내 항균제 내성정보 모니터링

(KARMS ; Korean Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2023)

요약문 ····· 85

1. 서론 ····· 87

1. 1. 배 경 ····· 89

1. 2. 국내 항균제 내성균 내성정보(KARMS) 구축 ····· 90

1. 3. 국내 항균제 내성균 내성정보(KARMS) 구성 및 운영 ····· 90

2. 국내 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(*Staphylococcus aureus*) ····· 97

2. 2. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.) ····· 99

2. 2. 3. 폐렴사슬알균(*Streptococcus pneumoniae*) ····· 103

2. 2. 4. 대장균(*Escherichia coli*) ····· 105

2. 2. 5. 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*) ····· 107

2. 2. 6. 엔터로박터균(*Enterobacter cloacae*) ····· 109

2. 2. 7. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) ····· 111

2. 2. 8. 아시네토박터균(*Acinetobacter baumannii*) ····· 113

3. 국내 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(*Staphylococcus aureus*) ····· 121
3. 2. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.) ····· 123
3. 2. 3. 폐렴사슬알균(*Streptococcus pneumoniae*) ····· 127
3. 2. 4. 대장균(*Escherichia coli*) ····· 129
3. 2. 5. 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*) ····· 131
3. 2. 6. 엔터로박터균(*Enterobacter cloacae*) ····· 133
3. 2. 7. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) ····· 135
3. 2. 8. 아시네토박터균(*Acinetobacter baumannii*) ····· 137

4. 국내 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(*Staphylococcus aureus*) ····· 145
4. 2. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.) ····· 147
4. 2. 3. 폐렴사슬알균(*Streptococcus pneumoniae*) ····· 149
4. 2. 4. 대장균(*Escherichia coli*) ····· 151
4. 2. 5. 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*) ····· 153
4. 2. 6. 엔터로박터균(*Enterobacter cloacae*) ····· 155
4. 2. 7. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) ····· 156
4. 2. 8. 아시네토박터균(*Acinetobacter baumannii*) ····· 157

5. 주요 항균제 내성 비교 ····· 159

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

목차

제3장. 2023 법정감염병 내성 조사·분석

(법정감염병 내성: Legal Coummunicable Disease causative bacteria Antimicrobial Resistance Surveillance in Korea, 2023)

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(*Salmonella* Typhi) ····· 188
2. 2. 2. 비장티푸스성 살모넬라균(Non-Typhoidal *Salmonella*) ····· 189
2. 2. 3. 세균성 이질균(*Shigella* spp.) ····· 191
2. 2. 4. 캠필로박터(*Camphylobacter jejuni)* ····· 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
S. aureus	황색포도알균	*Staphylococcus aureus*	SAU	균혈증, 폐렴 등을 일으키는 주요 의료관련감염 원인균
E. faecalis	장알균	*Enterococcus faecalis*	EFA	면역 저하자, 만성 기저질환자에서 요로감염, 균혈증을 일으키는 기회감염균
E. faecium	장알균	*Enterococcus faecium*	EFM	면역 저하자, 만성 기저질환자에서 요로감염, 균혈증을 일으키는 기회감염균
S. pneumoniae	폐렴사슬알균	*Streptococcus pneumoniae*	SPN	지역사회획득 폐렴, 균혈증, 뇌수막염, 중이염 등을 일으키는 주요 병원균
E. coli	대장균	*Escherichia coli*	ECO	지역사회 또는 원내 요로감염에서 가장 흔하게 분리되는 병원균
K. pneumoniae	폐렴막대균	*Klebsiella pneumoniae*	KPN	면역 저하 환자에 감염을 쉽게 일으키는 폐렴, 요로감염의 원인균
P. aeruginosa	녹농균	*Pseudomonas aeruginosa*	PAE	면역 저하자에 감염을 일으키는 기회 감염균이자, 주요 의료관련감염 원인균
Acinetobacter spp.	아시네토박터균속	*Acinetobacter* spp.	ACI	폐렴, 요로감염 등 다양한 감염증을 유발하는 의료관련감염의 주요 원인균
A. baumannii	아시네토박터 바우마니균	*Acinetobacter baumannii*	ABA	중환자실 환자감염 등 원내 감염을 일으켜, 폐렴, 심내막염 등을 유발하는 주요 원인균
Salmonella spp.	살모넬라균속	*Salmonella* spp.	SAL	장내세균의 일종으로 위장염, 패혈증, 장열 등을 유발하는 원인균
Shigella spp.	세균성이질균속	*Shigella* spp.	SHI	대장 내 급성 세균성 감염증을 일으키는 원인균
N. gonorrhoeae	나이세리아속 임균	*Neisseria gonorrhoeae*	NGO	임질(성병)을 유발하는 주요 원인균
C. difficile	클로스트리디오이데스 디피실균	*Clostridioides difficile*	CDF	항생제를 복용한 환자에서 장염을 유발하는 원인균
E. cloacae	엔테로박터균	*Enterobacter cloacae*	ECL	요로감염, 피부감염을 일으키는 원인균
C. jejuni	캄필로박터제주니균	*Campylobacter jejuni*	CAI	흔히 오염된 닭고기, 유제품 등 섭취 시 감염되어 장염 등을 유발하는 병원균
S. Typhi	장티푸스균	*Salmonella* Typhi	SAT	장티푸스를 유발하는 살모넬라균
VRSA	반코마이신내성 황색포도알균	Vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus*	VRSA	황색포도알균 중 반코마이신 중등도 내성이거나 반코마이신 내성을 나타내는 균
CRE	카바페넴내성 장내세균목균종	Carbapenem-resistant Enterobacterales	CRE	그람음성 간균으로 *K. pneumoniae*, *E. coli*, *E. cloacae*, *Citrobacter freundii* 등이 속함
Non-typhoidal *Salmonella*	비장티푸스 살모넬라균	-	-	*S.* Typhi, *S.* Paratyphi 제외한 살모넬라균
Non-*baumannii Acinetobacter*	비아시네토박터 바우마니균	-	-	-
Candida spp.	칸디다균속	*Candida* spp.	CAN	피부진균증, 백선, 질염 등 각종 감염병의 원인이 되는 진균
Haemophilus spp.	헤모필루스균속	*Haemophilus* spp.		수막염, 후두개염, 폐렴, 봉와직염, 패혈성 혈전 정맥염 등 유발 원인균
H. influenzae	헤모필루스 인플루엔자균	*Haemophilus influenzae*	HIN	수막염, 후두개염, 폐렴, 봉와직염, 패혈성 혈전 정맥염 등 유발 원인균
N. meningitidis	나이세리아속 수막구균	*Neisseria meningitidis*	-	수막염을 일으키는 주요 혈청군

약어

AMC	Amoxicillin-clavulanate
AMK	Amikacin
AMP	Ampicillin
AMR	Antimicrobial resistance
AZI	Azithromycin
AZT	Aztreonam
CAZ	Ceftazidime
CAZ-AVI	Ceftazidime-avibactam
CFA	Cefaclor
CFR	Cefuroxime
CFZ	Cefazolin
CHL	Chloramphenicol
CIP	Ciprofloxacin
CLN	Clindamycin
CLSI	Clinical and Laboratory Standards Institute
CO	Community origin
COL	Colistin
CPE	Carbapenemase-producing Enterobacterales
CPM	Capreomycin
CRE	Carbapenem-resistant Enterobacterales
CRO	Ceftriaxone
CS	Cycloserine
CSF	Cerebrospinal fluid
CTX	Cefotaxime
EARS-Net	European Antimicrobial Resistance Surveillance Network
EQA	External quality assessment
ERT	Ertapenem
ERY	Erythromycin
ESBL	Extended-spectrum beta-lactamase
EUCAST	European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing
FEP	Cefepime
FOX	Cefoxitin
GES-5	Guiana extended spectrum-5
GLASS	Global Antimicrobial Resistance Surveillance System
GM	Gentamicin
HO	Hospital origin
IMP	Imipenemase
INH	Isoniazid
IPM	Imipenem
IPT	Interlaboratory proficiency testing
KARMS	Korean Antimicrobial Resistance Monitoring System
KM	Kanamycin
KPC-2	Klebsiella pneumoniae carbapenemase-2

약어

LEV	Levofloxacin
MALDI-TOF MS	Matrix assisted laser desorption/ionization-time of flight mass spectrometry
MBL	Metallo-beta-lactamase
MDR	Multidrug resistance
MEM	Meropenem
MIC	Minimal inhibitory concentration
MRAB	Multidrug-resistant Acinetobacter baumannii
MRPA	Multidrug-resistant Pseudomonas aeruginosa
MRSA	Methicillin-resistant Staphylococcus aureus
NARMS	National Antimicrobial Resistance Monitoring System
NCC	National coordinating center
NDM-1	New delhi metallo-beta-lactamase-1
NFP	National focal point
NG-MAST	Neisseria gonorrhoeae multi antigen sequence typing
NIT	Nitrofurantoin
NRL	National reference laboratory
OFX	Ofloxacin
PAS	Para-aminosalicylic acid
PBP2a	Penicillin-binding protein 2a
PCR	Polymerase chain reaction
PDR	Pandrug resistance
PEN	Penicillin
PIP	Piperacillin
PISP	Penicillin G intermediate Streptococcus pneumoniae
PPNG	Penicillinase-producing Neisseria gonorrhoeae
PTH	Prothionamide
PVL	Panton valentine leukocidine
QDA	Quinupristin-dalfopristin
RIF	Rifampicin
SAM	Ampicillin-sulbactam
SM	Streptomycin
SXT	Trimethoprim-sulfamethoxazole
TET	Tetracycline
TIG	Tigecycline
TSST-1	Toxic shock syndrome toxin-1
TZP	Piperacillin-tazobactamb
VAN	Vancomycin
VIM	Verona integrin encoded metallo beta-lactamase
VISA	Vancomycin-intermediate Staphylococcus aureus
VRE	Vancomycin-resistant Enterococci
VREFM	Vancomycin-resistant Enterococcus faecium
VRSA	Vancomycin-resistant Staphylococcus aureus
WHO	World Health Organization
XDR	Extensively drug resistance

제 1 장

Kor-GLASS

Global Antimicrobial Resistance
Surveillance System in Korea, 2023

2023 국내 항균제 내성균 조사

요약문

Kor-GLASS는 2015년 세계보건기구(WHO)에서 발표한 GLASS 매뉴얼에 기초한 국내 다제내성균 감시체계로, 2016년 시범운영으로 시작하여, 2023년 현재 10개 권역(서울, 경기 북부, 경기 남부, 강원, 충북, 전남, 경북, 경남, 제주, 전북)의 종합·요양병원 11개 수집센터와 균종별 7개 분석센터로 확대하여 운영중에 있다. 수집대상 균종은 2016년 11개 균종을 시작으로, 2018년에는 미국 CDC에서 2015년 항균제 내성 위험도에 따라 시급한 위협으로 제시한 균종 중 하나인 '클로스트리디오이데스 디피실균(*C. difficile*)'을 추가 하였고, 2020년에는 2019년 4월경 WHO에서 감시대상으로 제시한 '칸디다균속 (*Candida* spp.)'을 추가하였다. 2023년에는 헤모필루스 인플루엔자균(*Haemophilus* spp.), 수막염균(*Neisseria meningitidis*)을 추가(WHO 감시대상 추가 제시)해 총 15종으로 확대하였다.

2023년 1월~12월 수집된 Kor-GLASS 종합병원 균주는 총 12,851주였으며, 혈액 분리주 7,009주(54.5%), 요 분리주 2,163주(16.8%), 하부호흡기 분리주 3,182주(24.8%), 대변 분리주 495주(3.9%), 뇌척수액 분리주 2주 (0.02%)였으며, 비뇨생식기(요도 및 자궁경부 면봉) 분리주는 확인되지 않았다. 혈액 분리주에서는 *E. coli*가 2,844주(40.5%)로 가장 많았으며, *K. pneumoniae*, *S. aureus* 순으로 분리되었다. 요 분리주 역시 *E. coli*가 1,813주(83.8%)로 가장 많았으며, *K. pneumoniae*는 350주(16.2%)였다.

S. aureus 혈액 분리 *S. aureus* 중 Cefoxitin 내성 *S. aureus* (Methicillin-resistant *S. aureus*, MRSA)의 비율은 전체 감염의 45.2%로 감시가 시작된 이후에 가장 낮았다. 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.

E. faecalis *E. faecalis*의 Ampicillin 내성률은 0.7%로 매우 낮았으며, Penicillin에 내성인 PRAS 표현형(Penicillin-resistant, but Ampicillin susceptible phenotype) *E. faecalis*는 14.3%로 작년과 비슷하였다. 임상에서 선호도가 높은 Gentamicin에 대한 고농도 내성률은 42.2%로 꾸준히 조금씩 상승하고 있다. Vancomycin 내성 균주는 드문 것으로 알려져 있으나 꾸준히 1-2주씩 분리되고 있으며, 올해도 내성률은 0.7%였다.

E. faecium 혈액 분리 *E. faecium*의 Ampicillin 내성률은 89.0%로 기존과 비슷하게 매우 높았으며, Ciprofloxacin에 대한 내성률 역시 91.5%로 매우 높았다. *E. faecium*의 Vancomycin 내성률은 2016년 29.9%에서 2019년까지 40.9%로 꾸준히 증가하였으나, 이후 지속적으로 감소하여 2020년에는 38.6%, 2021년에는 37.7%, 2022년에는 35.1%였고, 2023년에는 34.6%였다. Vancomycin 내성 *E. faecium*(VRE) 감염의 치료 항생제인 치료항생제인 Linezolid와 Daptomycin에 대한 내성균은 발견되지 않았으나, Quinupristin-dalfopristin 내성률은 18.0%였다.

S. pneumoniae 혈액 분리 *S. pneumoniae*는 총 27주였다. Penicillin, Cefotaxime, Ceftriaxone 내성률은 각각 11.1%, 7.4%, 7.4%였으며, 2022년 수집균주와 비교하였을 때 많이 낮았다.

E. coli 혈액 분리 *E. coli* 중 Ampicillin 내성률은 69.3%였으며, Piperacillin 내성률은 63.7%로 소폭 증가하였다. *E. coli* 혈류감염의 치료 항생제 선택에 가장 중요한 결과인 3세대 Cephalosporin계 항생제 내성은 작년과 비슷하여, Cefotaxime에 대한 내성률은 38.9%, Ceftazidime에 대한 내성률은 12.0%였다. *E. coli* 요로감염에서 가장 중요한 치료 항생제인 Fluoroquinolone계열 항생제 Ciprofloxacin에 대한 내성률은 47.0%로 꾸준히 조금씩 증가하고 있다.

K. pneumoniae 혈액 분리 *K. pneumoniae*의 균주의 3세대 Cephalosporin 내성률은 Cefotaxime, Ceftazidime에 대하여 각각 31.1%, 23.2%로 꾸준히 증가하고 있다. Carbapenem 계열의 항생제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에 대한 내성률은 혈액분리 균주에서 각각 5.9%, 6.5%, 7.2%로 지속적으로 증가하고 있다.

P. aerusinosa 혈액분리 *P. aeruginosa*의 Piperacillin에 대한 내성률은 24.9%로 2022년 23.0%보다 더 증가하였다. 항-녹농균 Cephalosporin인 Ceftazidime에 대한 내성률도 19.0%로 증가하였다.

***Acinetobacter* spp.** *Acinetobacter* spp. 중 *A. baumannii*가 269주였으며, non-*baumannii Acinetobacter*가 40주였다. *A. baumannii* 혈액 분리 균주의 Carbapenem 계열 항균제 내성률은 Imipenem과 Meropenem에 대하여 각각 85.3%, 85.6%였다.

***Salmonella* spp.** *Salmonella* 균속의 Cefotaxime에 대한 내성률은 2020년까지는 5.0%로 다소 감소하였으나, 작년부터 크게 증가하여 올해는 14.5%였다. Ciprofloxacin 비감수성률도 꾸준히 증가하여 2023년에는 44.6%였다. 새로 추가된 항생제 중 Ampicillin 내성률이 33.8%였으며, Tetracycline과 SXT 내성률은 29.4% 및 12.3%, Colistin 내성률은 5.9%였다.

***Shigella* spp.** 총 1주 수집되었으며, Azithromycin, Cefotaxime, Cefatazidime, Ciprofloxacin, Imipenem에 감수성이었다.

N. gonorrhoeae 임균은 수집되지 않았다.

C. difficile Fluoroquinolone계열 항균제인 Moxifloxacin에 대한 내성률은 2018년에 비해 많이 감소하여 2023년에는 25.9%였다. *C. difficile* 장염 감염증의 치료 항균제인 Metronidazole과 Vancomycin에 대한 내성균주는 2018년부터 현재까지 수집되지 않았다.

***Candida* spp.** 가장 흔하게 분리된 칸디다균속은 *Candida albicans*였다. *Candida auris*는 5주 분리되었다. Fluconazole 내성 판정 대상이 되는 465주 중 Fluconazole 내성을 보인 균주는 총 12주로 내성률은 2.6%, 약제용량의존감수성은 총 110주로 23.7% 이었다.

***Haemophilus* spp.** 총 118주를 수집하였으며, Ampicillin 내성률은 66.1%, Cefuroxime 내성률은 31.4%였다. Cefotaxime, Meropenem에 대한 내성균주는 없었다.

N. meningitidis 수막구균은 수집되지 않았다.

※ 2016년~2022년 내성률 분석은 CLSI guideline 2016 기준, 2023년부터 CLSI guideline 2023년 기준

1

서론

1 서론

1. 1. 배 경

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 전세계에서 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 시행해 왔다. 2022년 기준 총 127개국이 GLASS에 참여하였으며 웹기반 플랫폼(https://www.who.int/initiatives/glass)을 통하여 국가별 수집한 정보를 분석·공유하고 있다.

1. 2. 국내 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS) 운영

우리나라는 2016 년 제 1 차 국가 항생제 내성 관리대책(2016 년~2020 년)을 발표하였고, 그 일환으로 내성 감시체계 강화를 위해 2016 년 8 월 WHO GLASS 에 정식 참여하였다. 질병관리청(前 질병관리본부)은 WHO GLASS 와 호환이 가능하면서 WHO GLASS 의 미비점을 국내 실정에 맞게 보완·개선할 수 있는 국내 항균제 내성균 감시 사업(Kor-GLASS) 마련하여 운영하고 있다.

1. 2. 1. 수집·분석센터 구성 및 현황

Kor-GLASS 는 2016 년 6 개 권역을 대상으로 감시를 시작해서 2017~2019 년에는 8 개 권역, 2020 년부터는 9 개 권역, 2023 년부터는 10 개 권역으로 확대 운영하고 있다. 총 19 개의 센터로 11 개의 수집센터(종합병원 수집센터 10 개, 요양병원 수집센터 1 개), 7 개의 분석센터 및 1 개의 시험관리센터가 운영되고 있다. (그림 1-1)

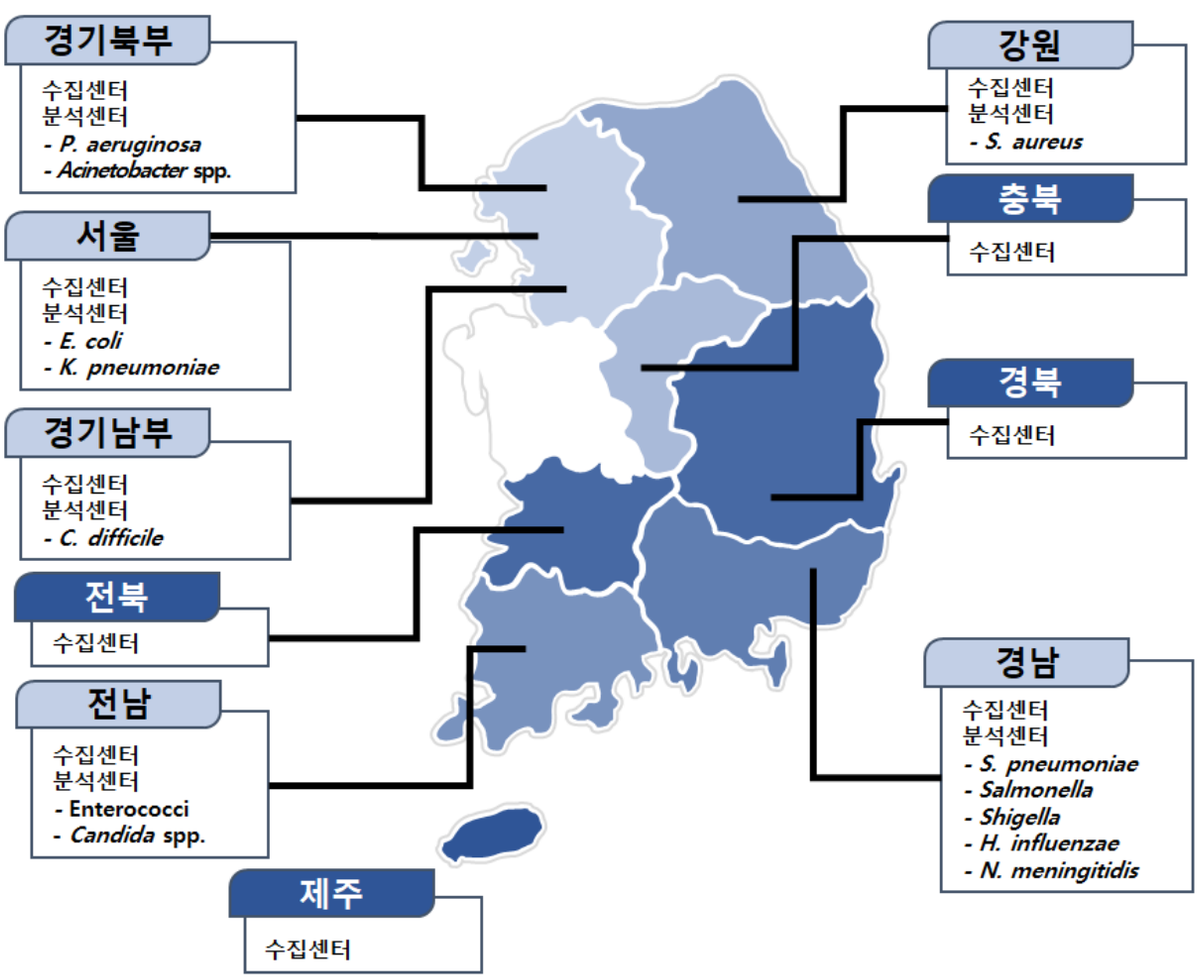


그림 1-1. 3 기사업(2023~2025 년) Kor-GLASS 의 수집센터 및 분석센터 분포

Kor-GLASS는 WHO GLASS의 4가지 원칙을 기반으로 고안되었다. 먼저, ①대표성(representative-ness)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. ②특화성(specialization)을 위해서는, 임상미생물 전공 진단검사의학 전문의가 근무하고 재단법인 진단검사의학재단에서 시행하는 우수검사실 신임인증 평가에서 '우수 검사실'로 인증 받은 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 보관하여 질병관리청 국가표준실험실(NRL)로 송부 하도록 하고, 균주 분석 결과는 정해진 양식에 맞춰 작성·제출토록 하는 등 ③중앙화(centralization) 하였다. 그리고 ④현지화(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)

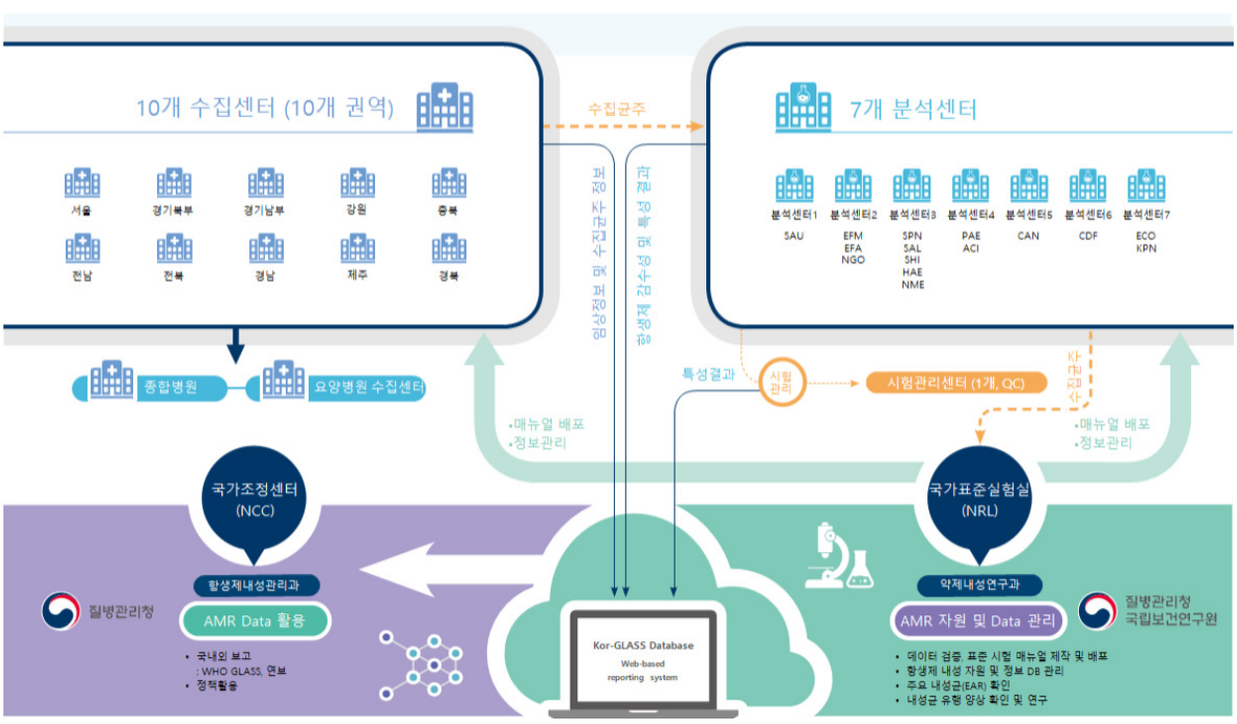


그림 1-2. Kor-GLASS 기본 시스템

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-GLASS 로 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 확인하는 데 이용한다. (그림 1-3)

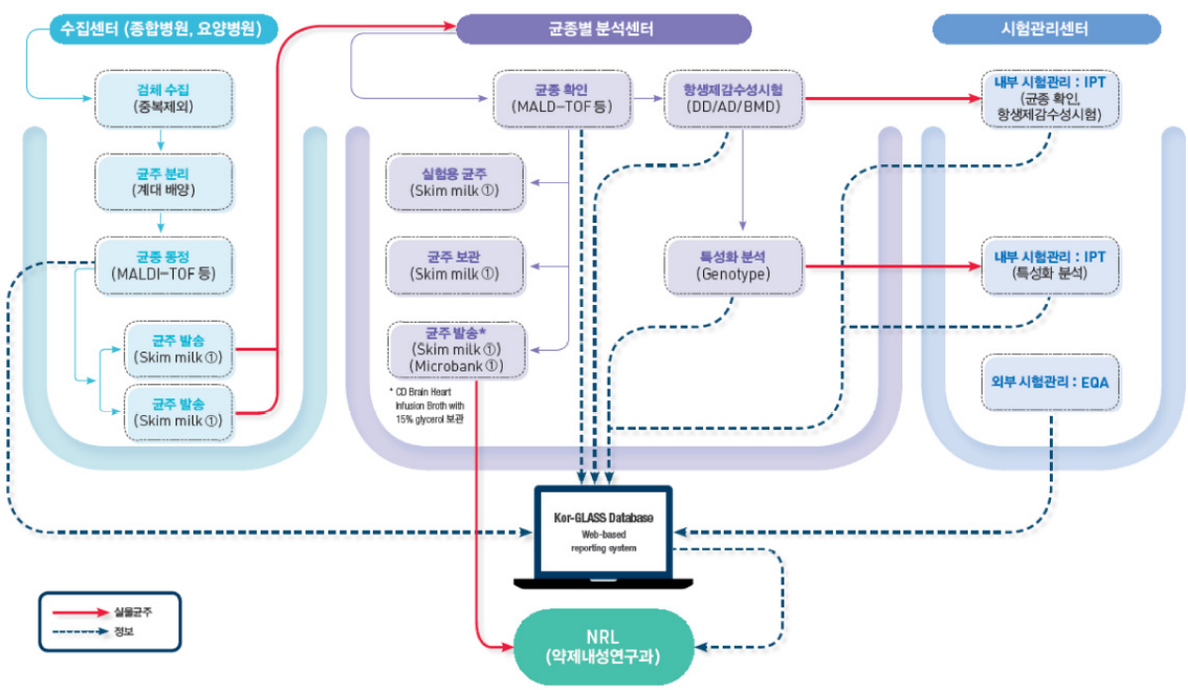


그림 1-3. Kor-GLASS 항균제 내성균 조사사업 운영 체계 및 수집/분석 절차도

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. 2. 운영 경과

2016 년 5 월 처음 구축한 Kor-GLASS 는 종합병원과 요양·중소병원 2 가지 감시체계로 구성되었으며, 종합병원 감시체계는 2016 년 5 월부터, 요양·중소병원 감시체계는 2016 년 8 월부터 감시를 시작하였다. 총 6 개 권역(서울, 경기 북부, 강원, 충북, 전남, 경남)의 수집 대상 권역은 국내 지역거점 종합병원으로 1 개 기관씩 선정하여 6 개 수집센터와 4 개의 분석센터(1 개의 요양 및 중소병원 분석센터 포함)를 운영하였다. 감시 대상 병원체는 GLASS 감시 대상 병원체 8 종과 국내 법정감염병으로 지정된 병원체 3 종을 포함한 총 11 개 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 1 기 사업(2017~2019)에서는 2 개 권역(경기 남부, 제주)을 추가하여 8 개 권역으로 확대하였으며, 8 개 권역의 종합병원, 요양병원 수집 네트워크를 통해 균주를 수집하였다. 2018 년에는 미국 CDC 에서 2015 년 항균제 내성 위험도에 따라 시급한 위협으로 제시한 균종 중 하나인 '클로스트리디오이데스 디피실균(*Clostridioides difficile*)'을 추가하면서 총 12 종의 균종을 감시하였다. 또한, 클로스트리디오이데스 디피실균 분석센터를 추가해 총 5 개의 분석센터를 운영하고, 분석된 결과는 외부 시험관리센터(1 개)를 통해 질 관리를 받아 신뢰성 있는 항균제 내성 결과를 얻을 수 있었다.

Kor-GLASS 2 기 사업(2020~2022)에서는 1 개의 권역(경북)을 추가한 9 개 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, 2 개의 분석센터를 추가하여 총 7 개의 분석센터를 운영하고, 1 개의 시험관리센터도 함께 운영하였다. 감시 대상병원체는 기존 12 종의 균종에 2019 년 4 월경 세계보건기구(WHO)에서 주요 감시 대상 균종으로 선정한 '칸디다균속 (*Candida* spp.)'을 추가해 총 13 종었다. (요양병원은 *C. difficile* 1 개 균종 제외로 12 종)

현재 운영중인 Kor-GLASS 3 기 사업(2023~2025)에서는 1 개 권역(전북)을 추가하여 10 개 권역으로 확대하였으며, 10 개 권역의 종합병원(수집센터) 그와 역학적·지리적 연관성이 있는 요양병원을 선정하여 수집 네트워크를 강화하였다. 감시 대상병원체는 기존 WHO 감시대상 10 종과 국내 법정감염병 지정 3 종으로 기존 13 종의 균종에 헤모필루스 인플루엔자균(*Haemophilus* spp.), 수막염균(*Neisseria meningitidis*)을 추가해 총 15 종이다.

검체별 우선순위 병원체는 WHO GLASS 에서 제시한 방법에 따라 지정하였으며, 혈액, 소변, 대변, 요도 또는 자궁경부 도말, 하부호흡기, 뇌척수액 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 PCR 과 sequencing 을 통해 확인하고 있다.

표 1-1. Kor-GLASS 운영 경과

구분		시범사업	1기 사업	2기 사업	3기 사업
연도		2016년	2017 ~ 2019년	2020 ~ 2022년	2023 ~ 2025년
참여병원	**종합병원**	6개	8개 (경기남부, 제주 추가)	9개 (경북 추가)	10개[a] (전북 추가)
	요양병원	종합병원 동일 권역 요양병원 40곳 내외			
수집 검체		혈액, 요, 대변, 요도·자궁경부, 뇌척수액			기존 검체(5종), 하부호흡기 검체 추가
수집 균종		11종	12종 (클로스트리디오이데스 디피실균 추가)	13종 (칸디다균 추가)	15종[b] (헤모필루스인플루엔자균, 수막염균 추가)

[a] 서울, 경기 북부, 경기 남부, 강원, 충북, 전남, 부산, 제주, 경북, 전북

[b] WHO GLASS 감시 대상 12종(대장균, 폐렴막대균, 아시네토박터균, 황색포도알균, 폐렴알균, 살모넬라균, 세균성이질균, 임균, 녹농균, 칸디다균, 헤모필루스인플루엔자균, 수막염균) 및 국내 법정감염병 지정 3종(장알균 2종, 클로스트리디오이데스 디피실)

1. 2. 3. 수집 대상 균종 및 분석

3 기사업(2023~2025) 감시대상 병원체는 WHO GLASS 감시 대상 병원체 12 종과 국내 법정 감염병 병원체 3 종으로 총 15 종이다. 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*), 클로스트리디오이데스 디피실균(*C. difficile*), 칸디다균속(*Candida* spp.), 헤모필루스인플루엔자균(*Haemophilus* spp.), 수막염균(*Neisseria meningitidis*) 이다. 종합병원은 위 15 종, 요양병원은 1 종(*C. difficile*)을 제외한 14 종 균종을 대상으로 조사 사업을 진행하였다.

검체별로 보면, ①혈액 분리 균종이 12종(*S. aureus, E. faecalis, E. faecium, S. pneumoniae, E. coli, K. pneumoniae, Acinetobacter* spp., *P. aeruginosa, Salmonella* spp., *Haemophilus* spp., *N. meningitidis* 및 *Candida* spp.), ②뇌척수액 분리 균종이 1종(*S. pneumoniae*), ③요 분리 균종이 2종(*E. coli, K. pneumoniae*), ④하부호흡기 분리 균종이 3종(*S. pneumoniae, K. pneumoniae* 및 *Haemophilus* spp.), ⑤대변 분리 균종이 3종(*Salmonella* spp., *Shigella* spp. 및 *C. difficile*), ⑥요도 및 자궁경부 면봉 분리 균종이 1종(*N. gonorrhoeae*)이다. (표 1-2)

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

검체	균종
혈액(Blood)	*S. aureus*
	E. faecalis
	E. faecium
	E. coli
	K. pneumoniae
	Acinetobacter spp.
	P. aeruginosa
	S. pneumoniae
	Salmonella spp.
	Haemophilus spp.
	N. meningitidis
	Candida spp.
요(Urine)	*E. coli*
	K. pneumoniae
하부호흡기(LRS)	*S. pneumoniae*
	K. pneumoniae
	Haemophilus spp.
대변(Feces)	*Salmonella* spp.
	Shigella spp.
	C. difficile (요양병원 제외)
비뇨생식기(Genital)	*N. gonorrhoeae*
뇌척수액(CSF)	*S. pneumoniae*
	Haemophilus spp.
	N. meningitidis

검체	균종
WHO GLASS 감시 대상(12 종)	*S. aureus*
	E. coli
	K. pneumoniae
	A. baumannii
	N. gonorrhoeae
	S. pneumoniae
	Salmonella spp.
	Shigella spp.
	P. aeruginosa
	Candida spp.
	Haemophilus spp.
	N. meningitidis
추가 감시(3 종)	*E. faecalis*
	E. faecium
	C. difficile

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/㎖ 이상인 *E. coli* 와 *K. pneumoniae* 수집
2) 2 개 균종 증식 : 1×10^5 CFU/㎖ 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) 하부호흡기 분리주는 다음과 같은 조건에 따라 수집

1) 하기도에서 채취된 검체(Sputum, BAL, Bronchial washing, Transtracheal aspirate 등)에서 분리된 균주
2) Sputum, Transtracheal aspirate: Washington 변법에 의하여 sputum group 4-6 에 해당하는 검체에서 분리된 균주
3) BAL, Bronchial washing: $1\times10_4$ CFU/㎖ 이상인 균주 수집
4) *H. influenzae*, *S. pneumoniae* 는 확인되는 모든 균주
5) *K. pneumoniae* 는 의미있는 성장(predominant or some 이상의 성장)

vi) 수집된 균주는 11 자리의 균주번호를 부여하며, 균주번호는 권역, 의료기관 코드, 연도, 균종기호, 일련번호로 구성된다.

1) 권역 : 10 개 기관 (A - J)
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), *Haemophilus* spp.(HI), *N. meningitidis* (NM)
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
Staphylococcus aureus	Cefoxitin, Erythromycin, Clindamycin, Quinupristin-dalfopristin(QDA), Trimethoprim-sulfamethoxazole(SXT), Chloramphenicol, Ciprofloxacin, Gentamicin, Tetracycline, Mupirocin, Vancomycin, Teicoplanin, Linezolid, Tigecycline	*mecA*, *mecC*, SCC*mec*, *pvl*, *tsst-1*, *eta*, *etb*, *agr* type, *spa* type
Enterococcus faecalis	Penicillin, Ampicillin, High-level Gentamicin, High-level Streptomycin, Ciprofloxacin, Tetracycline, Chloramphenicol, Nitrofurantoin, Vancomycin, Teicoplanin, Linezolid, Tigecycline, Daptomycin	*vanA*, *vanB*
Enterococcus faecium	Ampicillin, High-level Gentamicin, High-level Streptomycin, Ciprofloxacin, Tetracycline, Quinupristin-dalfopristin(QDA), Chloramphenicol, Vancomycin, Teicoplanin, Linezolid, Tigecycline, Daptomycin	*vanA*, *vanB*
Streptococcus pneumoniae	Amoxicillin-clavulanate, Azithromycin, Cefaclor, Cefepime, Cefotaxime, Ceftriaxone, Cefuroxime, Chloramphenicol, Clindamycin, Erythromycin, Levofloxacin, Meropenem, Penicillin, Tetracycline, Trimethoprim-sulfamethoxazole(SXT), Vancomycin, Oxacillin	-
Escherichia coli	Ampicillin, Piperacillin, Ampicillin-sulbactam, Cefazolin, Cefotaxime, Ceftazidime, Ceftazidime-avibactam, Cefepime, Aztreonam, Cefoxitin, Imipenem, Meropenem, Eertapenem, Amikacin, Gentamicin, Ciprofloxacin, Trimethoprim-sulfamethoxazole(SXT), Tigecycline, Chloramphenicol, Tetracycline, Colistin	bla_{TEM}, bla_{SHV}, bla_{CTX-M}, bla_{CMY}, bla_{DHA}, bla_{ACC}, bla_{ACT-1}, bla_{FOX}, bla_{KPC}, bla_{GES}, bla_{NDM-1}, bla_{IMP-1}, bla_{VIM}, bla_{OXA-48}, *mcr-1*, *mcr-2*
Klebsiella pneumoniae	Piperacillin, Ampicillin-sulbactam, Cefazolin, Cefotaxime, Ceftazidime, Ceftazidime-avibactam, Cefepime, Aztreonam, Cefoxitin, Imipenem, Meropenem, Ertapenem, Amikacin, Gentamicin, Ciprofloxacin, Trimethoprim-sulfamethoxazole(SXT), Tigecycline, Chloramphenicol, Tetracycline, Colistin	bla_{TEM}, bla_{SHV}, bla_{CTX-M}, bla_{CMY}, bla_{DHA}, bla_{ACC}, bla_{ACT-1}, bla_{FOX}, bla_{KPC}, bla_{GES}, bla_{NDM-1}, bla_{IMP-1}, bla_{VIM}, bla_{OXA-48}, *mcr-1*, *mcr-2*
Pseudomonas aeruginosa	Piperacillin, Piperacillin-tazobactam, Ceftazidime, Cefepime, Imipenem, Meropenem, Amikacin, Gentamicin, Tobramycin, Ciprofloxacin, Aztreonam, Colistin	bla_{KPC}, bla_{GES}, bla_{NDM-1}, bla_{IMP-1}, bla_{VIM}, bla_{OXA-48}
Acinetobacter spp.	Piperacillin, Piperacillin-tazobactam, Ampicillin-sulbactam, Ceftazidime, Cefepime, Imipenem, Meropenem, Amikacin, Gentamicin, Tobramycin, Ciprofloxacin, Minocycline, Tigecycline, Colistin	bla_{OXA-51}, bla_{OXA-23}, bla_{OXA-24}, bla_{OXA-58}, IS*Aba-1*, bla_{KPC}, bla_{GES}, bla_{NDM-1}, bla_{IMP-1}, bla_{VIM}, bla_{OXA-48}
Salmonella spp.	Amikacin, Ampicillin, Azithromycin, Cefotaxime, Cefoxitin, Ceftazidime, Ceftriaxone, Chloramphenicol, Ciprofloxacin, Colistin, Gentamicin, Imipenem, Nalidixic acid, Streptomycin, Tetracycline, Trimethoprim-sulfamethoxazole(SXT)	$bla_{CTX-M-1}$, $bla_{CTX-M-9}$, *gyrA*, *parC*
Shigella spp.	Amikacin, Ampicillin, Azithromycin, Cefotaxime, Cefoxitin, Ceftazidime, Ceftriaxone, Chloramphenicol, Ciprofloxacin, Colistin, Gentamicin, Imipenem, Nalidixic acid, Streptomycin, Tetracycline, Trimethoprim-sulfamethoxazole(SXT)	$bla_{CTX-M-1}$, $bla_{CTX-M-9}$, *gyrA*, *parC*
Clostridioides difficile	Ampicillin, Cefotetan, Clindamycin, Imipenem, Chloramphenicol, Tetracycline, Moxifloxacin, Metronidazole, Vancomycin, Rifaximin	*erm*(B), *catD*, *tet*(M), *gyrA*, *gyrB*, *rpoB*, *tcdA*, *tcdB*, *cdtA*, *cdtB*, ribotype(16S-23S rRNA)
Neisseria gonorrhoeae	Azithromycin, Cefixime, Cefpodoxime, Ceftriaxone, Ciprofloxacin, Gentamicin, Nalidixic acid, Penicillin G, Spectinomycin, Tetracycline	23S rRNA, 16S rRNA, *erm*(B), *erm*(C), *erm*(F), *mef*, *penA*, *mtrR*, *porB*, *ponA*, *pilQ*, *rpsE*
Candida spp.	Fluconazole, Voriconazole, Amphotericin B, Micafungin, Anidulafungin, Caspofungin, Posaconazole, Flucytosine	ITS, 26S rRNA D1/D2, *ERG11*, *PDR1*, *FKS*
Haemophilus spp.	Amoxicillin-clavulanate, Ampicillin, Cefepime, Cefotaxime, Ceftriaxone, Cefuroxime, Chloramphenicol, Ciprofloxacin, Levofloxacin, Meropenem, Penicillin(HACEK Group 해당), Rifampin, Tetracycline, Trimethoprim-sulfamethoxazole	*bcsB* (*H. influenzae* 대상 Hib혈청형)
Neisseria meningitidis	Ampicillin, Azithromycin, Cefotaxime, Ceftriaxone, Chloramphenicol, Ciprofloxacin, Levofloxacin, Meropenem, Penicillin, Rifampin, Trimethoprim-sulfamethoxazole	-

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

2

국내
항균제 내성균 조사 결과
(종합병원)

2023 국내 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

10개 수집센터에 의뢰된 혈액 배양 검사는 총 100,556건이며, CO감염이 의심되는 경우는 83,028건이었고, HO감염이 의심되는 경우는 17,528건으로, 작년에 비하여 CO감염이 의심되는 경우는 증가하였고, HO감염이 의심되는 경우는 소폭 감소하였다. 기관별 검사건수를 보면 2022년 기관당 약 9,787건(88,086건/9개 기관)이었던 것에 비해 올해는 약 10,055건으로 약 3% 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, 75-84세군에서 총 19,919건으로 가장 많았다. 특히 HO감염이 의심되는 경우는 나이가 증가할수록 크게 증가하여 1-4세군에서는 222건인 것에 비해, 75-84세군에서는 4,443건으로 약 20배 많았으며, 이는 연령이 증가할수록 환자의 기저질환이 많아지고 의료기관 이용률이 증가하여, HO감염의 위험성이 증가하기 때문이다. (그림 2-1)

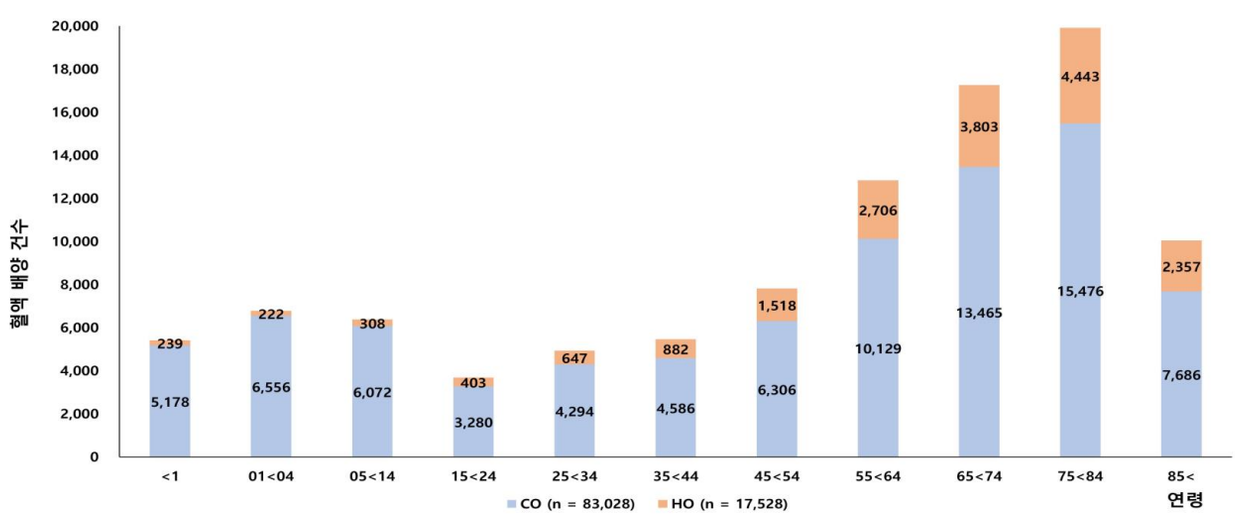


그림 2-1. 종합병원 연령대별 혈액 배양 검사 건수

2. 1. 2. 혈액 배양 검사 건수 대비 양성률

연령대별 혈류감염 원인균 분리 건수는 전반적으로 나이가 증가하면서 크게 증가하였다. 소아청소년군에서는 1세미만군에서 55건으로 가장 많았고, 5-14세군이 13건으로 가장 적었다. 양성 건수는 75-84세군에서 2,246건으로 가장 많았다.

혈액 배양 검사 건수 대비 양성률은 총 7.0%로, 작년보다 소폭 증가하였다(2021년 6.6%, 2022년 6.7%). 혈액 배양 검사 대비 세균의 양성률은 1세 미만 소아환자에 1.0%였으며, 5-14세군에서 0.2%로 가장 낮았다. 그 이후 연령대에서는 연령이 증가할수록 증가하여 85세 이상군에서는 12.6%로 가장 높았다. 특히, 그람양성균보다는 *E. coli*, *K. pneumoniae* 등의 그람음성균과 *Candida* 종의 증가 양상이 더욱 두드러지게 나타났다. (그림 2-2)

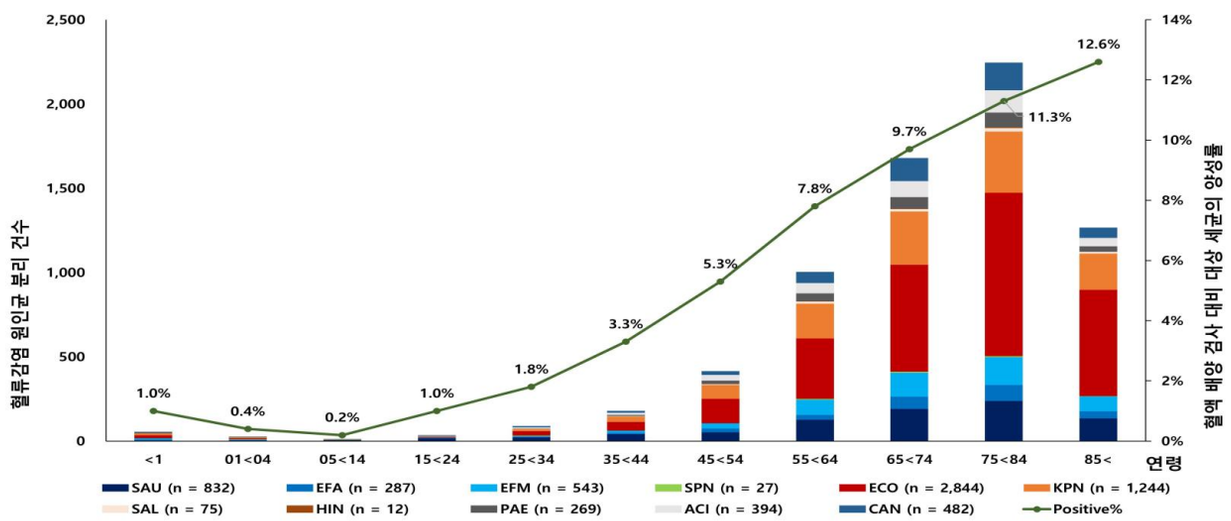


그림 2-2. 종합병원 연령대별 혈류감염 원인균 분리 건수 및 양성률

2. 1. 3. 요 배양 검사 건수

HO감염이 의심되어 요 배양 검사를 시행한 경우는 전반적으로 연령이 증가하면서 증가하였으며, CO감염이 의심되는 경우는 65-74세군에서 12,509건으로 가장 많았고, HO감염이 의심되는 경우는 75-84세 군에서 4,328건으로 가장 많았다. (그림 2-3)

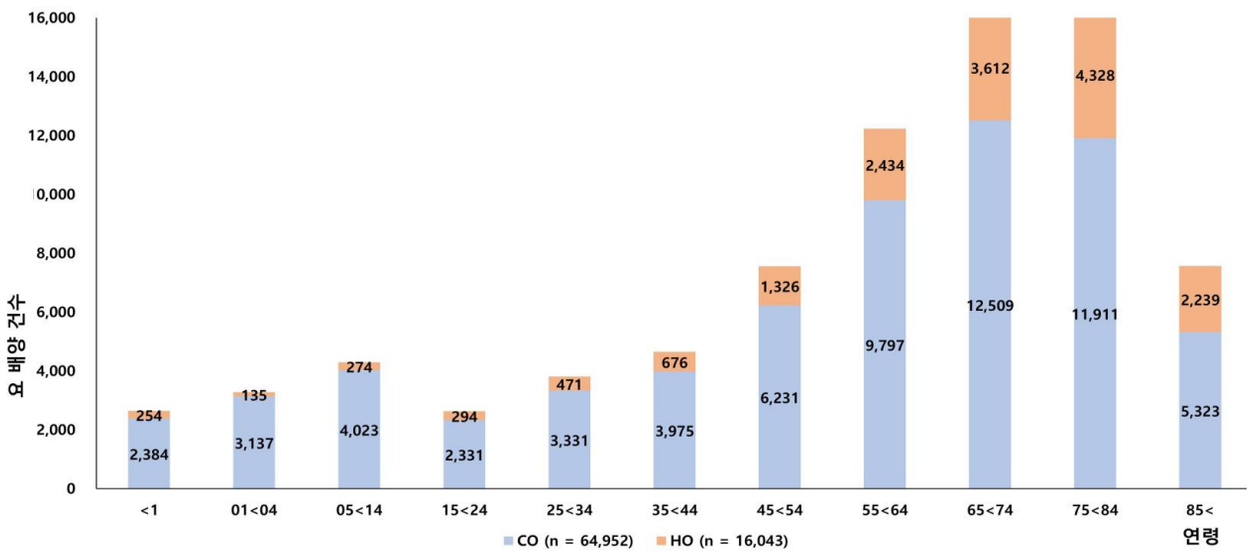


그림 2-3. 종합병원 연령대별 요 배양 검사 건수

2. 1. 4. 요 분리 건수 대비 양성률

요분리 균주는 1세미만군과 1-4세군에서 각각 59건, 109건이었다. 양성 건수는 고령환자에서 많았으며, 요분리 건수가 5세이상 부터 나이가 증가하면서 증가하였고 세균 양성률 역시 나이가 들면서 점차적으로 증가하여 85세 이상에서는 30.2%의 양성률이 확인되었다.(그림 2-4)

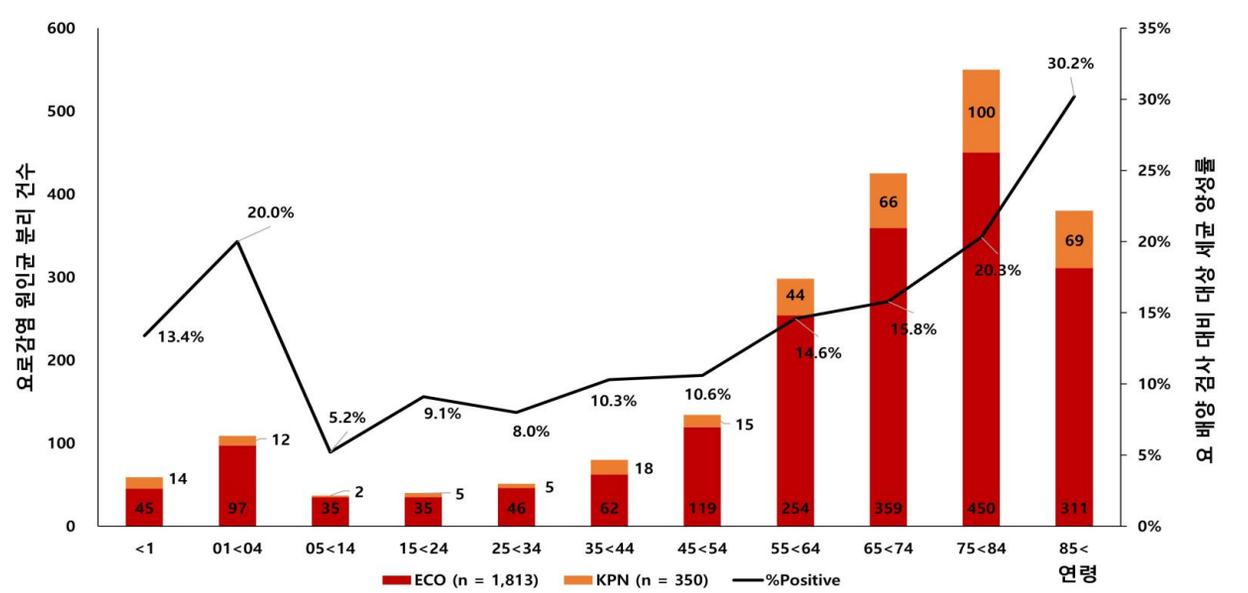


그림 2-4. 종합병원 연령대별 요로감염 원인균 분리 건수 및 양성률

2. 1. 5. 하부호흡기 검체 배양 검사 건수

HO감염이 의심되어 하부호흡기 검체 배양 검사를 시행한 경우는 35세미만에서는 매우 적었다. 폐렴이 의심되는 환자는 대부분 고령환자군에서 많았으며, 연령이 증가함에 따라 CO감염 대비 HO감염의 비율이 감소하였다. (그림 2-5)

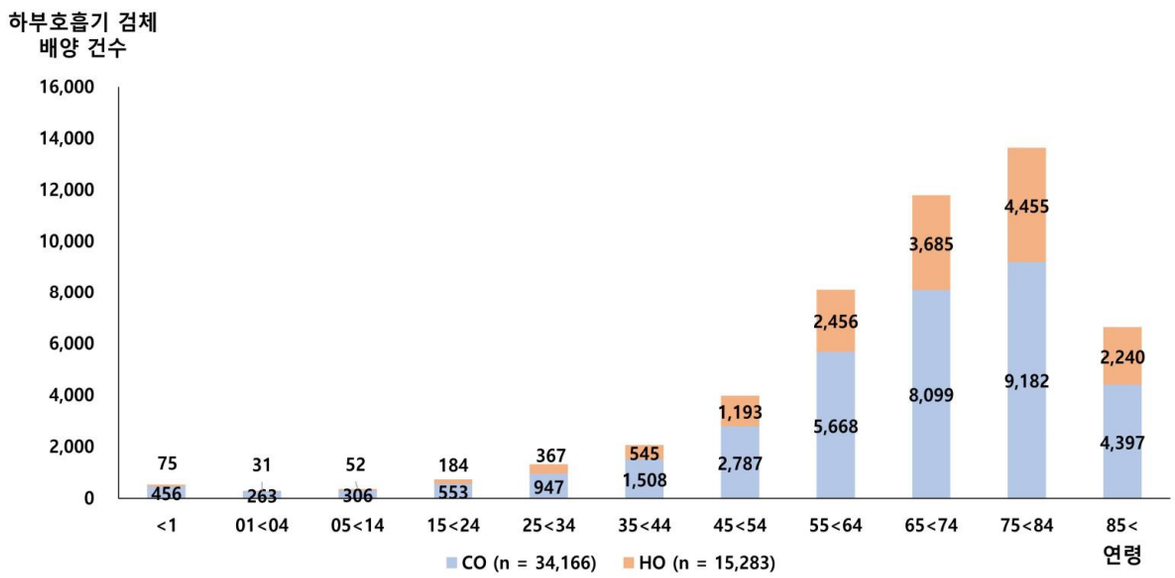


그림 2-5. 종합병원 연령대별 하부호흡기 검체 배양 검사 건수

2. 1. 6. 하부호흡기 검체 배양 건수 대비 양성률

Kor-GLASS에서 감시하는 하부호흡기 병원체는 *K. pneumoniae*, *S. pneumoniae*, *H. influenzae* 총 3가지로, *K. pneumoniae*가 가장 많고, *S. pneumoniae*, *H. influenzae*는 상대적으로 적었다. 하부호흡기 검체 배양 검사의 경우 폐렴이 의심되는 환자를 대상으로 시행하기 때문에 연령대별 양성률의 차이가 다른 검체에 비하여 적었으나, 고령환자에서 분리건수가 많고 배양 양성률이 높았다. (그림 2-6)

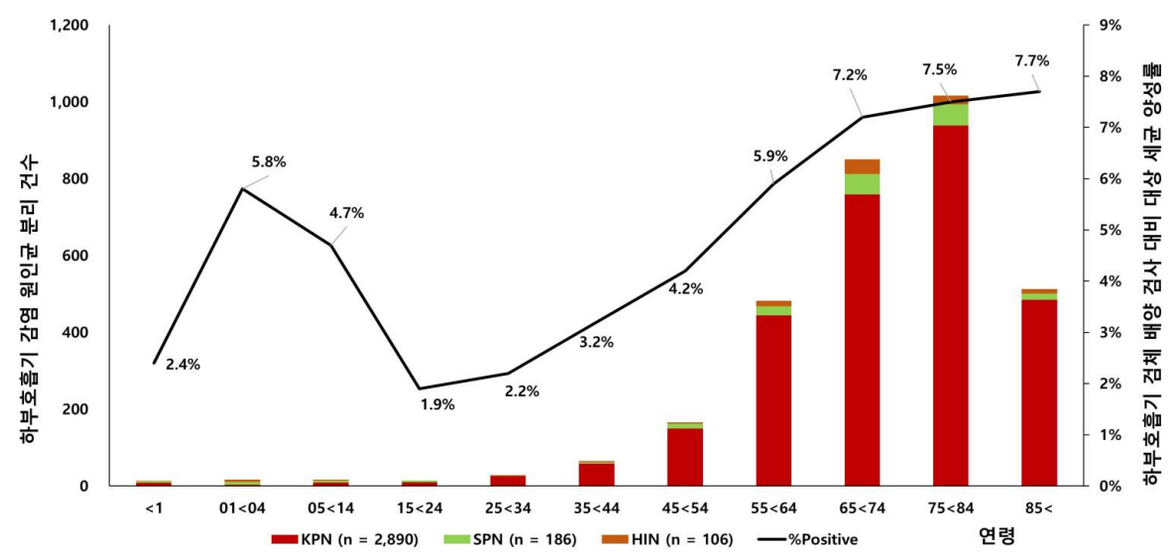


그림 2-6. 종합병원 연령대별 하부호흡기 원인균 분리 건수 및 양성률

2. 1. 7. 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* 등은 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 소아환자에서 많았으나, 올해는 고령환자를 대상으로 하는 검사의 건수가 크게 증가하였다. CO감염이 의심되는 환자는 75-84세 군에서 2,077건으로 가장 많았으며, HO감염이 의심되는 환자도 75-84세군에서 1,170건으로 가장 많았다. (그림 2-7)

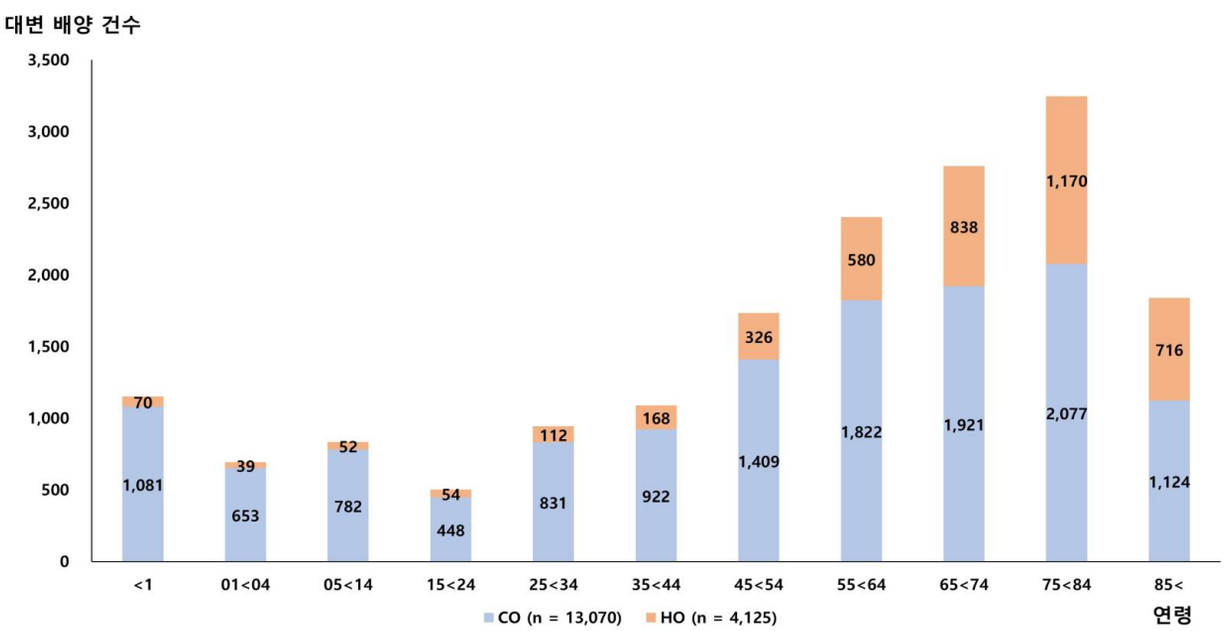


그림 2-7. 종합병원 연령대별 대변 배양 검사 의뢰 건수

2. 1. 8. 대변 배양 건수 대비 양성률

장염 병인균은 65-74세군에서 47건으로 가장 많았으며, 75-84세군, 55-64세군에서 각각 37건, 35건으로 많았다. 대변 배양 건수 대비 양성률은 1-4세군에서 2.0%로 가장 높았다. (그림 2-8)

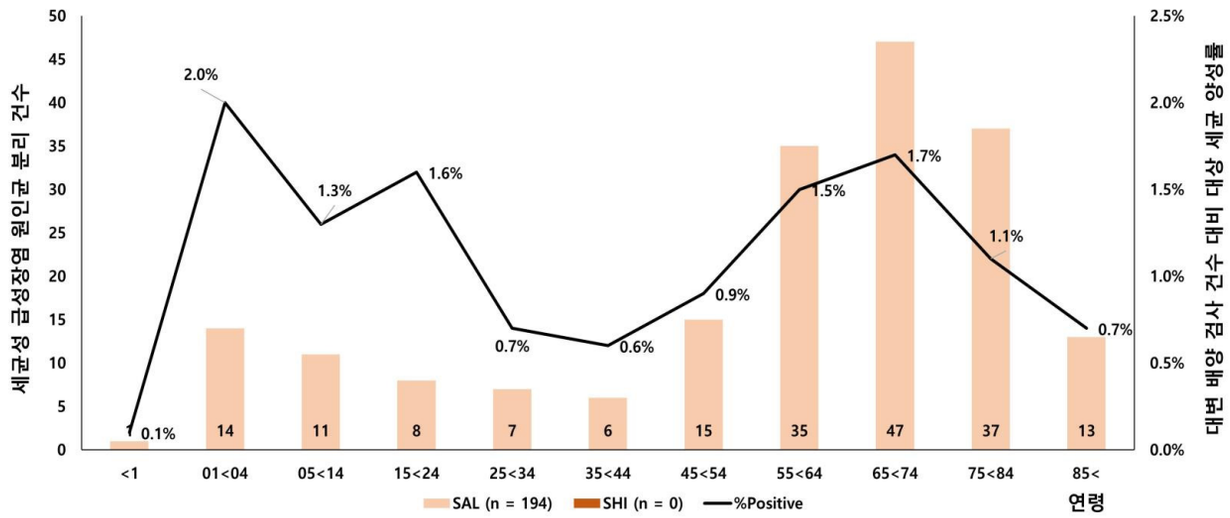


그림 2-8. 종합병원 연령대별 세균성 급성 장염 원인균 분리 건수 및 양성률

2. 1. 9. 비뇨생식기 검체 배양 검사 건수

비뇨생식기 검체의 배양 검사 건수는 성생활이 가장 활발한 25-34세군에서 1,865건으로 가장 많았으며, 35-44세구간에서 1,518건, 45-54세 구간에 434건이었으며, 그 외의 연령구간에서는 검사 의뢰 건수가 적었다. 올해는 *N. gonorrhoeae*는 분리되지 않았다. (그림 2-9)

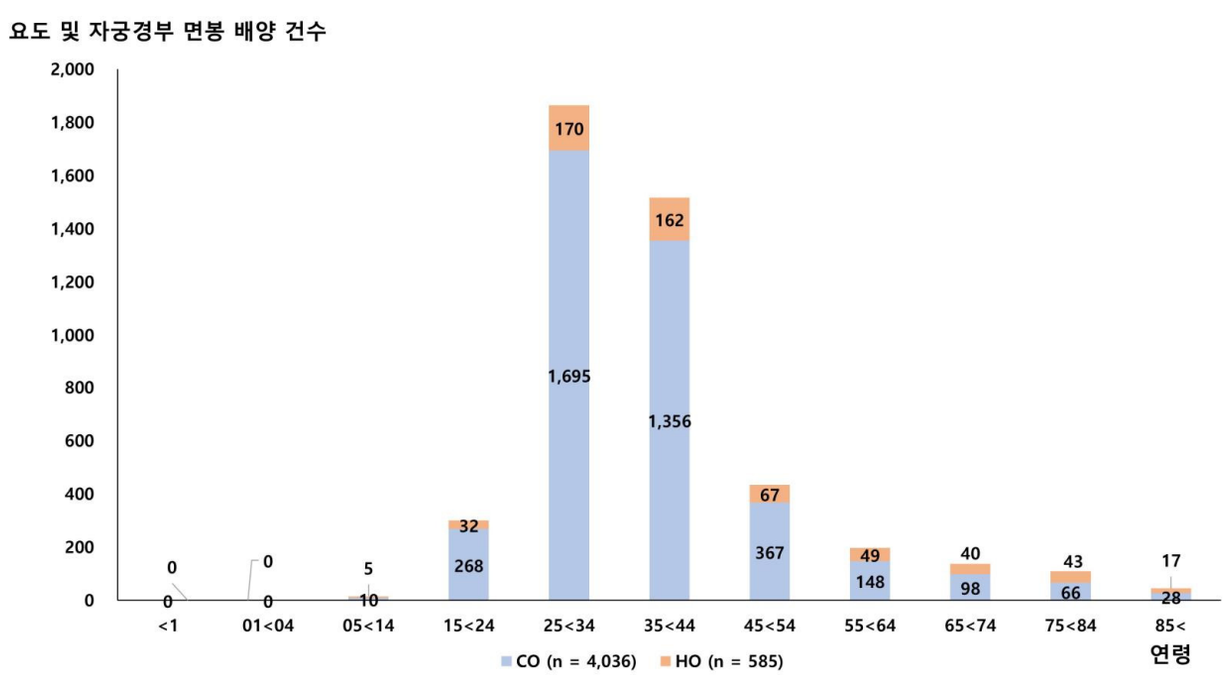


그림 2-9. 종합병원 연령대별 비뇨생식기 검체 배양 검사 의뢰 건수

2. 2. 종합병원 수집 균주 현황

2023년에는 10개 권역 종합병원에서 총 12,851주가 수집되었다. 이 중 7,009주는 혈액 분리균, 3,182주는 하부호흡기 분리균, 2,163주는 요 분리균이었고 495주는 대변 분리균이었다.

권역확대를 고려하더라도 혈액 분리균주의 경우 *E. coli*, *K. pneumoniae*, *S. aureus*의 수집균주 수가 많이 증가하였으며, 수집대상으로 추가된 균종인 *Haemophilus* spp.는 혈액 분리균주 12주가 수집되었으며, *N. meningitidis*의 경우 수집되지 않았다.

요 분리균주는 2개월(1월, 7월)간 수집하였고, *E. coli* 1,813주, *K. pneumoniae* 350주가 수집되었다.

하부호흡기 검체 유래 균주는 총 3,182주가 수집되었는데, *K. pneumoniae*가 2,890주로 가장 많았고, *S. pneumoniae*는 186주, *Haemophilus* spp.는 106주 수집되었다. (표 2-1)

표 2-1. 종합병원 수집 균주의 검체에 따른 균종별 분리 건수

검체	균종	2016년[a]	2017년[b]	2018년[b]	2019년[b]	2020년[c]	2021년[c]	2022년[c]	2023년[d]
혈액(Blood)	*S. aureus*	398	708	743	683	734	772	735	832
	E. faecalis	116	175	179	181	204	243	243	287
	E. faecium	137	288	277	308	355	406	481	543
	S. pneumoniae	15	54	48	36	28	20	27	27
	E. coli	1,112	1,772	1,724	1,939	2,209	2,165	2,281	2,844
	K. pneumoniae	426	693	701	716	870	957	1,003	1,244
	Acinetobacter spp.	169	235	247	225	217	265	388	394
	P. aeruginosa	102	149	157	182	206	233	230	269
	Salmonella spp.	34	56	55	47	37	45	49	75
	Haemophilus spp.	-	-	-	-	-	-	-	12
	N. meningitidis	-	-	-	-	-	-	-	0
	Candida spp.	-	-	-	-	356	410	442	482
	소계	**2,509**	**4,130**	**4,131**	**4,317**	**5,216**	**5,516**	**5,879**	**7,009**
요(Urine)	*E. coli*	4,474	7,874	7,255	7,270	7,293	7,901	8,465	1,813
	K. pneumoniae	823	1,256	1,299	1,295	1,274	1,507	1,563	350
	소계	**5,297**	**9,130**	**8,554**	**8,565**	**8,567**	**9,408**	**10,028**	**2,163**
하부호흡기(LRS)	*S. pneumoniae*	-	-	-	-	-	-	-	186
	K. pneumoniae	-	-	-	-	-	-	-	2,890
	Haemophilus spp.	-	-	-	-	-	-	-	106
	소계	-	-	-	-	-	-	-	**3,182**
대변(Feces)	*Salmonella* spp.	71	172	163	140	102	157	170	194
	Shigella spp.	0	1	2	0	0	0	1	0
	C. difficile	-	-	410	305	229	227	270	301
	소계	**71**	**173**	**575**	**445**	**331**	**384**	**441**	**495**
비뇨생식기(Genital)	*N. gonorrheoae*	0	1	0	0	0	0	0	0
뇌척수액(CSF)	*S. pneumoniae*	0	6	2	0	0	1	1	2
총계		**7,877**	**13,440**	**13,262**	**13,327**	**14,114**	**15,309**	**16,349**	**12,851**

[a] Kor-GLASS 시범사업 (2016년): 5월~12월, 6개 권역 수집센터
[b] Kor-GLASS 1기(2017-2019년): 1월~12월, 8개 권역 수집센터
[c] Kor-GLASS 2기(2020-2022년): 1월~12월, 9개 권역 수집센터
[d] Kor-GLASS 3기(2023-2025년): 1월~12월, 10개 권역 수집센터

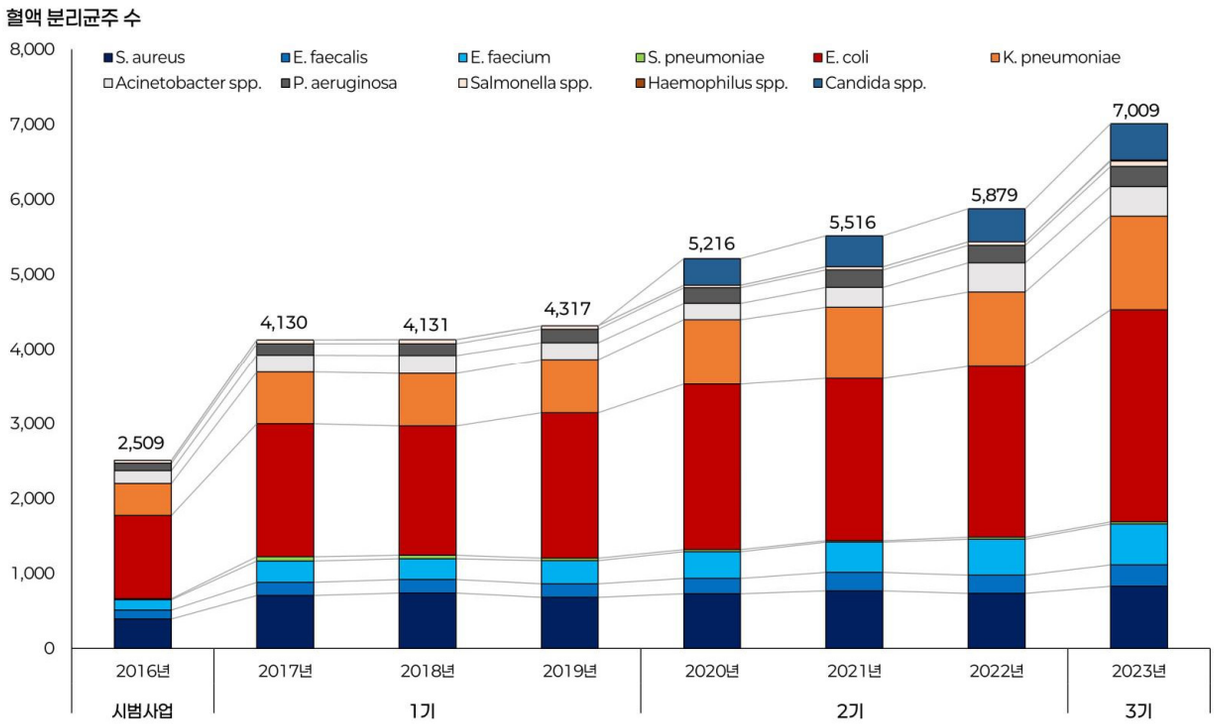


그림 2-10. 종합병원 혈액분리 균주 수집 현황

2. 2. 1. 월별 분리 건수

혈액 분리 균주의 월별 분리 건수를 비교하였을 때, 그람양성균의 경우 월별로 120-166건, 그람음성균의 경우 309-485건으로 큰 차이는 없었다. (그림 2-11, 2-12)

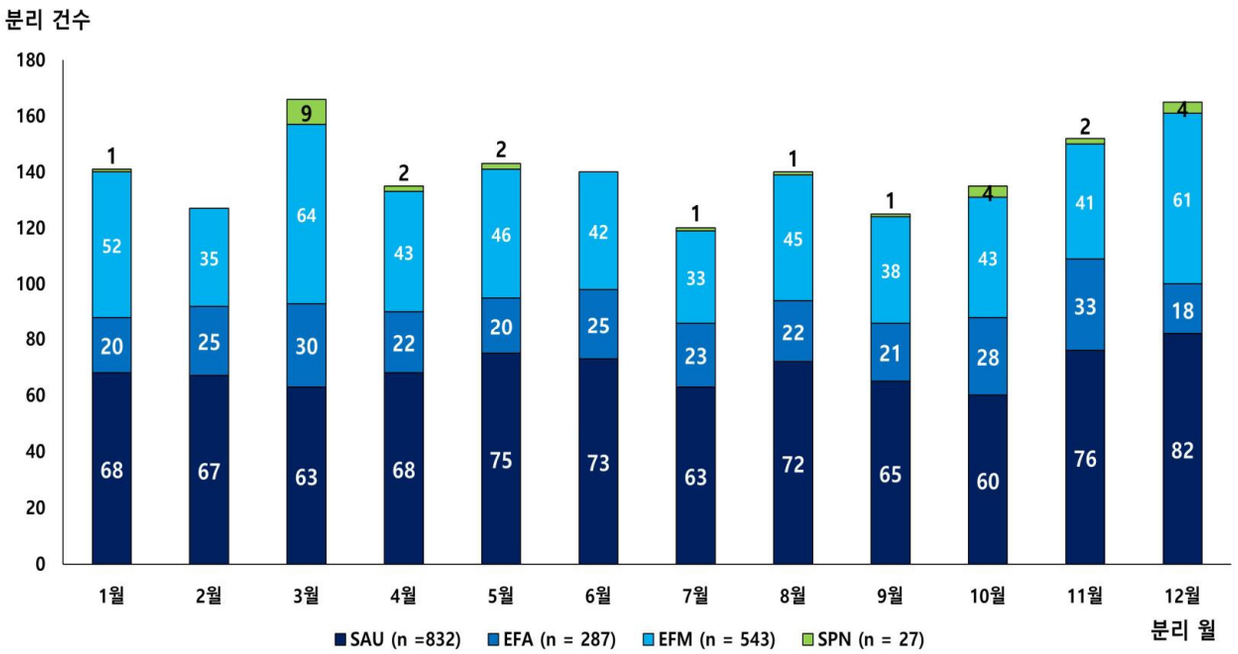


그림 2-11. 2023 년 월별 그람양성균 분리 건수

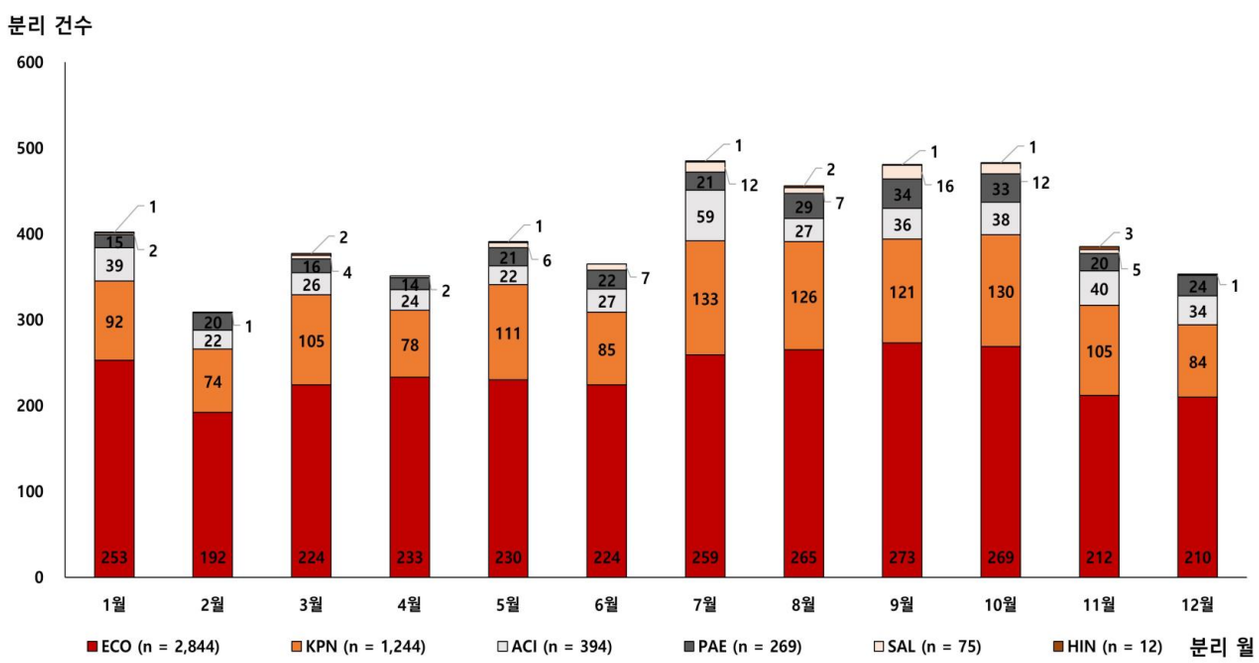


그림 2-12. 2023 년 월별 그람음성균 분리 건수

2. 2. 2. 성별에 따른 분리 건수

혈액 분리 균의 성별 분포를 확인하였을 때, *E. coli*의 경우 남성에서 1,112주, 여성에서 1,732주로, 여성에서 약 1.5배 더 많이 분리되었는데 이는 *E. coli*에 의한 혈류감염 중 요로감염의 진행에 의해 발생되는 2차 혈류감염이 여성에서 더 흔하기 때문인 것으로 생각된다. 그 외의 균종에서는 남성에서 다소 많이 분리되었다. (그림 2-13)

요 분리 균에서는 *E. coli*는 여성에서 1,385주, 남성에서 428주로 여성에서 약 3배 많았으며, *K. pneumoniae*도 여성에서 220주, 남성에서 130주로 여성에서 약 2배 많았다. 이처럼 요로감염의 경우, 비뇨기계의 해부학적 구조상 여성에서 흔하게 발생한다. (그림 2-14)

하부호흡기검체 분리 균 중에서 *K. pneumoniae*는 남성에서 1,947주, 여성에서 943주, *S. pneumoniae*는 남성에서 137주, 여성에서 49주로 남성에서 약 2배 많았다. (그림 2-15)

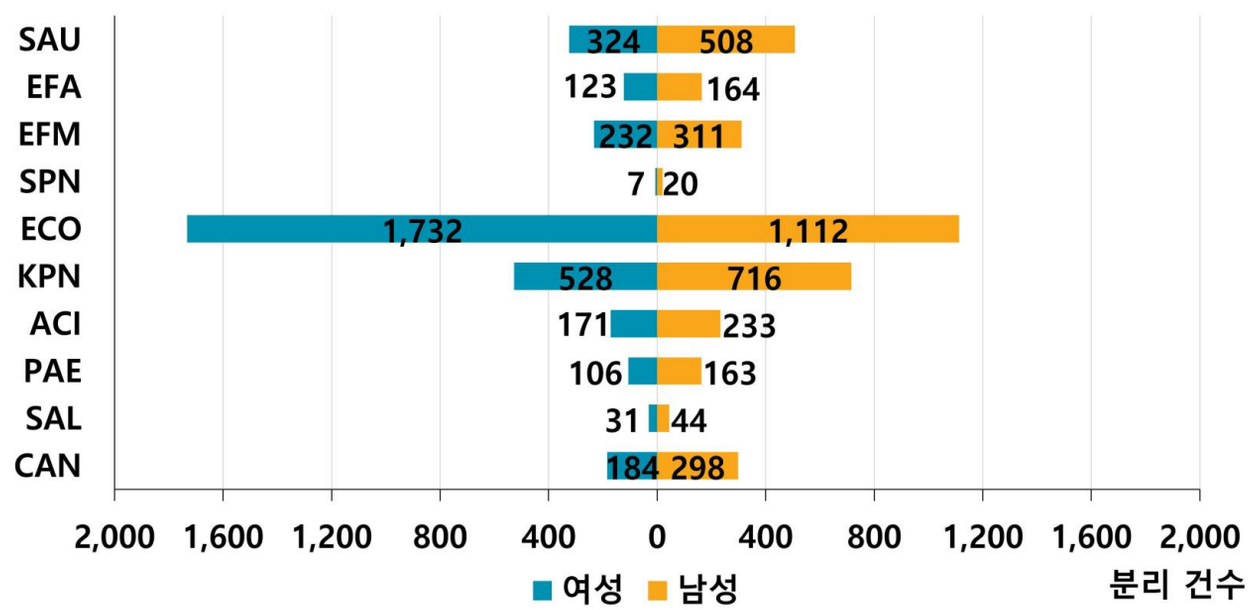


그림 2-13. 2023 년 성별에 따른 혈액 분리 균주 수집 현황

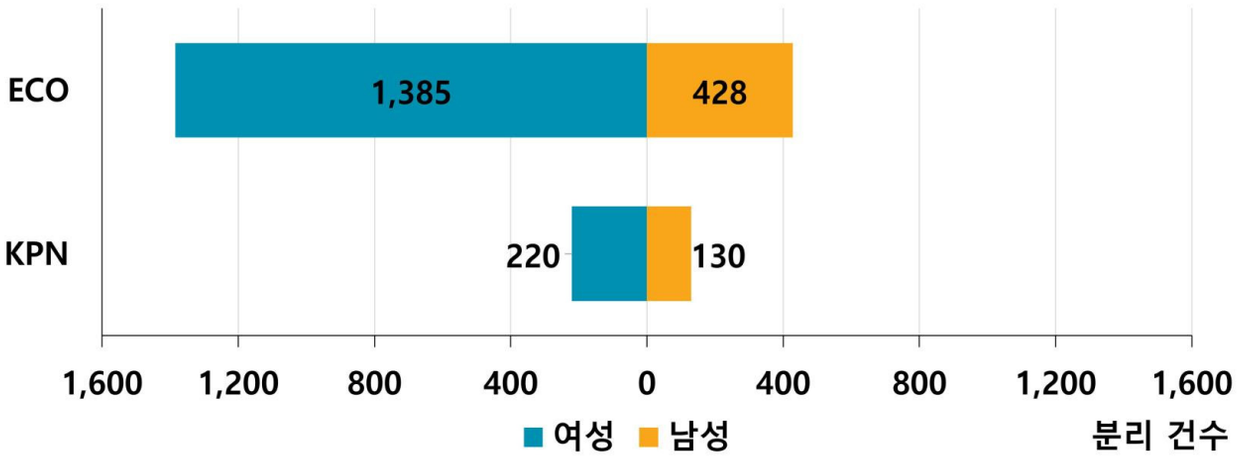


그림 2-14. 2023년 성별에 따른 요 분리 균주 수집 현황

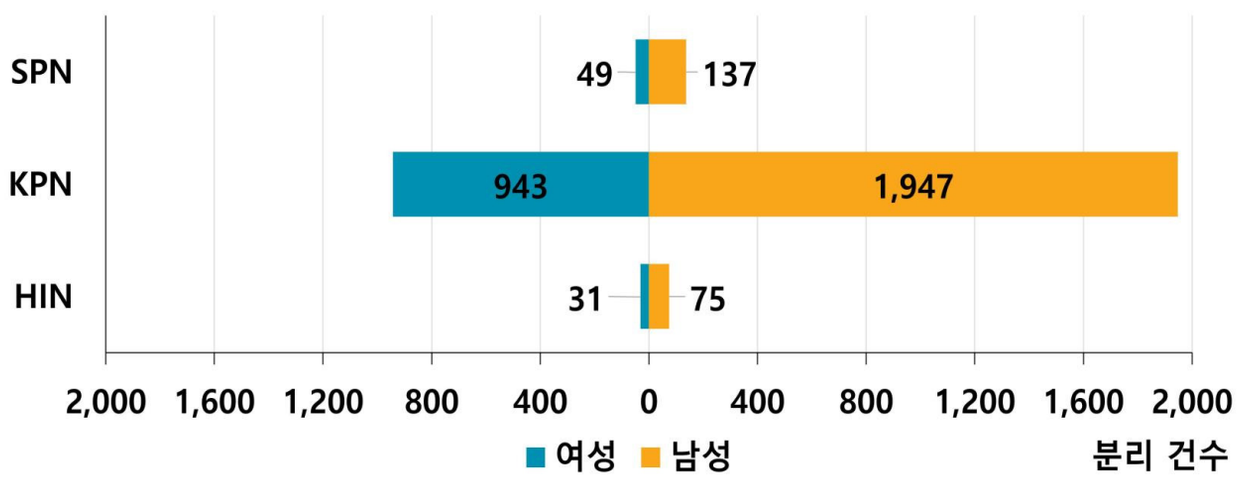


그림 2-15. 2023년 성별에 따른 하부호흡기 검체 분리 균주 수집 현황

2. 2. 3. 감염구분별(CO vs HO) 분리 건수

지역사회감염에서 중요한 대표적인 균종은 *E. coli*, *Salmonella*와 *S. pneumoniae*이다. *E. coli* 혈액 분리 균주 중 CO감염 균주는 2,341주, HO감염 균주는 503주, *Salmonella*의 경우 CO감염 균주는 70주, HO감염 균주는 5주, *S. pneumoniae*는 CO감염 균주는 25주, HO감염 균주는 2주였다.

반면에 *Acinetobacter* spp.와 *E. faecium*은 병원 감염에서 중요한 균종으로, *Acinetobacter* spp.에서 CO감염 균주는 49주, HO감염 균주는 345주로 HO감염 유래 균주가 약 7배정도 많았다. *E. faecium* 역시 HO감염 균주가 438주, CO감염 균주가 105주로 HO감염 균주의 비율이 매우 높았다. *Candida* spp. 균종도 HO감염 균주가 432주, CO감염 균주가 50주로 대표적인 병원감염 원인균 중 하나이다.

*S. aureus*의 경우 과거에는 CO감염 균주와 HO감염 균주의 비율이 거의 1:1 이었으나, 2020년부터는 CO감염 균주가 더 많아서, 2023년에는 CO감염 균주 513주, HO감염 균주 319주로, HO감염 균주는 지속적으로 감소하고 CO감염 균주는 지속적으로 증가하고 있다. (그림 2-16)

요로감염의 경우 CO감염유래 균주가 더 많았다. *E. coli*의 경우 CO감염 균주는 1,521주였고, HO감염 균주는 292주였다. *K. pneumoniae* 역시 CO감염 균주는 254주, HO감염 균주는 96주였다. (그림 2-17)

하부호흡기 유래 균주 중 *K. pneumoniae*는 CO감염 균주와 HO감염 균주의 비율이 약 1:1이었으며, *S. pneumoniae*와 *H. influenzae*는 대표적인 지역사회 폐렴 원인균으로 CO감염 균주가 각각 2배, 4배 많았다. (그림 2-18)

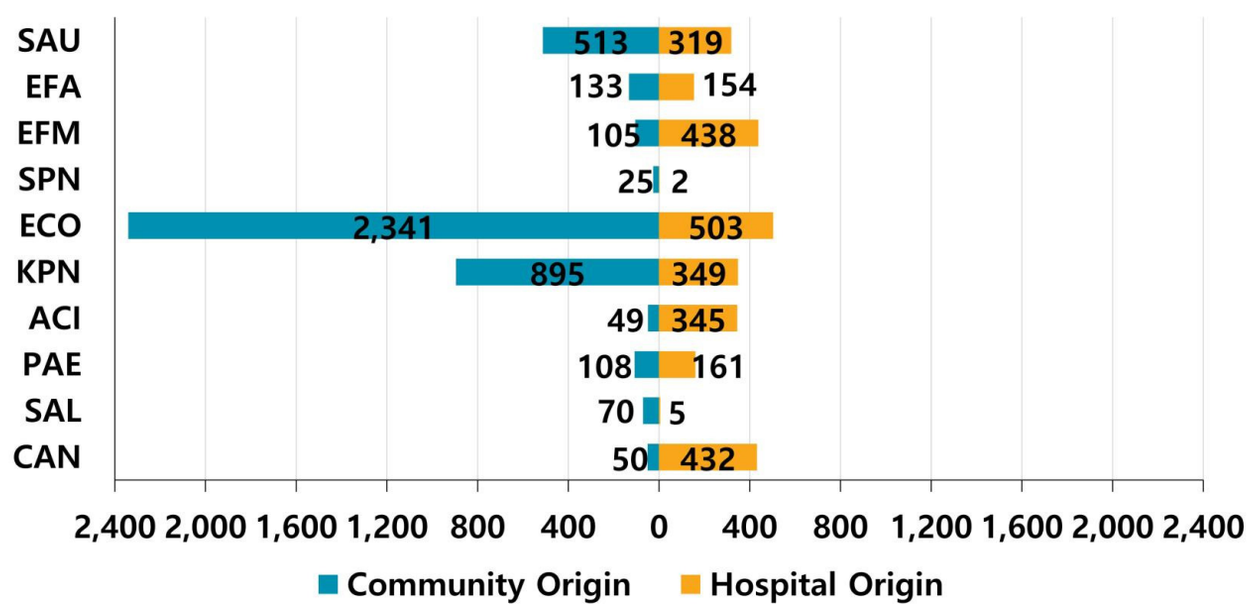


그림 2-16. 2023 년 감염구분별 혈액 분리 균주 수집 현황

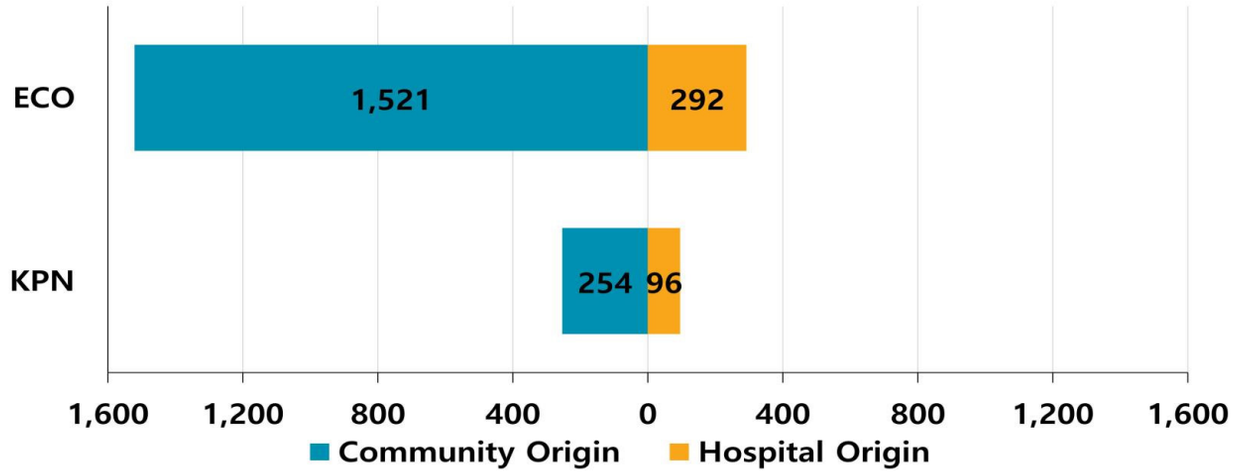


그림 2-17. 2023 년 감염구분별 요 분리 균주 수집 현황

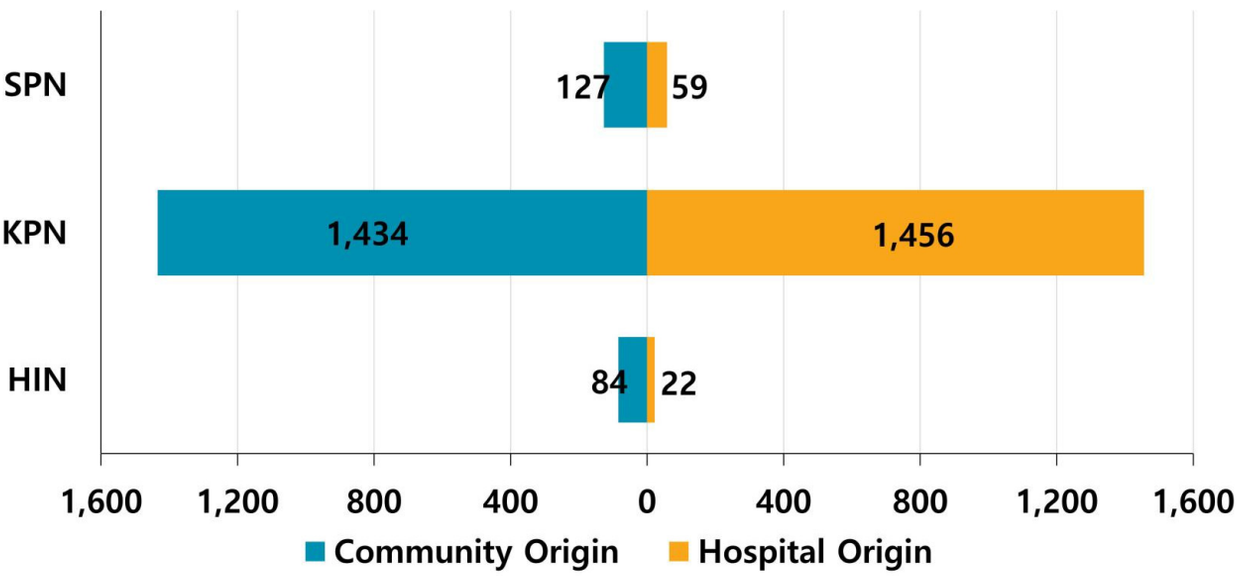


그림 2-18. 2023 년 감염구분별 하부호흡기 검체 유래 균주 수집 현황

2. 3. 종합병원 수집 균종별 항균제 내성 현황

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

*S. aureus*에서 Oxacillin 또는 Cefoxitin에 내성인 균주를 MRSA라고 한다. 혈액 분리 *S. aureus* 중 Cefoxitin 내성 *S. aureus* (Methicillin-resistant *S. aureus*, MRSA)의 비율은 전체 감염의 45.2%로 감시가 시작된 이후에 가장 낮았다. CO감염 유래 *S. aureus*의 MRSA 비율은 2016년부터 꾸준히 약 40%정도로 비슷한 수준이지만, HO감염 유래 *S. aureus*의 MRSA의 비율은 2016년과 비교하였을 때 약 10%p 이상 감소하였다. Erythromycin과 Clindamycin에 대한 내성율 역시 다소 감소하여 각각 32.5%, 13.6%였다. 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.

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. SCC*mec* 유전형별로 분석하였을 때, SCC*mec* II형은 비율이 점차 감소하여 2023년에는 전체 수집균주 중 13.5%로 낮아졌다. 반면에 SCC*mec* IV형은 254주로 전체 수집균주 중 30.5%로 그 비율이 유지되거나 혹은 소폭 증가하였다. 지역사회유래 MRSA의 비율이 유지되고 있음을 고려하면 임상정보 조사 결과와 유전형 검사결과가 일치하는 소견으로 지역사회에서의 MRSA에 대한 항생제 선택압을 줄이는 노력이 필요할 것으로 생각된다.

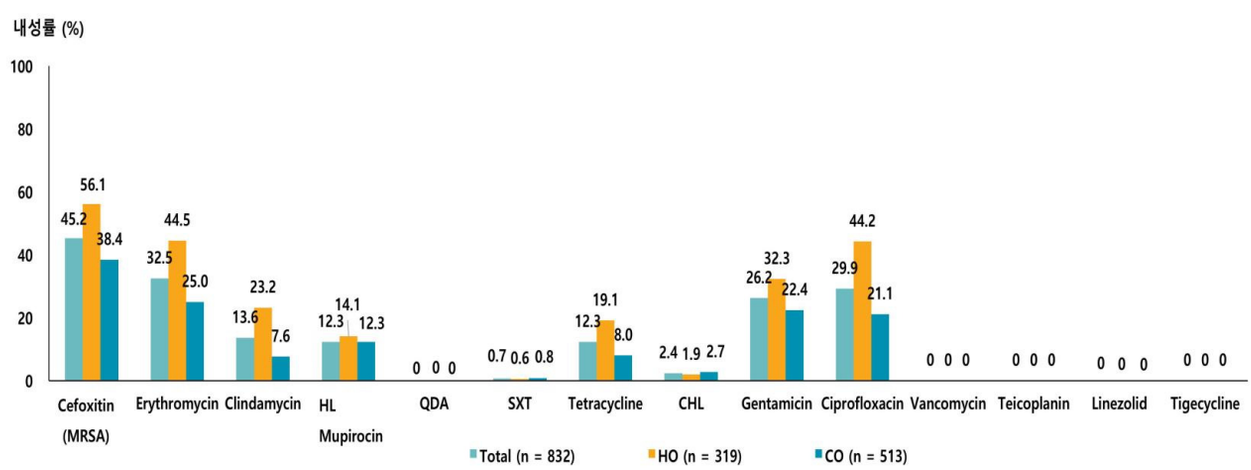


그림 2-19. 2023년 종합병원 혈액 분리 *S. aureus* 감염구분별 항균제 내성률

표 2-2. 종합병원 혈액 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	398	708	743	683	734	772	735	832
Cefoxitin	53.5	53.2	47.1	48.6	47.4	45.2	45.7	45.2
Erythromycin	42.0	38.7	35.3	35.1	34.1	31.9	36.9	32.5
Clindamycin	28.4	24.7	20.9	19.0	15.4	14.0	15.5	13.6
HL[a] mupirocin	8.0	8.1	12.0	13.3	12.7	14.1	13.1	12.3
QDA[b]	1.8	0.7	0.1	0.3	0	0	0	0
SXT[c]	1.3	0.1	0.7	1.2	0.8	1.3	0.5	0.7
Tetracycline	-	-	-	-	13.6	13.7	15.1	12.3
Chloramphenicol	-	-	-	-	1.6	1.9	2.0	2.4
Gentamicin	-	-	-	-	23.7	26.0	27.3	26.2
Ciprofloxacin	-	-	-	-	33.8	29.7	31.6	29.9
Vancomycin	0	0	0	0	0	0	0	0
Teicoplanin	0	0	0	0	0	0	0	0
Linezolid	0	0	0	0	0	0	0	0
Tigecycline	1.8	0.4	4.4	5.0	0	0	0	0

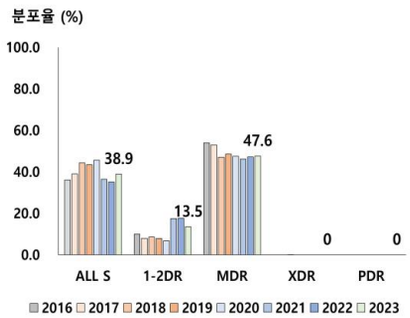


그림 2-20. 종합병원 혈액 분리 *S. aureus* 다제내성 분포율(%)

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

[a] HL: High-level resistance to (≥512 mg/L)
[b] QDA: Quinupristin-dalfopristin
[c] SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

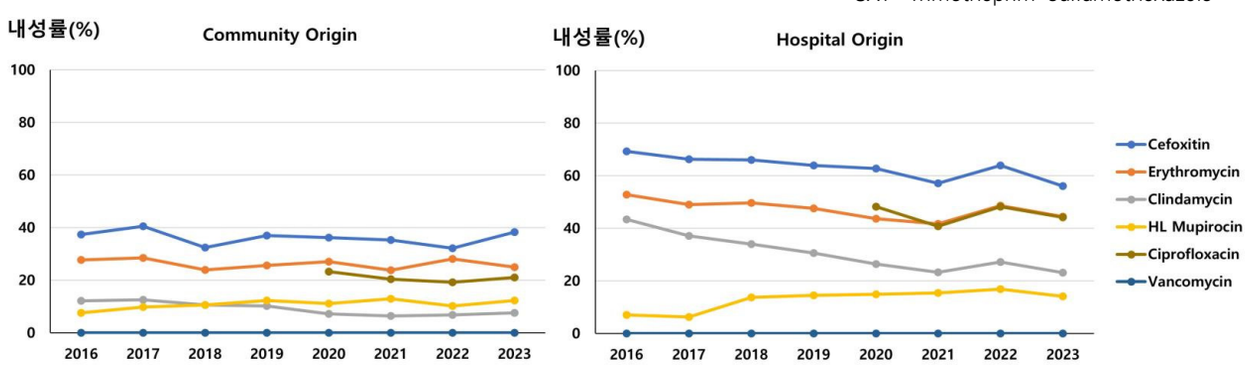


그림 2-21. 2023년 종합병원 혈액 분리 *S. aureus* 감염구분별 주요 항균제 내성률

표 2-3. 2017-2023 SCC*mec* type 에 따른 MRSA 균주의 분포

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
SCC*mec* type II	186 (26.3%)	168 (22.6%)	158 (23.1%)	132 (18.0%)	118 (15.3%)	101 (13.7%)	112 (13.5%)
SCC*mec* type IV	185 (26.1%)	169 (22.7%)	211 (30.9%)	211 (28.7%)	221 (28.6%)	218 (29.7%)	254 (30.5%)
SCC*mec* type V	2 (0.3%)	3 (0.4%)	5 (0.7%)	5 (0.7%)	10 (1.3%)	8 (1.1%)	11 (1.3%)
Others	2 (0.3%)	9 (1.2%)	1 (0.1%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	375 (53.2%)	349 (47.1%)	375 (48.6%)	348 (47.4%)	349 (45.2%)	327 (45.7%)	377 (45.2%)

2. 3. 2. 장알균(*Enterococcus faecalis*)

올해 혈액에서 분리된 *E. faecalis*의 Ampicillin 내성률은 0.7%로 매우 낮았으며, Penicillin에 내성인 PRAS 표현형(Penicillin-resistant, but Ampicillin susceptible phenotype) *E. faecalis*는 14.3%로 작년과 비슷하였다. *E. faecalis* 혈류 감염의 치료에서 세포벽합성억제 항생제와 병합요법에 사용되는 Aminoglycoside 중 Streptomycin에 대한 고농도 내성률은 5.9%로 감소하였으나, 임상에서 선호도가 높은 Gentamicin에 대한 고농도 내성률은 42.2%로 꾸준히 조금씩 상승하고 있다. Vancomycin 내성 균주는 드문 것으로 알려져 있으나 꾸준히 1-2주씩 분리되고 있으며, 올해도 내성률은 0.7%였다.

장알균에서의 Vancomycin 내성은 주로 플라스미드를 통해 이동하는 *van* 오페론의 획득에 의해 나타나며, 전세계적으로 *vanA* 오페론이 약 60-80%를 차지하고, *vanB* 오페론이 약 20-40%를 차지한다. 국내에서 분리되는 Vancomcyin 내성 장알균은 대부분 *vanA* 오페론을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 2023년 *E. faecalis* 중 Vancomycin 내성 균주는 2주였으며, 1주는 Vancomycin에 대한 최소억제농도 256 mg/L 이상, Teicoplanin에 대한 최소억제농도는 256 mg/L로 두 항생제 모두에 고농도 내성을 보였고, 나머지 한주는 Vancomycin에 대한 최소억제농도 32 mg/L로 내성, Teicoplanin에 대한 최소억제농도는 16 mg/L로 중등도 내성(Intermediate resistance)를 보였다. Vancomycin 내성 *E. faecalis* 2주 모두 *vanA* 오페론을 가지고 있었다.

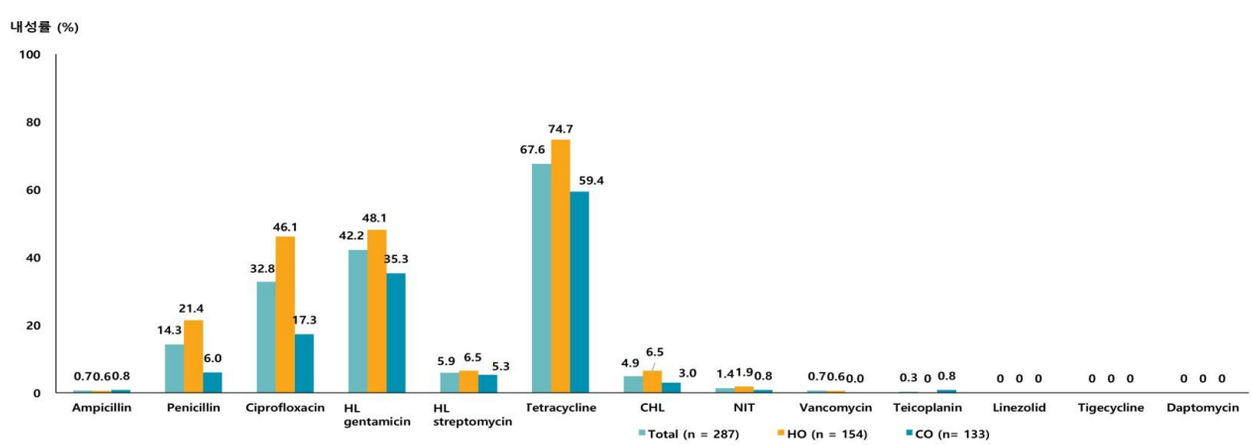


그림 2-22. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *E. faecalis* 감염구분별 항균제 내성률

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

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	116	175	179	181	204	243	243	287
Ampicillin	0	0.6	1.7	5.5	8.3	0	0	0.7
Penicillin	-	26.3	31.1	25.4	22.5	8.6	14.8	14.3
Ciprofloxacin	33.6	41.1	39.7	35.4	31.4	28.0	31.7	32.8
HL[a] gentamicin	25.9	26.9	29.6	22.1	38.2	32.5	38.7	42.2
HL[a] streptomycin	7.8	6.3	5.6	6.6	11.3	6.6	10.3	5.9
Tetracycline	70.7	73.7	74.9	68.5	70.1	65.4	70.8	67.6
Chloramphenicol	-	-	-	-	10.3	6.2	7.8	4.9
Nitrofurantoin	-	-	-	-	0.5	0	0.8	1.4
Vancomycin	0	0.6	0.6	1.7	1.0	0.4	1.2	0.7
Teicoplanin	0	0.6	0.6	1.7	1.5	0.4	0.8	0.3
Linezolid	0	1.1	0	0.6	0	0	0	0
Tigecycline	0	0	0	0	0	0	0	0
Daptomycin	-	-	-	-	0.5	0	0	0

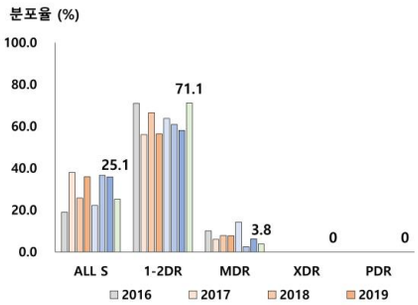


그림 2-23. 종합병원 혈액 분리 *E. faecalis* 다제내성 분포율(%)

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

[a] HL: High-level resistance to (gentamicin: 〉500 mg/L, streptomycin: 〉1,000 mg/L)

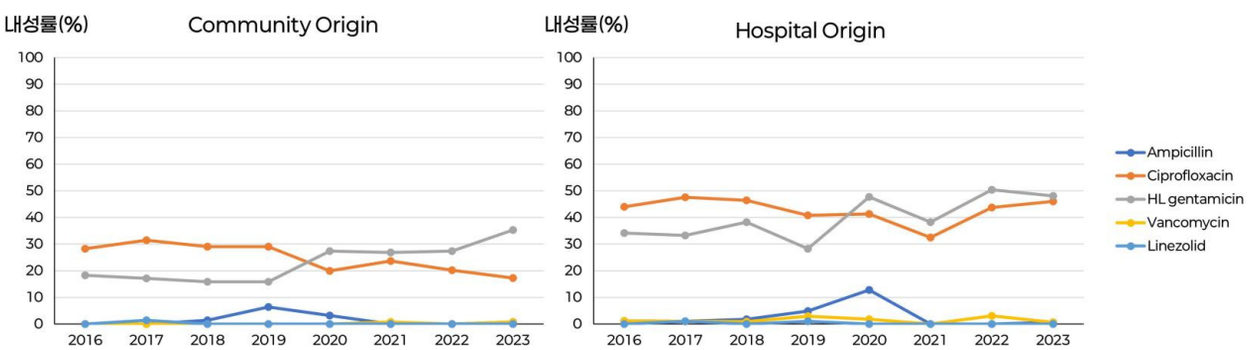


그림 2-24. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *E. faecalis* 감염구분별 내성률 추이

2. 3. 3. 장알균(*Enterococcus faecium*)

혈액 분리 *E. faecium*의 Ampicillin 내성률은 89.0%로 기존과 비슷하게 매우 높았으며, Ciprofloxacin에 대한 내성률 역시 91.5%로 매우 높았다. *E. faecium*의 Vancomycin 내성률은 2016년 29.9%였으나 2019년까지 40.9%로 꾸준히 증가하였으나, 이후 지속적으로 감소하여 2020년에는 38.6%, 2021년에는 37.7%, 2022년에는 35.1%였고, 2023년에는 34.6%였다. Vancomycin 내성 *E. faecium* (VRE, Vancomycin-resistant enterococci)감염의 치료항생제인 Linezolid 대한 내성균은 발견되지 않았으나, Quinupristin-dalfopristin 내성률은 18.0%였다.

장알균에서의 Vancomycin 내성은 주로 플라스미드를 통해 이동하는 *van* 오페론의 획득에 의해 나타나며, 전세계적으로 *vanA* 오페론이 약 60-80%를 차지하고, *vanB* 오페론이 약 20-40%를 차지한다. 국내에서 분리되는 Vancomcyin 내성 장알균은 대부분 *vanA* 오페론을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 2023년 수집된 Vancomycin 내성 *E. faecium*은 총 190주였으며, 그 중에 189주는 *vanA* 오페론 양성이었으나, 한 주는 *vanB* 오페론 양성이었다. 해당 균주(J0023EM0014)는 Vancomycin 내성, Teicoplanin 감수성(최소억제농도: 0.5 mg/L)로 항생제 감수성 표현형 역시 *VanB*형으로 유전형검사와 부합하는 결과를 보였다.

Vancomycin 내성 *E. faecium*은 중요한 그람양성 다제내성균으로 감염관리의 대상이 되어 왔으나, 최근 Carbapenemase-producing Enterobacterales (CPE)의 증가로 인하여 주요 병원에서 감염관리 대상에서 제외되고 있어 확산에 대한 우려가 있었다. Kor-GLASS의 현재까지의 결과를 고려하였을 때는 오히려 내성률이 감소하는 추세이나, 앞으로도 지속적인 감시가 필요하다.

vanB 양성 Vancomycin 내성 *E. faecium*의 출현은 국내에서 추가적인 관심이 필요하다. 국내에서는 분리가 매우 드물며, 호주, 독일 등에 확산되어 있는 *vanB* 양성 VRE 균주에 대한 보고가 많다. 따라서, 추가적인 연구를 통하여 역학적 근원을 확인해 보는 것이 필요하다.

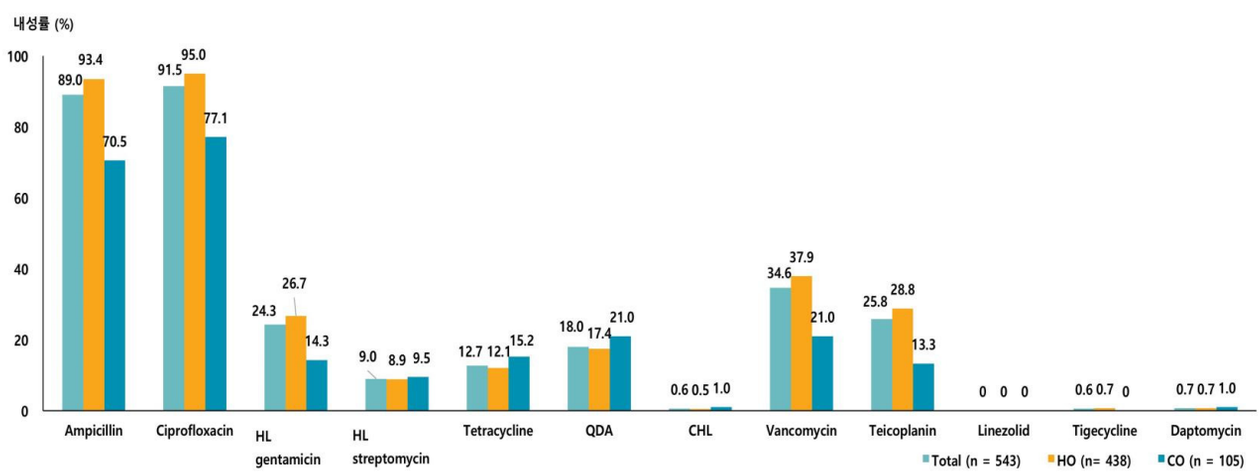


그림 2-25. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *E. faecium* 감염구분별 항균제 내성률

표 2-5. 종합병원 혈액 분리 *E. faecium* 의 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	137	288	277	308	355	406	481	543
Ampicillin	90.5	89.6	91.0	90.3	86.8	88.2	89.2	89.0
Ciprofloxacin	90.5	89.9	90.3	90.8	88.2	91.6	92.7	91.5
HL[a] gentamicin	21.2	18.1	21.3	23.7	28.2	29.6	27.0	24.3
HL[a] streptomycin	3.6	1.0	0	0.6	2.5	4.4	4.8	9.0
Tetracycline	11.7	14.9	15.9	12.0	8.7	11.8	13.7	12.7
QDA[b]	8.8	3.1	6.1	8.4	4.5	24.6	22.0	18.0
Chloramphenicol	–	–	–	–	0	0.5	0	0.6
Vancomycin	29.9	34.0	39.4	40.9	38.6	37.7	35.1	34.6
Teicoplanin	20.4	18.8	27.1	34.7	33.5	25.6	24.1	25.8
Linezolid	0.7	0	0	0	0	0	0	0
Tigecycline	0	0.3	0	0	0	0.5	0.2	0.6
Daptomycin	–	–	–	–	0	3.0	0.6	0.7

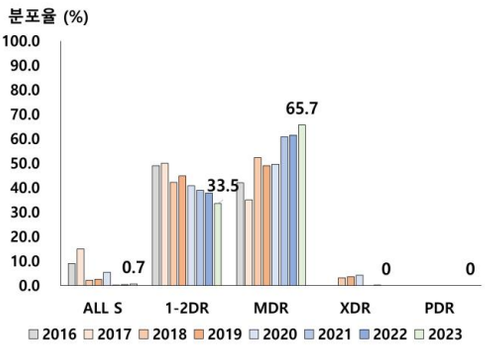


그림 2-26. 종합병원 혈액 분리 *E. faecium* 다제내성 분포율(%)

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

[a] HL: High-level resistance to (gentamicin: 〉500 mg/L, streptomycin: 〉1,000 mg/L)
[b] QDA: Quinupristin-dalfopristin

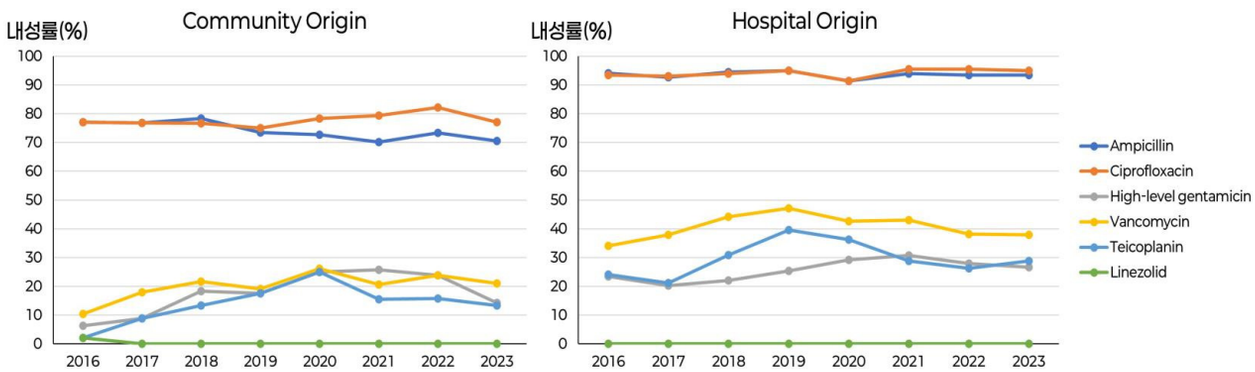


그림 2-27. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *E. faecium* 감염구분별 내성률

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

종합병원의 혈액 분리 *S. pneumoniae*는 총 27주였다. Penicillin, Cefotaxime, Ceftriaxone 내성률은 각각 11.1%, 7.4%, 7.4% 였으며, 2022년 수집균주와 비교하였을 때 많이 낮았다. 지역사회 *S. pneumoniae* 감염증에 흔히 사용되는 항생제인 Erythromycin에 대한 내성률은 81.5%로 대부분의 균주에서 내성으로 나타났다. Amoxicillin-clavulanate에 대한 내성률이 지속적으로 증가하여 올해는 40.7%였으며, 증가추세에 대한 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 생각된다. 2020년부터 항생제 감수성 시험에 Cefaclor, Cefepime, Meropenem, Azithromycin, Clindamycin, Chloramphenicol, Tetracycline, Vancomycin을 포함한 8종의 항균제가 추가되었으며, 각 항균제에 대한 내성률은 표에 정리되어 있다. 다만, 혈액 검체에서 분리된 폐렴사슬알균의 수가 너무 적어 해석에 유의할 필요가 있다.

2023년부터 하부호흡기 검체 유래 *S. pneumoniae*에 대한 감시가 시작되었다. 총 213주가 수집되었으며, 균주의 내성률은 전반적으로 혈액분리 균주보다 높았다. Penicillin에 대한 내성률은 17.2%, 3세대 세팔로스포린인 Cefotaxime, Ceftriaxone에 대한 내성률은 각각 18.3%, 16.7%였다.

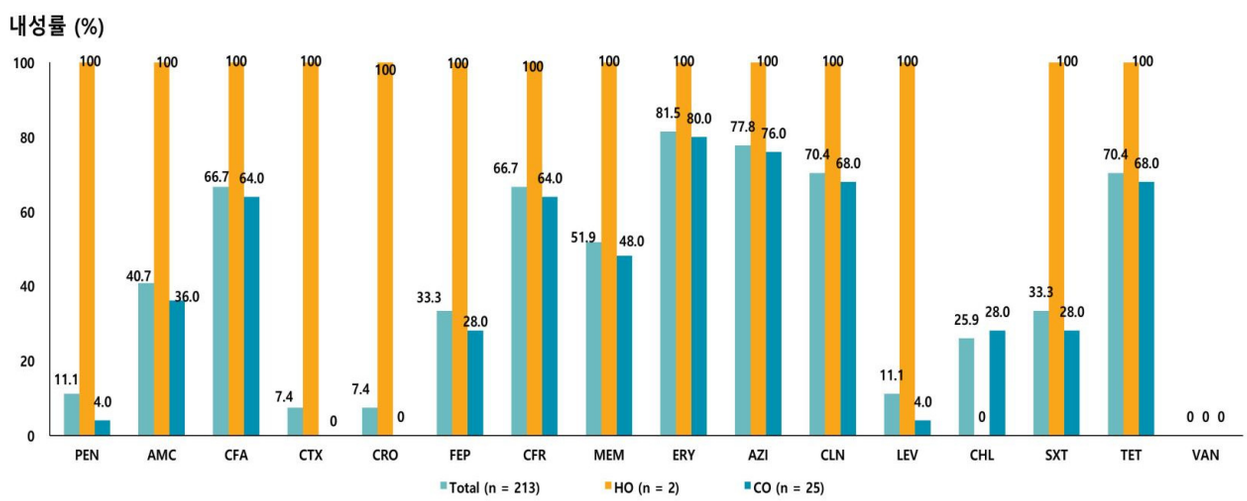


그림 2-28. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *S. pneumoniae* 감염구분별 항균제 내성률

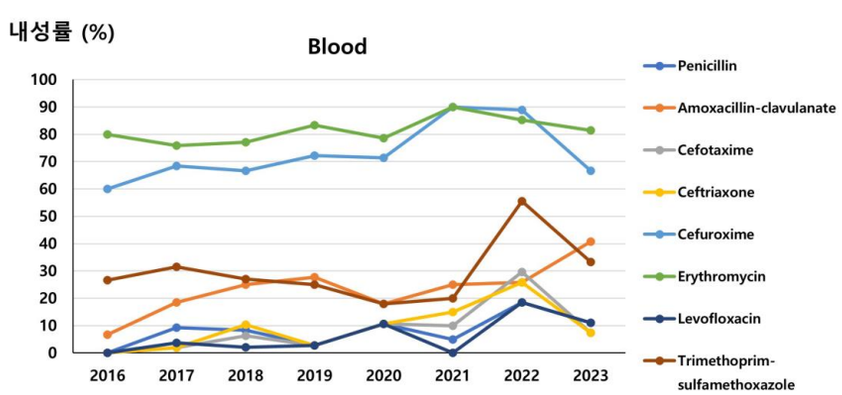


그림 2-29. 2016~2023 년 종합병원 혈액 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률

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

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	15	54	48	36	28	20	27	27
Penicillin	0	9.3	8.3	2.8	10.7	5.0	18.5	11.1
Amoxicillin-clavulanate	6.7	18.5	25.0	27.8	17.9	25.0	25.9	40.7
Cefaclor	-	-	-	-	78.6	90.0	92.6	66.7
Cefotaxime	0	1.9	6.3	2.8	10.7	10.0	29.6	7.4
Ceftriaxone	0	1.9	10.4	2.8	10.7	15.0	25.9	7.4
Cefepime	-	-	-	-	17.9	20.0	33.3	33.3
Cefuroxime	60.0	68.5	66.7	72.2	71.4	90.0	88.9	66.7
Meropenem	-	-	-	-	53.6	70.0	85.2	51.9
Erythromycin	80.0	75.9	77.1	83.3	78.6	90.0	85.2	81.5
Azithromycin	-	-	-	-	78.6	85.0	85.2	77.8
Clindamycin	-	-	-	-	71.4	65.0	70.4	70.4
Levofloxacin	0	3.7	2.1	2.8	10.7	0	18.5	11.1
Chloramphenicol	-	-	-	-	25.0	40.0	48.1	25.9
Trimethoprim-sulfamethoxazole	26.7	31.5	27.1	25.0	17.9	20.0	55.6	33.3
Tetracycline	-	-	-	-	71.4	80.0	81.5	70.4
Vancomycin	-	-	-	-	0	0	0	0

표 2-7. 종합병원 하부호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae*의 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	-	-	-	-	-	-	-	186
Penicillin	-	-	-	-	-	-	-	17.2
Amoxicillin-clavulanate	-	-	-	-	-	-	-	41.4
Cefaclor	-	-	-	-	-	-	-	95.2
Cefotaxime	-	-	-	-	-	-	-	18.3
Ceftriaxone	-	-	-	-	-	-	-	16.7
Cefepime	-	-	-	-	-	-	-	36.6
Cefuroxime	-	-	-	-	-	-	-	93.0
Meropenem	-	-	-	-	-	-	-	79.0
Erythromycin	-	-	-	-	-	-	-	90.3
Azithromycin	-	-	-	-	-	-	-	89.2
Clindamycin	-	-	-	-	-	-	-	72.6
Levofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	13.4
Chloramphenicol	-	-	-	-	-	-	-	34.9
Trimethoprim-sulfamethoxazole	-	-	-	-	-	-	-	40.3
Tetracycline	-	-	-	-	-	-	-	75.3
Vancomycin	-	-	-	-	-	-	-	0

2. 3. 5. 대장균(*Escherichia coli*)

혈액 분리 *E. coli* 중 Ampicillin 내성률은 69.3%였으며, Piperacillin 내성률은 63.7%로 소폭 증가하였다. *E. coli* 혈류감염의 치료 항생제 선택에 가장 중요한 결과인 3세대 Cephalosporin계 항생제 내성은 작년과 비슷하여, Cefotaxime에 대한 내성률은 38.9%, Ceftazidime에 대한 내성률은 12.0%였다. 이는 국내에 가장 널리 확산되어 있는 ESBL인 CTX-M이 Cefotaxime에 대한 가수분해능이 더 높기 때문으로 판단된다. Carbapenem 계열 항생제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에 대한 내성 균주는 여전히 매우 적었지만, Ertapenem에 대한 내성률은 0.7%로 소폭 상승하였다.

E. coli 요로감염에서 가장 중요한 치료 항생제인 Fluoroquinolone계열 항생제 Ciprofloxcain에 대한 내성률은 47.0%로 꾸준히 조금씩 증가하고 있는데, ESBL 생성을 시사하는 3세대 Cephalosporin계열 항생제 내성 균주가 꾸준히 증가하는 것과 연관성이 있을 것으로 생각된다. Cefotaxime에 대한 내성률은 2016년 31.6%였으나, 2023년에는 34.7%로 소폭씩 꾸준히 증가하고 있다. 특히 CO 감염유래 균주에서 내성률이 꾸준히 증가하고 있으며, 이는 지역사회에서의 항생제 선택압과 연관성이 높다고 판단된다.

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, 2020~2021년에는 CTX-M-9군 ESBL 생성 *E. coli*가 더 많이 분리되었다. 2023년 ESBL 분포를 보았을 때, CTX-M-14의 감소로 인하여 CTX-M-1군이 CTX-M-9군 보다 약 3%p 많이 분리되었다.

카바페넴내성 *E. coli*는 총 7주가 생성되었으며, 그 중 6주는 KPC-2 생성 균주였으며, 1주는 KPC-3 생성 균주였다. 과거 NDM 및 OXA-48형 Carbapenemase 생성균주가 수집되었으나 다른 유전형의 CPE가 확산되고 있음을 시사한다.

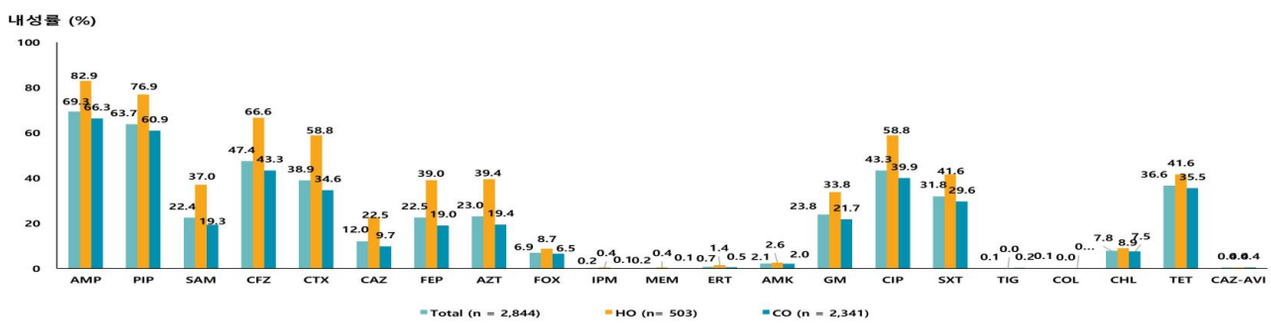


그림 2-30. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *E. coli* 감염구분별 항균제 내성률

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

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	1,112	1,772	1,724	1,939	2,209	2,165	2,281	2,844
Ampicillin	65.2	65.3	68.0	67.5	65.6	66.2	66.9	69.3
Piperacillin	54.7	54.0	57.0	54.1	55.6	54.7	53.2	63.7
SAM[a]	24.3	28.9	29.3	22.0	21.4	18.8	21.0	22.4
Cefazolin	42.6	40.6	45.5	45.0	44.7	44.0	46.6	47.4
Cefotaxime	35.4	32.4	38.6	37.1	37.7	36.6	38.8	38.9
Ceftazidime	11.3	11.8	12.7	10.2	11.9	10.3	9.6	12.0
Cefepime	21.4	20.3	24.8	20.2	21.6	20.8	22.1	22.5
Aztreonam	21.2	20.8	24.6	20.0	21.1	20.1	20.6	23.0
Cefoxitin	3.5	3.9	4.1	5.0	4.3	4.5	5.3	6.9
Imipenem	0.1	0.2	0.1	0.2	0.04	0.05	0.13	0.2
Meropenem	0	0.2	0.1	0.1	0.04	0.05	0.09	0.2
Ertapenem	0.2	0.2	0.2	0.3	0.04	0.2	0.3	0.7
Amikacin	0.7	0.8	1.0	0.5	0.6	0.5	0.8	2.1
Gentamicin	29.6	26.6	27.1	26.3	24.5	24.1	23.3	23.8
Ciprofloxacin	39.4	35.8	42.7	41.1	41.3	41.0	41.3	43.3
SXT[b]	30.8	31.4	36.0	36.7	33.6	30.1	32.4	31.8
Tigecycline	0.2	0.1	0	0	0	0	0.04	0.1
Colistin	0.1	0.2	0.1	0	0	0.2	0.1	0.1
Chloramphenicol	–	–	–	–	6.8	7.7	6.4	7.8
Tetracycline	–	–	–	–	38.9	36.4	35.9	36.6
Ceftazidime –avibactam	–	–	–	–	–	–	–	0.4

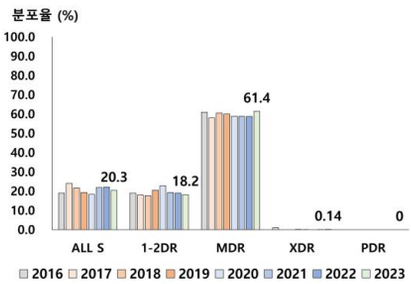


그림 2-31. 종합병원 혈액 분리 *E. coli* 다제내성 분포율(%)

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

[a] SAM: Ampicillin sulbactam
[b] SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

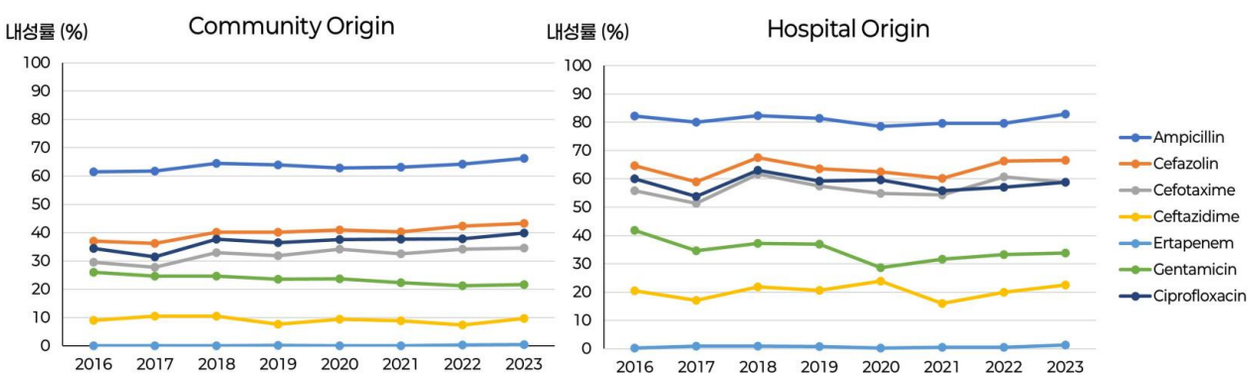


그림 2-32. 2023년 종합병원 혈액 분리 *E. coli* 감염구분별 항균제 내성률

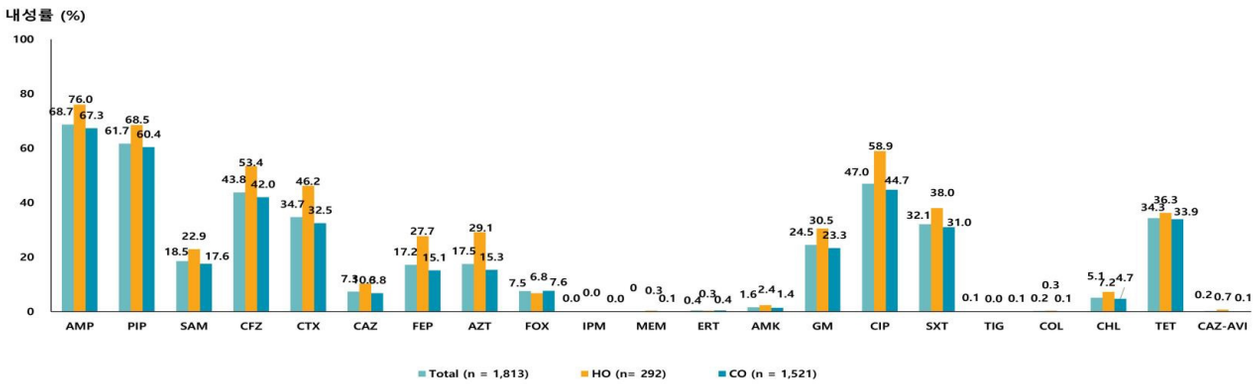


그림 2-33. 2023년 종합병원 요 분리 *E. coli* 감염구분별 항균제 내성률

표 2-9. 종합병원 요 분리 *E. coli*의 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	4,474	7,874	7,255	7,270	7,293	7,901	8,465	1,813
Ampicillin	69.3	68.8	69.6	71.7	68.4	67.7	67.7	68.7
Piperacillin	57.5	56.7	55.8	58.7	57.0	55.5	50.7	61.7
SAM[a]	25.3	29.8	27.7	22.2	20.8	17.5	17.5	18.5
Cefazolin	43.7	40.9	43.2	46.7	43.1	42.4	41.9	43.8
Cefotaxime	31.6	31.3	33.2	37.5	35.2	34.4	34.3	34.7
Ceftazidime	9.9	10.3	10.2	9.8	10.0	8.4	7.6	7.3
Cefepime	17.7	17.6	18.1	18.3	18.8	17.3	16.9	17.2
Aztreonam	17.4	17.9	18.4	17.9	19.1	17.0	16.7	17.5
Cefoxitin	4.0	4.9	6.0	5.4	4.3	4.6	4.8	7.5
Imipenem	0	0	0.1	0.1	0.1	0.04	0.06	0
Meropenem	0	0	0	0.02	0.1	0.04	0.05	0.1
Ertapenem	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4
Amikacin	1.3	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	1.6
Gentamicin	30.9	27.1	27.4	28.9	27.4	26.7	25.3	24.5
Ciprofloxacin	44.5	40.9	40.7	45.0	44.8	45.4	45.9	47.0
SXT[b]	37.7	36.0	37.8	39.8	36.0	32.6	32.1	32.1
Tigecycline	0.1	0.1	0.1	0.02	0.1	0.1	0.04	0.1
Colistin	0.2	0.2	0.1	0.03	0.03	0.1	0.1	0.2
Chloramphenicol	–	–	–	–	5.4	5.8	5.7	5.1
Tetracycline	–	–	–	–	38.2	36.3	35.6	34.3
Ceftazidime -avibactam	–	–	–	–	–	–	–	0.2

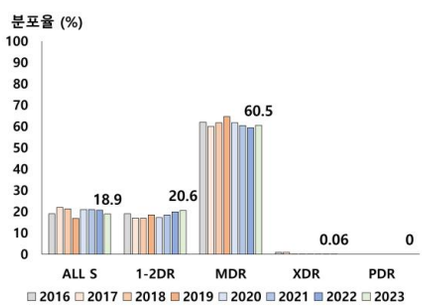


그림 2-34. 종합병원 요 분리 *E. coli* 다제내성 분포율(%)

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

[a] SAM: Ampicillin sulbactam
[b] SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

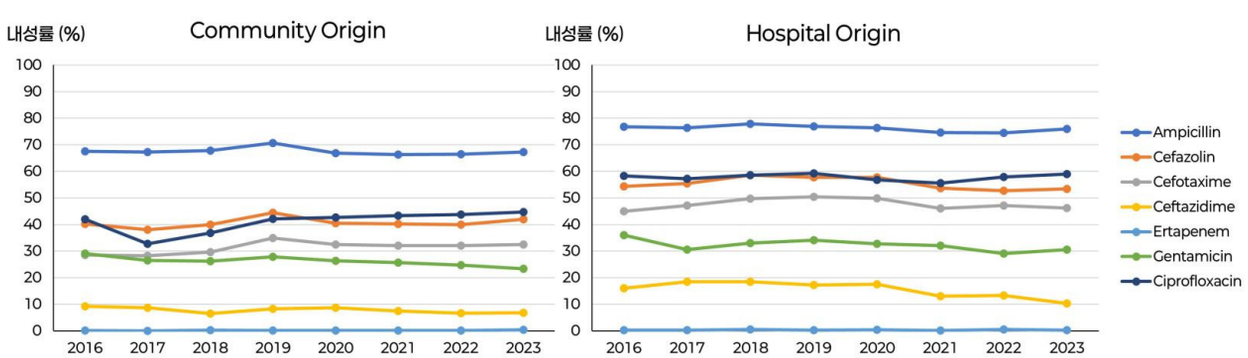


그림 2-35. 2023년 종합병원 요 분리 *E. coli* 감염구분별 항균제 내성률

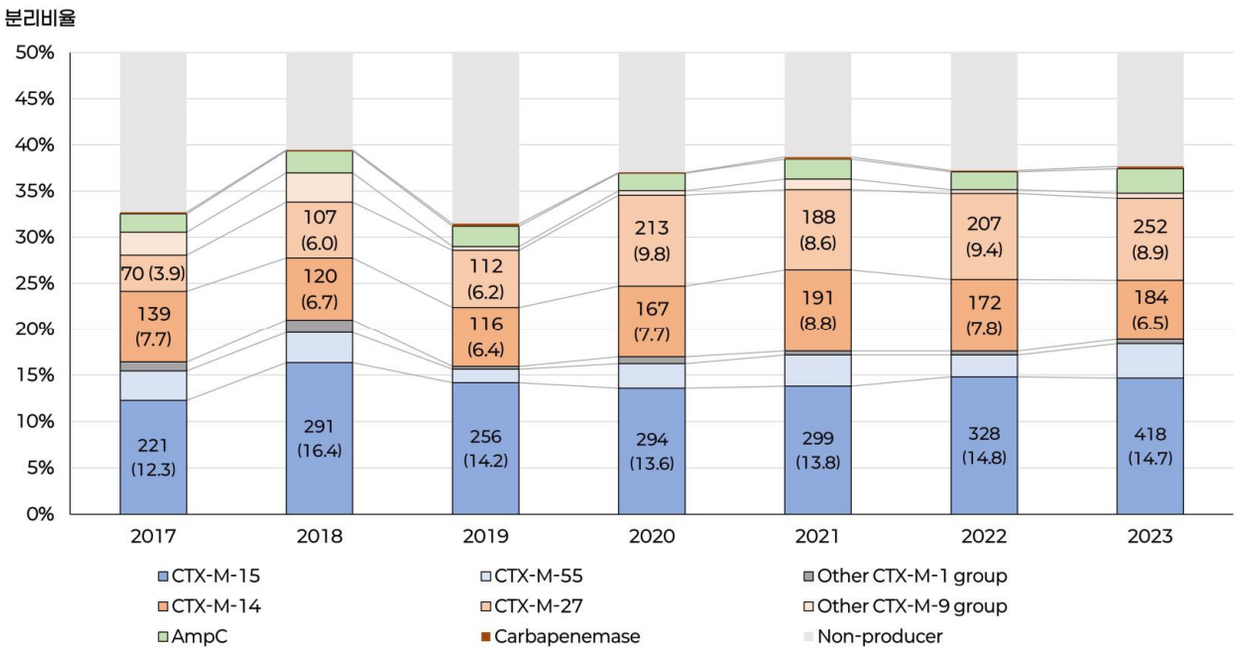


그림 2-36. 2017~2023 년 혈액 분리 *E. coli* 의 beta-lactamase 분포

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

혈액 분리 *K. pneumoniae*의 균주의 3세대 Cephalosporin 내성률은 Cefotaxime, Ceftazidime에 대하여 각각 31.1%, 23.2%로 *E. coli*에서의 내성률보다는 낮지만 꾸준히 증가하고 있다. 특히, HO감염 균주의 내성률이 높아서 Cefotaxime, Ceftazidime에 대한 내성률은 HO감염에서 각각 61.0%, 48.1%였다. Carbapenem 계열의 항생제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에 대한 내성률은 혈액분리 균주에서 각각 5.9%, 6.5%, 7.2%로 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 HO감염 균주에서 각각 17.2%, 18.9%, 19.5%로 매우 높았다. KPC-생성 *K. pneumoniae* 감염의 치료제로 최근 국내에 도입된 Ceftazidime-avibactam에 대한 내성률은 5.5%였다.

요 분리 *K. pneumoniae*의 항생제 내성률은 혈액 분리 균주의 항생제 내성률보다도 전반적으로 높았다. Cefotaxime, ceftazidime에 대한 내성률은 각각 42.6%, 30.3%였다. Ciprofloxacin에 대한 내성률은 44.9%로 작년(31.7%)보다 증가하였다. Carbapenem 계열 항생제에 대한 내성률은 전년보다 증가하여 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에 대한 내성률은 각각 5.1%, 6.0%, 7.4%였다.

2023년부터 하부호흡기 검체 유래 *K. pneumoniae*에 대한 감시가 시작되었다. 총 2,890주가 수집되었으며, 내성률은 전반적으로 혈액분리균주보다는 높았고, 요분리균주보다는 낮았다. 하지만, CPE의 비율은 하부호흡기 검체 유래 균주에서 가장 높았는데 Ertapenem에 대한 내성률은 10.3%이었다.

2023년 수집균주의 Tigecycline 내성율이 증가하였으나, 실제 내성 현황의 변화보다는 2023부터 변경된 내성 판정기준의 적용으로 인하여 기존 중간내성(Intermediate, I)로 분류되던 균주가 내성(Resistant, R)로 분류되었기 때문으로 생각된다.

Carbapenemase 생성 *K. pneumoniae*는 국내 CRE 확산의 가장 중요한 원인이며, 특히 KPC-2 생성 *K. pneumoniae*는 국내에서 분리가 크게 증가하고 있다. Carbapenemase 생성 *K. pneumoniae*의 68주 중 59주는 KPC-2 생성 균주였으며, 2주는 KPC-3 생성균주, 7주는 KPC-2, NDM-5 동시 생성 균주였다.

KPC-생성 균주는 전세계적으로 가장 널리 확산되어 있는 Carbapenemase 생성 균주로 가장 중요도가 높은 다제내성균이다. 또한, KPC-생성 *K. pneumoniae* 감염의 치료 항생제인 Ceftazidime-avibactam의 도입으로 인해 발생하는 KPC-변이형 Carbapenemase 생성 CPE의 출현, Ceftazidime-avibactam에 내성을 보이는 NDM 등의 MBL 계열의 Carbapenemase 생성 *K. pneumoniae*의 증가를 주의하여 감시하여야 한다.

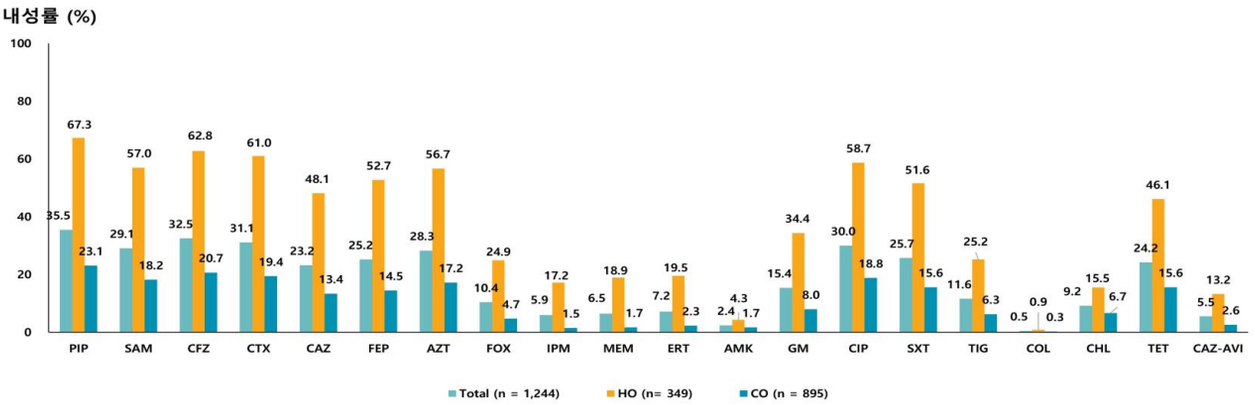


그림 2-37. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 항균제 내성률

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

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	426	693	701	716	870	957	1,003	1,244
Piperacillin	29.8	28.9	31.0	29.6	29.0	31.7	29.4	35.5
SAM[a]	24.2	27.0	26.1	20.5	24.6	28.4	26.6	29.1
Cefazolin	30.5	28.1	29.1	27.0	26.3	30.6	28.9	32.5
Cefotaxime	27.0	26.1	27.1	24.9	25.4	27.6	27.3	31.1
Ceftazidime	20.0	21.2	20.7	16.8	18.4	21.4	21.7	23.2
Cefepime	19.5	20.6	20.5	17.0	19.7	22.9	21.9	25.2
Aztreonam	22.8	23.4	24.0	19.8	23.0	24.3	24.1	28.3
Cefoxitin	7.3	6.3	7.1	4.1	7.1	10.7	10.1	10.4
Imipenem	1.6	0.7	1.4	1.0	3.7	5.0	5.8	5.9
Meropenem	1.6	0.9	1.7	1.0	3.9	6.4	6.2	6.5
Ertapenem	2.1	1.0	2.1	1.1	4.0	6.8	6.7	7.2
Amikacin	3.5	2.6	2.7	0.7	1.1	1.1	1.5	2.4
Gentamicin	13.8	12.0	14.8	12.8	12.3	14.9	12.9	15.4
Ciprofloxacin	20.2	18.9	22.7	17.6	19.5	23.0	21.7	30.0
SXT[b]	20.7	18.6	23.5	23.5	21.7	23.6	22.0	25.7
Tigecycline	1.4	0.6	2.1	2.1	1.6	2.3	2.3	11.6
Colistin	0.7	0.6	0.4	1.0	0.8	1.0	1.1	0.5
Chloramphenicol	–	–	–	–	6.6	6.7	10.0	9.2
Tetracycline	–	–	–	–	17.9	19.9	20.3	24.2
Ceftazidime –avibactam	–	–	–	–	–	–	–	5.5

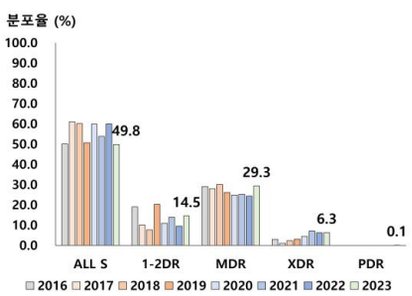


그림 2-38. 종합병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 다제내성 분포율(%)

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

[a] SAM: Ampicillin sulbactam
[b] SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

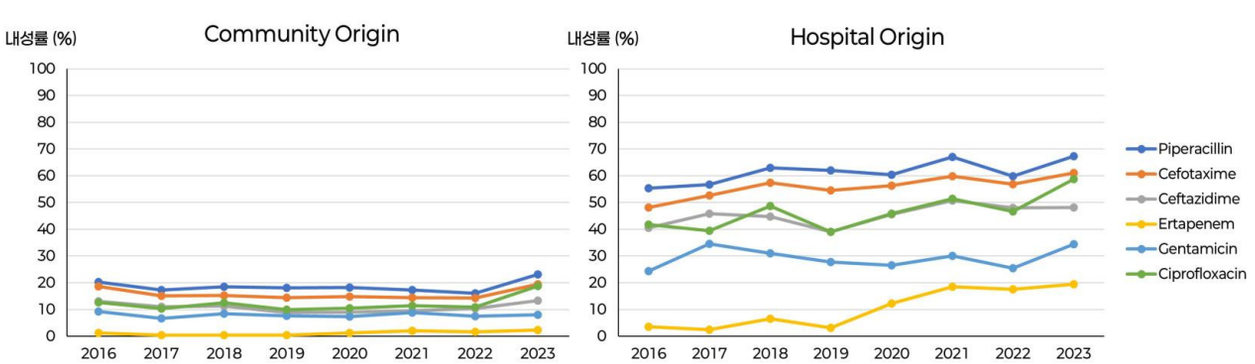


그림 2-39. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 항균제 내성률

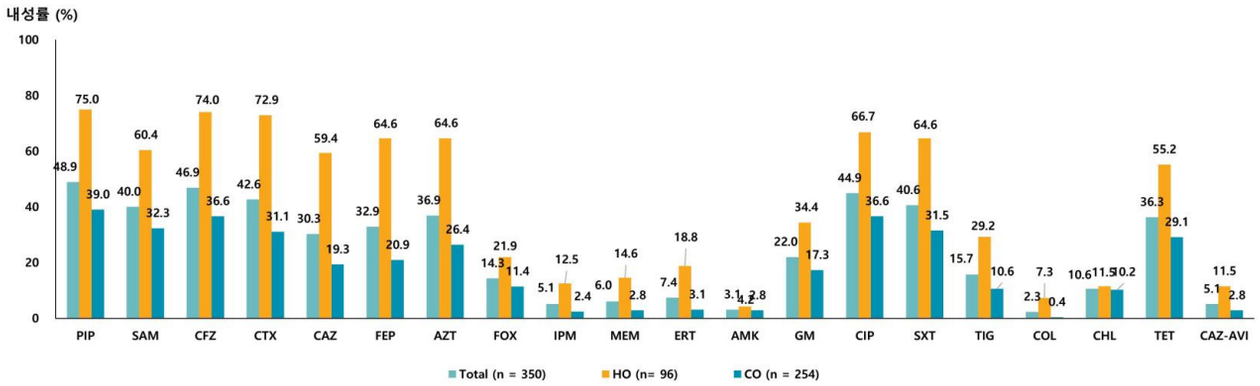


그림 2-40. 2023 년 종합병원 요 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 항균제 내성률

표 2-11. 종합병원 요 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	823	1,256	1,299	1,295	1,274	1,507	1,563	350
Piperacillin	45.1	45.0	49.1	48.0	45.4	41.5	43.0	48.9
SAM[a]	36.6	39.9	41.3	37.5	38.0	34.1	35.8	40.0
Cefazolin	43.4	42.4	46.7	45.2	42.8	40.7	42.1	46.9
Cefotaxime	39.7	39.0	41.8	41.8	38.9	36.4	37.7	42.6
Ceftazidime	28.9	28.8	28.1	25.8	26.5	23.6	24.8	30.3
Cefepime	27.5	26.6	27.9	26.9	28.2	26.9	29.4	32.9
Aztreonam	8.6	9.4	9.9	9.0	32.6	30.1	31.5	36.9
Cefoxitin	31.5	32.1	32.4	30.5	10.4	8.1	9.7	14.3
Imipenem	0.5	1.4	0.6	1.2	2.4	1.9	2.4	5.1
Meropenem	0.5	1.4	0.7	1.2	2.7	2.5	2.5	6.0
Ertapenem	0.9	1.6	1.0	1.4	2.9	2.7	3.2	7.4
Amikacin	3.0	3.1	1.9	1.8	2.1	1.5	1.0	3.1
Gentamicin	19.8	22.3	21.7	25.8	20.7	22.0	21.1	22
Ciprofloxacin	32.8	31.9	32.5	31.9	33.2	30.4	31.7	44.9
SXT[b]	34.8	34.7	38.2	40.1	35.9	32.7	35.1	40.6
Tigecycline	2.6	1.4	2.2	4.6	3.5	3.1	2.8	15.7
Colistin	0.9	0.7	0.9	1.0	1.1	0.7	1.7	2.3
Chloramphenicol	–	–	–	–	7.1	10.5	13.6	10.6
Tetracycline	–	–	–	–	30.8	31.1	29.7	36.3
Ceftazidime -avibactam	–	–	–	–	–	–	–	5.1

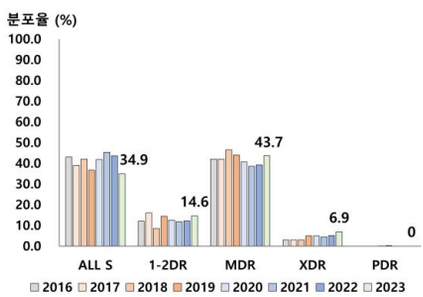


그림 2-41. 종합병원 요 분리 *K. pneumoniae* 다제내성 분포율(%)

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

[a] SAM: Ampicillin sulbactam
[b] SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

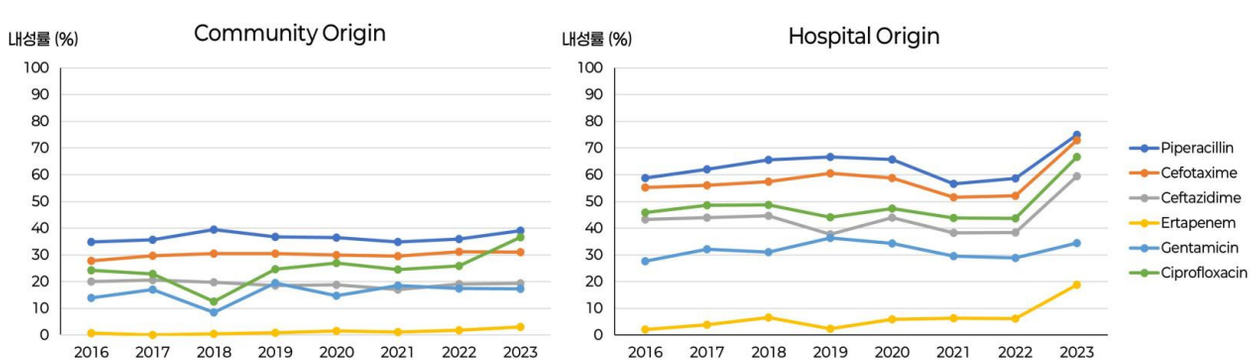


그림 2-42. 2023 년 종합병원 요 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 항균제 내성률

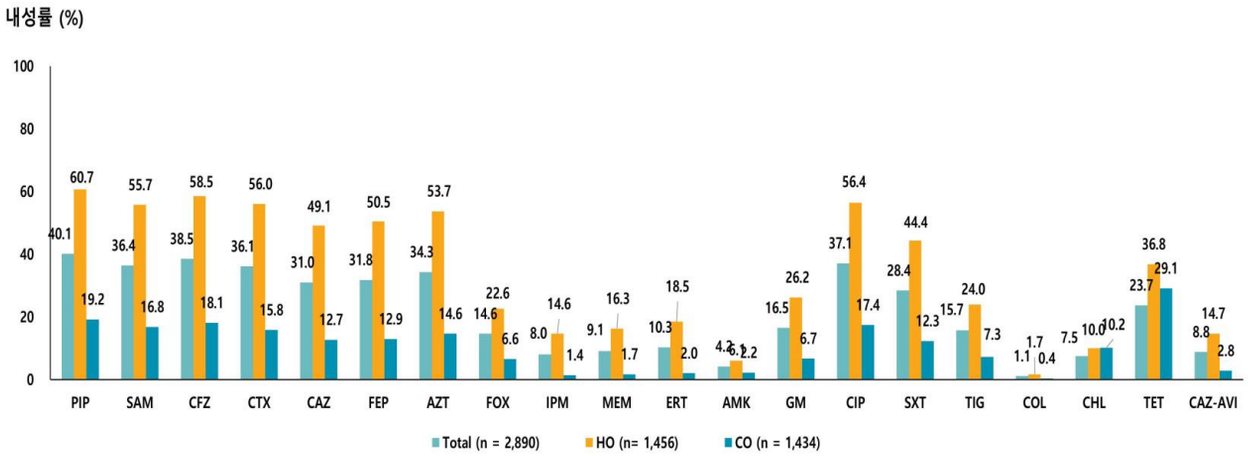


그림 2-43. 2023 년 종합병원 하부호흡기 검체 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 항균제 내성률

표 2-12. 종합병원 하부호흡기 검체 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	–	–	–	–	–	–	–	2,890
Piperacillin	–	–	–	–	–	–	–	40.1
SAM[a]	–	–	–	–	–	–	–	36.4
Cefazolin	–	–	–	–	–	–	–	38.5
Cefotaxime	–	–	–	–	–	–	–	36.1
Ceftazidime	–	–	–	–	–	–	–	31.0
Cefepime	–	–	–	–	–	–	–	31.8
Aztreonam	–	–	–	–	–	–	–	34.3
Cefoxitin	–	–	–	–	–	–	–	14.6
Imipenem	–	–	–	–	–	–	–	8.0
Meropenem	–	–	–	–	–	–	–	9.1
Ertapenem	–	–	–	–	–	–	–	10.3
Amikacin	–	–	–	–	–	–	–	4.2
Gentamicin	–	–	–	–	–	–	–	16.5
Ciprofloxacin	–	–	–	–	–	–	–	37.1
SXT[b]	–	–	–	–	–	–	–	28.4
Tigecycline	–	–	–	–	–	–	–	15.7
Colistin	–	–	–	–	–	–	–	1.1
Chloramphenicol	–	–	–	–	–	–	–	7.5
Tetracycline	–	–	–	–	–	–	–	23.7
Ceftazidime -avibactam	–	–	–	–	–	–	–	8.8

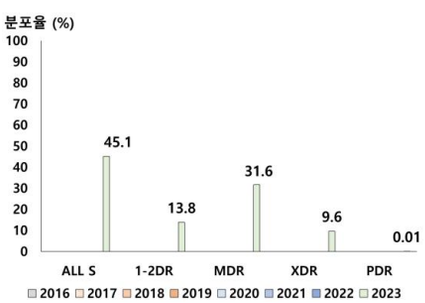
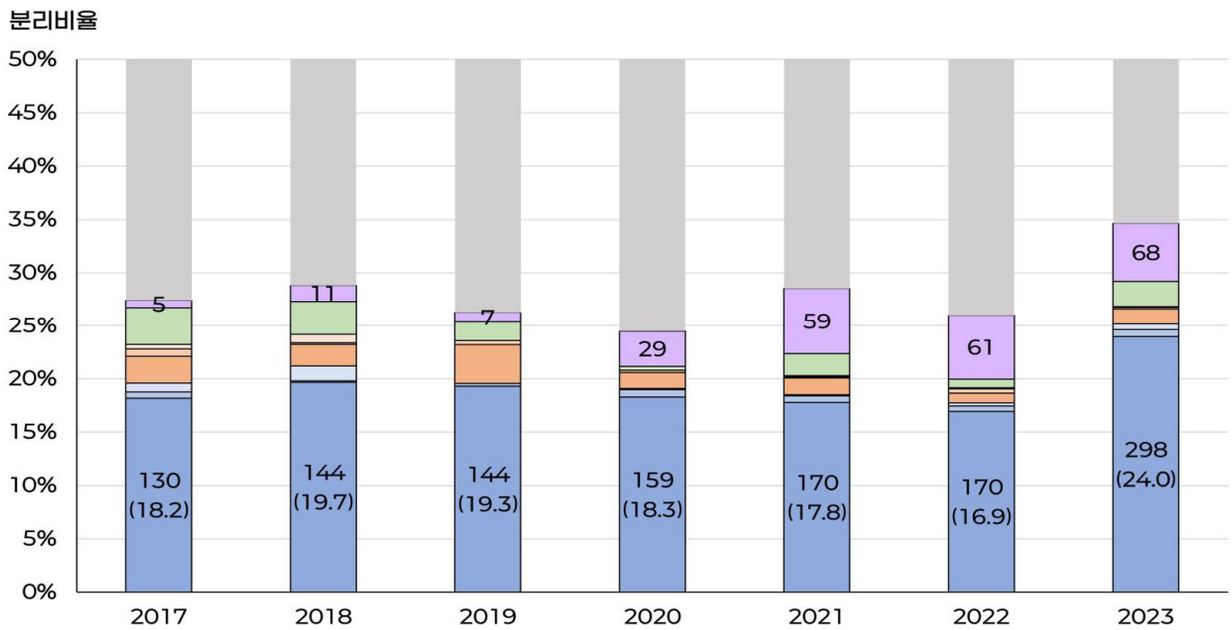


그림 2-44. 종합병원 하부호흡기 검체 분리 *K. pneumoniae* 다제내성 분포율(%)

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

[a] SAM: Ampicillin sulbactam
[b] SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazol



	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Non-producer	519	521	550	657	684	742	813
Carbapenemase	5	11	7	29	59	61	68
AmpC	25	23	13	3	20	8	29
Other CTX-M-9 group	3	6	0	0	1	1	1
CTX-M-27	5	1	3	2	1	4	2
CTX-M-14	18	15	27	13	15	9	18
Other CTX-M-1 group	6	10	0	1	1	3	7
CTX-M-3	4	1	2	6	6	5	8
CTX-M-15	130	144	144	159	170	170	298

그림 2-45. 2017~2023 년 혈액 분리 *K. pneumoniae* 의 beta-lactamase 분포

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

혈액 분리 *P. aeruginosa*의 Piperacillin에 대한 내성률은 24.9%로 2022년 23.0%보다 더 증가하였다. 항-녹농균 Cephalosporin인 Ceftazidime에 대한 내성률도 19.0%로 증가하였다. 꾸준히 증가하던 Carbapenem Imipenem에 대한 내성률은 2021년 36.9%에 비해 2023년에는 크게 감소하여 30.5%였다.

Carbapenem-내성 *P. aeruginosa*의 내성기전은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 Carbapenem 계열 항생제를 분해하는 Carbapenemase를 생성하는 것이고, 두 번째는 Carbapenem 계열 항생제가 세균 내로 들어가는 통로인 porin의 구조적 변화 및 개수의 감소, 항생제 외부유출펌프(efflux pump)의 증가에 의한다. 2017년에는 Carbapenem 내성균주의 21.6%가 Carbapenemase 생성 균주였으나, Carbapenemase 생성 균주의 비율이 점점 증가하여 2023년에는 45.1%가 Carbapenemase 생성 균주였다. Carbapenemase 유전형을 보았을 때, 과거에는 IMP-6 또는 VIM-2 생성균주가 국내에서 가장 흔하게 확인되었으나, 2019년부터는 NDM-1 및 GES 생성 균주가 가장 많아졌다. 다양한 유전형의 Carbapenemase가 생성되는 것은 내성균주가 토착화 되는 과정으로 볼 수 있으므로, 역학적 확산 단계가 더 증가하고 있음을 시사한다.

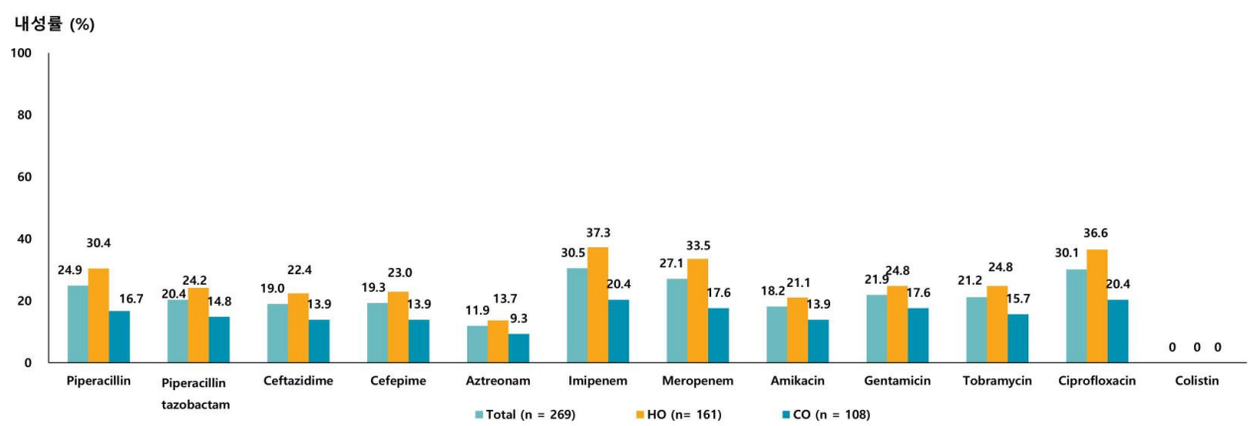


그림 2-46. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 감염구분별 항균제 내성률

표 2-13. 종합병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	102	149	157	182	206	233	230	269
Piperacillin	11.8	14.1	12.1	11.0	20.9	24.5	23.0	24.9
Piperacillin –tazobactam	9.8	12.1	8.9	9.9	16.0	18.9	18.3	20.4
Ceftazidime	9.8	14.1	12.7	12.6	16.5	18.0	17.0	19.0
Cefepime	11.8	10.7	13.4	14.3	16.0	18.0	17.4	19.3
Aztreonam	–	–	–	–	15.5	13.7	13.9	11.9
Imipenem	17.6	19.5	17.8	25.8	33.5	36.9	34.8	30.5
Meropenem	14.7	18.1	24.2	23.6	30.1	35.6	32.6	27.1
Amikacin	6.9	5.4	7.6	14.8	15.0	19.7	20.9	18.2
Gentamicin	10.8	8.7	12.1	17.0	20.4	26.6	23.5	21.9
Tobramycin	9.8	6.0	10.8	14.3	18.4	22.7	23.0	21.2
Ciprofloxacin	15.7	15.4	20.4	20.3	31.6	33.5	32.2	30.1
Colistin	0	0	0	0	15.0	3.4	3.9	0

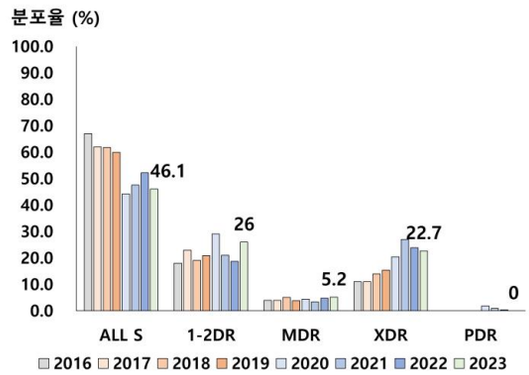


그림 2-47. 종합병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 다제내성 분포율(%)

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

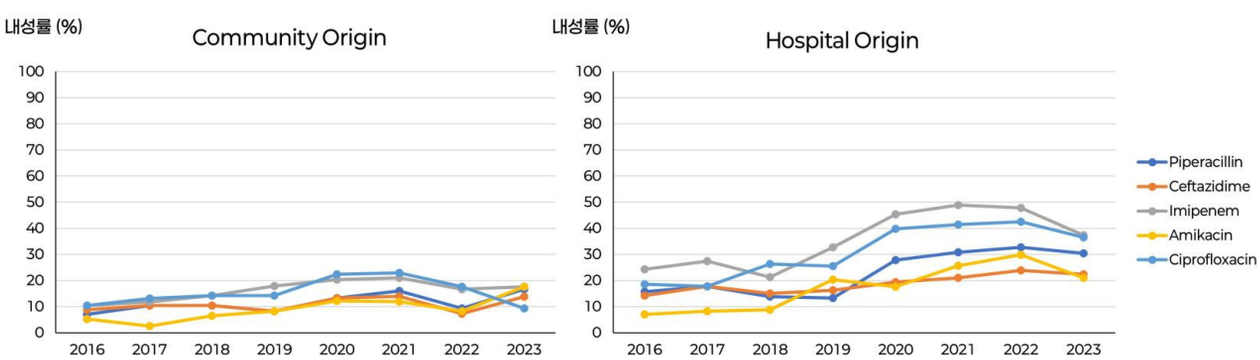


그림 2-48. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 감염구분별 항균제 내성률

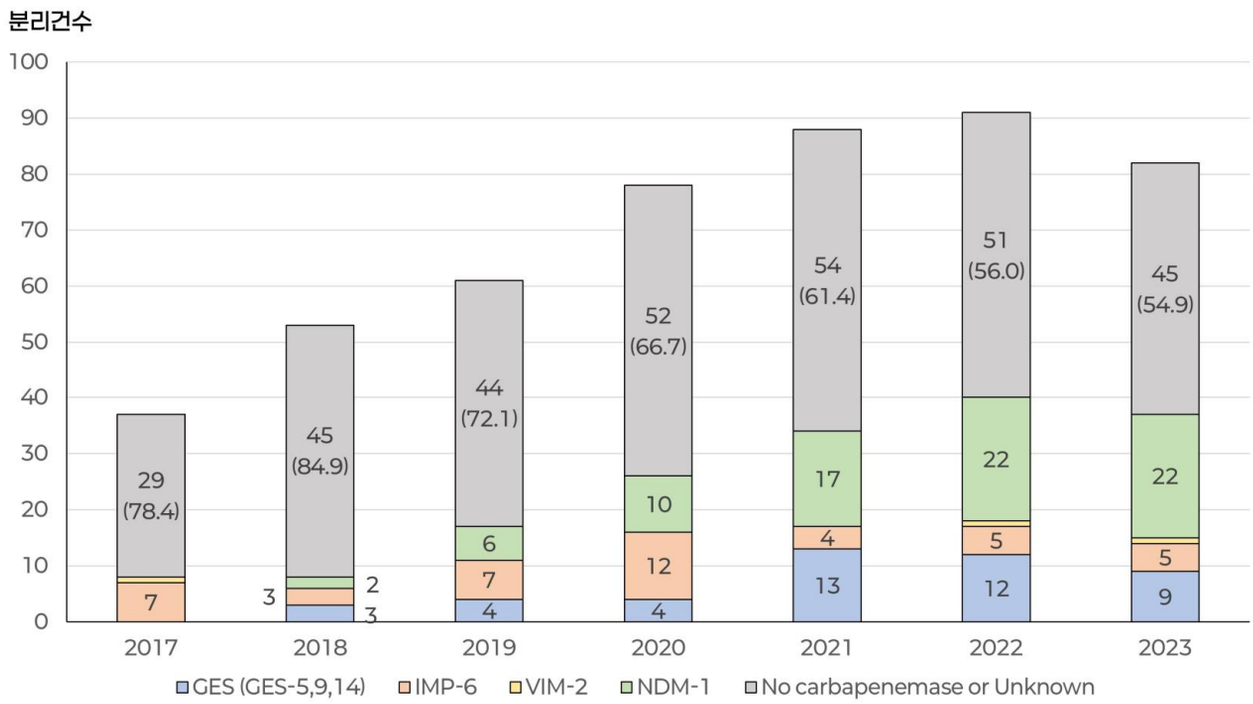


그림 2-49. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 의 Carbapenem 내성 기전 분포

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

혈액 분리 *Acinetobacter* spp. 중 *A. baumannii*가 269주였으며, non-*baumannii Acinetobacter*가 40주였다. *A. baumannii* 혈액 분리 균주의 Carbapenem 계열 항균제 내성률은 Imipenem과 Meropenem에 대하여 각각 85.3%, 85.6%였다. 반면 non-*baumannii Acinetobacter*의 경우 Carbapenem 내성 균주가 상대적으로 드물어 Imipenem과 Meropenem에 대한 내성률은 각각 17.5%였다.

*A. baumannii*의 Carbapenem 내성 기전은 Carbapenemase인 OXA-23 생성이 가장 흔하며, 국내에서도 대부분의 균주가 이에 해당한다. 2023년에 분리된 Carbapenem 내성 *A. baumannii* 302주 중 300주는 OXA-23 생성 *A. baumannii* 였으며, 2주는 다른 내성기전을 확인하지 못하였다. Non-*baumannii Acinetobacter*의 경우 OXA-23 생성 균주가 5주 였으며, OXA-58 생성 균주 1주가 확인되었다.

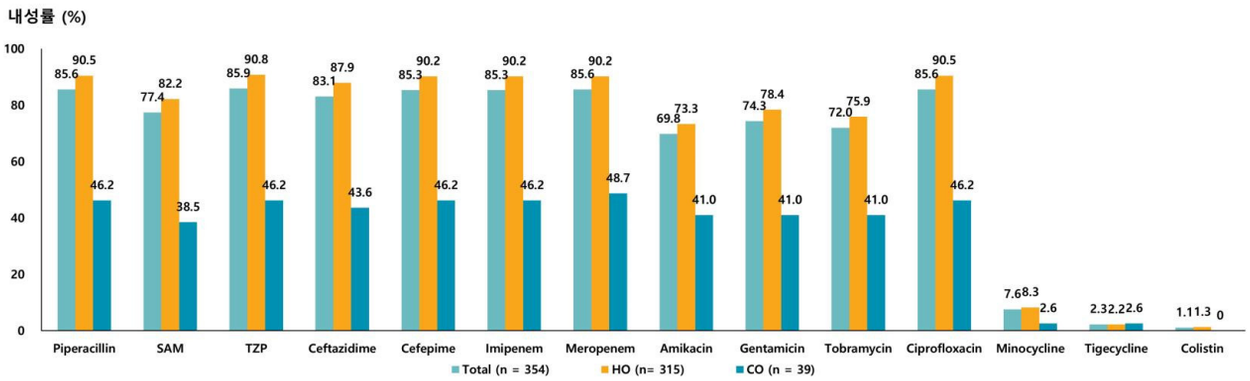


그림 2-50. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *A. baumannii* 감염구분별 항균제 내성률

표 2-14. 종합병원 혈액 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	131	203	210	187	180	231	363	269
Piperacillin	88.5	93.1	89.5	90.8	87.8	87.9	85.1	85.6
SAM[a]	71.0	81.3	76.2	77.8	81.1	61.0	60.3	77.4
Piperacillin –tazobactam[b]	–	–	–	–	87.2	82.7	85.1	85.9
Ceftazidime	84.7	87.7	86.7	90.8	86.7	86.6	81.8	83.1
Cefepime	87.8	92.6	90.5	91.4	87.2	85.7	82.9	85.3
Imipenem	87.8	92.1	89.0	90.3	87.2	87.9	85.7	85.3
Meropenem	87.8	92.1	89.0	90.3	87.2	87.9	86.0	85.6
Amikacin	68.7	70.9	64.8	71.4	67.2	78.8	73.6	69.8
Gentamicin	69.5	75.9	66.7	76.2	69.4	83.1	76.3	74.3
Tobramycin	67.9	71.9	64.8	74.1	67.8	79.2	73.6	72
Ciprofloxacin	88.5	92.1	90.5	90.8	88.9	89.2	86.0	85.6
Minocycline	1.5	2.0	0.5	12.2	0.0	0.9	0.3	7.6
Tigecycline	3.8	5.4	2.9	16.8	1.7	11.7	12.1	2.3
Colistin	0.0	0.0	0.0	0.5	7.2	0.9	4.1	1.1

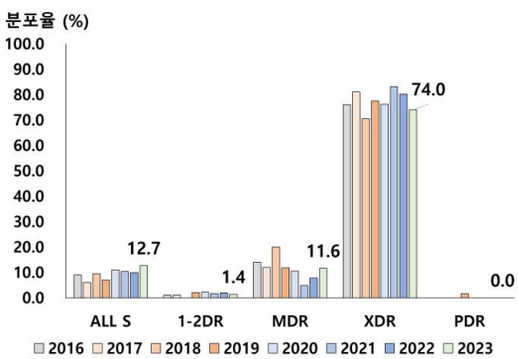


그림 2-51. 종합병원 혈액 분리 *A. baumannii* 다제내성 분포율(%)

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

[a] SAM: Ampicillin-sulbactam
[b] Piperacillin-tazobactam: TZP

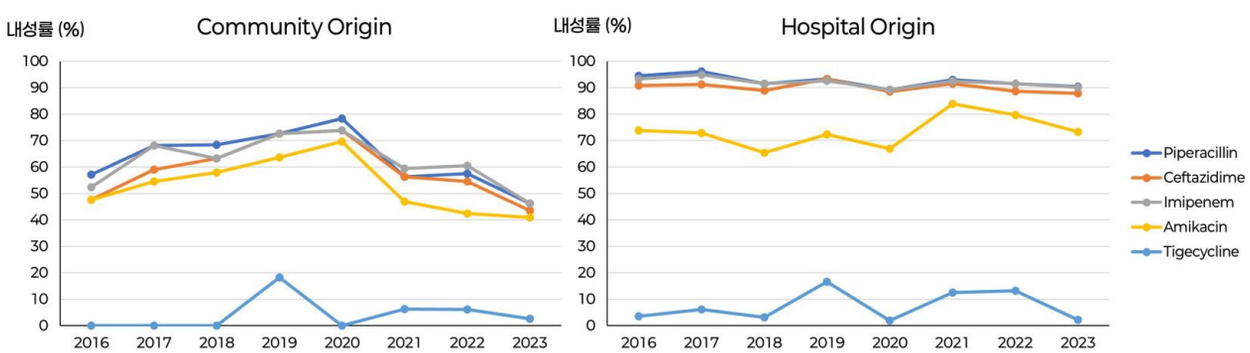


그림 2-52. 2023 년 종합병원 혈액 분리 *A. baumannii* 감염구분별 항균제 내성률

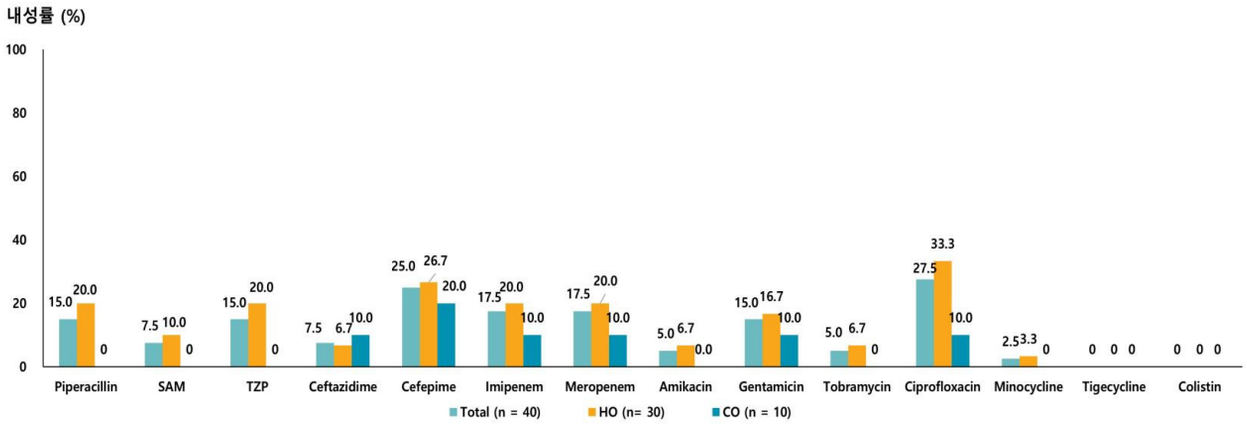


그림 2-53. 2023 년 종합병원 혈액 분리 Non-*baumannii Acinetobacter* 감염구분별 항균제 내성률

표 2-15. 종합병원 혈액 분리 Non-*baumannii Acinetobacter* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	38	32	37	38	37	34	25	40
Piperacillin	10.5	9.4	24.3	8.1	10.8	5.9	32.0	15.0
SAM[a]	2.6	9.4	5.4	2.7	5.4	0	28.0	7.5
Piperacillin -tazobactam[b]	-	-	-	-	5.4	2.9	28.0	15.0
Ceftazidime	5.3	3.1	13.5	10.8	2.7	5.9	12.0	7.5
Cefepime	7.9	3.1	10.8	13.5	13.5	0	28.0	25.0
Imipenem	5.3	3.1	13.5	8.1	8.1	2.9	32.0	17.5
Meropenem	5.3	3.1	16.2	8.1	8.1	2.9	32.0	17.5
Amikacin	13.2	3.1	5.4	0.0	2.7	2.9	12.0	5.0
Gentamicin	15.8	6.3	8.1	5.4	16.2	11.8	36.0	15.0
Tobramycin	7.9	0.0	5.4	0.0	5.4	2.9	8.0	5.0
Ciprofloxacin	10.5	6.3	13.5	18.9	21.6	23.5	16.0	27.5
Minocycline	0	0	0	0	0	0	0	2.5
Tigecycline	0	0	0	2.7	2.7	0	0	0
Colistin	0	0	0	0	16.2	11.8	12.0	0

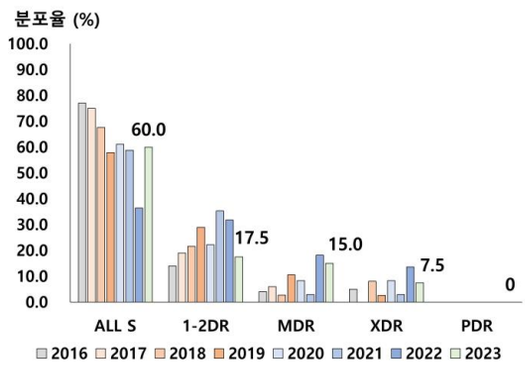


그림 2-54. 종합병원 혈액 분리 Non-*baumannii Acinetobacter* 다제내성 분포율(%)

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

[a] SAM: Ampicillin-sulbactam
[b] Piperacillin-tazobactam: TZP

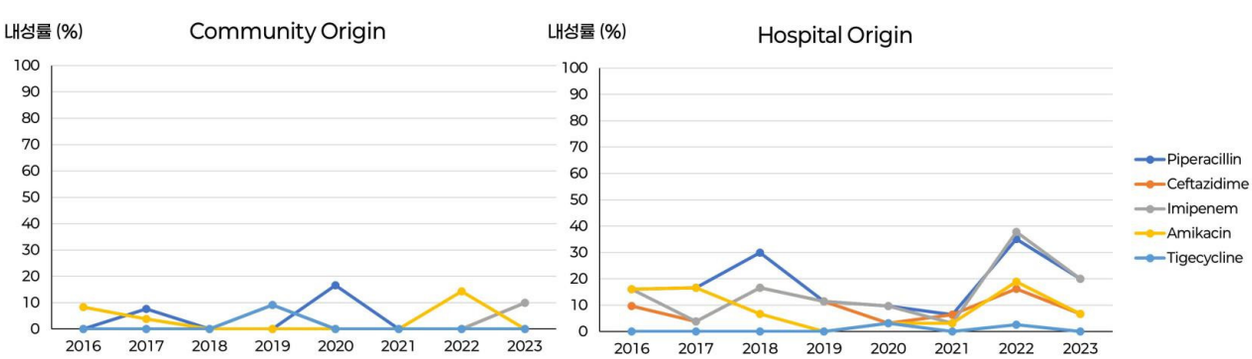


그림 2-55. 2023 년 종합병원 혈액 분리 Non-*baumannii Acinetobacter* 감염구분별 항균제 내성률

2. 3. 9. 살모넬라균속(*Salmonella* spp.)

Salmonella 균속의 Cefotaxime에 대한 내성률은 2020년까지는 5.0%로 다소 감소하였으나, 작년부터 크게 증가하여 올해는 14.5%였다. Ciprofloxacin 비감수성률도 꾸준히 증가하여 2023년에는 44.6%였다. *Salmonella*균속의 시험 대상 항균제는 2020년에 9종이 추가되었으며, 각 항생제에 대한 내성률은 아래의 표에 정리하였다. 새로 추가된 항생제 중 Ampicillin 내성률이 33.8%였으며, Tetracycline과 SXT 내성률은 각각 29.4%와 12.3%, Colistin 내성률은 5.9%였다. 앞으로도 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 생각된다.

Quinolone 계열 항균제에 비감수성인 *Salmonella*를 대상으로 *gyrA*, *parC* 유전자 염기서열 분석을 시행하였고, *gyrA*에서는 D87N, D87Y 변이가 가장 많았고, *parC*에서는 변이가 없거나 T57S변이가 대부분이었다. 3세대 Cephalosporin 내성 *Salmonella*는 총 39주였으며, CTX-M-1군 ESBL이 대부분이었으며, CTX-M-55 생성균주가 13주로 가장 많았고, CTX-M-65 생성균주가 12주, CTX-M-15 생성균주가 11주였다. CTX-M-9군인 CTX-M-14 생성 균주는 1주 확인되었다.

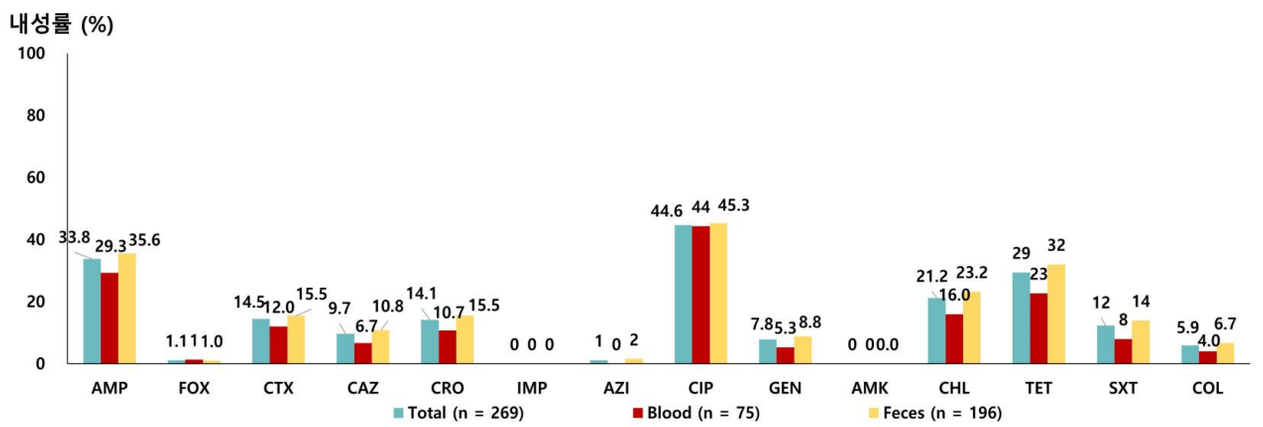


그림 2-56. 2023 년 종합병원 *Salmonella* spp. 검체별 항균제 내성률

표 2-16. 종합병원 혈액 및 요 분리 *Salmonella* spp. 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	105	228	218	187	139	202	219	269
Ampicillin	-	-	-	-	32.4	23.8	38.8	33.8
Cefoxitin	-	-	-	-	1.4	1.5	0.9	1.1
Cefotaxime	4.8	8.8	8.7	9.6	5.0	6.4	11.9	14.5
Ceftazidime	2.9	6.1	6.9	7.5	4.3	4.0	9.6	9.7
Ceftriaxone	-	-	-	-	4.3	6.4	11.9	14.1
Imipenem	0.0	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	1.1
Ciprofloxacin[a]	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)	0.7 (44.6)
Amikacin	-	-	-	-	0	0	0.5	0
Gentamicin	-	-	-	-	1.4	5.4	32.0	7.8
Chloramphenicol	-	-	-	-	8.6	11.9	13.7	21.2
Tetracycline	-	-	-	-	25.9	17.8	32.0	29.4
SXT[b]	-	-	-	-	7.9	17.8	11.0	12.3
Colistin	-	-	-	-	6.5	9.9	9.1	5.9

[a] Ciprofloxacin의 경우 내성률과 비감수성률(Non-susceptibility rate)을 병기함

[b] SXT : Trimethoprim-sulfamethoxazole

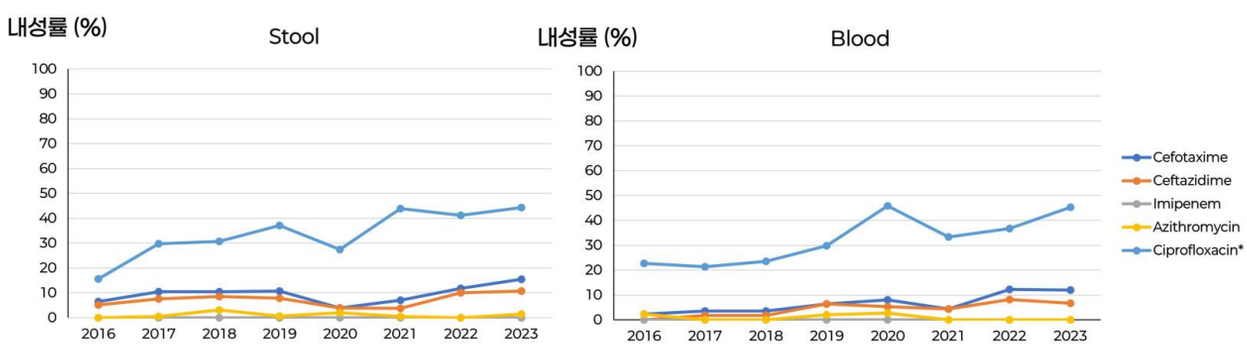


그림 2-57. 2023 년 종합병원 *Salmonella* spp. 검체별 항균제 내성률

2. 3. 10. 세균성이질균속(*Shigella* spp.)

2023년 종합병원 수집센터에서 1주 수집되었다. 수집된 균주는 Azithromycin, Cefotaxime, Ceftazidime, Ciprofloxacin, Imipenem에 감수성이었다.

2. 3. 11. 임균(*Neisseria gonorrhoeae*)

2023년 종합병원 수집센터에서 *N. gonorrhoeae*는 수집되지 않았다.

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

Fluoroquinolone계열 항균제인 Moxifloxacin에 대한 내성률은 2018년에 비해 많이 감소하여 2023년에는 25.9%였다. 또한 beta-lactam 계열 항균제인 Ampicillin에 대한 내성이 18.9%, Cefotetan 내성률은 15.3%, Imipenem 내성률은 24.3%였다. *C. difficile* 장염 감염증의 치료 항균제인 Metronidazole과 Vancomycin에 대한 내성균주는 2018년부터 현재까지 수집되지 않았다.

*C. diffcile*의 항균제 내성은 ribotype과 연관성이 있으며, 과거에 가장 널리 확산되었던 R018, R017이 감소하고, 상대적으로 항균제 내성이 적은 R014/R20이 증가하여 전반적으로 항균제 내성률이 낮아진 것으로 판단된다.

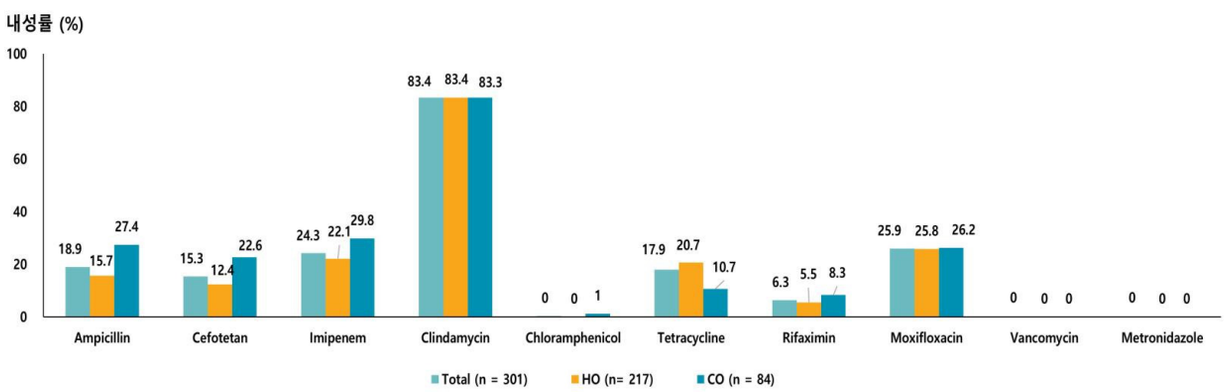


그림 2-58. 2023 년 종합병원 대변 분리 *C. difficile* 의 감염구분별 항균제 내성률

표 2-17. 종합병원 대변 분리 *C. difficile* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	-	-	410	305	229	227	270	301
Ampicillin	-	-	11.5	20.0	42.4	23.8	22.2	18.9
Cefotetan	-	-	33.2	25.9	20.1	22.5	14.1	15.3
Imipenem	-	-	44.1	48.2	37.6	58.6	38.9	24.3
Clindamycin	-	-	68.3	70.5	76.0	72.7	84.1	83.4
Chloramphenicol	-	-	1.2	0.7	0.4	0	0	0.3
Tetracycline	-	-	16.6	14.4	15.3	10.1	11.1	17.9
Rifaximin	-	-	16.8	13.1	11.8	11.9	7.4	6.3
Moxifloxacin	-	-	44.4	39.3	34.1	34.4	25.2	25.9
Vancomycin	-	-	0	0	0	0	0	0
Metronidazole	-	-	0	0	0	0	0	0

2. 3. 13. 칸디다균속(*Candida* spp.)

2023년도 1년간 10개 권역 수집센터에서 수집한 혈액에서 분리된 칸디다 균속은 총 482주이었다. 균속 분포를 보면, *Candida albicans*가 204주로 가장 흔하게 분리되었고, *Candida glabrata* 103주, *Candida tropicalis* 85주, *Candida parapsilosis* 65주 순이었다. 또한, *Candida auris*는 5주 분리되었다.

CLSI 판정 기준에 따라 수집된 칸디다 균주의 항진균제 내성을 확인하여 내성, 중간내성 또는 용량의존감수성, 감수성으로 판정하였고, 내성, 중간내성 또는 용량의존 감수성을 보인 균주는 비감수성으로 간주하였다. Fluconazole 내성 판정 대상이 되는 465주 중 Fluconazole 내성을 보인 균주는 총 12주(*C. albicans* 1주, *C. glabrata* 2주, *C. tropicalis* 1주, *C. parapsilosis* 2주, *C. auris* 3주, *C. krusei* 3주)로 내성률은 2.6%, 약제용량의존감수성은 총 110주(*C. albicans* 2주, *C. glabrata* 101주, *C. tropicalis* 5주, *C. parapsilosis* 2주)로 23.7% 이었다. Voriconazole 내성 판정 대상이 되는 357주 중 내성 균주는 없었으나 중간내성이 7주(*C. tropicalis* 4주, *C. parapsilosis* 2주, *C. albicans* 1주)로 중간내성률은 2.0% 이었다.

Fluconazole 내성을 보이는 *C. glabrata* 2주를 대상으로 *PDR1* 돌연변이 검사를 시행한 결과, 1주에서 A731E 유전자 변이가 확인되었다. Fluconazole 비감수성 *C. auris* 3주, *C. tropicalis* 6주, *C. parapsilosis* 4주에 대해 *ERG11* 돌연변이 검사를 시행한 결과, *C. auris*와 *C. tropicalis*에서는 변이가 확인되지 않았고, *C. parapsilosis*에서는 2주에서 Y132F 변이가 관찰되었다.

Echinocandin 계열 내성을 판정할 수 있는 469주 중 Anidulafungin, Micafungin 비감수성 균주는 없었다. Caspofungin 검사에서만 비감수성을 보인 균주를 대상으로 내성 여부를 확인하기 위해 *FKS* 유전자 변이를 검사한 결과 *C. glabrata* 1주가 F659S 변이를 보여 Echinocandin 계열 내성으로 확인되었다.

표 2-18. 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)	2023 (n=482)	Fluco-nazole	Vorico-nazole	Mica-fungin	Caspo-fungin[b]	Anidula-fungin	Ampho-tericin B
C. albicans	172	176	201	204	0.5 (1.5)	0 (0.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	ND(ND)
C. glabrata	57	76	87	103	1.9 (100)	0 (0)	0 (0)	0.2 (0.2)	0 (0)	ND(ND)
C. tropicalis	61	74	72	85	1.2 (7.1)	0 (4.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	ND(ND)
C. parapsilosis	46	62	60	65	3.2 (6.2)	0 (3.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	ND(ND)
C. lusitaniae	4	5	5	8	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)
C. auris[c]	0	1	7	5	60.0 (60.0)	ND(ND)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	20.0 (20.0)
C. guilliermondii	10	2	0	4	ND(ND)	ND(ND)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	ND(ND)
C. krusei	2	3	3	3	100 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	ND(ND)
C. orthopsilosis	0	2	3	2	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)
C. metapilosis	0	3	0	2	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)
C. intermedia	0	0	0	1	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)
Cyberlindnera fabianii	1	3	2	0	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)
C. dubliniensis	1	2	1	0	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)
C. utilis	0	0	1	0	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)
C. haemulonii	1	0	0	0	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)
C. bracarensis	1	0	0	0	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)
C. peliculosa	0	1	0	0	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)	ND(ND)

[a] CLSI M60의 clinical breakpoint를 적용하였으며, 기준이 없는 경우 "ND(not determined)"로 표기함

[b] 비감수성인 경우 FKS 유전자 확인을 통해 내성여부를 판정함

[c] CDC tentative breakpoint를 적용함

2. 3. 14. 헤모필루스균속(*Haemophilus* spp.)

2023년부터 *Haemophilus* 균속에 대한 감시가 시작되었다. 총 118주를 수집하였으며, 혈액 검체 12주 및 하부호흡기 검체 106주였다. Ampicillin 내성률은 66.1%, Cefuroxime 내성률은 31.4%였다. Cefotaxime, Meropenem에 대한 내성균주는 없었다.

표 2-19. 종합병원 혈액 및 하부호흡기 검체 분리 *Haemophilus* spp. 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	-	-	-	-	-	-	-	118
Penicillin	-	-	-	-	-	-	-	0
Ampicillin	-	-	-	-	-	-	-	66.1
Amoxicillin -clavulanate	-	-	-	-	-	-	-	13.6
Ceftriaxone	-	-	-	-	-	-	-	0
Cefotaxime	-	-	-	-	-	-	-	0
Cefuroxime	-	-	-	-	-	-	-	31.4
Cefepime	-	-	-	-	-	-	-	0
Meropenem	-	-	-	-	-	-	-	0
Chloramphenicol	-	-	-	-	-	-	-	0.8
Tetracycline	-	-	-	-	-	-	-	0
Ciprofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	0
Levofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	0
Rifampicin	-	-	-	-	-	-	-	0
Trimethoprim -sulfamethoxazole	-	-	-	-	-	-	-	61.9

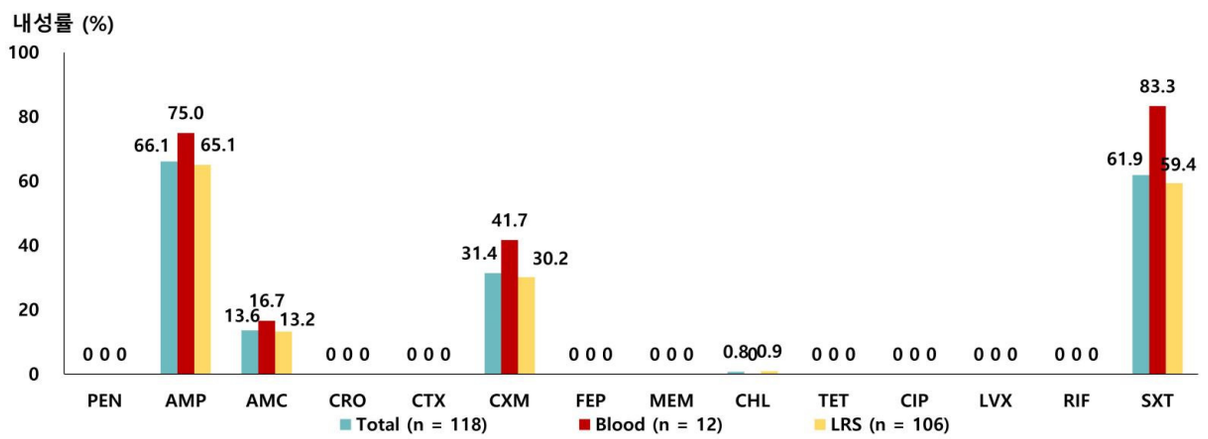


그림 2-59. 2023년 종합병원 *Haemophilus* spp. 검체별 항균제 내성률

2. 3. 15. 수막구균(*Neisseria memingitidis*)

2023년 종합병원 수집센터에서 *N. memingitidis*는 수집되지 않았다.

2. 4. 주요 내성균의 분리 빈도

혈류감염 환자 100,000 명당 감염 구분별 주요내성균의 분리빈도을 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 977 명이었다. HO 감염에서는 Cefotaxime 내성 *E. coli*, Carbapenem 내성 *A. baumannii*, cefotaxime 내성 *K. pneumoniae*, MRSA 순으로 많았다. (그림 2-60)

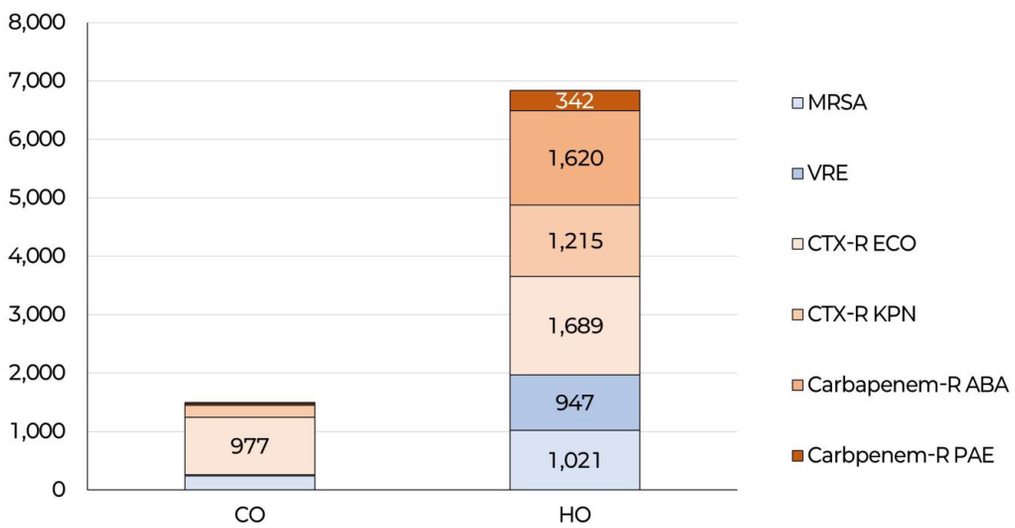


그림 2-60. 혈류 감염 환자 100,000 명당 감염 구분별 주요 내성균의 분리빈도

혈류감염 환자 100,000명당 성별 주요내성균 분리빈도를 비교하였을 때, 대부분의 다제내성균은 남성에서 분리빈도가 높았으며, Cefotaxime 내성 *E. coli*의 경우 여성에서 분리빈도가 높았다. (그림 2-61)

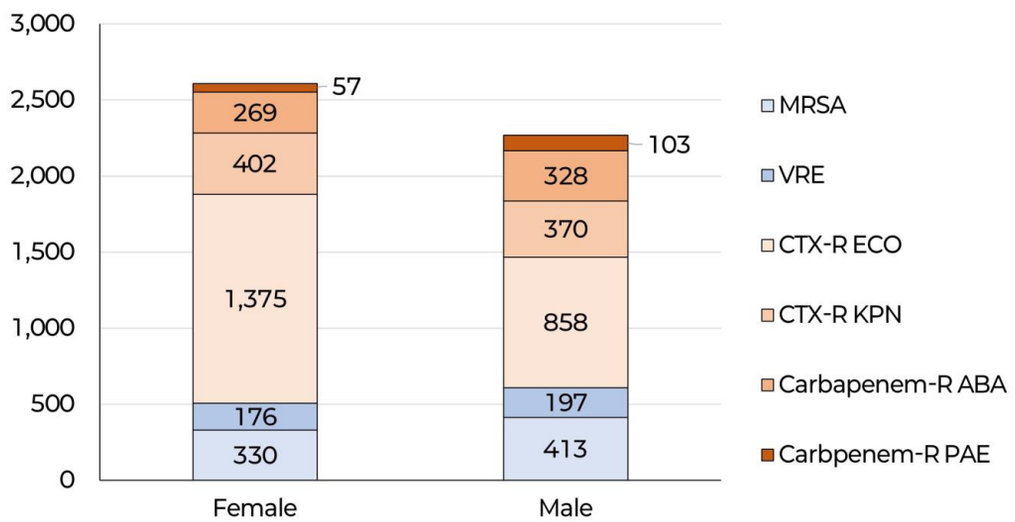


그림 2-61. 혈류 감염 환자 100,000 명당 성별 주요 내성균의 분리빈도

3

국내
항균제 내성균 조사 결과
(요양병원)

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.

2023년 요양병원은 1종(*C. difficile*)을 제외한 14종 균종 총 282주로, 혈액 분리 균주가 190주, 요 분리 균주가 74주, 하부호흡기검체 분리균주가 18주였다. 혈액 분리 균주 중 *E. coli*가 65주로 가장 많았으며, *P. aeruginosa*가 24주, *Acinetobacter* spp.가 21주, *Candida*가 19주, *S. aureus*가 26주, *K. pneumoniae*가 12주, *E. faecium*이 14주, *E. faecalis*가 9주였다. (표 3-1)

표 3-1. 요양병원 수집 균주의 검체에 따른 균종별 분리 건수

검체	균종	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
혈액(Blood)	*S. aureus*	13	53	47	49	14	18	22	26
	E. faecalis	7	18	63	46	1	0	12	9
	E. faecium	20	30	35	25	8	0	13	14
	S. pneumoniae	0	0	0	0	0	0	0	0
	E. coli	19	94	73	67	53	63	44	65
	K. pneumoniae	9	34	24	14	10	8	12	12
	P. aeruginosa	8	34	13	32	10	18	10	24
	Acinetobacter spp.	15	23	27	36	4	11	14	21
	Salmonella spp.	0	0	0	0	0	0	0	0
	Candida spp.	-	-	-	-	0	0	0	19
	Subtotal	**91**	**286**	**282**	**269**	**100**	**118**	**127**	**190**
요(Urine)	*E. coli*	228	851	666	638	424	504	367	62
	K. pneumoniae	68	204	164	230	84	103	101	12
	Subtotal	**296**	**1,055**	**830**	**868**	**508**	**607**	**468**	**74**
하부호흡기 (LRS)	*S. pneumoniae*	-	-	-	-	-	-	-	2
	K. pneumoniae	-	-	-	-	-	-	-	16
	Subtotal	-	-	-	-	-	-	-	**18**
대변(Feces)	*Salmonella* spp.	0	0	0	0	0	0	0	0
	Shigella spp.	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
비뇨생식기 (Genital)	*N. gonorrheoae*	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		**387**	**1,341**	**1,112**	**1,137**	**608**	**725**	**595**	**282**

3. 2. 요양병원 수집 균종별 항균제 내성 현황

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

혈액 분리 *S. aureus* 균주는 총 26주가 수집되었으며, 84.6%의 균주가 MRSA였다. Erythromycin과 Clindamycin의 내성률은 각각 53.8%, 19.2%로 작년에 비해 다소 감소하였다. Vancomycin 중간내성 *S. aureus* (VISA) 및 Vancomycin 내성 *S. aureus* (VRSA)는 발견되지 않았으며, Oxazolinedione 계열의 항생제인 Linezolid에 대해서도 100% 감수성이었다. (표 3-2, 그림 3-1)

요양병원 분리 *S. aureus*에서의 MDR 균주의 비율은 84.6%로 높았으나, XDR 및 PDR균주는 관찰되지 않았다. (그림 3-2)

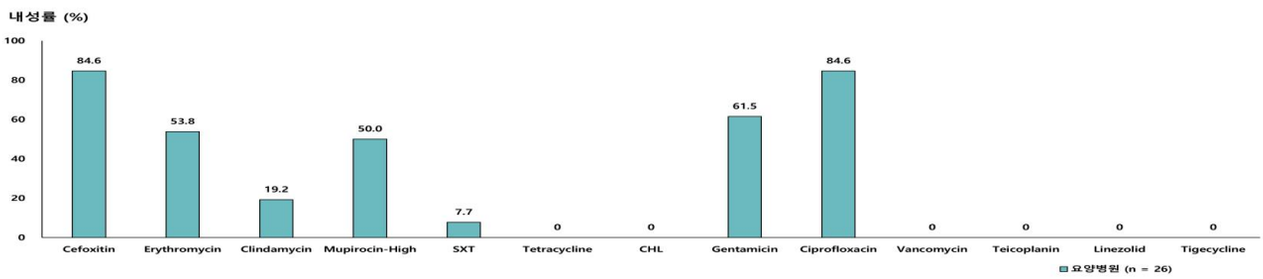


그림 3-1. 2023 년 요양병원 혈액 분리 *S. aureus* 항균제 내성률

표 3-2. 요양병원 혈액 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	13	53	47	49	14	18	22	26
Cefoxitin	76.9	77.4	91.5	89.8	85.7	94.4	95.5	84.6
Erythromycin	61.5	56.6	72.3	53.1	71.4	72.2	77.3	53.8
Clindamycin	53.8	30.2	36.2	16.3	21.4	38.9	31.8	19.2
HL[a] mupirocin	38.5	30.2	31.9	71.4	50.0	72.7	50.0	50.0
QDA[b]	0	0	0	0	0	0	0	-
SXT[c]	7.7	0	0	0	0	5.6	9.1	7.7
Tetracycline	-	-	-	-	28.6	27.8	22.7	0
Chloramphenicol	-	-	-	-	7.1	0	0	0
Gentamicin	-	-	-	-	57.1	77.8	90.9	61.5
Ciprofloxacin	-	-	-	-	57.1	100	90.9	84.6
Vancomycin	0	0	0	0	0	0	0	0
Teicoplanin	0	0	0	0	0	0	0	0
Linezolid	0	0	0	0	0	0	0	0
Tigecycline	0	0	6.4	2.0	0	0	0	0

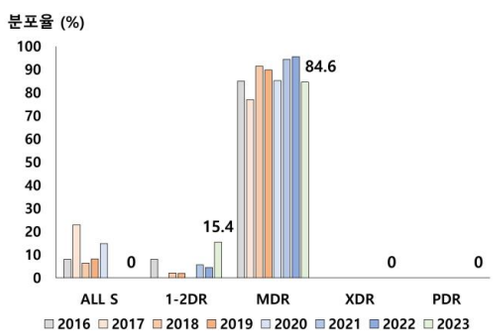


그림 3-2. 요양병원 혈액 분리 *S. aureus* 다제내성 분포율(%)

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

[a] HL: High-level resistance to (≥ 512 mg/L)
[b] QDA: Quinupristin-dalfopristin
[c] SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

3. 2. 2. 장알균(*Enterococcus faecalis*)

2023년 요양병원 수집센터에서 총 9주의 *E. faecalis*가 수집되었다. 수집된 균주 중 Ampicillin 내성 균주는 없었으며, Penicillin에 내성인 PRAS 표현형을 보인 균주는 11.1%였다. 수집된 균주 중 Vancomycin 내성 균주는 없었다. (표 3-3, 그림 3-3)

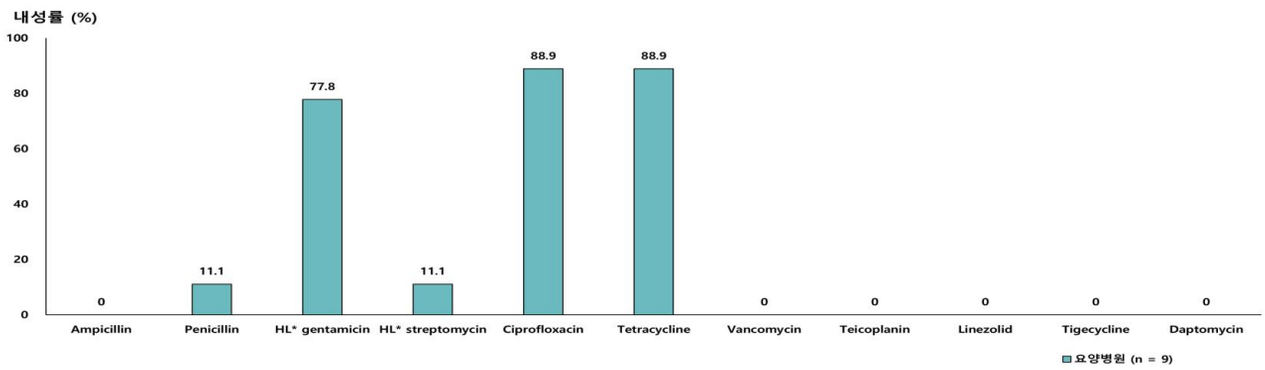


그림 3-3. 2023 년 요양병원 혈액 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률

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

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	20	30	35	25	1	0	22	9
Ampicillin	0	0	0	15.2	-	-	0	0
Penicillin	-	16.7	52.4	34.8	-	-	16.7	11.1
HL[a] gentamicin	71.4	83.3	79.4	73.9	-	-	66.7	77.8
HL[a] streptomycin	57.1	27.8	46.0	26.1	-	-	16.7	11.1
Ciprofloxacin	100	72.2	87.3	82.6	-	-	91.7	88.9
Tetracycline	100	94.4	88.9	84.8	-	-	91.7	88.9
Vancomycin	14.3	5.6	0	0	-	-	8.3	0
Teicoplanin	14.3	5.6	0	0	-	-	8.3	0
Linezolid	0	0	0	0	-	-	0	0
Tigecycline	0	0	0	2.2	-	-	0	0

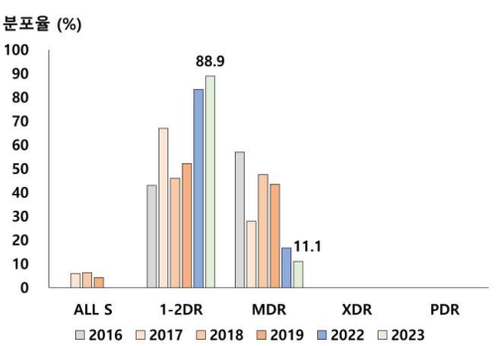


그림 3-4. 요양병원 혈액 분리 *E. faecalis* 다제내성 분포율(%)

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

[a] HL: High-level resistance to (gentamicin: 〉500 mg/L, streptomycin: 〉1,000 mg/L)

3. 2. 3. 장알균(*Enterococcus faecium*)

2023년 요양병원 수집센터에서 총 14주의 *E. faecium*이 수집되었다. 수집된 균주 모두 ampicillin 내성이었으며, gentamicin 고농도 내성은 35.7%였다. VREFM은 57.1%였으며, VREFM 균주는 모두 teicoplanin 내성인 *vanA* 표현형이었다. Daptomycin 내성 균주는 관찰되지 않았다. (표 3-4, 그림 3-5)

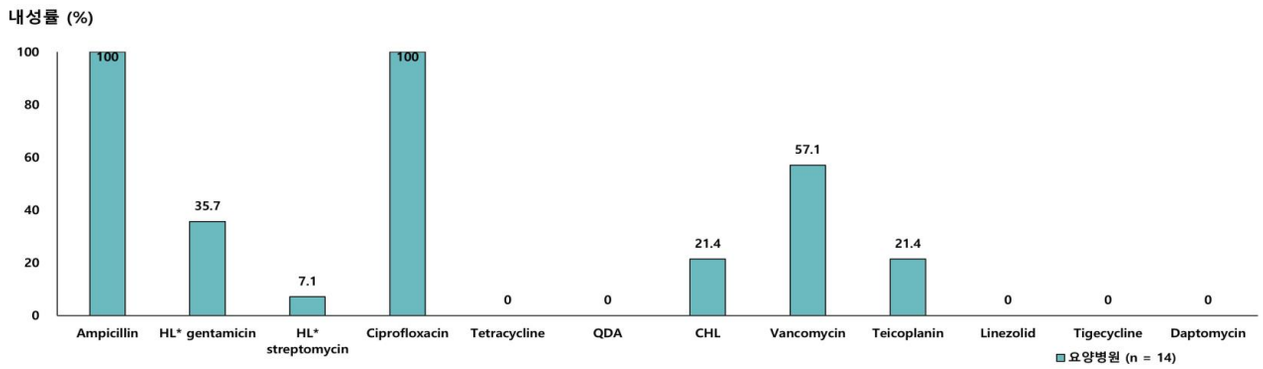


그림 3-5. 2023 년 요양병원 혈액 분리 *E. faecium* 항균제 내성률

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

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	20	30	35	25	8	0	13	14
Ampicillin	95.0	100	91.4	96.0	75.0	-	84.6	100
HL[a] gentamicin	20.0	23.3	22.9	16.0	37.5	-	30.8	35.7
HL[a] streptomycin	5.0	6.7	0	0	0	-	0	7.1
Ciprofloxacin	95.0	100	91.4	92.0		-	92.3	100
Tetracycline	10.0	20.0	5.7	8.0	12.5	-	15.4	0
QDA[b]	0	6.7	17.1	0	0	-	7.7	0
Chloramphenicol	-	-	-	-	0	-	0	21.4
Vancomycin	45.0	63.3	28.6	16.0	75.0	-	30.8	57.1
Teicoplanin	10.0	10.0	20.0	12.0	75.0	-	30.8	21.4
Linezolid	0	0	0	0	0	-	0	0
Tigecycline	0	0	0	0	0	-	0	0
Daptomycin	-	-	-	-	0	-	0	0

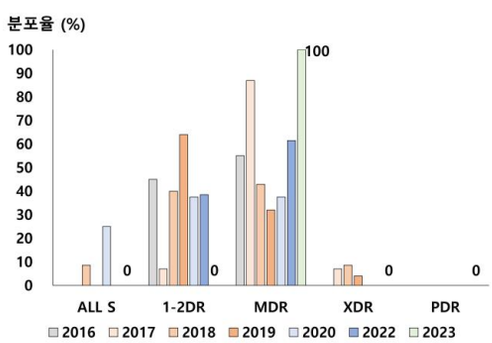


그림 3-6. 요양병원 혈액 분리 *E. faecium* 다제내성 분포율(%)

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

[a] HL: High-level resistance to (gentamicin: 〉500 mg/L, streptomycin: 〉1,000 mg/L)
[b] QDA: Quinupristin-dalfopristin

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

2023년 요양병원 수집센터에서 하부호흡기 검체 유래 *S. pneumoniae*는 2주 수집되었으며, 내성률은 아래와 같다.

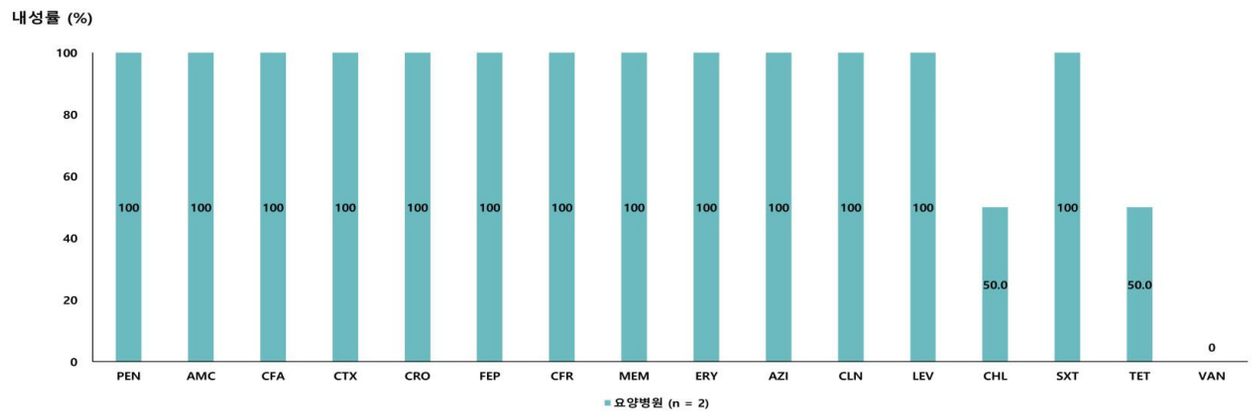


그림 3-7. 2023 년 요양병원 하부호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률

표 3-5. 요양병원 하부호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	–	–	–	–	–	–	–	2
Penicillin	–	–	–	–	–	–	–	100
Amoxacillin –clavulanate	–	–	–	–	–	–	–	100
Cefaclor	–	–	–	–	–	–	–	100
Cefotaxime	–	–	–	–	–	–	–	100
Ceftriaxone	–	–	–	–	–	–	–	100
Cefepime	–	–	–	–	–	–	–	100
Cefuroxime	–	–	–	–	–	–	–	100
Meropenem	–	–	–	–	–	–	–	100
Erythromycin	–	–	–	–	–	–	–	100
Azithromycin	–	–	–	–	–	–	–	100
Clindamycin	–	–	–	–	–	–	–	100
Levofloxacin	–	–	–	–	–	–	–	100
Chloramphenicol	–	–	–	–	–	–	–	50.0
Trimethoprim –sulfamethoxazole	–	–	–	–	–	–	–	100
Tetracycline	–	–	–	–	–	–	–	50.0
Vancomycin	–	–	–	–	–	–	–	0

3. 2. 5. 대장균(*Escherichia coli*)

요양병원의 혈액 분리 *E. coli*의 Ampicillin 내성률은 92.3%, Piperaciilin 내성률은 90.8%로 여전히 매우 높았다. 특히 3세대 Cephalosporin 내성률은 매우 높았는데, Cefotaxime 내성률은 83.1%, Ceftazidime 내성률은 36.9%로 작년에 비하여 증가하였으며, 종합병원과 비교하였을 때도 매우 높았다. (표 3-6, 그림 3-8)

요양병원 혈액 분리 *E. coli* 중 MDR은 총 90.8%로 높은 수준이며, 이는 Ciprofloxacin에 동반내성을 보이는 ESBL 생성 균주가 증가했기 때문이다.

요양병원에서 수집된 요 분리 *E. coli* 균주의 Ampicillin, Piperacillin에 대한 내성률은 각각 88.5%, 85.2%였다. 3세대 Cephalosporin인 Ceftotaxime과 Ceftazidime에 대한 내성률은 각각 77.0%, 41.0%여서 Cefotaxime에 가수분해능이 더 큰 CTX-M형 ESBL 균주가 확산된 것으로 추정된다. 요로감염의 치료의 1차 약제로 주로 사용되는 Ciprofloxacin의 내성률도 82.0%로 높았다. (표 3-7)

MDR 균주의 비율은 90.8%로 매우 높은 수준이 유지되었다. 요양병원의 ESBL 생성 *E. coli*의 확산은 지속적으로 감시를 요한다.

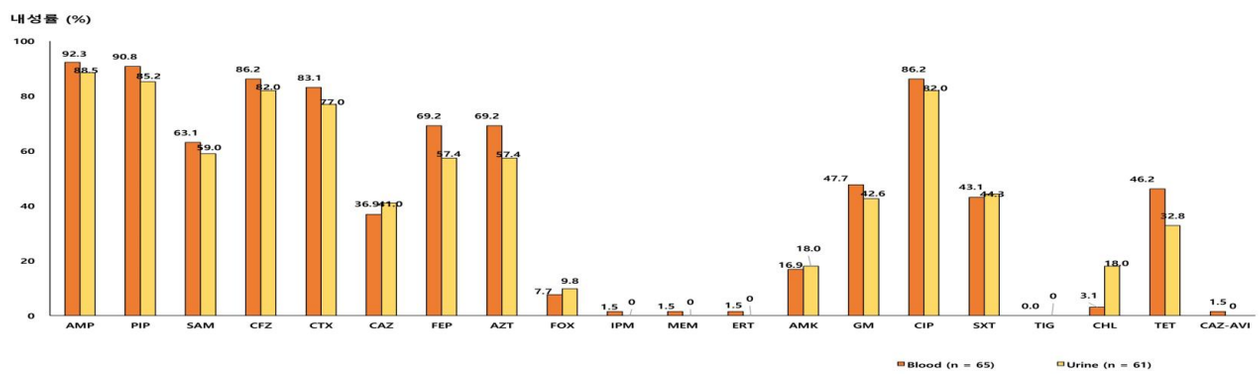


그림 3-8. 2023 년 요양병원 *E. coli* 항균제 검체별 내성률

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

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	19	94	73	68	53	63	44	65
Ampicillin	84.2	88.3	90.4	86.6	88.7	88.9	88.6	92.3
Piperacillin	84.2	79.8	87.7	80.6	81.1	77.8	79.5	90.8
SAM[a]	63.2	58.5	63.0	37.3	45.3	47.6	54.5	63.1
Cefazolin	78.9	67.0	89.0	71.6	79.2	79.4	77.3	86.2
Cefotaxime	78.9	66.0	83.6	68.7	77.4	68.3	72.7	83.1
Ceftazidime	31.6	36.2	27.4	22.4	32.1	25.4	29.5	36.9
Cefepime	63.2	52.1	69.9	50.7	60.4	52.4	52.3	69.2
Aztreonam	47.4	51.1	68.5	44.8	62.3	46.0	56.8	69.2
Cefoxitin	10.5	3.2	4.1	4.5	5.7	1.6	4.5	7.7
Imipenem	0	1.1	0	0	0	0	0	1.5
Meropenem	0	1.1	0	0	0	0	0	1.5
Ertapenem	0	1.1	0	0	0	1.6	0	1.5
Amikacin	0	2.1	5.5	3.0	3.8	7.9	0	16.9
Gentamicin	52.6	43.6	54.8	47.8	49.1	46.0	40.9	47.7
Ciprofloxacin	73.7	68.1	80.8	85.1	81.1	82.5	84.1	86.2
SXT[b]	57.9	45.7	45.2	50.7	41.5	41.3	40.9	43.1
Tigecycline	0	0	0	0	0	0	0	0
Chloramphenicol	–	–	–	–	3.8	0	2.3	3.1
Tetracycline	–	–	–	–	45.3	41.3	43.2	46.2
Ceftazidime -avibactam	–	–	–	–	–	–	–	1.5

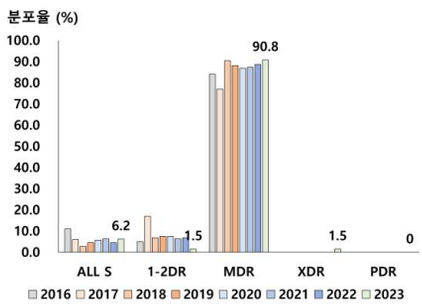


그림 3-9. 요양병원 혈액 분리 *E. coli* 다제내성 분포율(%)

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

[a] SAM: Ampicillin-sulbactam
[b] SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

표 3-7. 요양병원 요 분리 *E. coli*의 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	228	851	666	638	424	504	367	61
Ampicillin	83.3	82.7	86.5	86.5	88.9	87.1	82.0	88.5
Piperacillin	73.2	75.7	77.3	77.7	76.4	78.0	77.4	85.2
SAM[a]	47.4	58.2	52.6	48.6	40.8	43.5	46.9	59.0
Cefazolin	65.8	68.4	72.8	69.6	73.6	74.2	73.8	82.0
Cefotaxime	61.4	61.9	66.4	65.0	68.9	68.3	67.6	77.0
Ceftazidime	33.3	36.7	28.4	26.5	27.1	25.6	28.1	41.0
Cefepime	41.7	46.1	49.8	47.8	45.0	48.6	51.2	57.4
Aztreonam	41.2	46.2	49.1	44.7	46.0	48.0	51.0	57.4
Cefoxitin	4.9	6.2	3.9	3.3	7.1	5.0	4.6	9.8
Imipenem	0.9	0.1	0	0.8	0	0	0	0
Meropenem	0.9	0.1	0.2	0.8	0	0	0.3	0
Ertapenem	1.3	0.1	0.3	0.9	0	0.2	0.8	0
Amikacin	3.1	4.6	3.8	3.4	5.2	2.6	4.6	18.0
Gentamicin	39.0	47.0	47.6	45.0	42.7	38.1	39.5	42.6
Ciprofloxacin	80.7	79.3	80.0	83.4	81.1	84.1	79.3	82.0
SXT[b]	36.8	41.8	45.0	45.0	42.0	42.1	43.9	44.3
Tigecycline	0	0	0	0.2	0	0	0	0
Chloramphenicol	–	–	–	–	5.0	4.0	3.5	18.0
Tetracycline	–	–	–	–	47.9	44.0	50.7	32.8
Ceftazidime -avibactam	–	–	–	–	–	–	–	0

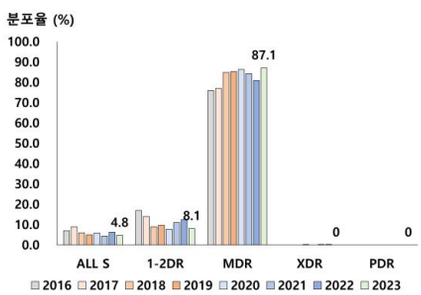


그림 3-10. 요양병원 요 분리 *E. coli* 다제내성 분포율(%)

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

[a] SAM: Ampicillin-sulbactam
[b] SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

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

요양병원의 혈액 분리 *K. pneumoniae*의 Cefotaxime, Ceftazidime에 대한 내성률은 각각 83.3%, 58.3%이었으며, Cefepime에 대한 내성률은 66.7%였다. (표 3-8, 그림 3-6)

요양병원의 요 분리 *K. pneumoniae*의 Ampicillin 내성률은83.3%였으며, 3세대 Cephalosporin인 Cefotaxime 내성률이 75.0%, Ceftazidime 내성률이 58.3%였다. 요로감염증 환자에 주로 사용되는 Ciprofloxacin 내성률은 83.3%로 종합병원의 HO감염분리 균주보다 높았다. (표 3-9)

요양병원에서 수집된 하부호흡기검체 유래 *K. pneumoniae*의 Cefotaxime, Ceftazidime에 대한 내성률은 43.8%로 혈액분리균주와 요분리균주보다 다소 낮았다. Carbapenem계열 항생제에 내성인 균주는 1주 수집되었다. (표 3-10)

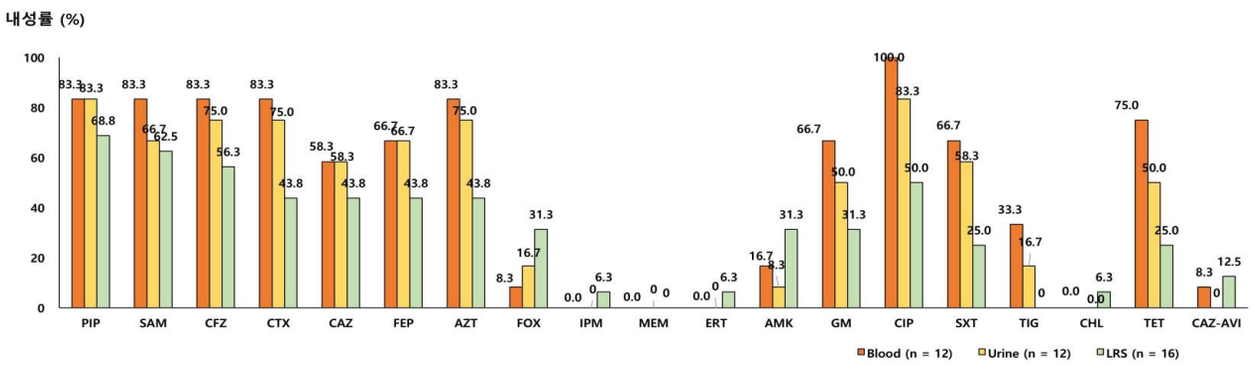


그림 3-11. 2023년 요양병원 *K. pneumoniae* 항균제 검체별 내성률

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

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	9	34	24	14	10	8	12	12
Ampicillin	100	85.3	83.3	85.7	70.0	75.0	66.7	83.3
SAM[a]	100	82.4	75.0	64.3	50.0	62.5	66.7	83.3
Cefazolin	100	79.4	83.3	71.4	60.0	75.0	58.3	83.3
Cefotaxime	100	76.5	70.8	71.4	60.0	62.5	58.3	83.3
Ceftazidime	100	76.5	75.0	50.0	40.0	37.5	50.0	58.3
Cefepime	100	73.5	70.8	42.9	30.0	50.0	58.3	66.7
Aztreonam	100	76.5	70.8	71.4	50.0	62.5	58.3	83.3
Cefoxitin	33.3	32.4	37.5	7.1	10.0	12.5	16.7	8.3
Imipenem	11.1	17.6	4.2	0	0	0	0	0
Meropenem	33.3	17.6	8.3	0	0	0	0	0
Ertapenem	33.3	17.6	8.3	0	0	0	0	0
Amikacin	55.6	17.6	8.3	7.1	0	0	0	16.7
Gentamicin	88.9	44.1	20.8	21.4	20.0	25.0	50.0	66.7
Ciprofloxacin	22.2	52.9	66.7	57.1	50.0	62.5	50.0	100
SXT[b]	44.4	35.3	50.0	43.0	40.0	37.5	50.0	66.7
Tigecycline	0	8.8	4.2	0	0	0	0	33.3
Chloramphenicol	–	–	–	–	0	25.0	33.3	0
Tetracycline	–	–	–	–	30.0	50.0	0	75.0
Ceftazidime -avibactam	–	–	–	–	–	–	–	8.3

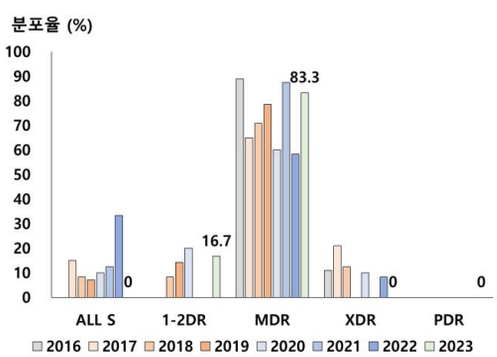


그림 3-12. 요양병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 다제내성 분포율(%)

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

[a] SAM: Ampicillin-sulbactam
[b] SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

표 3-9. 요양병원 요 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	68	204	164	230	84	103	101	12
Ampicillin	72.1	75.7	78.0	85.2	72.6	77.7	80.2	83.3
SAM[a]	60.3	73.2	67.1	73.0	65.5	67.0	72.3	66.7
Cefazolin	63.2	72.8	76.8	83.9	73.8	72.8	80.2	75.0
Cefotaxime	58.8	66.2	72.0	76.1	67.9	68.0	76.2	75.0
Ceftazidime	48.5	57.4	50.0	64.3	52.4	51.5	54.5	58.3
Cefepime	44.1	50.0	51.2	57.4	60.7	54.4	59.4	66.7
Aztreonam	55.9	57.7	61.6	68.3	63.1	62.1	68.3	75.0
Cefoxitin	16.2	20.2	15.2	21.7	23.8	19.4	20.8	16.7
Imipenem	2.9	1.1	1.2	5.7	0	1.0	0	0
Meropenem	2.9	1.1	1.2	8.3	0	1.0	0	0
Ertapenem	4.4	1.8	1.2	8.3	0	1.0	0	0
Amikacin	19.1	18.4	9.1	5.7	9.5	4.9	8.9	8.3
Gentamicin	45.6	39.7	32.9	32.3	41.7	31.1	41.6	50.0
Ciprofloxacin	55.9	68.0	64.6	65.2	63.1	61.2	63.4	83.3
SXT[b]	51.5	53.7	56.1	56.1	52.4	50.5	56.4	58.3
Tigecycline	0.0	4.0	3.7	5.7	1.2	5.8	6.9	16.7
Chloramphenicol	–	–	–	–	15.5	10.7	15.8	0
Tetracycline	–	–	–	–	46.4	44.7	50.5	50.0
Ceftazidime -avibactam	–	–	–	–	–	–	–	0

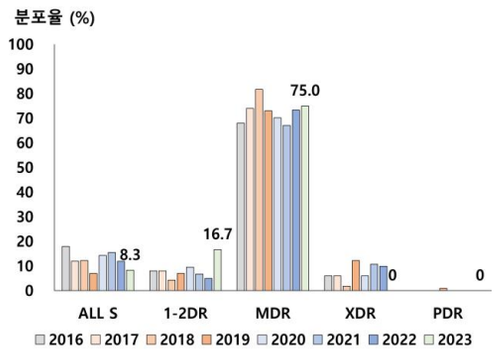


그림 3-13. 요양병원 요 분리 *K. pneumoniae* 다제내성 분포율(%)

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

[a] SAM: Ampicillin-sulbactam
[b] SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

표 3-10. 요양병원 하부호흡기 검체 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	–	–	–	–	–	–	–	16
Ampicillin	–	–	–	–	–	–	–	68.8
SAM[a]	–	–	–	–	–	–	–	62.5
Cefazolin	–	–	–	–	–	–	–	56.3
Cefotaxime	–	–	–	–	–	–	–	43.8
Ceftazidime	–	–	–	–	–	–	–	43.8
Cefepime	–	–	–	–	–	–	–	43.8
Aztreonam	–	–	–	–	–	–	–	43.8
Cefoxitin	–	–	–	–	–	–	–	31.3
Imipenem	–	–	–	–	–	–	–	6.3
Meropenem	–	–	–	–	–	–	–	0
Ertapenem	–	–	–	–	–	–	–	6.3
Amikacin	–	–	–	–	–	–	–	31.3
Gentamicin	–	–	–	–	–	–	–	31.3
Ciprofloxacin	–	–	–	–	–	–	–	50.0
SXT[b]	–	–	–	–	–	–	–	25.0
Tigecycline	–	–	–	–	–	–	–	0
Chloramphenicol	–	–	–	–	–	–	–	6.3
Tetracycline	–	–	–	–	–	–	–	25.0
Ceftazidime -avibactam	–	–	–	–	–	–	–	12.5

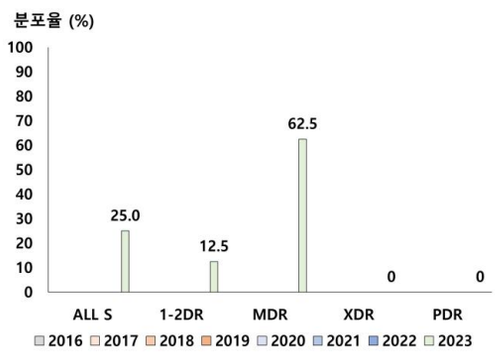


그림 3-14. 요양병원 호흡기 검체 분리 *K. pneumoniae* 다제내성 분포율(%)

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

[a] SAM: Ampicillin-sulbactam
[b] SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

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

요양병원의 혈액 분리 *P. aeruginosa* 균주는 총 24주가 수집되었으며, Carbapenem계열 항생제인 Imipenem, Meropenem에 대한 내성률은 83.3%, 73.9%로 작년에 비해 매우 높았다. (표 3-11, 그림 3-15)

요양병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 중 83.3%가 XDR 균주였다. 이 균주들의 대부분은 Carbapenem계 항생제에 내성인 균주로서, 일부 Aminoglycoside와 Colistin을 제외한 모든 항균제에 대하여 내성인 균주이다.

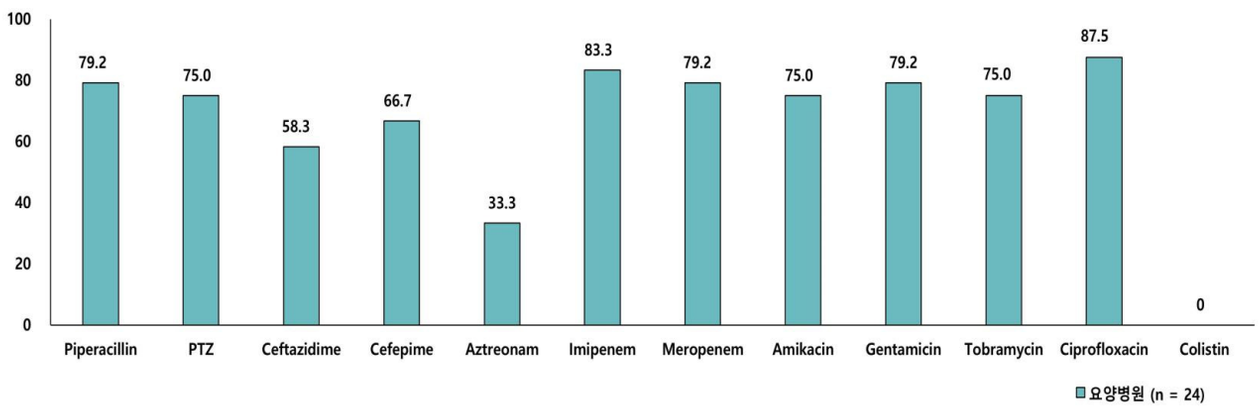


그림 3-15. 2023 년 요양병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률

표 3-11. 요양병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	8	34	13	32	10	18	10	24
Piperacillin	62.5	44.1	46.2	62.5	40.0	57.9	30.0	79.2
Piperacillin –tazobactam	37.5	29.4	38.5	40.6	30.0	10.5	20.0	75.0
Ceftazidime	62.5	26.5	23.1	53.1	30.0	68.4	20.0	58.3
Cefepime	12.5	26.5	46.2	31.3	20.0	73.7	10.0	66.7
Aztreonam	-	-	-	-			10.0	33.3
Imipenem	62.5	44.1	84.6	56.3	60.0	89.5	40.0	83.3
Meropenem	75.0	41.2	84.6	56.3	60.0	89.5	40.0	73.9
Amikacin	50.0	29.4	53.8	56.3	30.0	78.9	20.0	75.0
Gentamicin	62.5	38.2	38.5	56.3	50.0	84.2	20.0	79.2
Tobramycin	62.5	35.3	38.5	56.3	50.0	78.9	20.0	75.0
Ciprofloxacin	50.0	50.0	69.2	53.1	60.0	94.7	40.0	87.5
Colistin	0	0	0	0	0	0	0	0

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

요양병원에서 19주의 *A. baumannii*가 수집되었으며, non-*baumannii Acinetobacter*는 2주 수집되었다. 수집된 19주의 *A. baumannii*는 모두 Piperacillin, Imipenem, Meropenem에 대하여 내성이었다. Minocycline에 대한 내성균주는 1주였으며, Colistin에 대해서는 모두 감수성이었다. (표 3-12, 그림 3-16)

수집된 non-*baumannii Acinetobacter* 2주 모두 Carbapenem에 감수성이었고, 한 주는 Aminoglycoside와 Floroquinolone에 내성을 보이는 1-2DR 균주였다. (표 3-13)

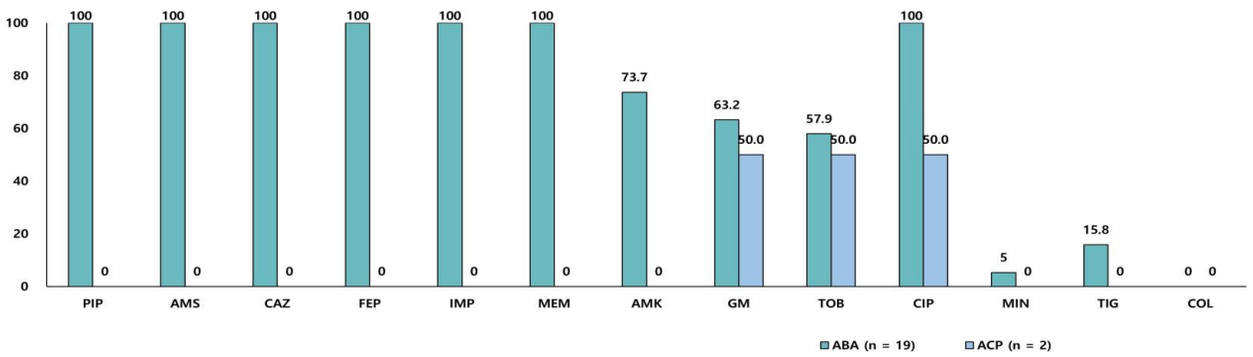


그림 3-16. 2023년 요양병원 혈액 분리 *Acinetobacter* 항균제 내성률

표 3-12. 요양병원 혈액 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	15	23	27	36	4	11	14	19
Piperacillin	93.3	95.7	96.3	94.4	100	100	100	100
Ampicillin –sulbactam	66.7	87.0	63.0	91.7	75.0	54.5	78.6	100
Piperacillin –tazobactam	–	–	–	–	–	–	100	100
Ceftazidime	86.7	91.3	96.3	91.7	100	100	85.7	100
Cefepime	93.3	95.7	96.3	94.4	100	100	92.9	100
Imipenem	93.3	95.7	88.9	94.4	100	100	92.9	100
Meropenem	86.7	95.7	88.9	94.4	100	100	92.9	100
Amikacin	66.7	78.3	74.1	63.9	50.0	81.8	92.9	73.7
Gentamicin	53.3	73.9	63.0	47.2	75.0	54.5	78.6	63.2
Tobramycin	40.0	73.9	51.9	41.7	75.0	54.5	71.4	57.9
Ciprofloxacin	80.0	95.7	96.3	94.4	100	100	100	100
Minocycline	0.0	0.0	3.7	8.3	0	0	0	5.3
Tigecycline	6.7	2.6	7.4	8.3	0	9.1	7.1	15.8
Colistin	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0

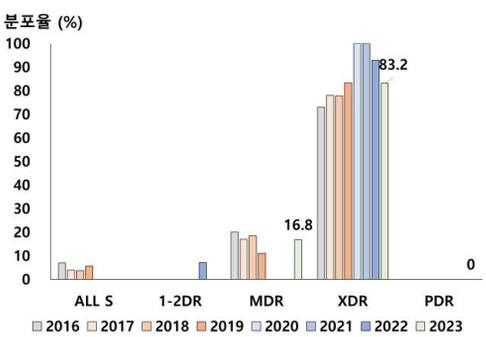


그림 3-17. 요양병원 혈액 분리 *A. baumannii* 다제내성 분포율(%)

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

표 3-13. 요양병원 Non-*baumannii Acinetobacter* 항균제 내성률(%)

Antimicrobials	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(n)	0	0	0	0	0	0	0	2
Piperacillin	–	–	–	–	–	–	–	0
Ampicillin –sulbactam	–	–	–	–	–	–	–	0
Piperacillin –tazobactam	–	–	–	–	–	–	–	0
Ceftazidime	–	–	–	–	–	–	–	0
Cefepime	–	–	–	–	–	–	–	00
Imipenem	–	–	–	–	–	–	–	0
Meropenem	–	–	–	–	–	–	–	0
Amikacin	–	–	–	–	–	–	–	0
Gentamicin	–	–	–	–	–	–	–	50.0
Tobramycin	–	–	–	–	–	–	–	50.0
Ciprofloxacin	–	–	–	–	–	–	–	50.0
Minocycline	–	–	–	–	–	–	–	0
Tigecycline	–	–	–	–	–	–	–	0
Colistin	–	–	–	–	–	–	–	0

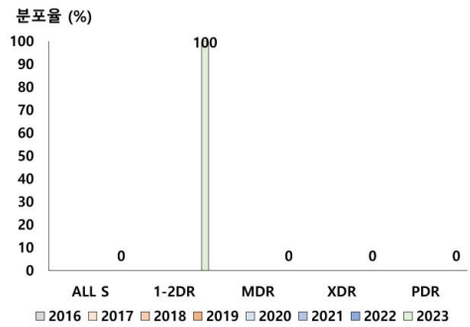


그림 3-18. 요양병원 혈액 분리 Non-*baumannii Acinetobacter* 다제내성 분포율(%)

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

3. 2. 9. 살모넬라균속(*Salmonella* spp.)

2023년 요양병원 수집센터에서 *Salmonella* spp.는 수집되지 않았다.

3. 2. 10. 세균성이질균속(*Shigella* spp.)

2023년 요양병원 수집센터에서 *Shigella* spp.는 수집되지 않았다.

3. 2. 11. 임균(*Neisseria gonorrhoeae*)

2023년 요양병원 수집센터에서 *N. gonorrhoeae*는 수집되지 않았다.

3. 2. 12. 칸디다균속(*Candida* spp.)

2023년 요양병원 수집센터에서 총 19주의 *Candida* spp.가 분리되었다.

표 2-14. 요양병원 수집 혈액 분리 *Candida* spp.의 균종별 분리 건수 및 항진균제 내성률과 비감수성률

Species	분리 건수	항진균제 내성률% (비감수성률%)[a]				
	2023 (n=19)	Fluconazole	Voriconazole	Micafungin	Caspofungin	Anidulafungin
C. tropicalis	5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
C. albicans	4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
C. parapsilosis	4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
C. orthopsilosis	4	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)
C. guilliermondii	1	ND (ND)	ND (ND)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
C. haemulonii	1	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)

[a] CLSI M60의 clinical breakpoint를 적용하였으며, 기준이 없는 경우 "ND(not determined)"로 표기함

2. 3. 13. 헤모필루스균속(*Haemophilus* spp.)

2023년 요양병원 수집센터서 *Haemophilus* spp.는 수집되지 않았다.

2. 3. 14. 수막구균(*Neisseria memingitidis*)

2023년 요양병원 수집센터서 *N. memingitidis*는 수집되지 않았다.

4

주요 항생제 내성균의 내성률 현황 비교

2023 국내 항균제 내성균 조사

4 주요 항생제 내성균의 내성률 현황 비교

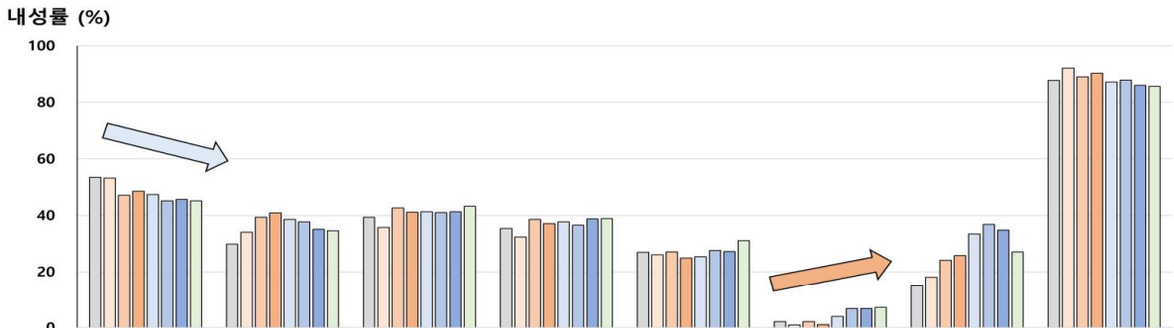
Kor-GLASS에서 종합병원 혈액 분리 균주 중 주요 항균제에 대하여 연도별 내성률을 비교하였다.

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, 2023년에는 45.2%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* (VREFM)은 2016년 29.9%에서 꾸준히 증가하여 2019년에는 40.9%에 가장 높았으며, 이후 소폭 감소하여 2022년에는 35.1%였으며, 2023년에는 34.6%로 작년과 비슷하였다. VREFM은 CPE의 증가, 코로나19(COVID-19) 펜데믹 등으로 격리우선순위가 낮아졌으며, 현재는 격리하지 않는 의료기관이 증가하고 있다. VREFM 감염의 경우 치료에 효과적인 항생제가 제한적이기 때문에, 치명률 및 사망률이 높은 것으로 알려져 있다. VREFM의 확산 여부에 대해 지속적으로 모니터링하여야 한다.

혈액 분리 *E. coli*의 Fluoroquinolone 계열 및 Cefotaxime 내성률은 소폭 증가하고 있으며, 2023년에는 각각 43.3%, 38.9%였다.혈액 분리 *K. pneumoniae*의 Cefotaxime 내성률은 증가하여 31.1%였는데, 이는 CTX-M-15 생성균주의 확산과 KPC-2생성 균주의 확산과 연관이 있다. Carbapenem 내성 *K. pneumoniae*이 7.2%로 작년보다 증가하였고, 분리된 CPE의 대부분이 KPC-2 생성 균주였다. 특히 HO감염균주에서의 내성률을 약 20%로 매우 높았다. 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.

HO감염에서 중요한 병인균인 *P. aeruginosa*의 Carbapenem계열 항생제 내성률은 증가하고 있었으나, 2023년에는 감소하여 27.1%였다. 다만, Carbapenemase 생성 균주의 비율은 오히려 증가하였고 GES, NDM 등 다양한 종류의 Carbapenemase를 생성하는 균주들의 빈도가 증가하고 있기 때문에 다클론성 확산을 지속적으로 모니터링하여야 한다. *A. baumannii*에서 Carbapenem 내성률은 85.6%로 여전히 높은 수준이었다.



		Cefoxitin-R SAU	Vancomycin-R EFM	Fluoroquinolone-R ECO	Cefotaxime-R ECO	Cefotaxime-R KPN	Carbapenem-R KPN	Carbapenem-R PAE	Carbapenem-R ABA
시범사업	2016	53.5	29.9	39.4	35.4	27.0	2.1	14.9	87.8
1기	2017	53.2	34.0	35.8	32.4	26.1	1.0	18.1	92.1
	2018	47.1	39.4	42.7	38.6	27.1	2.1	24.2	89.0
	2019	48.6	40.9	41.1	37.1	24.9	1.1	25.8	90.3
2기	2020	47.4	38.6	41.3	37.7	25.4	4.0	33.5	87.2
	2021	45.2	37.7	41.0	36.6	27.6	6.8	36.9	87.9
	2022	45.7	35.1	41.3	38.8	27.3	6.8	34.8	86.0
3기	2023	45.2	34.6	43.3	38.9	31.1	7.2	27.1	85.6

그림 4-1. 2016~2023 년 Kor-GLASS 균종별 주요 항균제 내성률

제 2 장

KARMS

Korean Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2023

2023 국내 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, 병원균에 따른 주요 임상검체별 내성률을 별도로 산출하여, Kor-GLASS에서 산출되는 내성률과 비교 가능하도록 하였다.

2023년 1월부터 12월까지 임상검사센터에 의뢰된 검체 중 병원균이 분리된 건수는 중소병원 153,307건, 요양병원 52,047건, 의원 189,540건으로 확인되었다. 중소병원의 주요 분리원은 소변 검체 84,778건(55.3%), 호흡기 검체 30,120건(19.6%), 창상 검체 17,238건(11.2%) 순으로 많았으며, 요양병원의 주요 분리원은 호흡기 검체 20,245건(38.9%), 소변 검체 15,255건(29.3%), 대변 검체 8,578건(16.5%) 순으로 많았다. 의원의 경우 소변 검체가 163,998건(86.5%)으로 압도적으로 많았으며, 다음으로 비뇨생식기 검체 10,925건(5.8%), 창상 검체 6,440건(3.4%)으로 확인되었다.

S. aureus 황색포도알균의 내성률은 2021년과 비교하였을 때, 전반적으로 감소하거나 비슷한 수준을 유지하였다. Oxacillin 내성률(MRSA)은 중소병원, 요양병원, 의원에서 각각 49.7%, 83.2%, 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, 2023년에는 중소병원 0.5%, 요양병원 1.0%, 의원 0.1%로 나타났다. 다제내성 그람 양성균 치료에 중요한 항생제인 Vancomycin에 대한 내성률은 2022년, 2023년 비교하였을 때 각각 중소병원 0.8%, 1.2%, 요양병원 14.1%, 16.0%, 의원 0.1%, 0.3%로 낮은 수준을 유지하거나 증가한 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 95.0%, 97.1%로 높은 수치를 보였으며, 의원에서의 내성률 역시 80.6%로 높게 나타났다. 또한 다제내성 그람 양성균 치료에 중요한 항균제인 Vancomycin 내성률이 감소하는 추세이기는 하나, 중소병원, 요양병원, 의원에서 각각 48.5%, 79.4%, 59.4%로 높았다.

S. pneumoniae 폐렴사슬알균 치료에 주요 항생제로 쓰이는 Penicillin G 내성률은 중소병원, 요양병원, 의원에서 각각 17.1%, 73.6%, 15.7%로 2022년과 비교하여 각각 0.7%p, 4.3%p, 6.0%p 감소한 것으로 확인되었으나, 폐렴사슬알균의 경우 수집되는 균주 수가 적어 해석에 유의할 필요가 있다. 기관지염, 폐렴 등 호흡기 감염 치료에 사용되는 마크로라이드계 항균제인 Erythromycin 내성률은 중소·요양병원, 의원에서 각각 91.0%, 94.3%, 97.3%로 높은 수준을 유지하였다.

E. coli 그람음성균 치료에 주로 사용되는 3세대 세팔로스포린계 항균제에 해당하는 Cefotaxime과 Ceftazidime 항균제의 내성률은 중소병원에서 각 36.9%, 17.3%, 요양병원에서 각 76.9%, 51.9%, 의원에서 각 19.9%, 6.4%로 나타났다. 또한, 호흡기 및 요로감염 치료에 사용되는 플로로퀴놀론계 항균제의 내성률이 중소·요양병원, 의원에서 각각 53.3%, 85.7%, 41.1%로 확인되었다.

K. pneumoniae 3세대 세팔로스포린계 항균제에 해당하는 Cefotaxime과 Ceftazidime 항균제의 내성률은 중소병원에서 각 47.1%, 43.0%로 2022년 대비 소폭 감소하였으며 요양병원에서는 각 85.2%, 80.8%, 의원에서 각 24.0%, 20.2%로 약간 증가한 것을 확인하였다. 다제내성균 치료에 쓰이는 광범위 항균제인 카바페넴 계열 항균제 중 Imipenem에 대한 내성률이 중소·요양병원, 의원에서 각각 16.4%, 48.3%, 6.5%로 나타났으며, 특히 의원에서 2022년(1.0%) 대비 크게 증가한 것을 확인하였다.

E. cloacae Cefotaxime과 Ceftazidime 내성률은 중소병원에서는 각 27.8%, 24.3%로 2022년(각 29.5%, 25.5%)과 비슷한 수준을 유지하였다. 반면, 요양병원 각 60.6%, 51.5%로 전년 대비 9.6%p, 7.7%p 증가하였으며, 의원에서는 각 25.3%, 14.6%로 전년대비 13.1%p, 1.8%p 감소한 것으로 나타났다. Imipenem 내성률은 중소·요양병원, 의원에서 각각 2.7%, 18.0%, 0.6%로 나타났으며, 요양병원에서 전년 13.5% 대비 증가하여 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 요양병원에서 각 38.1%, 35.2%, 의원에서는 각 13.9%, 13.3%로 2021년 대비 증가하거나 비슷한 수준을 나타내었다. 반면, 중소병원에서 각 28.4%, 25.8%로 2021년 대비 3.3%p, 5.4%p 감소한 수치를 보였다. 또한 광범위 항균제로 녹농균 치료에도 사용되는 카바페넴계 항균제인 Imipenem과 Meropenem의 내성률은 중소병원에서 40.0%, 34.8%, 요양병원에서 각 58.7%, 51.8%, 의원에서 24.1%, 19.2%로 나타났다.

A. baumannii 아시네토박터바우마니균의 경우 광범위 항균제로 알려진 카바페넴계 항균제 Imipenem과 Meropenem의 내성률은 중소병원 각 72.1%, 67.8%, 요양병원에서 각 89.1%, 87.6%로 높은 수치를 보였으며, 의원에서는 2022년 대비 각 41.1%, 32.3%로 크게 증가한 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

※ 내성률은 CLSI guideline은 2022년 발간된 기준을 사용하여 분석

1

서론

1 서론

1. 1. 배 경

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. 국내 항균제 내성균 내성정보(KARMS) 구축

국내 최초의 종합병원 항균제 내성(Antimicrobial resistance, AMR) 감시 시스템인 KARMS는 2002년도에 질병관리본부(現 질병관리청) 기획과제로 시작되었고, 2003년에서 2007년 식품의약품안전처 용역기간을 거쳐 2008년부터 다시 질병관리본부(現 질병관리청)에서 국가 지원 감시체계를 시작하였다. 2009년부터는 국내 종합병원과 중소병원, 요양병원, 의원의 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 국제 기준에 맞춰 시작한 새로운 감시 시스템인 국내 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS) 사업을 운영하게 되면서, 2017년 연보부터는 종합병원 균주 수집과 내성률 분석을 제외하고, 임상검사센터에 의뢰된 균주의 감수성 결과자료를 바탕으로 한 전국 중소병원, 요양병원, 의원의 항균제 내성 현황 및 추이에 대한 정보를 제공하고 있다.

1. 3. 국내 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. 2023년도 항생제 내성정보는 1,041개 중소병원, 605개 요양병원, 3,290개 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.

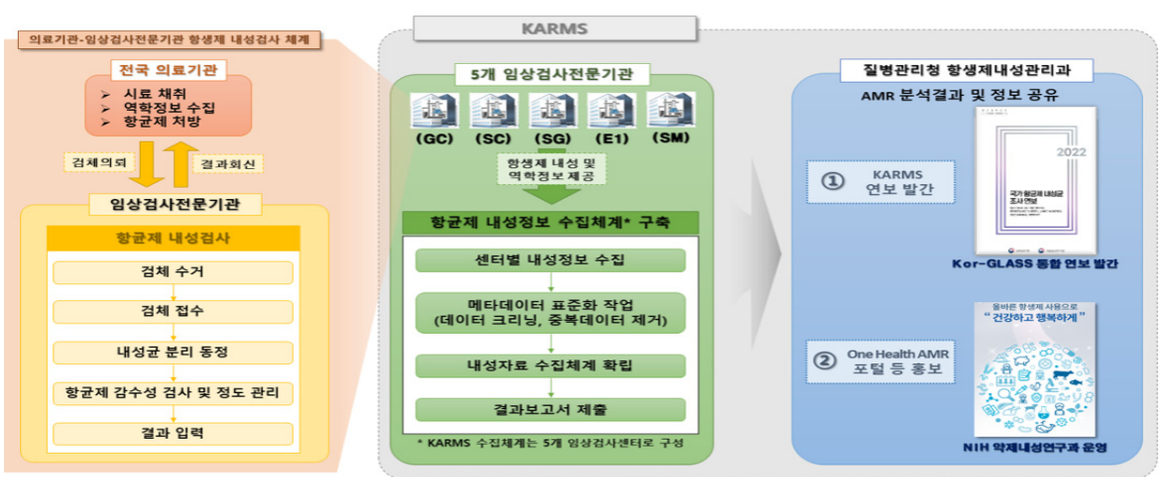


그림 1-1. 국가 항균제 내성균 내성 정보 모니터링(KARMS) 운영 체계

2

국내 항균제 내성정보 조사결과(중소병원)

2 국내 항균제 내성정보 조사결과(중소병원)

2. 1. 중소병원 수집 정보

2023년 중소병원 항균제 내성정보는 약 1,041개 기관에서 의뢰된 검사결과를 수집하여 분석하였으며, 총 153,307건의 검체를 대상으로 내성정보가 수집되었다. 153,307건의 내성정보를 분석한 결과, 주요 분리원은 소변 검체 84,778건(55.3%), 호흡기 검체 30,120건(19.6%), 창상 검체 17,238건(11.2%), 혈액 검체 7,318건(4.8%) 순으로 확인되었다.

2. 1. 1. 연령별 검체 분포 현황

수집 건수는 연령이 증가하면서 대체적으로 증가하는 경향이 있으며, 75-84세 군에서 총 32,975건으로 가장 많았다. 특히 1세 미만 군, 1-4세 군에서는 각각 전체 965건 중 소변 검체 919건(95.2%), 전체 3,260건 중 소변 검체 2,913건(89.4%)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 9,089건으로 큰 폭으로 증가하는 것을 확인하였다. 비뇨생식기 검체 수집 건수는 55세-64세 군에서 518건으로 가장 많이 수집되었으며, 35-44세 군과 25-34세 군에서 각각 485건, 469건으로 많이 수집되었다. (그림 2-1)

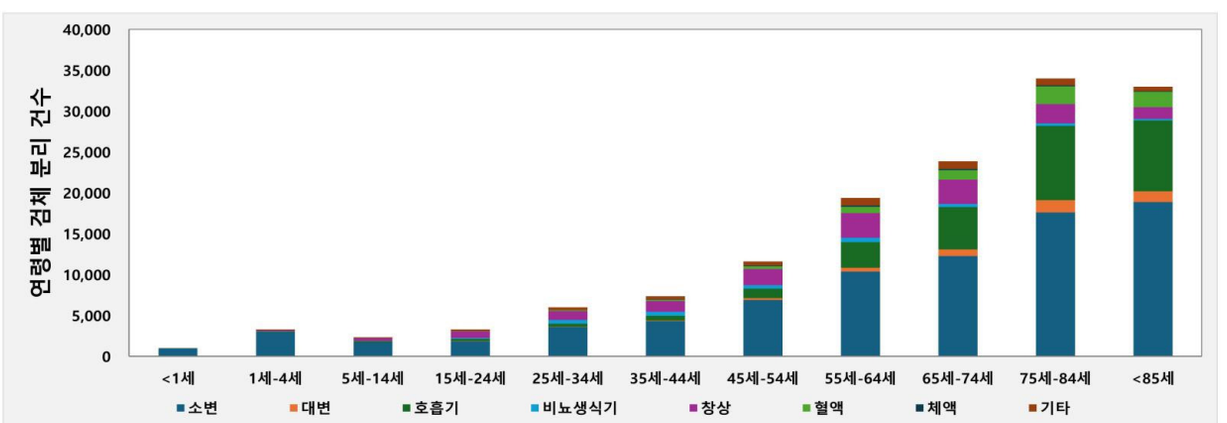


그림 2-1. 중소병원 연령대별 검체 분리 건수

2. 1. 2. 월별 분리 건수

1년 동안 수집된 검체를 월별로 나누었을 때, 가장 수집이 적은 월은 11월(11,702건), 가장 수집이 많은 월은 8월(14,856건)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)

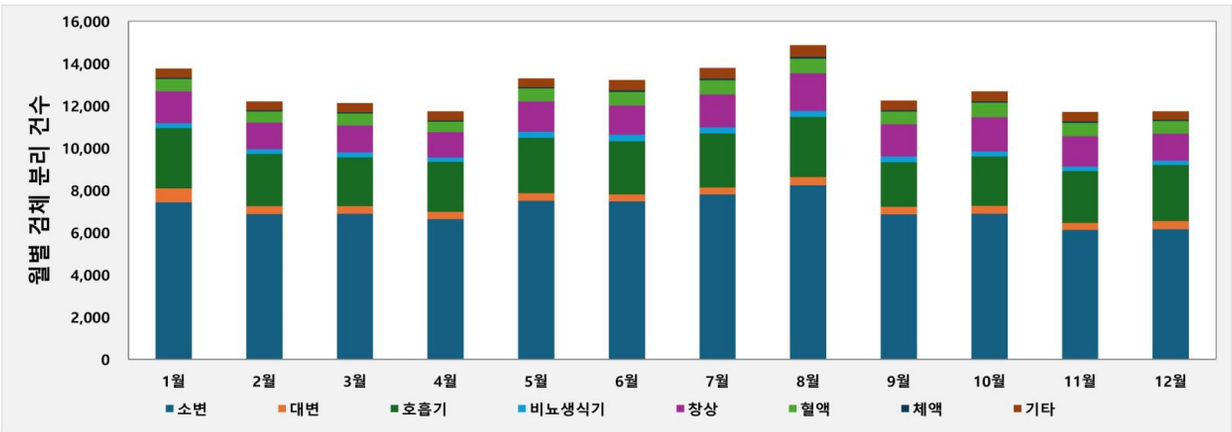


그림 2-2 중소병원 월별 검체 분리 건수

1년 동안 분리된 그람양성균을 월별로 나누었을 때, 9월이 가장 적은 수가 분리되었고 평균적으로 3,200건 내외로 분리되었다. 그람음성균의 경우 4월에 가장 적은 수가 분리되었고 여름철인 6~8월에 다소 많이 분리되었다. (그림 2-3, 2-4)

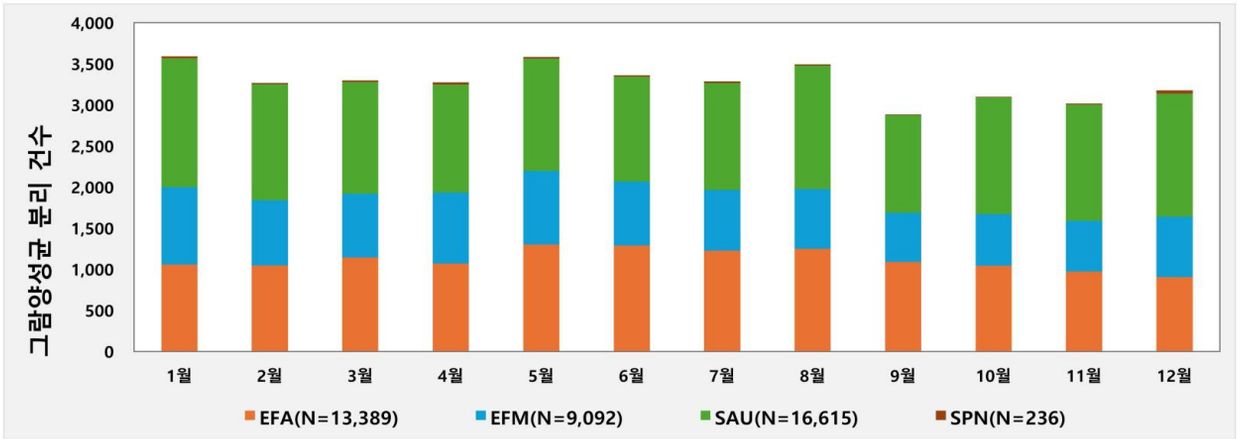


그림 2-3 중소병원 월별 그람양성균 분리 건수

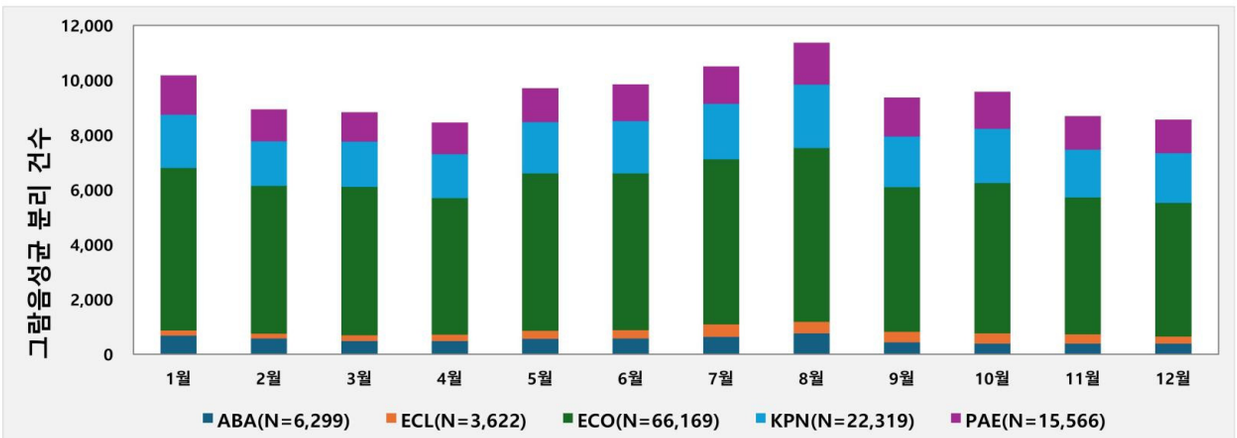


그림 2-4 중소병원 월별 그람음성균 분리 건수

2. 1. 3. 성별에 따른 분리 건수

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

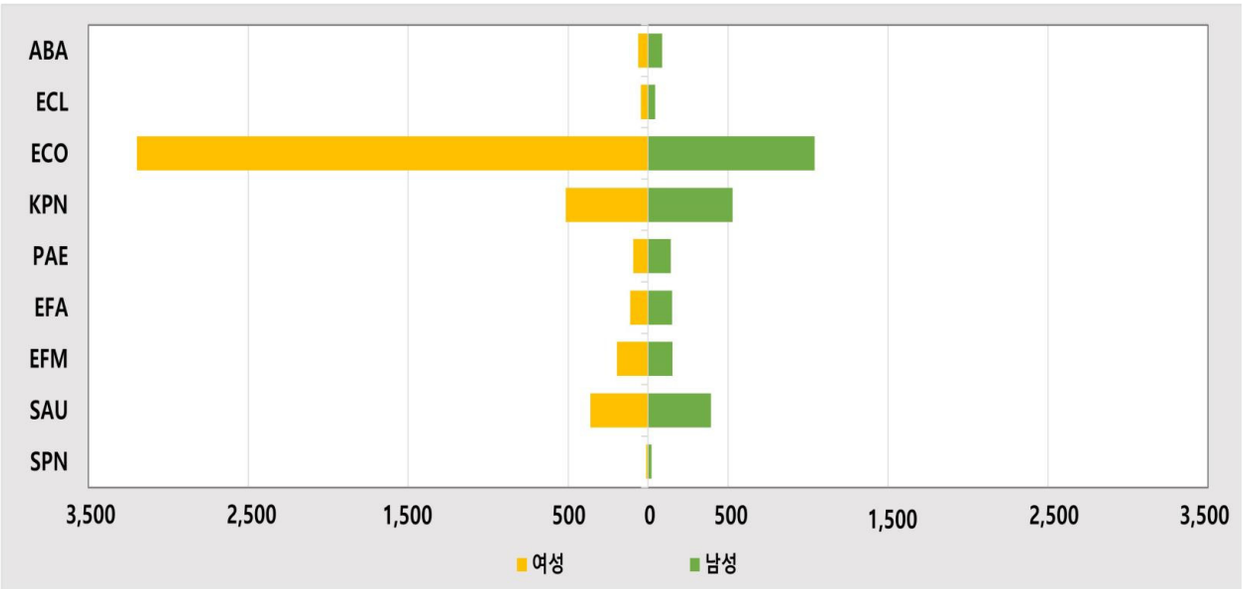


그림 2-5 중소병원 성별에 따른 혈액 검체에서의 병원균 분리 건수

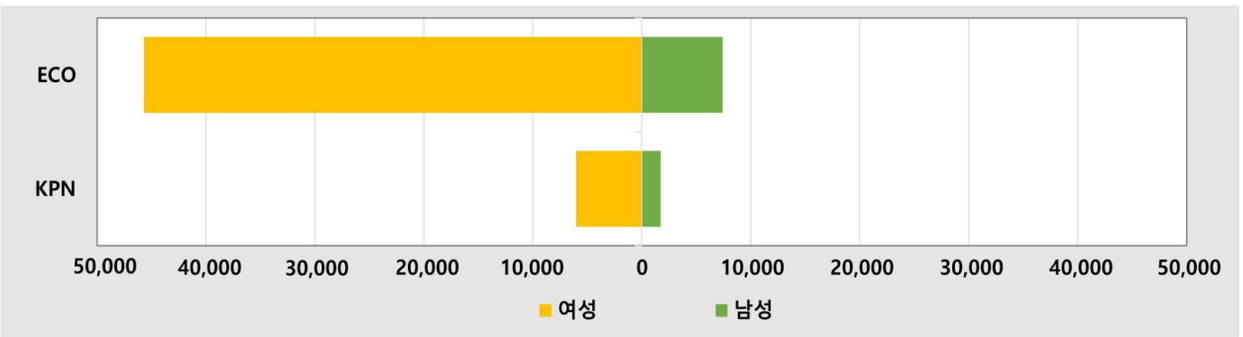


그림 2-6 중소병원 성별에 따른 소변 검체에서의 병원균 분리 건수

2. 2. 중소병원 항균제 내성 현황

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

균혈증, 폐렴 등을 일으키는 의료관련감염의 주요 원인균으로 2023년 주요 분리원은 창상(44.3%), 호흡기 (32.5%), 혈액 (4.6%), 소변 (3.1%) 검체 순으로 확인되었다. Oxacillin 내성률은 49.7%로 나타났으며, Cefoxitin 항균제 내성 스크리닝* 결과로 확인한 메티실린 내성 포도알균(MRSA)는 52.1%로 확인되었다. 대부분의 항균제 내성률이 전년에 비해 감소한 것으로 확인되었다.

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

표 2-1. 중소병원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Oxacillin	56.6	9,066	59.1	11,122	53.6	8,215	50.7	9,885	53.4	12,050	53.9	13,502	52.9	13,430	55.0	16,143	52.3	16,335	49.7	16,609
Penicillin G	93.8	8,122	94.0	8,497	91.5	8,302	92.4	9,727	93.3	13,834	91.4	11,589	90.8	13,436	89.6	16,144	88.3	15,552	87.3	16,612
Erythromycin	48.1	8,858	48.5	10,918	41.3	8,121	42.1	11,382	42.8	14,743	40.6	13,301	35.7	13,221	35.0	15,957	32.0	16,175	32.0	16,385
Clindamycin	28.6	8,858	30.0	10,927	24.9	8,124	24.3	11,384	26.6	14,743	19.9	13,301	19.5	13,223	19.5	15,958	17.0	16,177	14.0	16,394
Gentamicin	34.1	9,067	35.8	11,124	29.4	8,452	30.3	11,589	30.4	14,983	25.1	13,504	27.4	13,436	28.8	16,143	26.2	16,335	24.6	16,611
Ciprofloxacin	39.0	9,060	40.4	11,113	36.9	8,507	38.1	11,575	42.1	14,979	34.9	13,487	38.8	13,419	42.1	16,128	40.7	16,311	36.2	16,593
Tetracycline	35.4	9,060	35.8	11,115	28.7	8,295	27.4	11,577	30.9	14,980	22.5	13,489	22.8	13,420	22.6	16,126	20.5	15,530	15.1	16,594
Rifampin	3.0	9,067	2.8	11,124	3.6	8,218	3.0	11,589	3.3	14,983	1.8	13,505	2.0	13,436	2.5	16,144	2.5	15,553	1.6	16,611
SXT[b]	3.8	9,067	5.9	11,126	5.6	8,536	4.2	11,587	4.4	14,983	4.4	13,506	5.2	13,436	4.6	16,143	4.1	15,553	3.7	16,611
Vancomycin[c]	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	13,437	0.0	16,144	0.0	16,335	0.0	16,610
Linezolid	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	13,437	0.1	16,144	0.0	16,335	0.4	16,611
QDA[d]	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	13,436	0.0	16,144	0.0	15,553	0.0	9,091
Mupirocin[e]	8.1	9,028	11.6	11,083	10.4	8,170	11.6	11,366	13.9	13,834	15.0	11,589	17.9	11,473	17.8	9,709	16.6	8,850	18.2	4,897

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

[b] Trimethoprim-sulfamethoxazole

[c] 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%)

[d] Quinupristin-dalfopristin

[e] CLSI 지침 내 기준이 명시되어있지 않아, EUCAST에 따라 내성률 산출

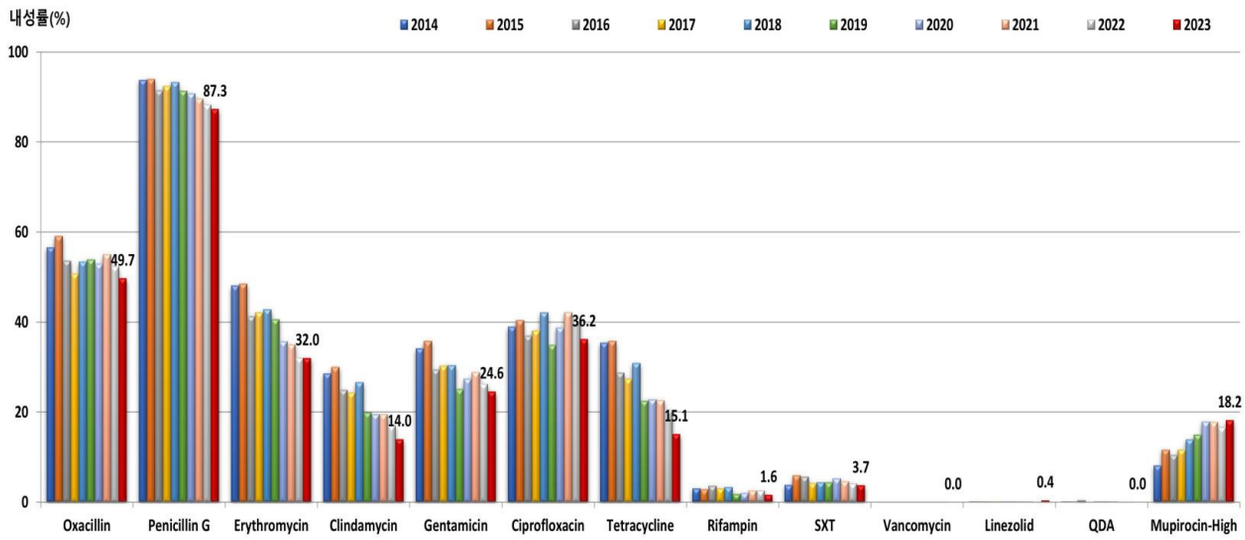


그림 2-7. 중소병원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

혈액 분리 황색포도알균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, Oxacillin 내성률은 49.5%로 전체 검체 대상 항균제 내성률과 비슷한 내성을 보였다. 한편, Ciprofloxacin(40.0%), Gentamicin(28.8%), Mupirocin(21.9%)은 전체 검체 대상 내성률에 비해 더 높은 수준을 보였으며, Penicillin G와 Tetracycline 내성률은 각각 85.1%, 12.7%로 낮은 내성을 보였다.

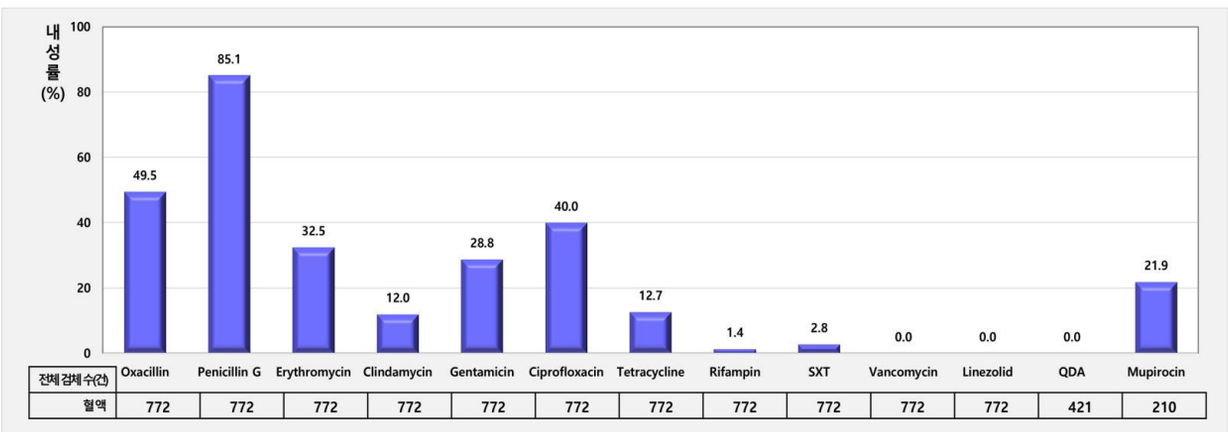


그림 2-8. 2023 년 중소병원 혈액검체 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

2. 2. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.)

면역 저하 환자, 만성 기저질환자에서 요로감염이나 균혈증 등을 일으키는 기회 감염균으로, 국내에서는 *E. faecalis*나 *E. faecium*이 주로 확인된다.

Enterococcus faecalis

2023년 주요 분리원은 소변(79.0%), 창상(9.1%), 비뇨생식기(5.2%) 검체 순으로 확인되었다. Ampicillin 내성률은 1% 미만을 유지하여 2023년 0.5%로 나타났다. 아미노글리코시드계 항생제인 고농도 Gentamicin과 고농도 Streptomycin의 내성률은 지속 감소하여, 2023년 각각 43.6%, 12.3%로 나타났다. 그 외 대부분의 항생제는 전년과 유사한 내성률을 유지하였다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Ampicillin	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	10,485	0.1	13,976	0.2	14,325	0.5	13,387
Ciprofloxacin	35.4	5,482	33.1	6,626	31.4	5,898	29.5	8,057	27.5	10,553	23.4	9,711	22.9	9,905	21.6	13,380	21.6	13,811	22.1	11,920
Gentamicin-High[b]	62.7	5,486	64.4	6,149	63.0	5,191	61.6	8,020	58.9	10,607	57.4	9,278	55.0	9,381	53.2	12,946	49.7	12,486	43.6	13,379
Streptomycin-High[b]	20.4	5,588	17.6	6,759	18.4	5,758	18.4	8,565	17.8	11,078	16.7	10,249	16.1	9,367	15.0	13,927	14.1	13,393	12.3	13,360
Tetracycline	88.7	5,578	89.7	6,631	87.8	5,659	87.5	8,058	87.4	10,554	87.0	9,713	85.7	9,907	85.9	13,378	85.1	12,914	85.8	11,913
Vancomycin	1.0	5,600	2.4	6,778	1.9	5,805	1.2	8,583	1.7	11,113	0.8	10,280	1.2	9,277	1.3	13,977	0.8	14,319	1.2	13,385
Linezolid	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	10,485	0.7	13,979	0.7	14,325	1.1	13,387

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

[b] 임상검사센터 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

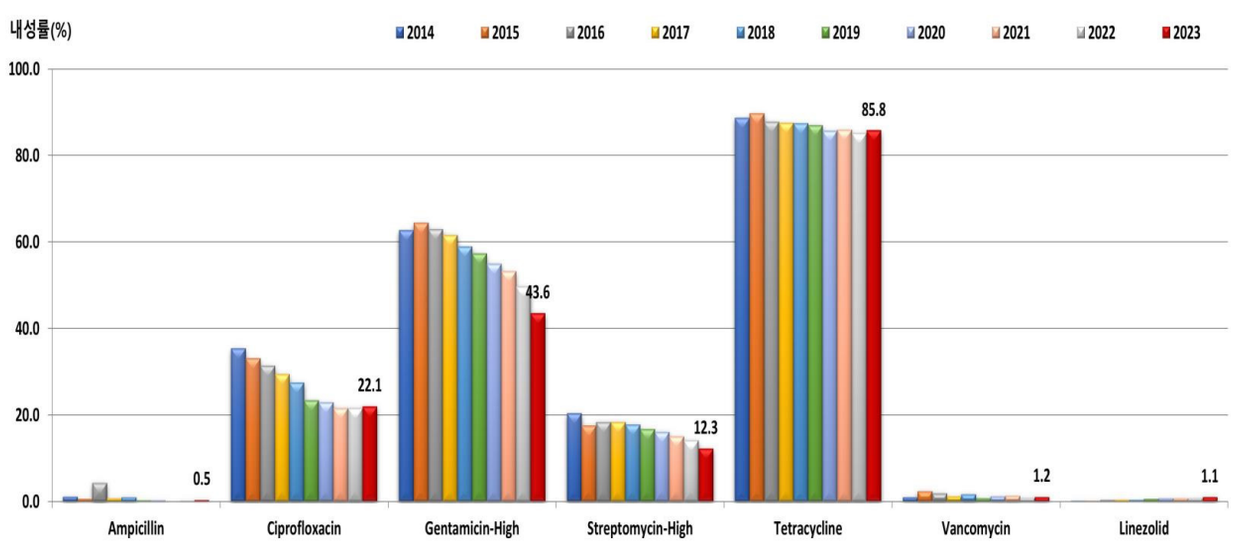


그림 2-9. 중소병원 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률(%)

혈액 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률을 산출하였을 때, 전체 검체 대상 내성률에 비해, Ciprofloxacin, 고농도 Gentamicin 내성률이 각각 48.2%, 53.7%로 높게 나타났다. 반면, Streptomycin-high와 Tetracycline, Linezolid 내성률은 각각 10.8%, 80.0%, 0%로 더 낮았다.

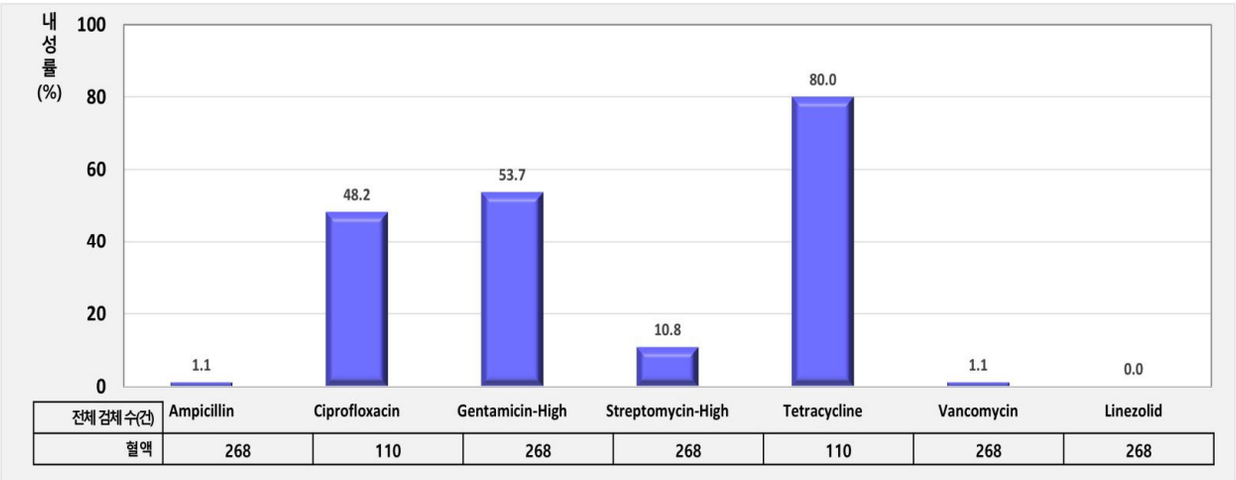


그림 2-10. 2023 년 중소병원 혈액검체 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률(%)

Enterococcus faecium

2023년 주요 분리원은 소변(62.9%), 대변(24.5%), 혈액(3.9%) 검체 순으로 확인되었다. Ampicillin과 Ciprofloxacin 내성률은 지속 높은 추세를 유지하여, 2023년 각각 95.0%, 95.2%로 확인되었다. 고농도 Gentamicin 내성률은 지속 감소하여 41.2%로 나타난 반면, Tetracycline과 QDA의 경우 전년 대비 증가하여 각각 25.1%, 8.1% 내성률을 보였다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Ampicillin	90.0	2,671	93.5	3,830	91.8	3,374	93.6	4,896	94.5	9,075	93.6	5,267	93.6	5,897	94.9	9,561	94.4	9,407	95.0	9,088
Ciprofloxacin	90.7	2,597	93.7	3,769	90.9	3,330	92.8	4,083	94.7	7,191	93.2	4,752	93.5	5,033	94.7	8,406	94.8	8,270	95.2	7,567
Gentamicin-High[b]	58.8	2,658	50.5	3,505	51.3	2,938	53.7	4,549	51.2	8,658	46.9	4,636	47.7	5,255	50.1	8,691	47.3	8,605	41.2	9,068
Streptomycin-High[b]	26.1	2,647	18.6	3,817	15.6	3,243	13.2	4,874	11.1	9,034	10.7	5,246	8.4	5,232	7.8	9,515	9.2	9,042	8.9	9,043
Tetracycline	32.5	2,599	35.8	3,770	33.3	3,194	29.4	4,081	30.8	7,192	23.2	4,752	19.3	5,035	17.1	8,403	21.2	7,941	25.1	7,563
Vancomycin	22.1	2,670	29.0	3,833	25.8	3,277	38.6	4,896	61.7	9,075	44.4	5,266	51.4	5,895	60.8	9,561	52.9	9,404	48.5	9,089
QDA[c]	4.0	2,552	2.9	3,722	2.8	2,898	3.6	4,875	5.2	9,075	5.1	5,265	6.2	5,897	6.5	9,559	4.9	9,078	8.1	5,514
Linezolid	0.1	2,668	0.1	3,831	0.2	3,278	0.2	4,896	0.1	9,075	0.4	5,267	0.2	5,897	0.1	9,561	0.2	9,407	0.2	9,089

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

[b] 임상검사센터 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

[c] Quinupristin-dalfopristin

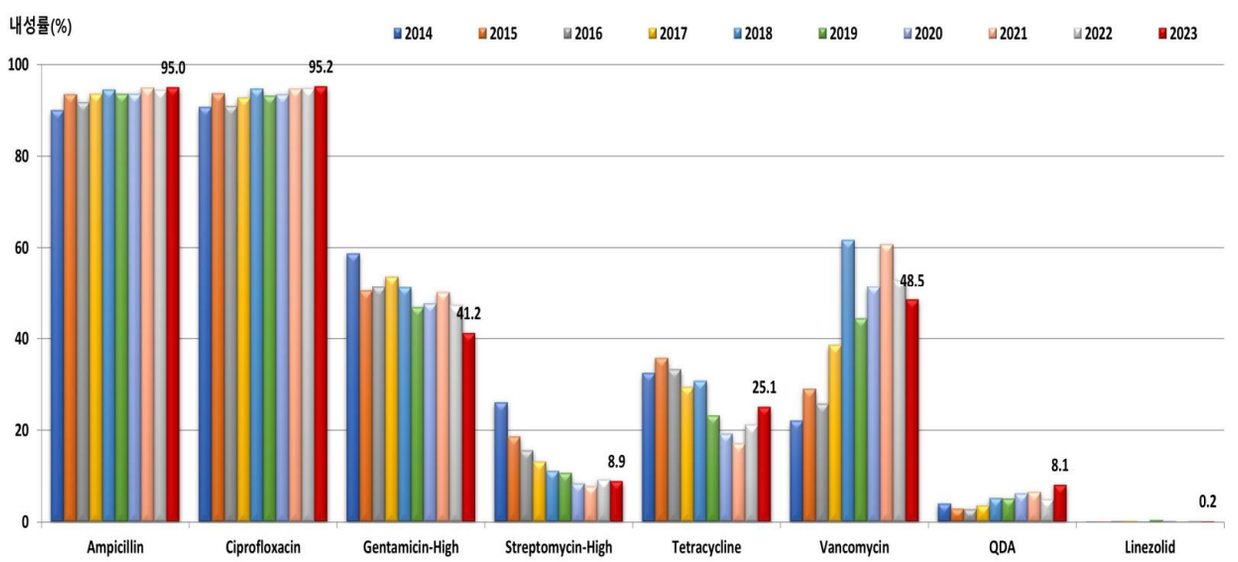


그림 2-11. 중소병원 분리 *E. faecium* 항균제 내성률(%)

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

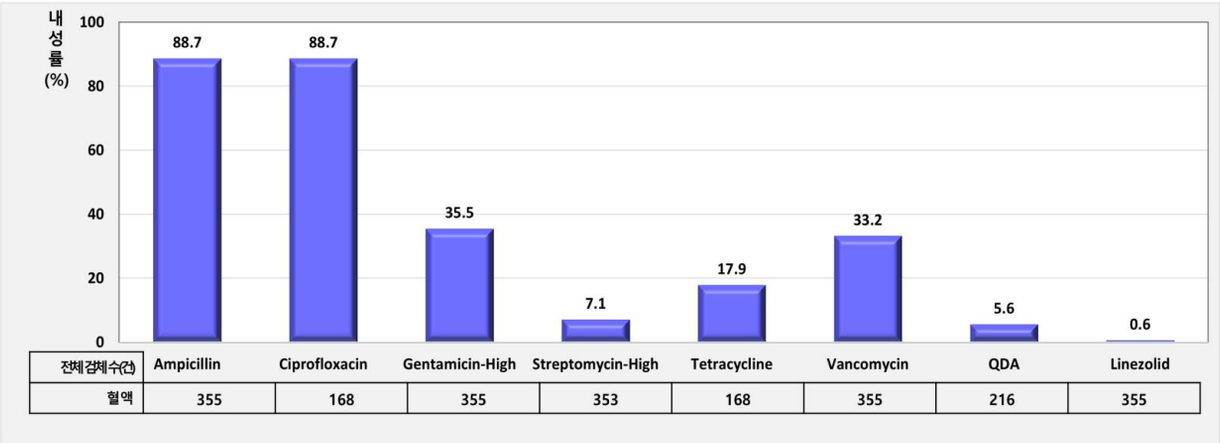


그림 2-12. 2023 년 중소병원 혈액검체 분리 *E. faecium* 항균제 내성률(%)

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

폐렴사슬알균은 세균성 폐렴의 가장 흔한 원인균으로 지역사회획득 폐렴, 균혈증, 뇌수막염, 중이염, 부비강염 등을 일으키는 주요 병원균이나, 검출되는 균주 수는 줄어드는 추세이다. 2023년 주요 분리원은 호흡기(71.2%), 혈액(14.0%), 창상(6.4%) 검체 순으로 확인되었다. Penicillin G 내성률은 17.1%로 나타났다. Erythromycin 내성률은 2023년 91.0%로 여전히 높은 내성률을 보였고, Tetracycline, SXT 내성률은 각각 80.4%, 46.0%로 나타났다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Penicillin G	4.7	495	8.5	247	7.3	329	11.8	364	10.1	347	9.5	338	17.5	166	15.9	82	17.8	174	17.1	228
Erythromycin	83.0	500	84.9	510	86.0	413	83.6	529	87.1	496	86.2	507	86.3	168	89.8	88	85.7	175	91.0	234
Tetracycline	75.2	501	79.1	511	78.1	421	75.8	538	79.5	497	76.9	503	70.2	168	75.0	88	76.9	169	80.4	235
SXT[b]	40.6	501	47.9	511	48.0	425	43.3	538	44.8	498	42.5	506	47.6	168	48.3	87	47.9	169	46.0	235
Rifampin[c]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	163	3.1	64	2.1	95	0.6	157
Vancomycin	0.0	501	0.0	511	0.0	420	0.0	538	0.0	498	0.0	506	0.0	168	0.0	88	0.0	176	0.0	236

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

[b] Trimethoprim-sulfamethoxazole

[c] 자동화장비 패널 변경(AST ST01→ST03)으로 2020년부터 감수성 검사 결과 추가

※ Ofloxacin은 2013년 패널 변경 등의 사유로 산출이 되지 않아 표에서 삭제

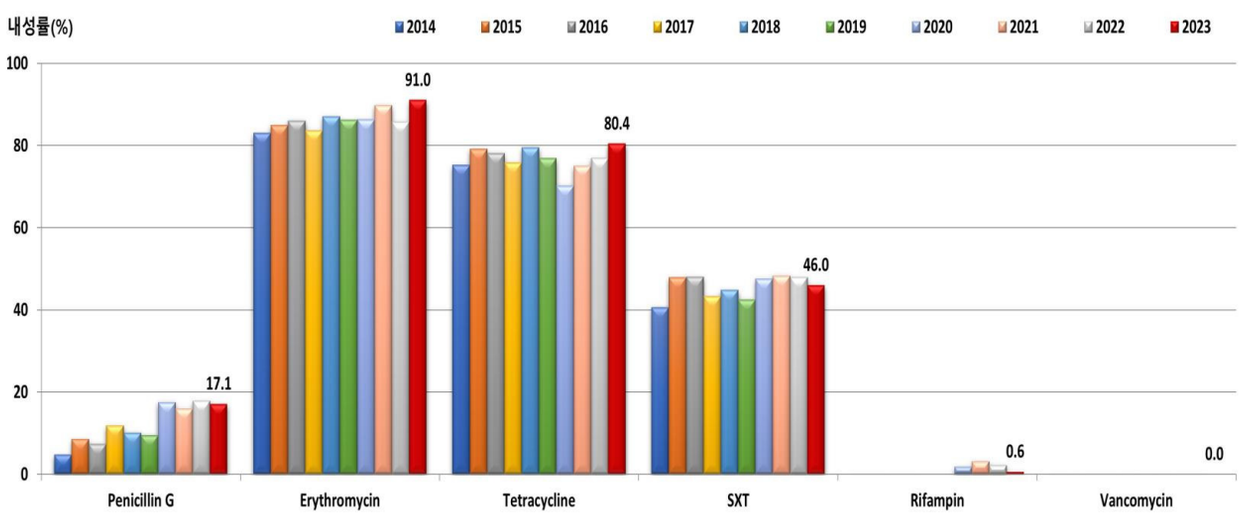
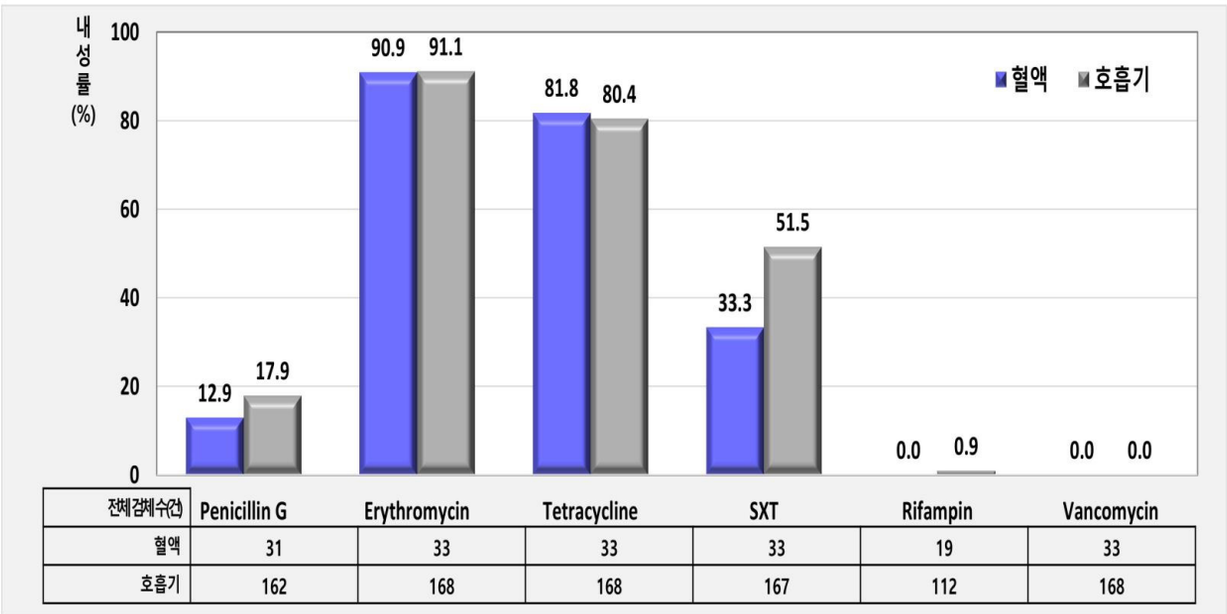


그림 2-13. 중소병원 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

혈액 분리 폐렴사슬알균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, Tetracycline을 제외한 모든 항균제 내성률이 전체 항균제 내성률에 비해 낮았다. 반면, 호흡기 분리 폐렴사슬알균의 항균제 내성률은 전체 항균제 내성률과 비슷한 수준으로 확인되었다. 그 중 SXT의 경우 호흡기 분리 균주에서 내성률이 5.5%p 더 높게 나타났다.



전체검체수(건)	Penicillin G	Erythromycin	Tetracycline	SXT	Rifampin	Vancomycin
혈액	31	33	33	33	19	33
호흡기	162	168	168	167	112	168

그림 2-14. 2023 년 중소병원 혈액·호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

2. 2. 4. 대장균(*Escherichia coli*)

대장균은 지역사회 또는 원내 요로감염에서 가장 흔하게 분리되는 그람음성균으로 2000년대부터 의료 환경 내에서 extended-spectrum β-lactamase(ESBL) 생성균의 발생 및 확산이 문제가 되고 있다. 2023년 주요 분리원은 소변(81.2%), 혈액(6.6%), 호흡기(3.9%) 검체 순으로 확인되었다. 대부분의 항균제 내성률은 작년과 비슷한 수준을 유지하였다. 플로로퀴놀론계 내성률은 53.3%였고, Imipenem, Meropenem, Ertapenem 내성률은 각각 1.5%, 1.7%, 1.8%로 나타났다. Cefepime의 경우 14.3%로 전년 대비 소폭 증가한 양상을 보였다.

표 2-5. 중소병원 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	1.0	22,290	0.8	31,178	0.9	24,270	0.6	36,302	4.1	51,008	0.5	48,371	0.6	32,153	0.7	62,191	0.7	66,306	0.6	66,168
Gentamicin	31.3	22,289	32.2	31,178	31.2	24,460	31.2	36,301	31.3	51,008	28.8	48,370	29.3	32,151	28.1	62,190	26.0	66,303	25.8	66,161
Fluoroquinolone[b]	48.7	22,291	51.4	31,178	47.7	24,572	47.9	36,302	56.5	51,008	46.2	48,369	54.0	32,146	53.3	62,185	52.0	66,306	53.3	66,161
Ampicillin	71.2	22,284	73.7	31,171	71.6	24,285	71.8	36,297	74.5	51,005	70.7	48,369	70.2	32,142	68.5	62,185	68.7	66,303	71.1	66,164
Cefotaxime	33.2	22,288	37.6	31,217	36.8	24,351	37.0	36,301	41.0	51,005	36.3	48,369	36.7	32,150	35.7	62,189	35.1	49,805	36.9	66,123
Ceftazidime	25.8	22,291	18.4	31,216	17.6	24,342	17.3	36,301	21.2	51,008	16.7	48,370	17.5	32,151	16.7	62,191	16.2	66,305	17.3	66,165
Cefoxitin	10.0	22,284	10.0	31,173	9.6	24,159	9.4	27,617	12.3	51,004	9.7	48,369	9.1	32,125	8.8	62,188	9.1	66,305	10.1	36,450
Aztreonam	21.0	16,135	22.7	22,509	22.9	16,713	23.1	27,610	25.6	39,191	22.4	39,358	22.2	24,332	22.2	52,990	21.8	57,212	22.6	31,891
Cefepime	21.5	22,289	13.6	31,219	10.9	24,339	11	36,301	13.3	51,009	9.8	48,371	9.8	32,147	9.9	62,190	9.5	66,304	14.3	66,128
Imipenem	0.0	22,284	0.1	31,215	0.9	24,453	0.5	36,292	2.8	51,008	1.0	48,364	1.4	32,145	1.9	62,182	2.0	66,299	1.5	66,102
Meropenem[c]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	34,246
Ertapenem[c]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	61,588
SXT[d]	37.5	22,284	39.3	31,161	38.6	24,577	38.1	36,290	40.1	51,004	39	48,365	38.4	32,146	36.3	62,171	35.4	61,013	36.3	66,160

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

[b] 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2023 ciprofloxacin

[c] 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항생제 내성률 추가

[d] Trimethoprim-sulfamethoxazole

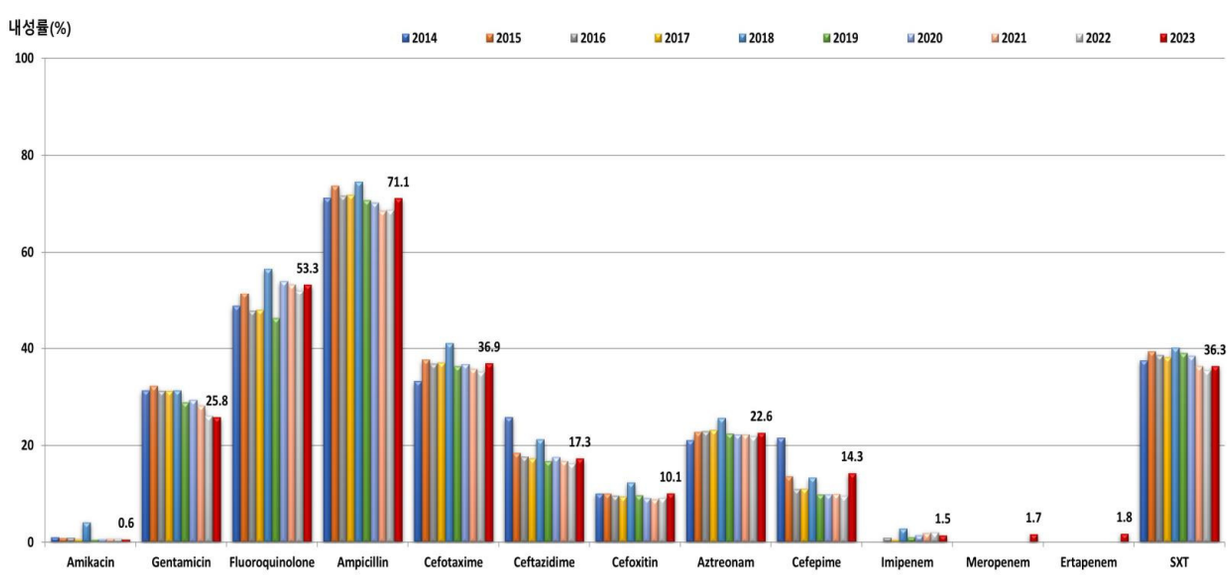
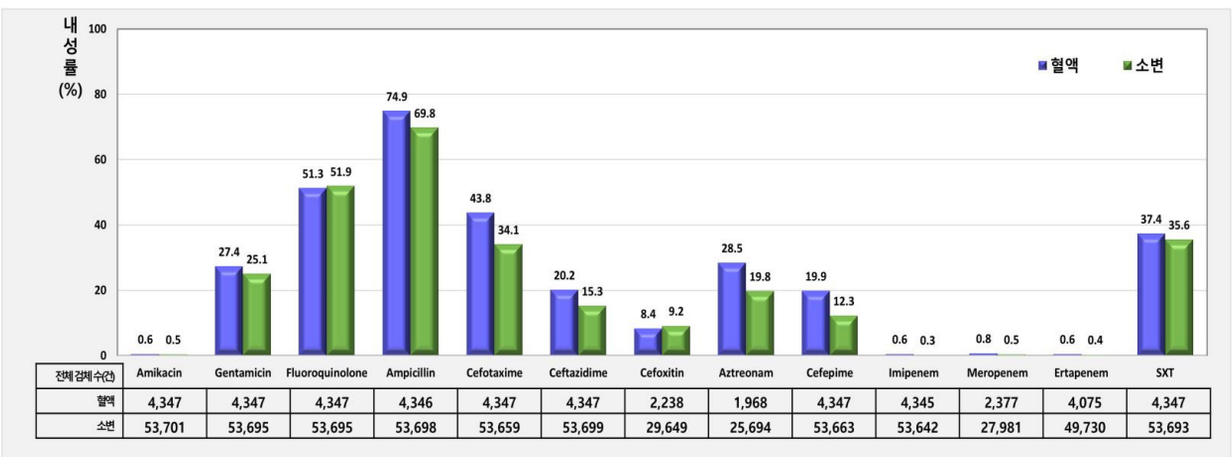


그림 2-15. 중소병원 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

혈액 분리 대장균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, 세팔로스포린계 항균제인 Cefotaxime 43.8%, Ceftazidme 20.2%, Cefepime 19.9%로 전체 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다. 반면 카바페넴계 항균제 내성률의 경우 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에서 각각 0.6%, 0.8%, 0.6%로 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 낮았다.

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



전체검체수(건)	Amikacin	Gentamicin	Fluoroquinolone	Ampicillin	Cefotaxime	Ceftazidime	Cefoxitin	Aztreonam	Cefepime	Imipenem	Meropenem	Ertapenem	SXT
혈액	4,347	4,347	4,347	4,346	4,347	4,347	2,238	1,968	4,347	4,345	2,377	4,075	4,347
소변	53,701	53,695	53,695	53,698	53,659	53,699	29,649	25,694	53,663	53,642	27,981	49,730	53,693

그림 2-16. 2023 년 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. 2023년 주요 분리원은 호흡기(43.2%), 소변(35.5%), 대변(6.6%) 검체 순으로 확인되었다. Cefotaxime, Ceftazidime, Cofoxitin의 내성률은 2021년부터 소폭 감소하여, 각각 47.1%, 43.0%, 21.7%로 나타났다. 카바페넴계 항생제 내성률은 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에서 각각 16.4%, 18.1%, 17.6%로 나타났다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	13.3	9,458	10.7	13,730	7.6	9,389	6.8	13,155	7.0	17,106	3.6	15,568	3.8	14,404	2.6	20,835	1.7	21,894	0.8	22,316
Gentamicin	28.7	9,457	25.6	13,729	24	9,526	20.3	13,154	26.7	17,105	19.7	15,567	23.5	14,402	24.6	20,834	23.0	21,894	22.1	22,315
Fluoroquinolone[b]	42.1	9,458	40.8	13,729	37.9	9,582	36.4	13,156	47.9	17,106	33.4	15,567	49.3	14,399	52.9	20,830	50.9	21,892	48.7	22,309
SXT[c]	26.5	9,455	27.6	13,729	28.1	9,593	24.9	13,152	34.6	17,106	26.8	15,566	32.9	14,401	36.2	20,831	35.3	20,826	33.5	22,316
Cefotaxime	44.4	9,457	46.0	13,732	43.1	9,441	40.8	13,154	51.4	17,106	38.4	15,566	46.0	14,403	50.0	20,833	48.8	15,121	47.1	22,310
Ceftazidime	40.5	9,457	42.3	13,732	37.5	9,430	36.8	13,155	47.7	17,106	33.6	15,566	41.5	14,404	45.4	20,834	44.1	21,896	43.0	22,315
Cefepime	24.3	9,456	24.7	13,732	22.8	9,431	23.3	13,155	31.7	17,106	22.9	15,565	30.3	14,403	33.1	20,834	32.6	21,895	35.5	22,308
Cefoxitin	18.5	9,454	19.0	13,725	17.2	9,227	13.8	10,022	25.1	17,106	17.0	15,564	20.9	14,400	25.5	20,834	24.0	21,893	21.7	11,872
Aztreonam	38.2	6,298	39.6	9,824	36.0	6,644	33.9	10,025	40.3	11,804	31.1	12,616	38.1	11,442	43.7	17,629	43.2	19,038	42.6	10,728
Imipenem	0.3	9,449	1.4	13,732	3.3	9,485	3.8	13,152	17.5	17,106	7.9	15,557	13.5	14,379	19.4	20,819	18.8	21,884	16.4	22,287
Meropenem[d]	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	18.1	11,651
Ertapenem[d]	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	17.6	21,147

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2023 Ciprofloxacin

[c] Trimethoprim-sulfamethoxazole

[d] 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항생제 내성률 추가

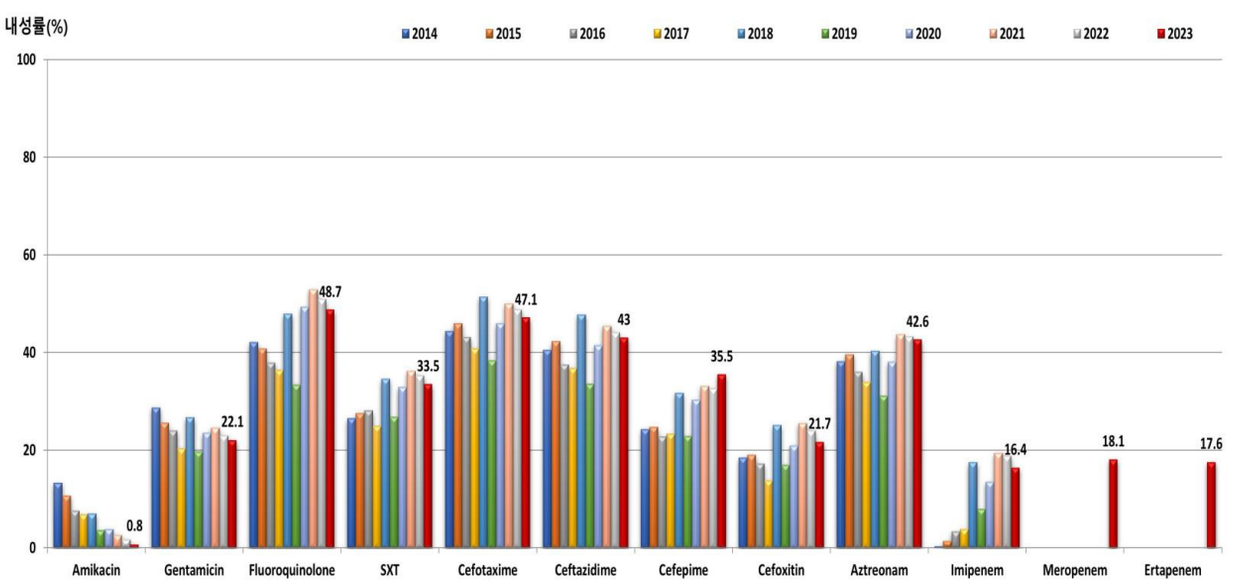
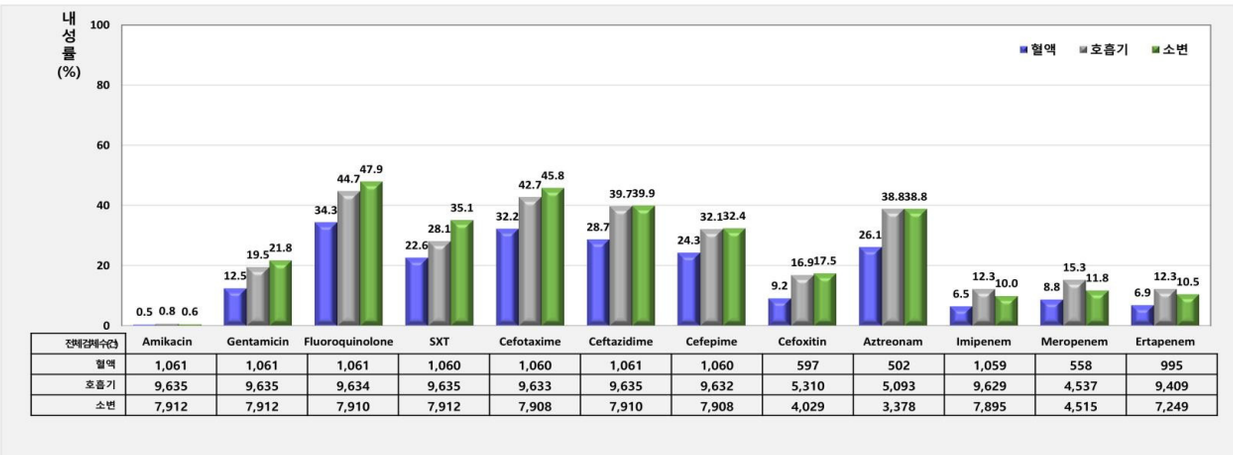


그림 2-17. 중소병원 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

검체별 항균제 내성률을 비교하였을 때, 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해, 혈액 및 호흡기, 소변 분리 폐렴막대균의 내성률이 전체적으로 더 낮은 것을 확인하였다.

다른 검체 분리 균주에 비해, 혈액 분리 폐렴막대균의 항균제 내성률이 모든 항균제에서 더 낮은 것을 확인할 수 있었다. Gentamicin, 플로로퀴놀론계 항생제, SXT, Cefotaxime의 내성률은 소변 분리 균주에서 가장 높았으며, 카바페넴계 항생제 내성률은 호흡기 분리 균주에서 가장 높게 나타났다.



전체검체수(건)	Amikacin	Gentamicin	Fluoroquinolone	SXT	Cefotaxime	Ceftazidime	Cefepime	Cefoxitin	Aztreonam	Imipenem	Meropenem	Ertapenem
혈액	1,061	1,061	1,061	1,060	1,060	1,061	1,060	597	502	1,059	558	995
호흡기	9,635	9,635	9,634	9,635	9,633	9,635	9,632	5,310	5,093	9,629	4,537	9,409
소변	7,912	7,912	7,910	7,912	7,908	7,910	7,908	4,029	3,378	7,895	4,515	7,249

그림 2-18. 2023년 중소병원 혈액·호흡기·소변 검체 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

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

엔테로박터균은 면역력이 저하된 환자들에 잘 감염되고 중환자실 장기입원 환자들에서 감염을 일으켜 이환률과 사망률을 높인다. 또한 지역사회 감염의 원인균으로 요로감염, 피부감염 등을 유발한다. 2023년 주요 분리원은 호흡기(32.4%), 창상(31.4%), 소변(24.4%) 검체 순으로 확인 되었다. 세팔로스포린계 항생제인 Cefotaxime, Ceftazidime, Cefepime의 경우 각각 27.8%, 24.3%, 10.5%, 플로로퀴놀론계 항균제의 내성률은 21.0%, Amikacin, Gentamicin 등 아미노글리코시드계 항균제의 내성률은 각각 0.4%, 7.0%로 대부분의 항균제 내성률이 전년과 비슷한 수준을 유지하였다. 2010년 이후 점차 증가하는 카바페넴계 항균제의 내성률은 2023년에는 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에서 각각 2.7%. 3.3%, 3.5%로 나타났다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	1.4	1,999	1	2,596	1.4	2,065	3.1	2,629	2.2	3,238	0.9	3,360	1.7	2,889	1.1	3,395	0.8	3,206	0.4	3,621
Gentamicin	7.5	1,999	7.8	2,596	8.7	2,093	9.1	2,630	12.7	3,238	5.4	3,361	6.4	2,889	6.5	3,395	6.1	3,207	7.0	3,621
Fluoroquinolone[b]	12	1,999	9.7	2,596	13.0	2,153	9.1	2,130	14.9	3,238	9.9	3,360	20.2	2,889	22.3	3,394	21.5	3,207	21.0	3,619
SXT[c]	17.6	1,999	14	2,596	16.2	2,154	11.7	2,630	15.5	3,238	11.4	3,361	12.1	2,494	14.0	3,394	13.4	2,989	13.0	3,621
Cefotaxime	28.8	1,999	25.8	2,601	26.0	2,075	24.0	2,630	30.2	3,237	21.3	3,360	24.0	2,889	28.6	3,395	29.5	2,144	27.8	3,620
Ceftazidime	21.9	1,999	20.7	2,601	19.5	2,074	19.1	2,629	25.2	3,238	17.0	3,361	20.3	2,889	24.3	3,395	25.5	3,207	24.3	3,620
Cefepime	8.4	1,999	8.1	2,596	6.2	2,074	7.1	2,630	10.0	3,238	6.8	3,361	8.1	2,889	9.1	3,395	8.9	3,207	10.5	3,618
Aztreonam	20.6	1,474	20.5	2,006	20.8	1,549	19.0	2,130	23.8	2,745	16.0	2,958	19.4	2,494	24.3	3,012	25.1	3,102	24.2	1,539
Imipenem	0.3	1,995	0.3	2,601	1.9	2,134	1.6	2,630	2.7	3,238	1.2	3,361	2.0	2,887	2.6	3,392	3.6	3,207	2.7	3,614
Meropenem[d]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	2,082
Ertapenem[d]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5	3,466

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2023 Ciprofloxacin

[c] Trimethoprim-sulfamethoxazole

[d] 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항생제 내성률 추가

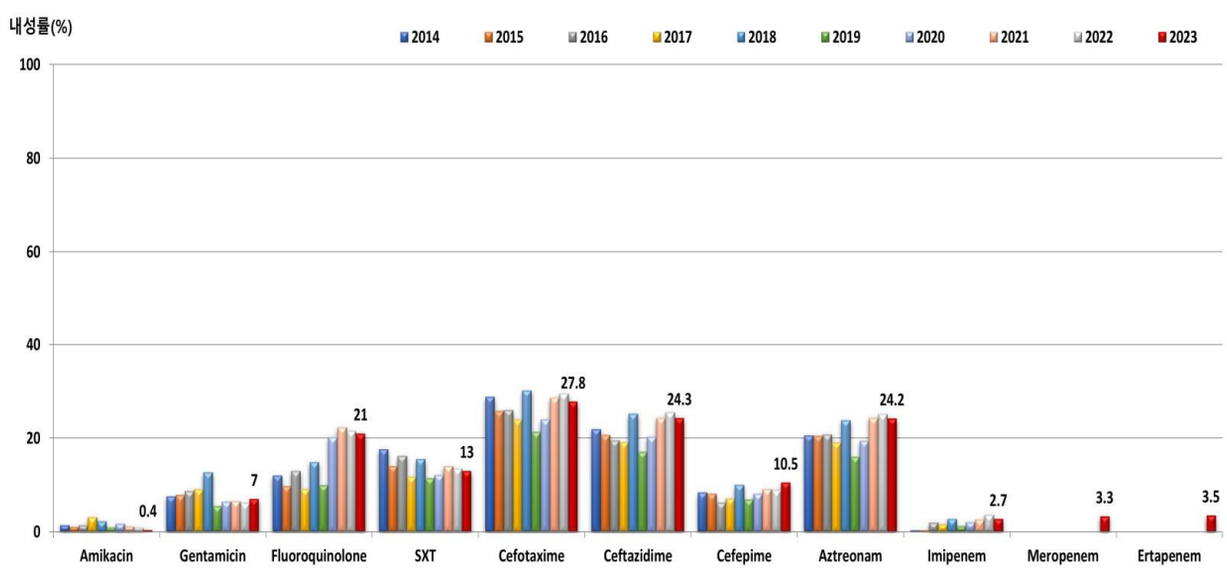
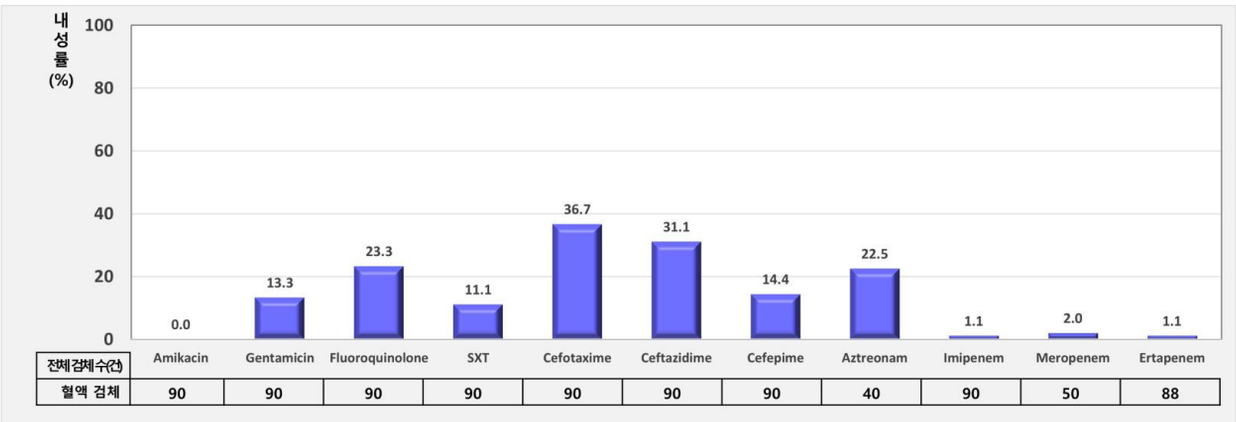


그림 2-19. 중소병원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률(%)

혈액 분리 엔테로박터균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, Amikacin, SXT, Aztreonam, 카바페넴계 항균제를 제외한 모든 항균제 내성률이 전체 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다. 다만, 혈액 분리 균주의 수가 적어 항균제 내성률 해석에 유의할 필요가 있다.



전체검체수(건)	Amikacin	Gentamicin	Fluoroquinolone	SXT	Cefotaxime	Ceftazidime	Cefepime	Aztreonam	Imipenem	Meropenem	Ertapenem
혈액 검체	90	90	90	90	90	90	90	40	90	50	88

그림 2-20. 2023 년 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. 2023년 주요 분리원은 호흡기(46.1%), 소변(30.9%), 창상(15.9%) 검체 순으로 확인되었다. 카바페넴계 항균제는 2010년 이후 꾸준히 증가, Imipenem, Meropenem에 대한 내성률은 2022년 보다 소폭 감소하여 40.0%, 34.8%로 나타났다. Colistin 내성률은 4.2%로 전년 대비 증가한 것을 확인하였다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	22.0	8,115	26.2	13,146	21.1	8,070	24.2	6,961	25.2	11,710	21.0	6,848	23.4	10,640	25.5	14,885	25.9	10,488	28.8	10,475
Gentamicin	28.9	8,116	34.5	13,149	27.9	8,227	30.6	6,957	30.4	11,709	24.8	6,845	28.4	10,655	31.0	14,883	30.9	10,487	28.7	9,830
Fluoroquinolone[b]	44.2	8,118	52.6	13,143	43.6	8,259	47.5	6,950	53.5	11,712	40.9	6,843	45.9	10,652	49.7	14,877	50.0	10,483	44.4	15,554
Piperacillin	38.7	6,070	49.0	9,692	38.6	5,891	39.0	6,962	44.1	11,699	33.6	6,843	36.6	6,701	41.6	10,399	40.7	10,485	39.0	5,526
Aztreonam	24.2	8,055	28.0	13,097	23.2	8,052	27.6	6,934	35.3	11,665	24.5	6,816	28.3	10,639	26.6	14,846	26.6	10,458	24.0	8,035
Ceftazidime	22.0	8,117	29.5	13,149	23.0	8,095	28.1	6,961	33.2	11,707	25.0	6,848	30.6	10,660	32.7	14,883	31.7	10,488	28.4	15,552
Cefepime	23.9	6,076	39.9	9,692	24.4	8,098	29.3	6,963	33.8	11,712	27.2	6,850	30.6	10,646	32.4	14,884	31.2	10,489	25.8	15,558
Imipenem	38.0	8,090	47.3	13,134	37.9	8,116	42.2	6,945	51.8	11,680	38.3	6,833	37.6	10,660	42.2	14,877	43.7	10,466	40.0	15,539
Meropenem	26.6	7,632	41.0	13,114	32.6	7,943	37.5	6,949	46.5	11,682	33.5	6,833	34.2	10,653	38.7	14,876	40.1	10,478	34.8	15,554
Colistin	1.8	8,086	1.8	13,124	0.9	7,931	1.0	5,953	2.2	7,505	0.7	4,937	1.5	8,868	0.4	10,946	0.8	6,089	4.2	5,755

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2022 Ciprofloxacin

※ Tobramycin은 2012년 패널 변경 등의 사유로 산출이 되지 않아 표에서 삭제

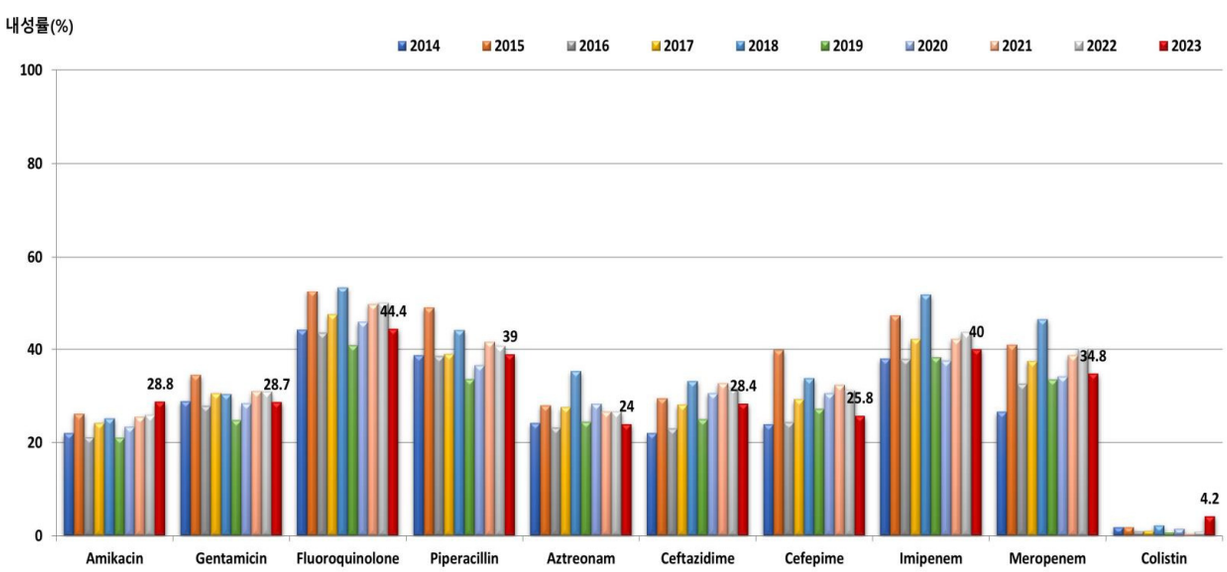
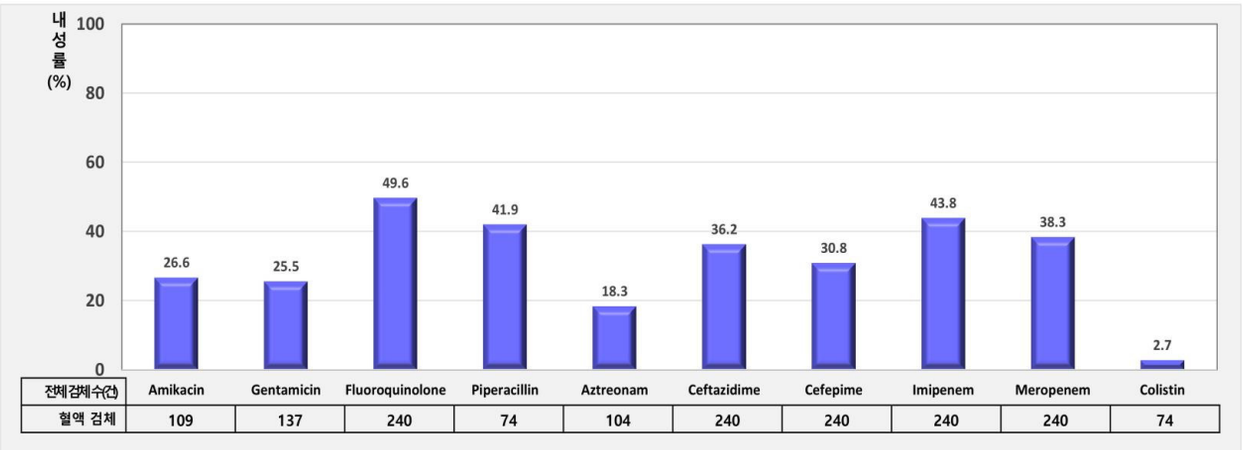


그림 2-21. 중소병원 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

혈액 분리 녹농균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, 세팔로스포린계 항균제인 Ceftazidime, Cefepime 내성률이 각각 36.2%, 30.8%, 카바페넴계 항균제인 Imipenem, Meropenem 내성률이 각각 43.8%, 38.3%로 전체 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다.



전체검체수(건)	Amikacin	Gentamicin	Fluoroquinolone	Piperacillin	Aztreonam	Ceftazidime	Cefepime	Imipenem	Meropenem	Colistin
혈액 검체	109	137	240	74	104	240	240	240	240	74

그림 2-22. 2023 년 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. 2023년 주요 분리원은 호흡기(59.6%), 창상(22.5%), 소변(10.3%) 검체 순으로 확인되었다. 카바페넴계 항균제 내성률은 증가 추세를 보였다가 2019년 감소했었으나, 2020년부터 다시 증가하여 2023년 내성률은 Imipenem과 Meropenem에서 각각 72.1%, 67.8%로 높은 수준을 유지하고 있다. 플로로퀴놀론계 내성률은 꾸준히 70% 내외로 나타났으며, 2023년 71.8%로 나타났다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	43.8	3,620	40.7	3,866	32.5	2,333	39.7	2,006	39.0	2,727	31.1	1,799	33.2	1,431	33.4	1,864	33.2	1,703	43.0	2,343
Gentamicin	61.6	5,506	63.6	8,014	56.2	5,179	53.9	6,382	63.0	10,454	47.9	6,273	52.3	4,866	58.6	6,990	58.3	7,389	55.9	6,299
Fluoroquinolone[b]	70.4	5,505	73.6	8,012	68.9	5,225	69.9	6,375	76.5	10,451	62.6	6,272	67.8	4,865	76.8	6,985	78.2	7,387	71.8	6,299
Piperacillin	70.6	4,110	71.2	7,379	65.8	4,980	65.8	6,379	73.9	10,454	59.5	6,274	64.6	4,867	75.1	6,990	77.4	7,389	68.0	6,294
Ceftazidime	65.7	5,506	68.4	8,014	62.0	5,161	63.5	6,382	72.1	10,454	58.1	6,273	62.5	4,867	72.2	6,990	73.6	7,389	64.8	6,299
Cefepime	66.3	4,121	69.1	7,915	63.3	5,161	65.7	6,382	73.5	10,454	59.4	6,274	63.6	4,863	73.2	6,990	76.4	7,389	67.5	4,538
Imipenem	72.9	4,794	69.3	7,728	61.1	5,200	63.4	6,381	72.0	10,453	57.7	6,274	62.8	4,866	73.5	6,988	75.6	7,387	72.1	5,935
Meropenem	63.3	5,351	67.8	7,999	63.2	4,994	63.8	6,380	72.3	10,453	58.0	6,270	63.3	4,866	73.9	6,990	75.8	7,388	67.8	6,297
Colistin	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	3,984	0.2	5,000	0.5	5,054	0.2	2,415

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2022 Ciprofloxacin

※ Tobramycin은 2012년 패널 변경 등의 사유로 산출이 되지 않아 표에서 삭제

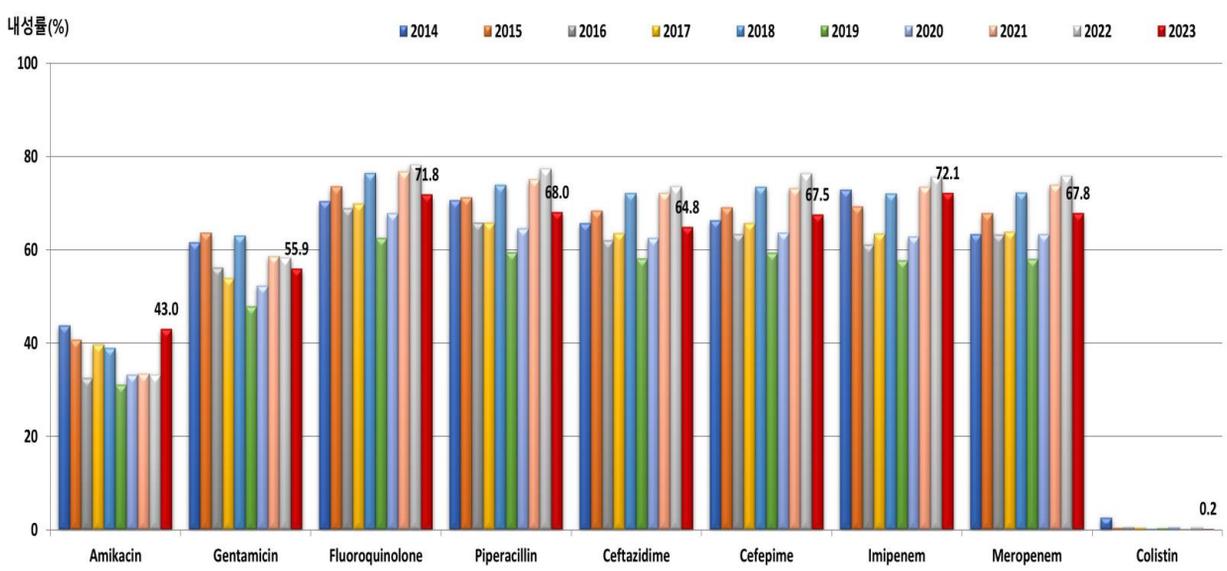


그림 2-23. 중소병원 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

혈액 분리 아시네토박터균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, Amikacin과 Colistin을 제외한 대부분의 항균제 내성률이 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다.

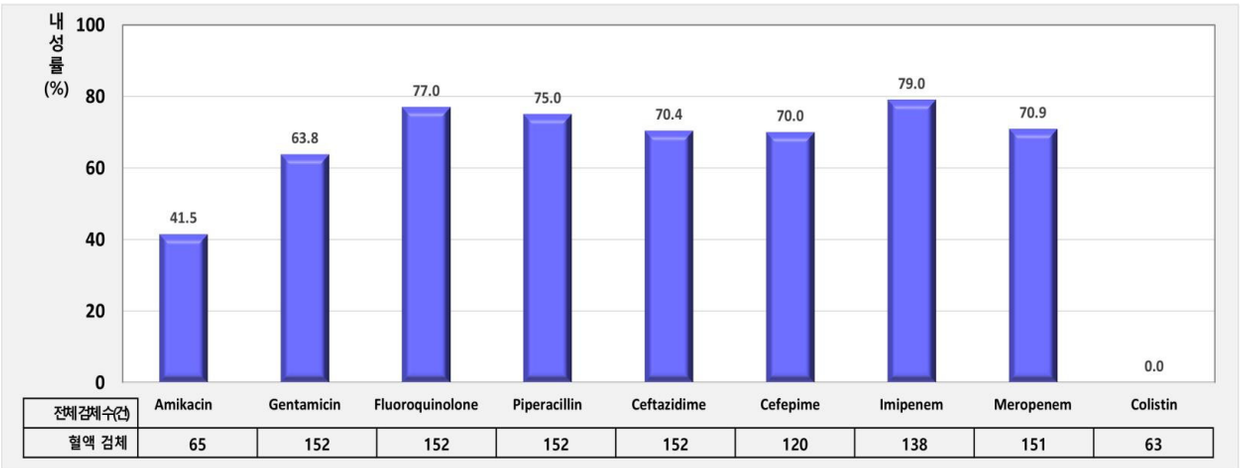


그림 2-24. 2023 중소병원 혈액 검체 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

3

국내 항균제 내성정보 조사결과(요양병원)

2023 국내 항균제 내성정보 모니터링

3 국내 항균제 내성정보 조사결과(요양병원)

3. 1. 요양병원 수집 정보

2023년 요양병원 항균제 내성정보는 약 605개 기관에서 의뢰된 검사결과를 수집하여 분석하였으며, 총 52,047건의 검체를 대상으로 내성정보가 수집되었다. 52,047건의 내성정보를 분석한 결과, 주요 분리원은 호흡기 검체 20,245건(38.9%), 소변 검체 15,255건(29.3%), 대변 검체 8,578건(16.5%), 창상 검체 3,219건(6.2%) 순으로 확인되었다.

3. 1. 1. 연령별 검체 분포 현황

수집 건수는 요양병원의 특성상 1세 미만 군, 1-4세 군, 5-14세 군에서는 각각 10건, 25건, 24건으로 연령이 낮은 군에서 수집건수가 낮았다. 전반적으로 수집 건수는 연령이 증가하면서 대체적으로 증가하는 경향이 있으며, 75-84세 군에서 총 14,811건으로 가장 많았다.

호흡기 검체는 5-14세 군을 제외한 모든 연령에서 가장 많은 비율로 수집된 것을 확인하였다. 검체 분리 건수는 연령이 증가함에 따라 함께 증가하는 양상을 보였지만, 분리되는 검체의 비율은 연령별로 비슷하였다. (그림 3-1)

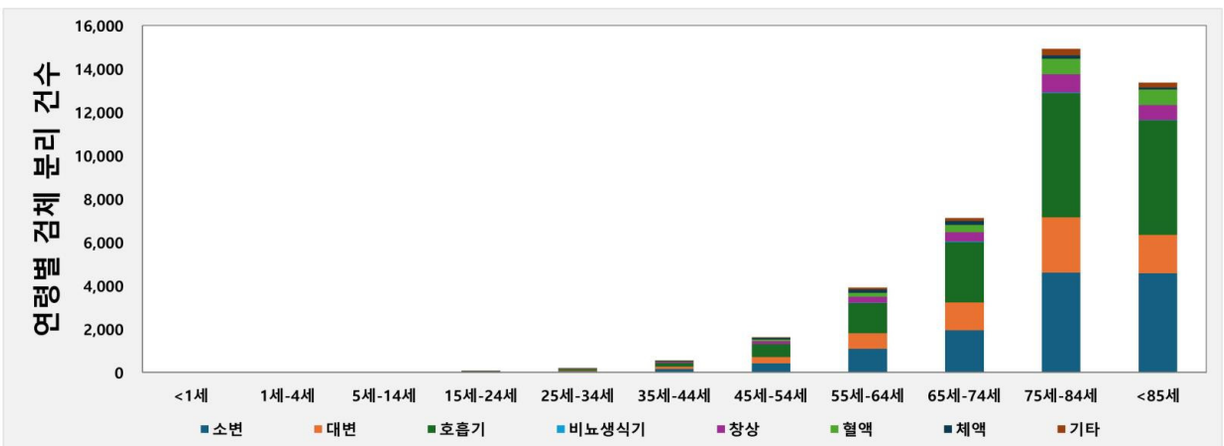


그림 3-1. 요양병원 연령대별 검체 분리 건수

3. 1. 2. 월별 분리 건수

1년 동안 수집된 검체를 월별로 나누었을 때, 가장 수집이 적은 월은 9월(3,843건), 가장 수집이 많은 월은 1월(6,291건)로 나타났다. 내성정보의 월별 수집건수는 다소 차이가 있었으나, 매달 호흡기 검체가 가장 많이 분리되었다. (그림 3-2)

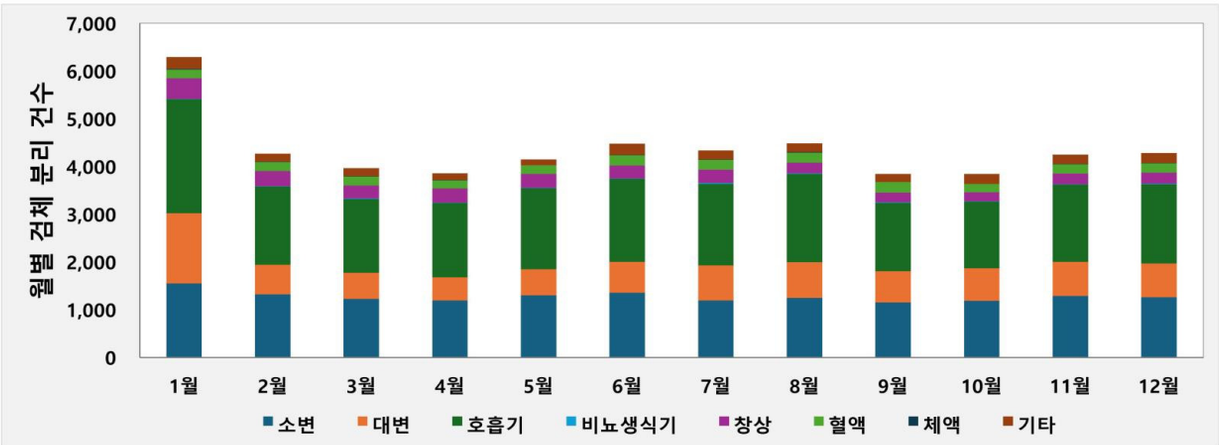


그림 3-2 요양병원 월별 검체 분리 건수

1년 동안 요양병원에서 분리된 건수를 비교하였을 때, 1월에 가장 많은 균이 분리된 것을 확인하였다. 그람양성균의 경우 1~2월, 11월~12월 등 추운 계절에 비교적 많은 균이 분리되었으며, 그람음성균의 경우 1월 및 여름철인 6~8월에 분리 건수가 많았다. (그림 3-3, 3-4)

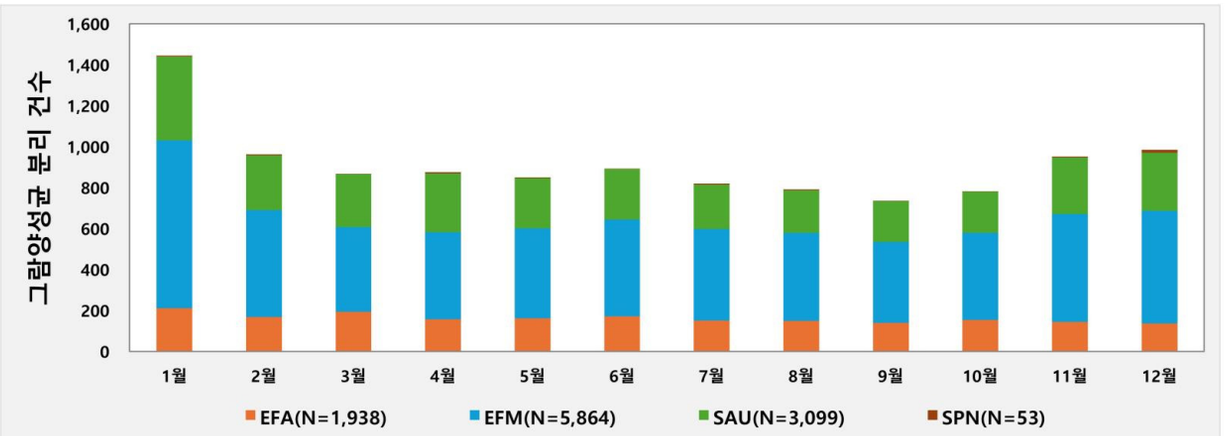


그림 3-3 요양병원 월별 그람양성균 분리 건수

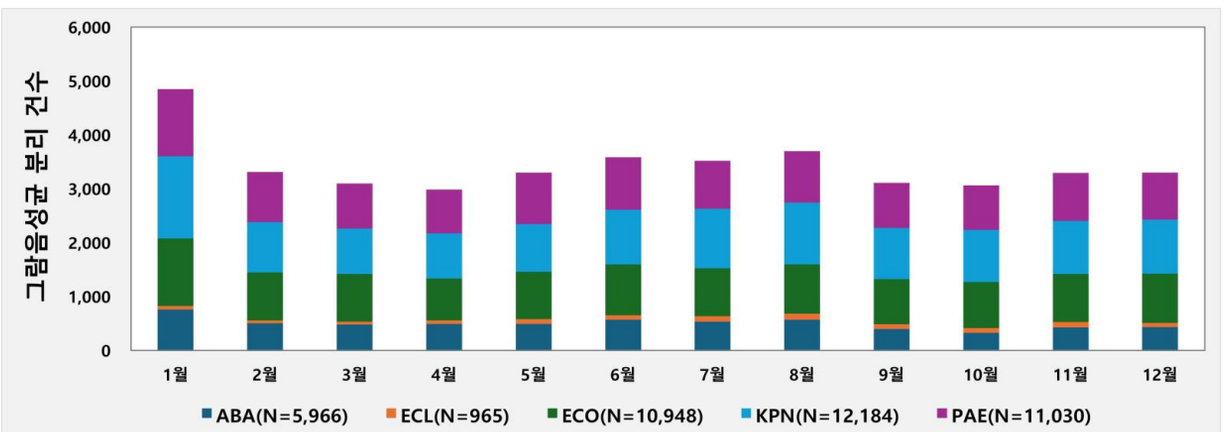


그림 3-4 요양병원 월별 그람음성균 분리 건수

3. 1. 3. 성별에 따른 분리 건수

혈액 분리 균의 성별 분포를 확인하였을 때, 대장균은 여성에서 더 많이 분리되었으며, 그 외 균주는 남성과 여성에서 비슷하게 분리되었다. 소변 분리 균의 성별 분포의 경우 두 균종 모두 여성에서 더 많이 분리되었다. (그림 2-5, 2-6)

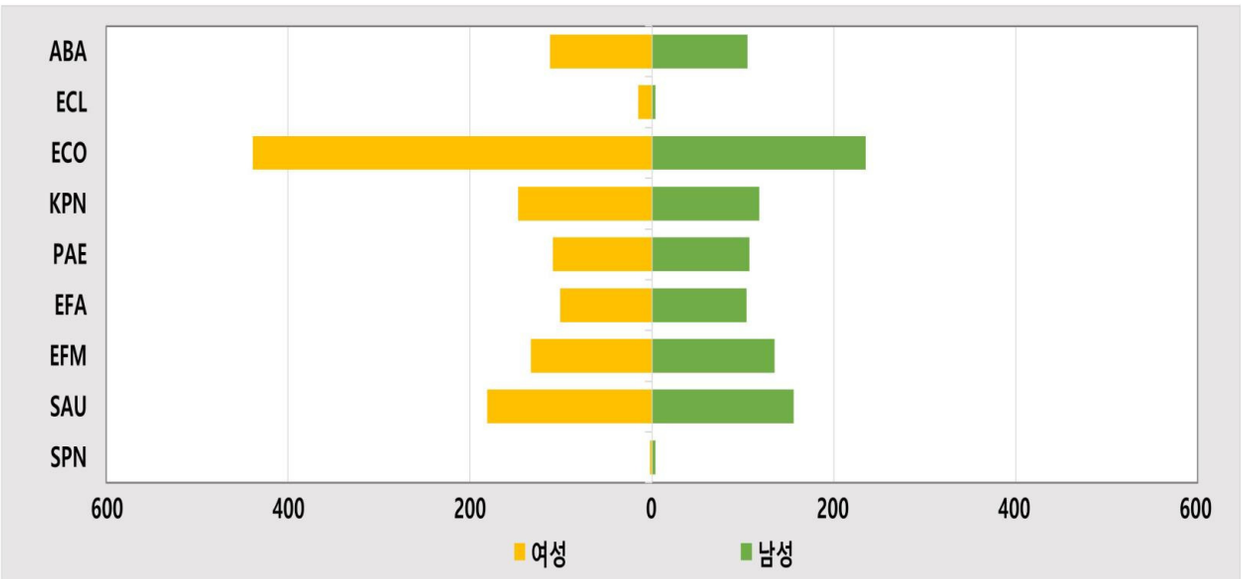


그림 3-5 요양병원 성별에 따른 혈액 검체에서의 병원균 분리 건수

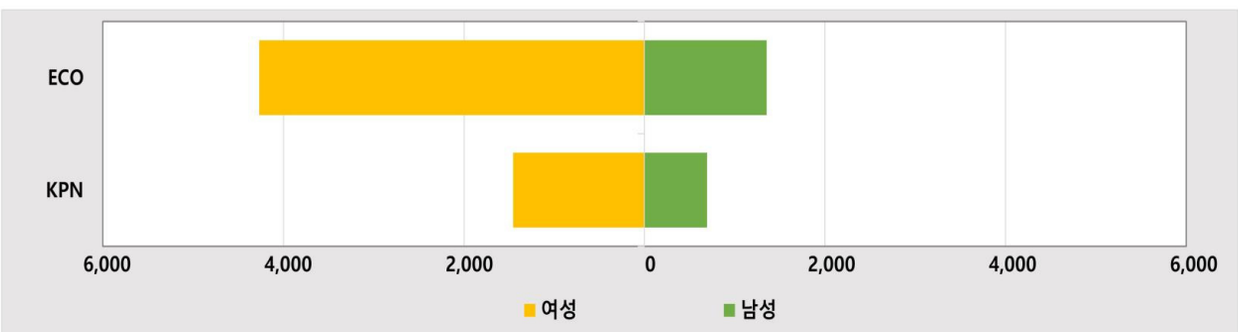


그림 3-6 요양병원 성별에 따른 소변 검체에서의 병원균 분리 건수

3. 2. 요양병원 항균제 내성 현황

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

2023년 요양병원의 내성률 조사에서 황색포도알균(Staphylcoccus aureus)의 주요 분리원은 호흡기(61.8%), 창상(17.8%), 혈액(11.2%) 검체순으로 확인되었다. Oxacillin 내성률은 83.2%로 나타났으며, Cefoxitin 항균제 내성 스크리닝* 결과로 확인한 메티실린 내성 황색포도알균(MRSA)는 85.7%로 확인되었다. Mupirocin 내성률은 2011년부터 꾸준히 증가하는 추세로 2023년에는 34.5%로 나타났다. Erythromycin과 Mupirocin의 경우 각각 56.5%, 34.5%로 2022년 대비 소폭 증가하였고, 그 외 항생제는 비슷한 수준을 유지하였다. Fluoroquinolone 계열인 Ciprofloxacin의 내성률은 79.7%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	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Oxacillin	79.0	1,422	80.3	2,214	77.9	1,540	80.1	1,619	78.3	1,344	86.0	1,994	82.5	2,527	85.0	2,975	85.1	3,217	83.2	3,097
Penicillin G	97.1	1,086	97.1	1,580	95.9	1,556	96.9	1,426	97.7	1,708	97.1	1,470	96.1	2,530	96.6	2,975	96.1	3,037	96.1	3,099
Erythromycin	65.1	1,368	63.5	2,156	56.1	1,514	56.5	1,759	58.1	1,794	61.7	1,939	54.4	2,455	52.0	2,923	52.7	3,151	56.5	3,023
Clindamycin	38.7	1,368	38.0	2,156	35.6	1,515	31.8	1,759	28.4	1,794	28.6	1,939	27.5	2,455	23.8	2,923	23.4	3,152	22.9	3,023
Gentamicin	55.9	1,422	49.4	2,213	47.5	1,581	45.5	1,804	41.5	1,821	42.7	1,990	43.5	2,529	43.8	2,974	44.3	3,217	45.7	3,098
Ciprofloxacin	70.3	1,422	71.0	2,213	70.6	1,596	75.4	1,804	78.2	1,820	80.3	1,993	78.8	2,529	79.1	2,973	79.9	3,214	79.7	3,098
Tetracycline	47.9	1,422	42.2	2,214	37.2	1,556	31.4	1,804	29.3	1,822	24.7	1,992	21.3	2,530	17.9	2,974	17.3	3,037	16.2	3,097
Rifampin	4.9	1,422	6.3	2,214	4.2	1,540	4.3	1,804	4.5	1,822	3.2	1,994	2.5	2,529	3.2	2,975	3.3	3,038	3.1	3,099
SXT[b]	2.3	1,422	2.4	2,213	4.8	1,599	5.2	1,804	5.2	1,821	6.2	1,994	7.5	2,529	7.3	2,974	8.0	3,038	6.9	3,098
Vancomycin[c]	0.0	1,422	0.0	2,214	0.0	1,557	0.0	1,804	0.0	1,822	0.0	1,994	0.0	2,530	0.0	2,975	0.0	3,217	0.0	3,098
Linezolid	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	2,530	0.0	2,975	0.1	3,217	0.0	3,099
QDA[d]	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	2,530	0.1	2,975	0.1	3,038	0.0	1,841
Mupirocin[e]	15.3	1,421	15.6	2,213	18.1	1,529	20.8	1,759	23.1	1,708	26.1	1,470	27.9	1,772	29.7	1,705	31.2	1,502	34.5	768

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

[b] Trimethoprim-sulfamethoxazole

[c] 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%)

[d] Quinupristin-dalfopristin

[e] CLSI 지침 내 기준이 명시되어있지 않아, EUCAST에 따라 내성률 산출

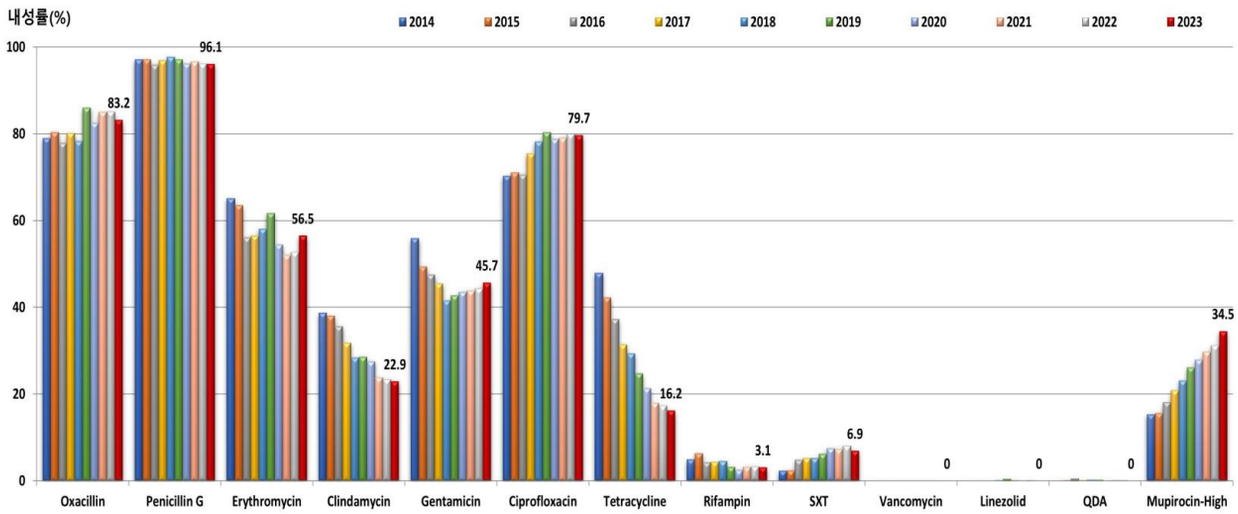


그림 3-7. 요양병원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

혈액 분리 황색포도알균의 항균제 내성률은 Erythromycin(56.1%), Clindamycin(22.5%), Tetracycline(13.9%), STX(6.1%)를 제외한 다른 항균제에서 모두 전체 항균제 내성률에 비해 높거나 비슷한 수치를 보였다. Oxacillin 내성 황색포도알균의 경우 전체 검체 항균제 내성률에서는 83.2%, 혈액 분리 균주에서는 84.3%로 비슷한 수준으로 나타났다.

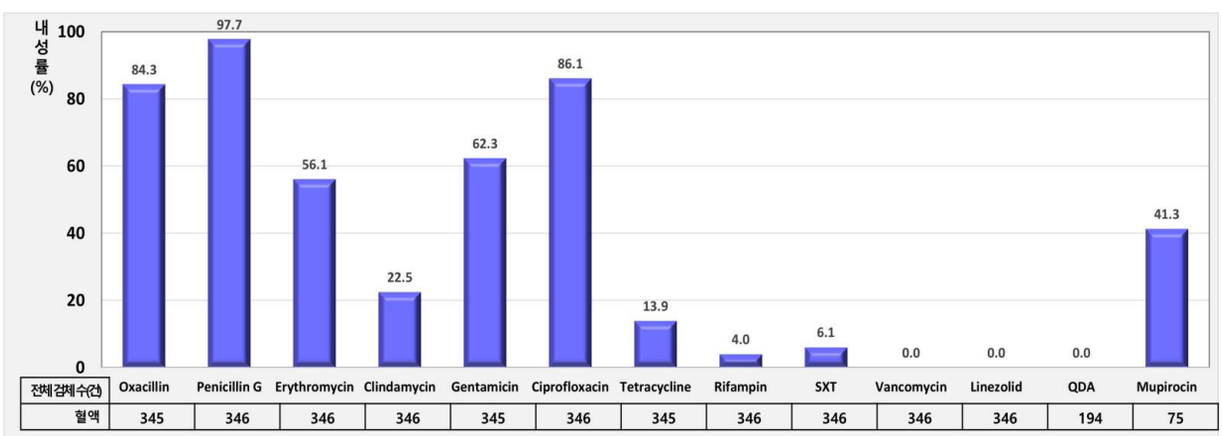


그림 3-8. 2023 년 요양병원 혈액 검체 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

3. 2. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.)

Enterococcus faecalis

2023년 주요 분리원은 소변(53.8%), 대변(12.3%), 혈액(10.9%) 검체 순으로 확인되었다. 전반적인 내성률은 전년과 비슷한 수준을 유지하였다. 고농도 Gentamicin의 경우, 전년에 비해 큰 폭으로 감소하여 68.1%로 나타났다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Ampicillin	1.9	611	0.7	935	3.5	752	0.7	721	1.1	912	0.9	1,043	0.8	1,300	0.4	1,566	0.6	1,745	1.0	1,933
Ciprofloxacin	77.6	570	79.6	891	71.5	736	76.7	644	71.8	734	76.4	901	79.7	1,106	77.3	1,313	76.1	1,382	74.8	1,327
Gentamicin-High[b]	72.6	571	72.4	811	75.0	628	80.0	629	62.2	833	73.2	869	75.0	1,041	75.8	1,305	76.3	1,597	68.1	1,930
Streptomycin-High[b]	22.2	609	22.0	931	21.1	730	21.5	717	15.0	912	21.2	1,032	17.9	1,032	16.5	1,547	18.2	1,682	17.7	1,923
Tetracycline	92.9	607	92.8	891	91.8	718	92.5	644	90.9	734	91.6	901	93.2	1,107	93.3	1,314	91.3	1,334	92.7	1,327
Vancomycin	1.9	611	9.9	935	6.6	740	9.0	720	20.1	911	10.9	1,048	13.0	958	15.9	1,567	14.1	1,743	16.0	1,933
Linezolid	0.5	611	0.0	935	0.7	740	0.4	721	0.2	912	0.4	1,048	0.5	1,300	0.3	1,567	0.3	1,745	0.3	1,933

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

[b] 임상검사센터 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

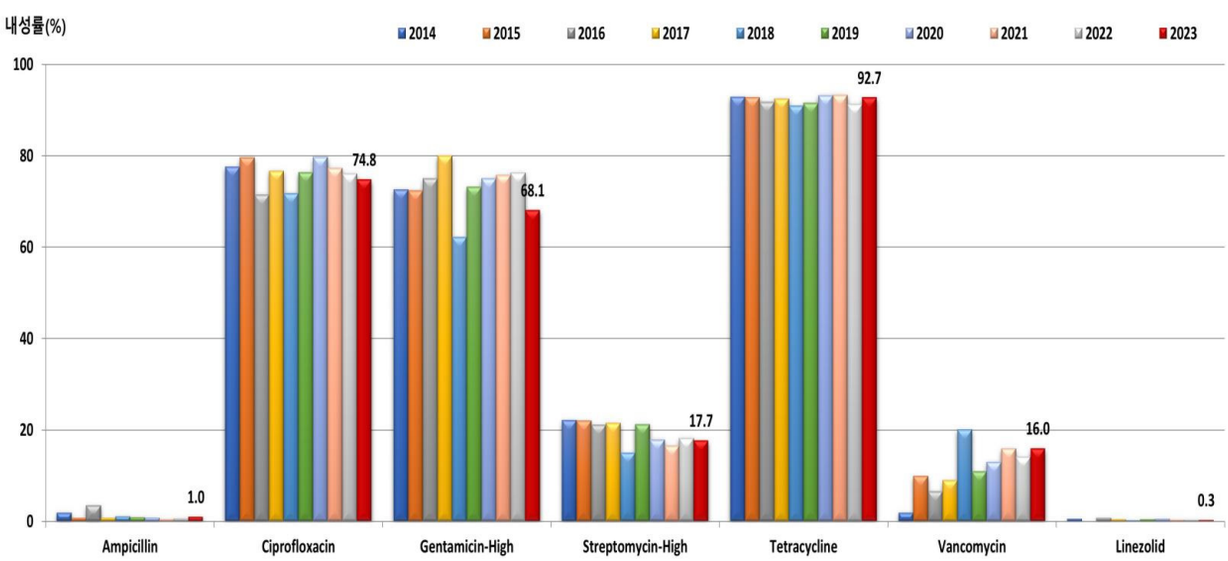
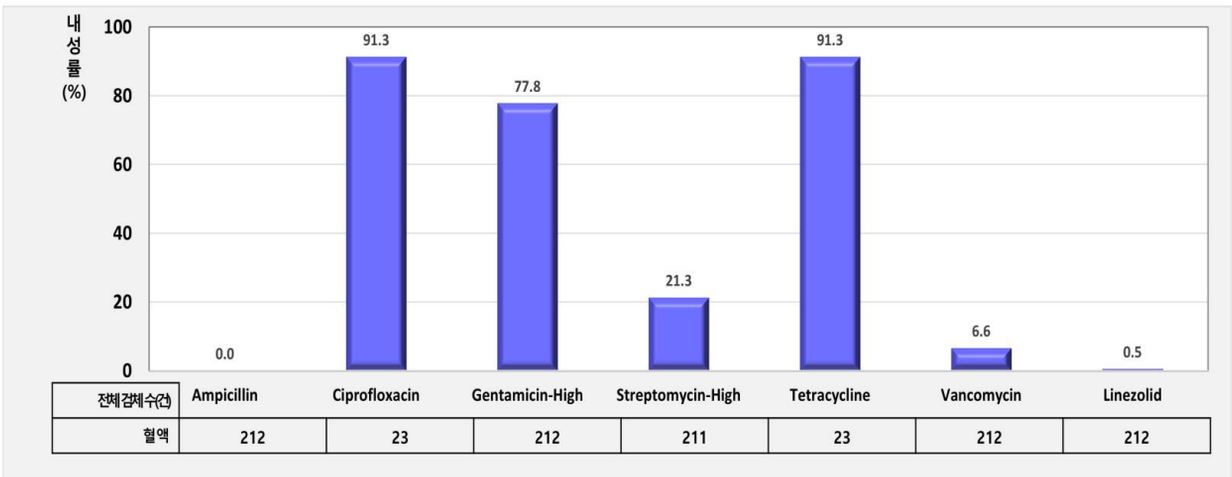


그림 3-9. 요양병원 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률(%)

혈액 분리 *E. faecalis*의 항균제 내성률을 분석하였을 때, Ciprofloxacin 항균제 내성률의 경우 전체 검체 항균제 내성률에 비해 매우 높은 수치를 보여 91.3%로 나타났으나, 대상 균주수가 적어 해석에 유의할 필요가 있다. 아미노글리코시드계 항균제인 고농도 Gentamicin과 고농도 Streptomycin, Linezolid의 내성률이 전체 검체 항균제 내성률에 비해 높은 수치를 보였으며, 이 외 항균제 내성률에서는 혈액 분리 *E. faecalis*의 내성률이 낮은 것을 확인하였다.



전체검체수(건)	Ampicillin	Ciprofloxacin	Gentamicin-High	Streptomycin-High	Tetracycline	Vancomycin	Linezolid
혈액	212	23	212	211	23	212	212

그림 3-10. 2023 년 요양병원 혈액 검체 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률(%)

Enterococcus faecium

2023년 주요 분리원은 대변(50.5%), 소변(34.5%), 혈액(4.8%) 검체 순으로 확인되었다. 대부분의 항생제에서 전년과 비슷한 수준의 내성률을 유지하였다. 반면, Vancomycin의 경우 소폭 감소 추세로 2023년 79.4%로 나타났다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Ampicillin	98.0	435	97.4	1,770	94.8	811	97.6	1,145	97.8	2,787	98.2	2,524	98.5	3,651	98.4	5,657	98.1	6,055	97.1	5,860
Ciprofloxacin	98.5	412	98.2	1,738	95.1	811	98.6	795	99.0	2,105	99.4	1,804	99.1	2,475	99.2	3,495	98.6	3,173	98.2	3,117
Gentamicin-High[b]	60.2	433	66.6	1,670	60.2	688	51.4	1,055	54.5	2,705	53.0	2,046	54.7	2,859	57.7	4,864	52.9	5,811	49.0	5,847
Streptomycin-High[b]	21.7	431	17.2	1,762	14.2	779	12.9	1,138	6.9	2,774	7.1	2,502	6.5	2,842	7.9	5,625	10.0	5,908	8.6	5,821
Tetracycline	25.1	413	20.9	1,738	18.3	774	16.4	795	14.5	2,105	14.6	1,805	14.1	2,474	14.5	3,492	18.8	3,072	19.7	3,117
Vancomycin	49.1	435	84.4	1,770	64.6	791	73.7	1,145	89.7	2,787	84.7	2,524	85.7	3,649	88.6	5,657	83.9	6,055	79.4	5,857
QDA[c]	1.9	429	1.5	1,763	2.4	764	2.9	1,143	2.7	2,787	6.6	2,522	8.3	3,651	9.1	5,655	8.6	5,955	10.3	3,404
Linezolid	0.4	435	0.5	1,769	0.5	791	0.4	1,145	0.3	2,787	0.6	2,524	0.2	3,651	0.2	5,657	0.3	6,055	0.1	5,860

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

[b] 임상검사센터 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

[c] Quinupristin-dalfopristin

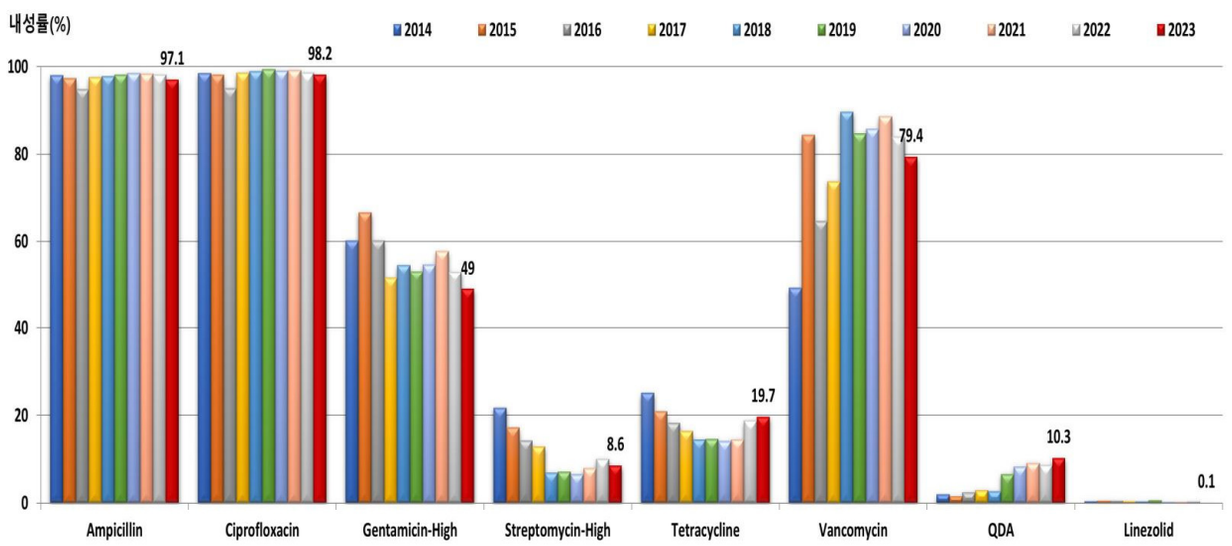
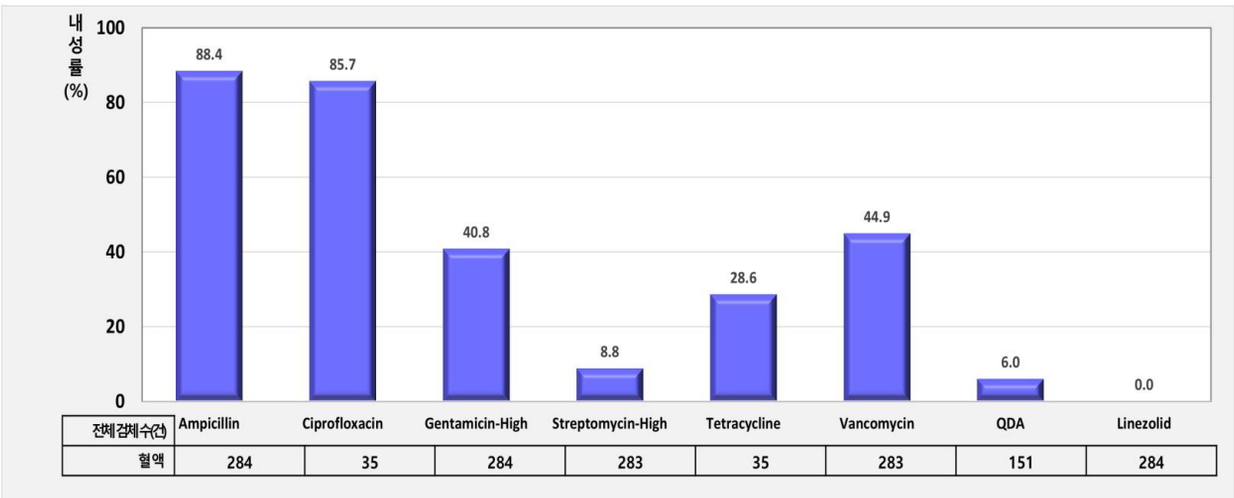


그림 3-11. 요양병원 분리 *E. faecium* 항균제 내성률(%)

전체 검체 항균제 내성률과 비교하였을 때, 혈액 분리 *E. faecium*의 항균제 내성률이 대부분의 항균제에서 낮은 수치를 보였다. 특히, Vancomycin 내성률은 전체 검체 대상 항균제 내성률이 79.4%, 혈액 분리 *E. faecium*이 44.9%로 큰 차이를 보였다. 이는 전체 검체 내 포함된 대변 분리 *E. faecium*의 높은 Vancomycin 내성률에 영향을 받았을 것으로 생각된다.



전체검체수(건)	Ampicillin	Ciprofloxacin	Gentamicin-High	Streptomycin-High	Tetracycline	Vancomycin	QDA	Linezolid
혈액	284	35	284	283	35	283	151	284

그림 3-12. 2023년 요양병원 혈액 검체 분리 *E. faecium* 항균제 내성률(%)

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

2023년 요양병원 내성률 조사에서 폐렴사슬알균(*S. pneumoniae*)의 주요 분리원은 호흡기(86.8%), 혈액(11.3%) 검체 순으로 확인되었다. Penicillin G 내성률은 2013년 15.6%까지 감소하다 다시 증가하는 추세를 보였으며, 2023년 73.6%로 나타났다. Erythromycin, Tetracycline 내성률은 전년 대비 증가하였으며, SXT, Rifampin 내성률은 각각 84.9%, 2.0%로 나타났다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Penicillin G	35.5	79	44.9	69	25.0	68	43.6	55	58.5	53	59.5	79	66.7	96	65.1	43	77.9	68	73.6	53
Erythromycin	80.7	79	91.5	142	86.9	84	88.6	70	92.0	75	85.9	99	90.5	95	91.3	46	91.3	69	94.3	53
Tetracycline	69.4	79	80.4	143	73.8	84	77.1	70	66.7	75	54.1	98	65.3	95	58.7	46	45.5	66	67.9	53
SXT[b]	72.8	79	77.6	143	66.7	84	74.3	70	76.0	75	77.8	99	83.3	96	84.8	46	87.9	66	84.9	53
Rifampin[c]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	95	6.7	45	3.0	69	2.0	50
Vancomycin	0.0	79	0.0	143	0.0	84	0.0	70	0.0	75	0.0	99	0.0	97	0.0	46	0.0	68	0.0	53

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

[b] Trimethoprim-sulfamethoxazole

[c] 자동화장비 패널 변경(AST ST-01→ST03)으로 2020년부터 감수성 검사 결과 추가

※ Ofloxacin은 2013년 패널 변경 등의 사유로 산출이 되지 않아 표에서 삭제

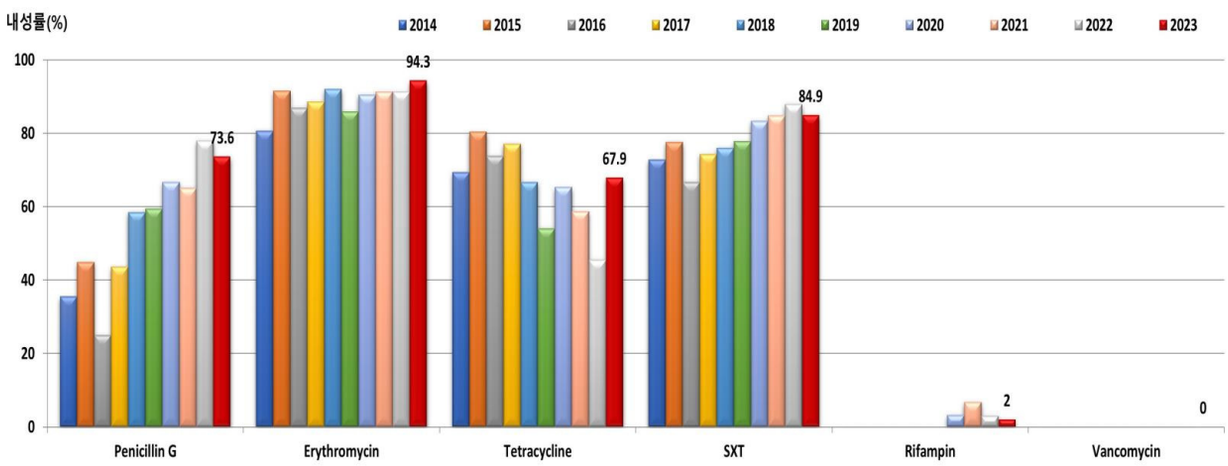
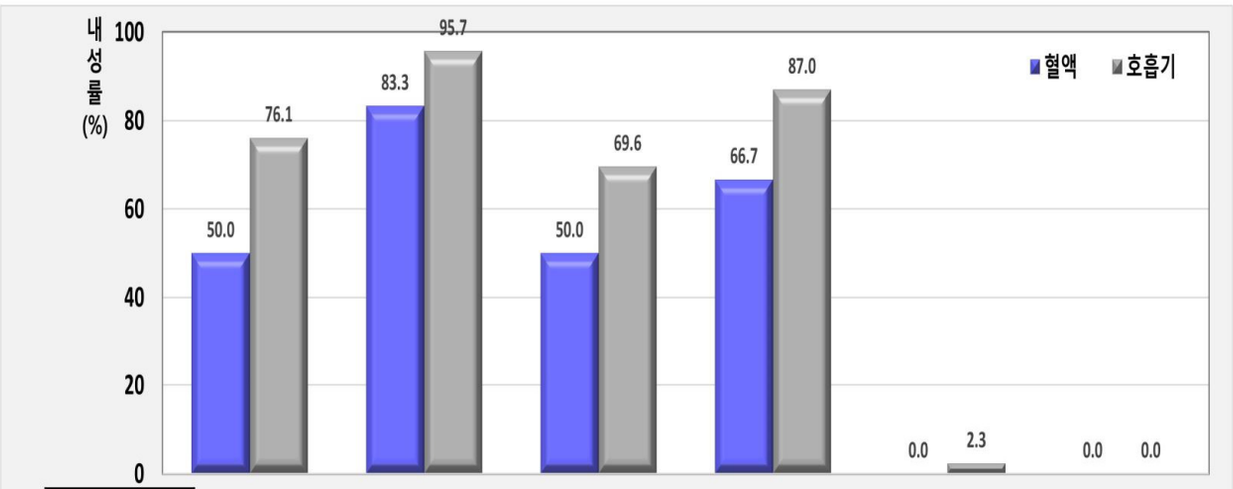


그림 3-13. 요양병원 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

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 네 종류 항균제에 모두 내성을 가졌다. 호흡기 분리 폐렴사슬알균의 경우, Vancomycin을 제외한 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률 보다 더 높았다.



전체검체수(건)	Penicillin G	Erythromycin	Tetracycline	SXT	Rifampin	Vancomycin
혈액	6	6	6	6	5	6
호흡기	46	46	46	46	44	46

그림 3-14. 2023 년 요양병원 혈액·호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

3. 2. 4. 대장균(*Escherichia coli*)

2023년 요양병원 내성률 조사에서 대장균(*E. coli*)의 주요 분리원은 소변(53.3%), 대변(15.1%), 호흡기(14.8%) 검체 순으로 확인되었다. 모든 항균제에서 내성률이 전년과 비슷한 수준을 보였고, 여전히 중소병원, 의원에 비해 높은 내성률을 보였다. 카바페넴계 항균제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem 내성률은 각각 18.3%, 17.7%, 22.5%로 나타났다.

표 3-5. 요양병원 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	3.0	3,591	2.7	6,039	2.0	4,697	2.6	4,869	11.4	5,924	2.8	5,885	2.8	6,617	3.0	9,814	3.0	10,903	4.2	10,945
Gentamicin	42.3	3,591	44.9	6,039	43.5	4,728	43.7	4,869	43.0	5,924	43.4	5,885	44.1	6,616	41.3	9,814	41.3	10,901	38.7	10,945
Fluoroquinolone[b]	78.9	3,591	81.4	6,039	75.3	4,764	81.4	4,869	85.6	5,924	83.0	5,885	86.6	6,616	86.8	9,814	86.5	10,903	85.7	10,942
Ampicillin	83.7	3,588	86.7	6,038	83.4	4,689	86.5	4,869	88.8	5,923	88.3	5,886	90.2	6,612	89.7	9,812	90.6	10,902	90.5	10,944
Cefotaxime	60.7	3,590	64.2	6,042	60.6	4,711	67.7	4,868	70.5	5,924	71.9	5,882	74.9	6,614	76.0	9,813	76.8	9,792	76.9	10,934
Ceftazidime	51.3	3,591	37.4	6,042	35.5	4,711	40.9	4,869	43.3	5,924	44.3	5,881	48.1	6,616	49.8	9,814	51.9	10,900	51.9	10,945
Cefoxitin	14.3	3,588	16.7	6,038	14.1	4,654	15.1	3,480	18.2	5,922	18.7	5,882	20.2	6,611	21.5	9,813	22.7	10,902	23.0	6,132
Aztreonam	46.8	2,870	45.9	3,976	43.1	3,293	52.1	3,479	55.4	4,309	57.6	4,236	60.8	4,774	61.9	7,738	62.3	8,451	64.3	5,178
Cefepime	45.2	3,591	28.8	6,041	24.9	4,711	29.0	4,869	31.9	5,924	31.5	5,883	32.8	6,617	34.4	9,813	35.2	10,903	44.8	10,934
Imipenem	0.0	3,590	0.1	6,041	1.0	4,745	0.7	4,868	4.4	5,924	6.2	5,883	10.3	6,614	15.2	9,810	18.2	10,899	18.3	10,921
Meropenem[c]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.7	5.750
Ertapenem[c]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.5	9.983
SXT[d]	44.9	3,590	45.8	6,037	45.2	4,764	45.2	4,867	48.4	5,920	47.9	5,884	49.0	6,614	48.8	9,803	49.1	10,357	49.2	10.946

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2023 Ciprofloxacin

[c] 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항생제 내성률 추가

[d] Trimethoprim-sulfamethoxazole

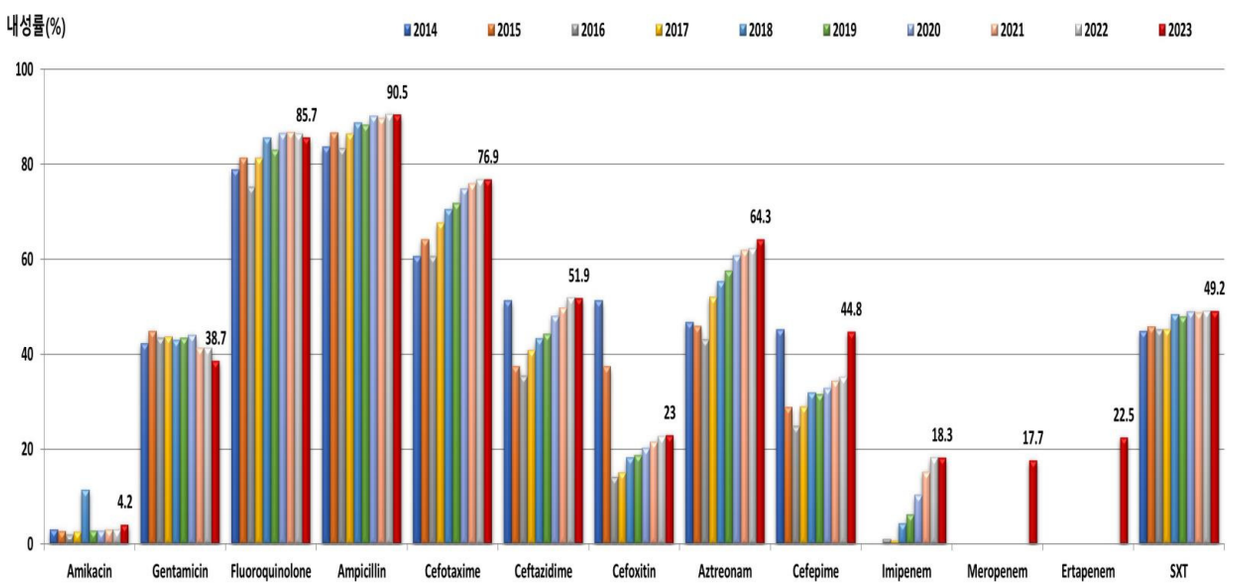
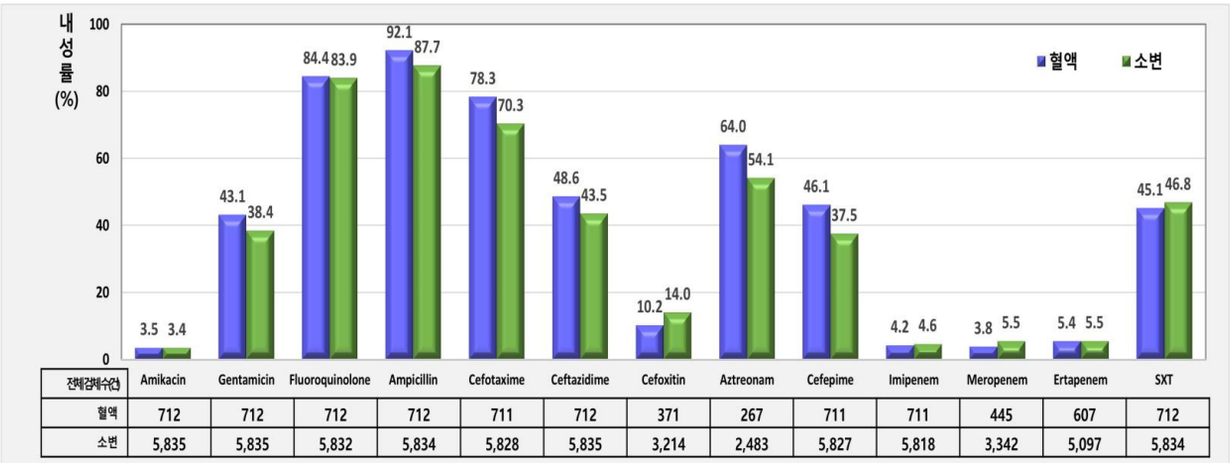


그림 3-15. 요양병원 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

혈액 분리 대장균의 내성률과 소변 분리 대장균의 내성률을 비교하였을 때, 혈액에서 분리된 대장균의 내성률이 전반적으로 더 높은 것을 확인하였다. 카바페넴계 항균제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem의 내성률을 볼 때, 전체 검체 대상 내성률이 높았으나, 혈액 분리 대장균에서는 각각 4.2,%, 3.8%, 5.4%, 소변 분리 대장균에서는 각각 4.6%, 5.5%, 5.5%로 비교적 낮은 수치를 보였다.



전체검체수(건)	Amikacin	Gentamicin	Fluoroquinolone	Ampicillin	Cefotaxime	Ceftazidime	Cefoxitin	Aztreonam	Cefepime	Imipenem	Meropenem	Ertapenem	SXT
혈액	712	712	712	712	711	712	371	267	711	711	445	607	712
소변	5,835	5,835	5,832	5,834	5,828	5,835	3,214	2,483	5,827	5,818	3,342	5,097	5,834

그림 3-16. 2023 년 요양병원 혈액·소변 검체 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

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

2023년 요양병원 내성률 조사에서 폐렴막대균(*K. pneumoniae*)의 주요 분리원은 호흡기(42.2%), 대변(29.6%), 소변(18.4%) 검체 순으로 확인되었다. Cefepime과 Aztreonam, Imipenem 항균제에서 내성률이 전년 대비 증가한 것을 확인하였다. Amikacin 내성률의 경우 지속 감소였으며, 2023년 3.1%로 비슷한 수준을 유지하였다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	17.2	2,817	15.2	4,986	11.0	3,474	9.0	3,676	6.2	3,123	4.6	5,044	5.9	6,603	4.5	9,495	3.9	12,176	3.1	12,176
Gentamicin	37.4	2,817	35.7	4,986	30.3	3,506	29.8	3,676	31.2	3,123	33.3	5,044	38.8	6,603	40.2	9,495	42.3	12,176	44.8	12,175
Fluoroquinolone[b]	65.0	2,817	63.6	4,986	57.5	3,523	62.3	3,676	64.3	3,123	65.7	5,044	83.6	6,602	86.2	9,495	86.9	12,176	86.2	12,174
SXT[c]	42.0	2,817	40.7	4,986	39.0	3,527	40.8	3,676	44.5	3,123	49.0	5,043	56.9	6,603	62.5	9,495	63.3	11,598	63.0	12,173
Cefotaxime	69.3	2,817	70.2	4,986	62.5	3,489	66.5	3,676	67.8	3,123	70.6	5,044	78.2	6,602	82.8	9,495	84.5	10,698	85.2	12,173
Ceftazidime	65.3	2,816	66.9	4,986	56.5	3,484	61.5	3,676	62.5	3,123	65.5	5,044	73.1	6,603	78.0	9,495	80.6	12,176	80.8	12,177
Cefepime	38.9	2,816	36.4	4,986	30.9	3,484	35.9	3,676	39.1	3,123	42.4	5,044	51.9	6,603	55.3	9,495	60.3	12,176	67.7	12,173
Cefoxitin	30.0	2,817	30.8	4,984	26.2	3,437	26.5	2,808	29.7	3,122	34.1	5,043	42.8	6,600	49.0	9,494	51.9	12,176	52.0	6,785
Aztreonam	63.9	1,813	67.5	3,550	57.1	2,650	62.4	2,808	61.4	2,270	67.9	3,928	76.1	5,362	78.6	7,731	82.1	10,201	84.3	6,369
Imipenem	0.5	2,817	1.1	4,986	2.7	3,500	4.0	3,676	12.9	3,123	15.8	5,042	30.6	6,598	41.3	9,488	46.7	12,171	48.3	12,164
Meropenem[d]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51.6	5,795
Ertapenem[d]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54.7	11,755

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2023 Ciprofloxacin

[c] Trimethoprim-sulfamethoxazole

[d] 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항생제 내성률 추가

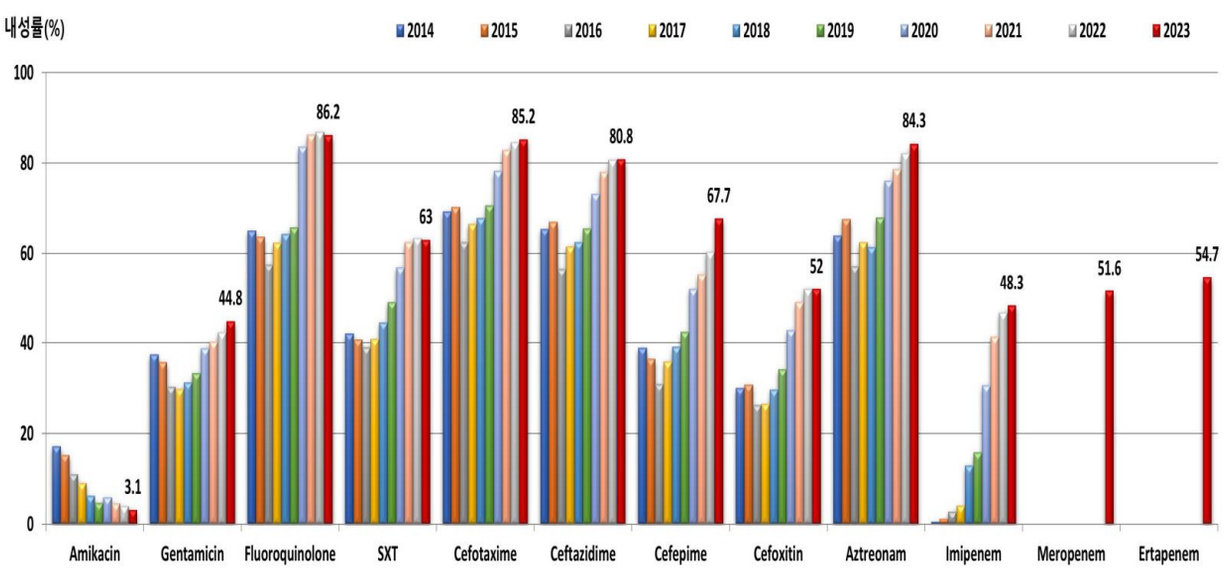
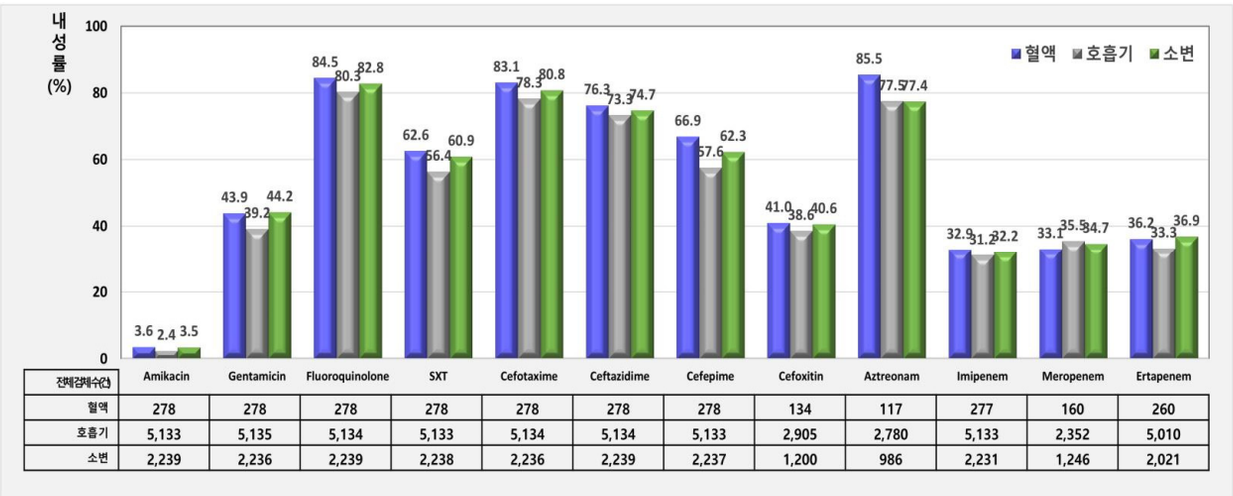


그림 3-17. 요양병원 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

주요 검체별 내성률을 비교하였을 때, 전체 검체 대상 내성률에 비해 대부분의 항균제 내성률이 낮게 나타났다. 혈액 분리 폐렴막대균의 내성률이 다른 검체 내성률에 비해 높았으며, 특히 Cefepime, Aztreonam에서 높았다. 호흡기 분리 폐렴막대균의 내성률은 다른 검체에 비해 내성률이 낮은 수준이었다. 카바페넴계 항균제는 검체별 내성률이 전체 검체 대상 내성률에 비해 큰 폭으로 낮게 나타난 것을 확인하였다.



전체검체수(건)	Amikacin	Gentamicin	Fluoroquinolone	SXT	Cefotaxime	Ceftazidime	Cefepime	Cefoxitin	Aztreonam	Imipenem	Meropenem	Ertapenem
혈액	278	278	278	278	278	278	278	134	117	277	160	260
호흡기	5,133	5,135	5,134	5,133	5,134	5,134	5,133	2,905	2,780	5,133	2,352	5,010
소변	2,239	2,236	2,239	2,238	2,236	2,239	2,237	1,200	986	2,231	1,246	2,021

그림 3-18. 2023 년 요양병원 혈액·호흡기·소변 검체 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

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

2023년 요양병원 내성률 조사에서 엔테로박터균(*E. cloacae*)의 주요 분리원은 호흡기(58.5%), 소변(14.9%), 대변(12.6%) 검체 순으로 확인되었다. 2022년 소폭 감소한 세팔로스포린계열 항균제의 경우 2023년에 Cefotaxime, Ceftazidime, Cefepime 각각 60.6%, 51.5%, 29.7%로 내성률이 다시 증가한 것을 확인하였다. 아미노글리코시드계 항균제 내성률의 경우 전년과 비교하였을 때 비슷한 수준을 유지한 것을 확인하였으며, 카바페넴계 항균제 내성률의 경우 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에서 각각 18.0%, 22.0%, 19.6%로 나타났으며, 여전히 다른 의료기관 종별에 비해 높은 내성률을 확인할 수 있었다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	2.3	289	0.7	412	2.1	362	1.1	273	1.3	311	1.6	439	2.3	526	3.0	730	1.7	698	0.7	965
Gentamicin	20.5	289	14.3	412	14.9	364	16.5	273	25.4	311	13.4	439	19.0	526	21.0	730	21.2	698	21.2	965
Fluoroquinolone[b]	31.1	289	23.5	412	24.2	365	22.8	215	26.7	311	23.0	439	52.7	526	55.9	730	54.0	698	54.4	965
SXT[c]	34.7	289	29.8	412	33.2	365	31.9	273	35.4	311	30.3	439	38.1	459	36.8	730	37.5	662	37.6	965
Cefotaxime	42.6	289	43.2	412	36.8	362	38.8	273	46.9	311	38.7	439	50.6	526	56.0	730	51.0	575	60.6	961
Ceftazidime	29.4	289	32.7	412	23.2	362	27.1	273	33.9	310	31.0	439	39.5	526	46.4	730	43.8	698	51.5	965
Cefepime	18.6	289	16.5	412	9.1	362	10.6	273	20.6	311	14.8	439	18.8	526	24.7	730	20.6	698	29.7	962
Aztreonam	28.1	199	31.0	293	22.2	279	26.0	215	36.0	242	31.2	349	41.3	458	42.1	625	40.3	653	44.8	435
Imipenem	0.7	289	0.9	412	0.3	363	2.6	273	5.8	311	3.9	439	12.4	526	17.1	730	13.5	698	18.0	960
Meropenem[d]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.0	528
Ertapenem[d]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.6	925

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2022 Ciprofloxacin

[c] Trimethoprim-sulfamethoxazole

[d] 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항생제 내성률 추가

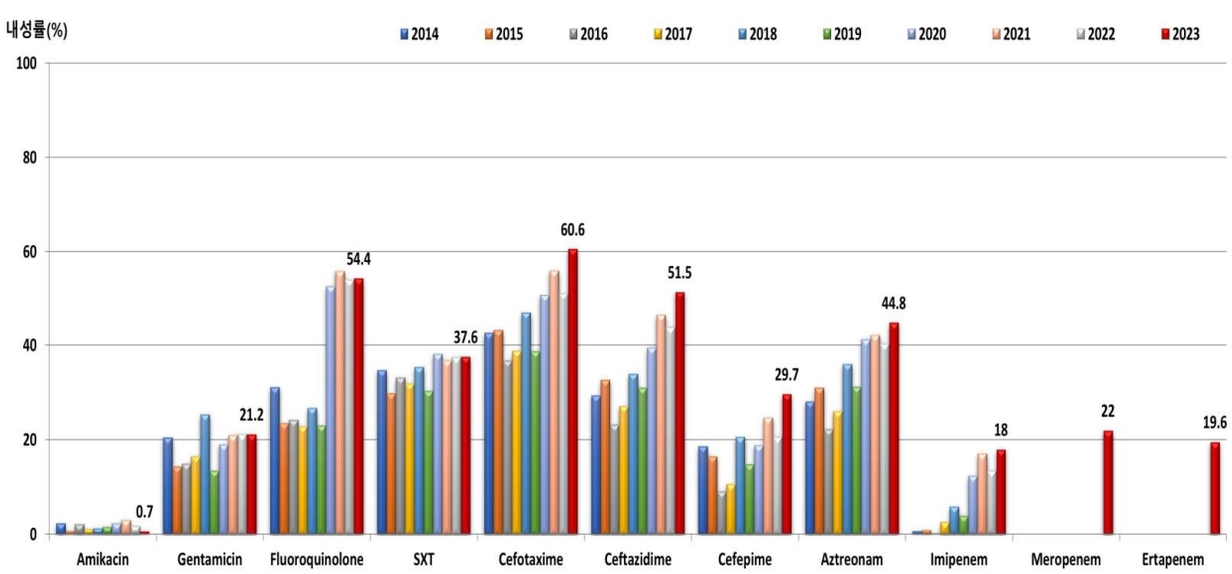
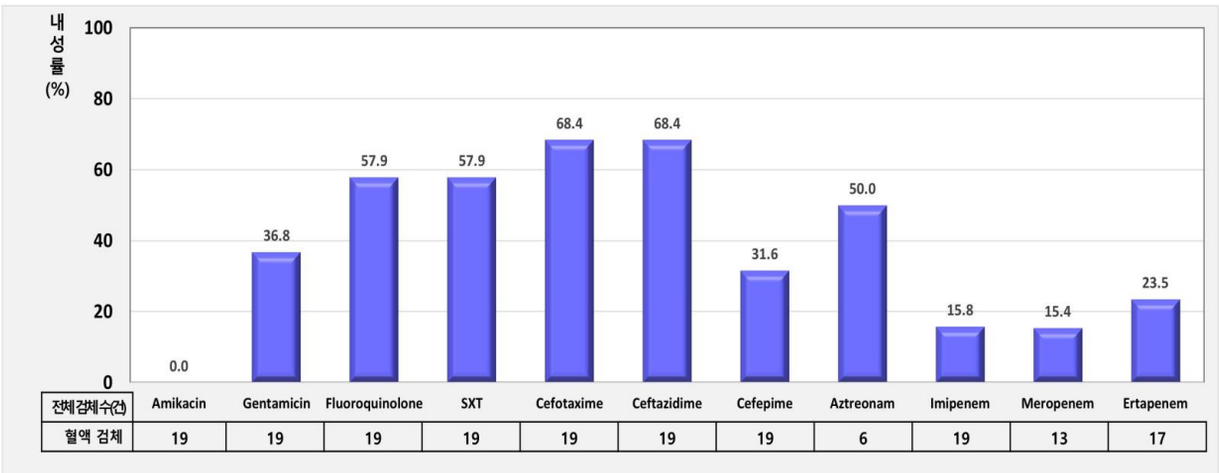


그림 3-19. 요양병원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률(%)

엔테로박터균의 경우 비교적 혈액 검체에서 분리되는 균주 수가 적어 항균제 내성률 해석에 유의할 필요가 있다. 전반적으로 전체 검체 대상 항균제 내성률과 비교하였을 때, Amikacin, Imipenem과 Meropenem 항균제를 제외하고 혈액 분리 균주의 항균제 내성률이 비교적 높은 것을 확인하였다.



전체검체수(건)	Amikacin	Gentamicin	Fluoroquinolone	SXT	Cefotaxime	Ceftazidime	Cefepime	Aztreonam	Imipenem	Meropenem	Ertapenem
혈액 검체	19	19	19	19	19	19	19	6	19	13	17

그림 3-20. 2023 년 요양병원 혈액 검체 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률(%)

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

2023년 요양병원 내성률 조사에서 녹농균(*P. aeruginosa*)의 주요 분리원은 호흡기(58.7%), 소변(30.1%), 창상(6.7%) 검체 순으로 확인되었다. 2023년 항균제 내성률은 일부 항균제를 제외하고, 전년과 비슷한 내성률 양상을 보였다. 카바페넴계 항균제인 Imipenem과 Meropenem의 내성률은 각각 58.7%와 51.8%로 3.4%p, 1.2%p 증가하였다. Amikacin의 경우 41.7%로 전년 대비 8.5%p 큰 폭으로 증가하였으며, Colistin의 내성률은 2.8%로 전년 대비 소폭 증가하였다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	19.2	3,588	21.8	7,120	21.2	4,403	19.9	3,537	23.6	5,357	24.3	5,380	27.6	7,589	30.9	10,675	33.2	9,522	41.7	7,701
Gentamicin	28.5	3,587	30.5	7,120	28.7	4,436	27.2	3,537	29.5	5,356	31.3	5,378	35.8	7,608	40.5	10,673	43.5	9,520	44.6	6,627
Fluoroquinolone[b]	55.2	3,587	60.1	7,120	56.5	4,455	58.5	3,538	61.5	5,359	60.4	5,377	65.0	7,601	69.4	10,673	70.7	9,519	70.2	11,021
Piperacillin	40.8	2,523	43.4	5,659	40	3,242	39.8	3,536	43.9	5,357	43.9	5,378	46.7	6,317	48.6	9,078	52.8	9,522	53.6	5,008
Aztreonam	19.4	3,574	22.4	7,091	22.8	4,391	24.5	3,521	27.4	5,326	26.6	5,368	28.9	7,588	26.9	10,625	27.3	9,481	27.7	6,041
Ceftazidime	19.3	3,586	23.6	7,118	23.9	4,415	22.3	3,536	25.5	5,358	27.8	5,381	31.8	7,606	33.1	10,675	35.5	9,520	38.1	11,018
Cefepime	19.9	2,522	36.6	5,657	25.9	4,417	25.3	3,538	27.4	5,359	30.5	5,377	32.6	7,594	33.8	10,675	36.4	9,522	35.2	11,019
Imipenem	36.2	3,582	43.2	7,117	40.7	4,429	41.7	3,534	46.6	5,350	47.3	5,377	47.2	7,604	50.7	10,661	55.3	9,507	58.7	11,012
Meropenem	22.9	3,406	36.3	7,108	35.7	4,346	35.3	3,529	41.9	5,349	40.6	5,372	43.3	7,603	46.9	10,669	50.6	9,516	51.8	11,011
Colistin	2.5	3,570	1.9	7,102	0.7	4,327	0.9	3,321	1.3	4,017	0.4	4,276	1.5	6,516	0.8	9,724	1.0	8,059	2.8	5,146

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2022 Ciprofloxacin

※ Tobramycin은 2012년 패널 변경 등의 사유로 산출이 되지 않아 표에서 삭제

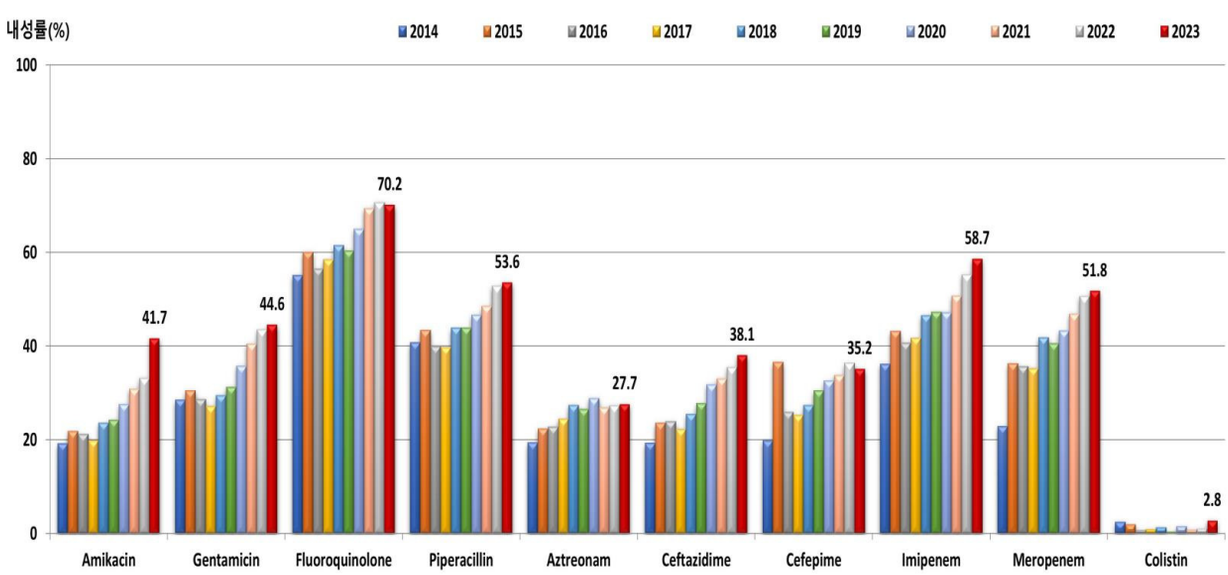


그림 3-21. 요양병원 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

전체 검체 대상 항균제 내성률과 비교하였을 때, 혈액 분리 균주의 내성률이 더 높은 것을 확인하였다. 특히 카바페넴계 항균제인 Imipenem, Meropenem 내성률은 70.2%, 60.9%로 전체 검체 대상 항균제에 비해 11.5%p, 9.1%p 더 높았다.

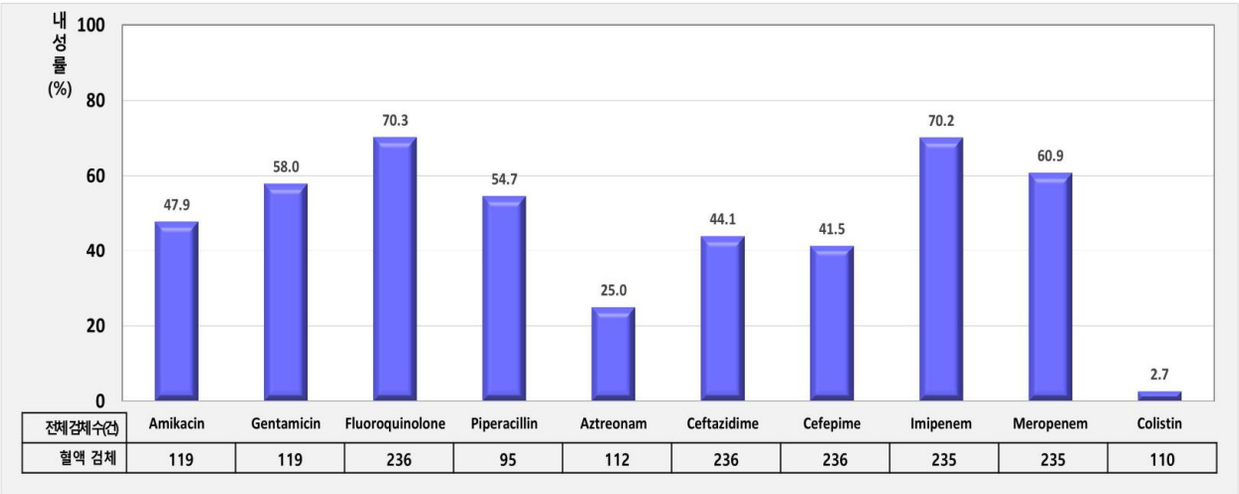


그림 3-22. 2023 년 요양병원 혈액 검체 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

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

2023년 요양병원 내성률 조사에서 아시네토박터균(*A. baumannii*)의 주요 분리원은 호흡기(73.0%), 창상(11.2%), 소변(9.0%) 검체 순으로 확인되었다. Colistin을 제외한 모든 항균제에서 여전히 높은 내성률을 보였다. 2023년 Amikacin 내성률이 58.5%로 14.3%p 큰 폭으로 증가하였다. Colistin 내성률의 경우 2015년부터 1% 미만의 내성률을 유지하고 있다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	59.6	1,758	51.4	2,217	43.2	1,212	49.3	1,129	47.2	1,316	47.1	1,498	46.5	1,723	46.4	2,346	44.2	2,486	58.5	2,318
Gentamicin	76.4	2,179	76.5	3,821	70.1	2,498	72.6	2,769	72.8	3,436	47.9	6,273	72.3	3,770	71.6	5,194	72.7	6,226	73.7	5,964
Fluoroquinolone[b]	89.5	2,177	90.3	3,821	86.2	2,502	90.6	2,769	90.8	3,436	90.1	3,468	91.6	3,768	92.2	5,195	93.6	6,222	91.7	5,964
Piperacillin	84.9	1,516	86.6	3,531	82.9	2,429	87.4	2,769	88.0	3,439	87.1	3,470	87.8	3,770	89.7	5,195	91.6	6,226	88.7	5,964
Ceftazidime	81.3	2,179	85.0	3,821	78.7	2,492	84.5	2,769	84.8	3,440	85.6	3,472	85.8	3,769	86.3	5,195	88.1	6,226	84.8	5,964
Cefepime	78.9	1,519	84.0	3,795	78.8	2,492	85.4	2,769	86.2	3,440	85.8	3,472	86.1	3,766	87.9	5,196	90.4	6,226	87.8	3,997
Imipenem	81.7	1,977	82.4	3,731	77.2	2,494	83.6	2,769	84.9	3,439	84.8	3,472	86.0	3,770	87.9	5,196	90.2	6,224	89.1	5,891
Meropenem	76.3	2,109	81.5	3,814	78.9	2,432	83.9	2,769	85.4	3,437	85.4	3,469	86.1	3,770	88.4	5,195	90.6	6,223	87.6	5,964
Colistin	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	3,431	0.5	4,739	0.4	5,440	0.5	2,967

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2022 Ciprofloxacin

※ Tobramycin은 2012년 패널 변경 등의 사유로 산출이 되지 않아 표에서 삭제

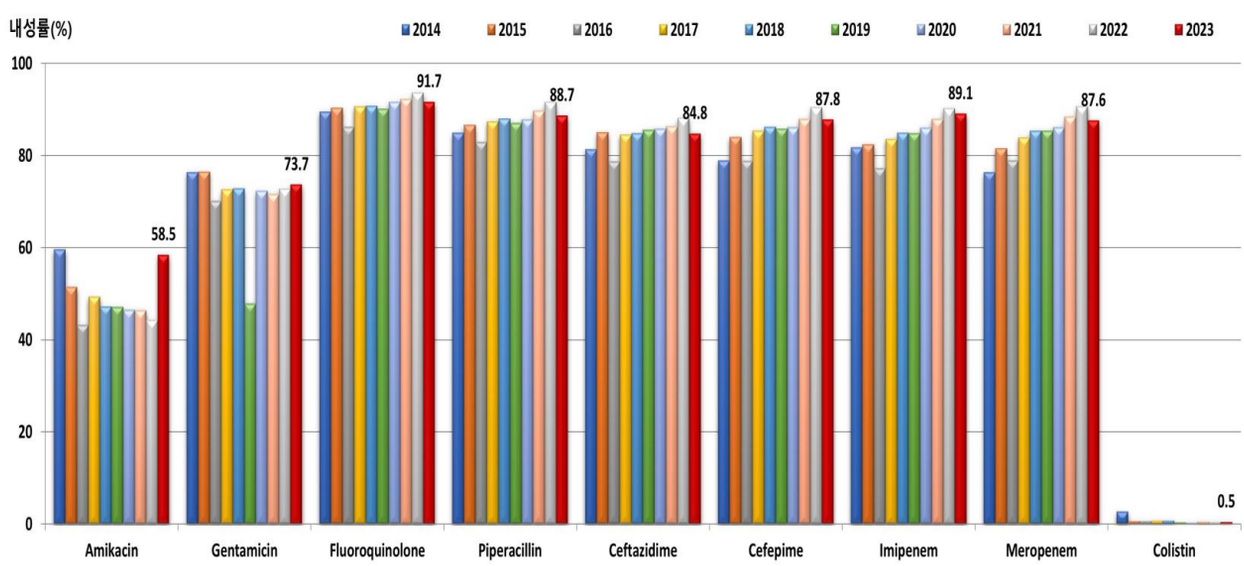


그림 3-23. 요양병원 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

전체 검체 대상 항균제 내성률과 비교하였을 때, 혈액 분리 아시네토박터균의 항균제 내성률이 더 높았다.

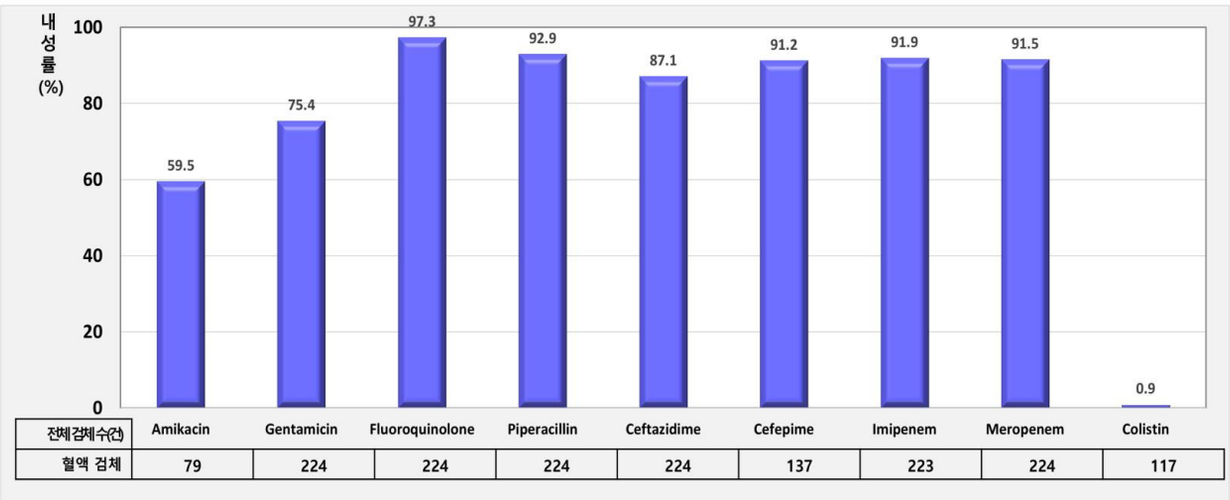


그림 3-24. 2023 년 요양병원 혈액 검체 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

4

국내 항균제 내성정보 조사결과(의원)

2023 국내 항균제 내성정보 모니터링

4 국내 항균제 내성정보 조사결과(의원)

4. 1. 의원 수집 정보

2023년 의원의 항균제 내성정보는 약 3,290개 기관에서 의뢰된 검사결과를 수집하여 분석하였으며, 총 189,540건으로 가장 많은 내성정보가 수집되었다. 내성정보를 분석한 결과, 주요 분리원은 소변 검체 163,998건(86.5%)으로 가장 많았으며, 비뇨생식기 검체 10,925건(5.8%), 창상 검체 6,440건(3.4%) 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, 75-84세 군에서 가장 많은 수집 건수를 보인 반면, 의원의 경우 25-74세 까지의 중간 연령에서의 수집이 가장 많이 나타났다. 특히 모든 연령에서 소변 검체의 비율이 매우 높은 것을 확인 할 수 있었다.

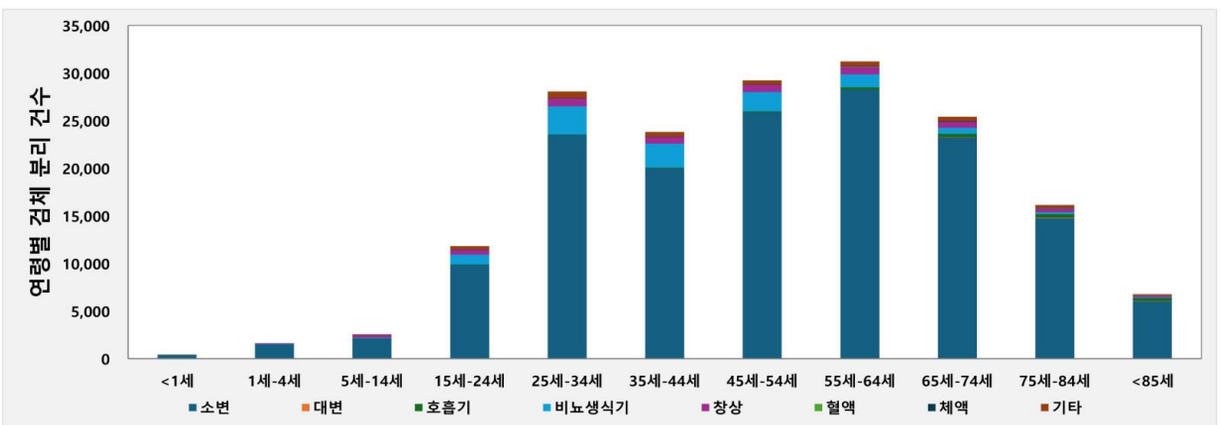


그림 4-1. 의원 연령대별 검체 분리 건수

4. 1. 2. 월별 분리 건수

1년 동안 수집된 검체를 월별로 나누었을 때, 가장 수집이 적은 월은 4월(14,024건), 가장 수집이 많은 월은 8월(18,839건)으로 나타났다. 내성정보의 월별 수집건수는 다소 차이가 있었으나, 매달 분리되는 각 검체의 비율은 비슷하였다. (그림 4-2)

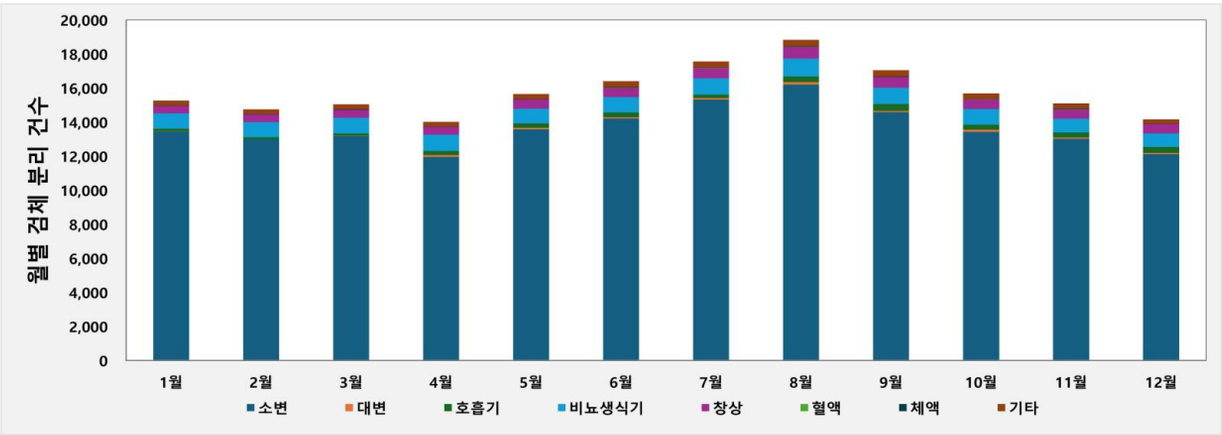


그림 4-2 의원 월별 검체 분리 건수

1년 동안 분리된 그람양성균을 월별로 나누었을 때, 2월이 가장 적은 수가 분리되었고 8월에 가장 많은 수가 분리되었다. 특히, 장알균 중 *E. faecalis*가 매월 많이 수집되는 것을 확인할 수 있었다. 그람음성균의 경우 4월에 가장 적은 수가 분리되었고 7~9월에 다소 많이 분리되었다. 소변 검체 의뢰가 많은 만큼, 대장균의 분리 건수가 가장 많았다.

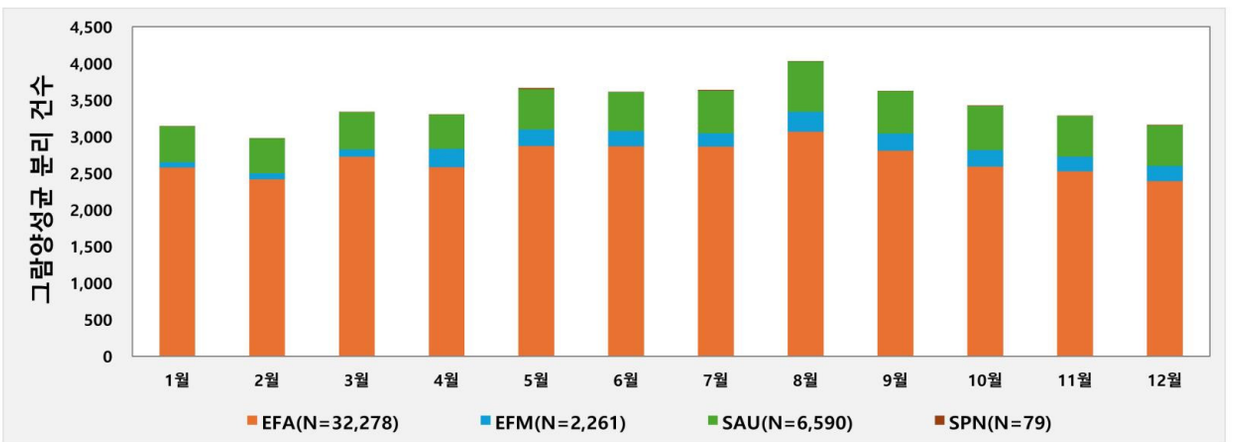


그림 4-3 의원 월별 그람양성균 분리 건수

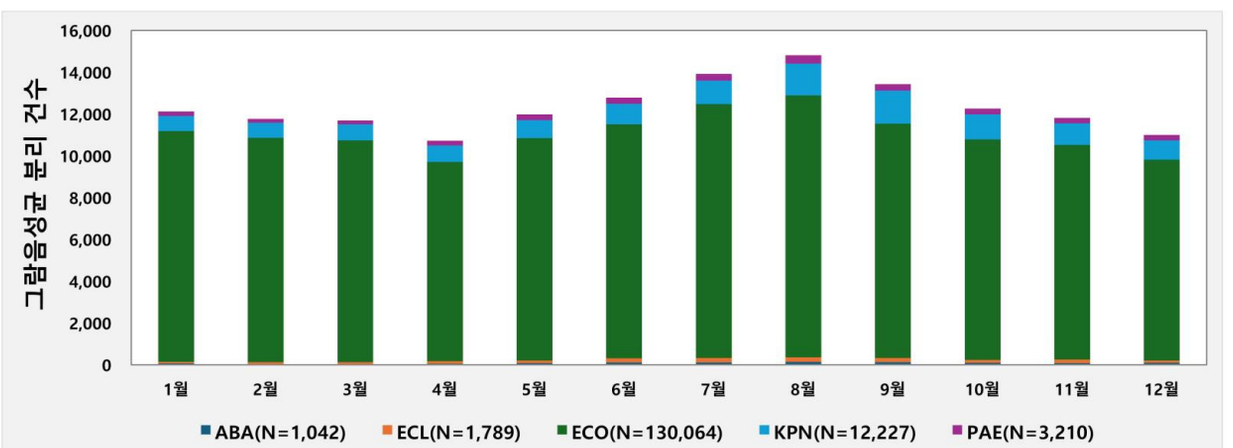


그림 4-4 의원 월별 그람음성균 분리 건수

4. 1. 3. 성별에 따른 분리 건수

혈액 분리 균의 성별 분포를 확인하였을 때, 대장균과 폐렴막대균, *Enterococcus faecalis*는 여성에서, 녹농균과 황색포도알균은 남성에서 더 많이 분리되었다. 그 외 균주는 남성과 여성에서 비슷한 수준으로 분리되었다. 다만, 의원의 혈액 검체에서 분리된 병원균의 건수는 총 102건으로 그 수가 너무 적어 해석에 유의할 필요가 있다.

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

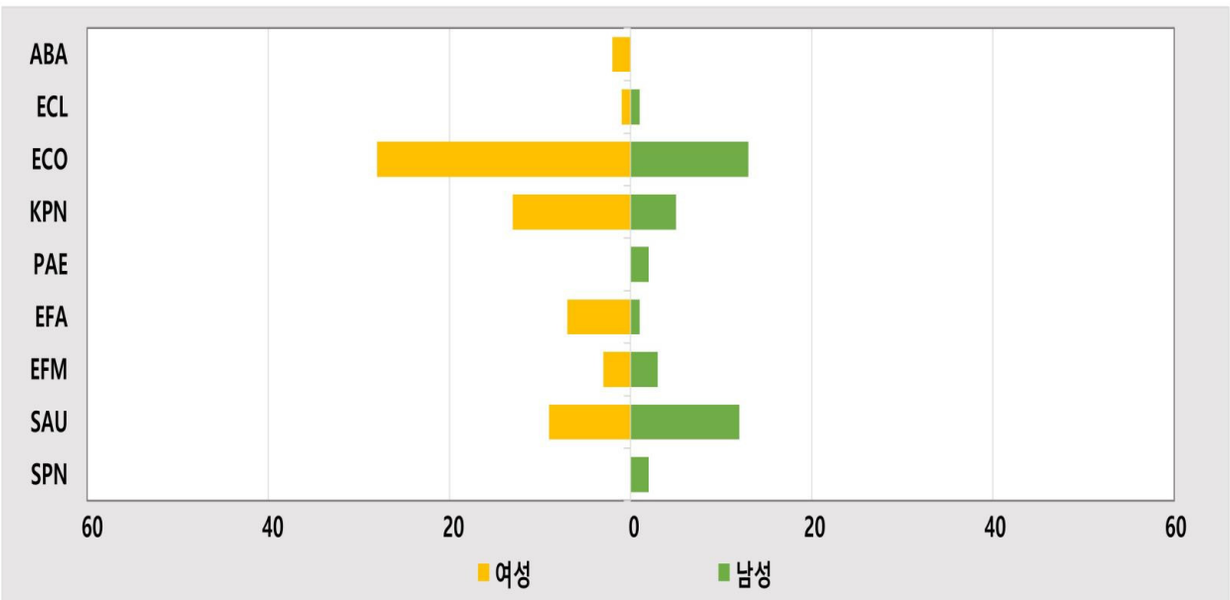


그림 4-5 의원 성별에 따른 혈액 검체에서의 병원균 분리 건수

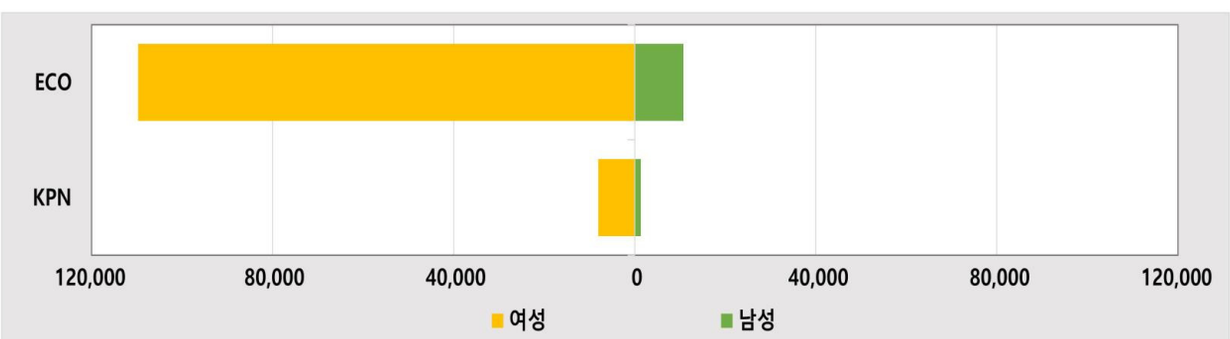


그림 4-6 의원 성별에 따른 소변 검체에서의 병원균 분리 건수

4. 2. 의원 항생제 내성 현황

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

2023년 의원 내성률 조사에서 황색포도알균(*Staphylcoccus aureus*)의 주요 분리원은 창상(53.7%), 소변(12.8%), 비뇨생식기(8.2%) 검체 순으로 확인되었다. 2023년 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 29.9%로 확인되었다. 대부분 항균제에서의 내성률이 전년 대비 감소 또는 비슷한 수준을 유지하였다. Mupirocin의 경우 2018년까지 내성률이 꾸준히 증가하다가, 2019년부터 감소추세였으나, 2021년부터는 소폭 증가세로 전환되어 2023년 10.9%로 나타났다.

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

표 4-1. 의원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Oxacillin	39.3	3,107	42.5	4,300	38.3	3,669	37.4	3,926	34.9	4,622	39.8	6,870	34.0	6,661	31.1	6,079	29.2	6,397	29.2	6,589
Penicillin G	92.1	2,851	91.2	2,962	89.3	3,710	88.8	3,937	89.1	5,284	87.1	5,865	85.1	6,663	82.0	6,080	81.1	5,926	80.8	6,588
Erythromycin	30.9	3,056	36.3	4,199	30.0	3,615	31.4	4,378	29.8	5,671	32.4	6,730	25.4	6,493	22.3	5,892	21.1	6,171	22.7	6,161
Clindamycin	14.0	3,056	16.0	4,204	12.5	3,615	9.6	4,379	10.2	5,672	9.3	6,730	9.6	6,493	8.2	5,893	6.7	6,172	7.9	6,181
Gentamicin	19.5	3,107	21.5	4,301	21.9	3,746	20.5	4,485	21.2	5,847	20.2	6,871	16.7	6,663	13.9	6,079	12.9	6,399	13.6	6,589
Ciprofloxacin	19.2	3,106	26.5	4,302	24.6	3,763	24.1	4,483	26.5	5,848	24.0	6,866	23.1	6,660	19.3	6,073	18.2	6,387	18.2	6,564
Tetracycline	19.5	3,106	21.5	4,303	20.9	3,710	16.6	4,486	18.3	5,848	16.6	6,866	13.6	6,660	13.0	6,074	11.9	5,915	11.8	6,563
Rifampin	1.5	3,108	1.8	4,302	1.8	3,670	1.2	4,485	1.1	5,849	1.0	6,871	1.2	6,662	0.7	6,080	0.5	5,926	0.6	6,588
SXT[b]	2.7	3,107	3.3	4,302	4.5	3,784	3.1	4,486	3.2	5,848	3.7	6,871	3.6	6,662	3.2	6,079	2.4	5,926	2.5	6,589
Vancomycin[c]	0.0	3,108	0.0	4,302	0.0	3,710	0.0	4,485	0.0	5,849	0.0	6,871	0.0	6,663	0.0	6,080	0.0	6,399	0.0	6,588
Linezolid	0.1	3,108	0.1	4,303	0.1	3,710	0.1	4,486	0.1	5,949	0.1	6,871	0.1	6,663	0.0	6,080	0.1	6,399	0.2	6,589
QDA[d]	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	6,663	0.1	6,080	0.0	5,925	0.0	3,348
Mupirocin[e]	5.3	3,106	7.5	4,297	10.1	3,637	13.7	4,412	16.2	5,285	14.6	5,865	12.2	5,543	8.3	3,757	8.8	3,826	10.9	1,973

[a] 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석
[b] Trimethoprim-sulfamethoxazole
[c] 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%)
[d] Quinupristin-dalfopristin
[e] CLSI 지침 내 기준이 명시되어있지 않아, EUCAST에 따라 내성률 산출

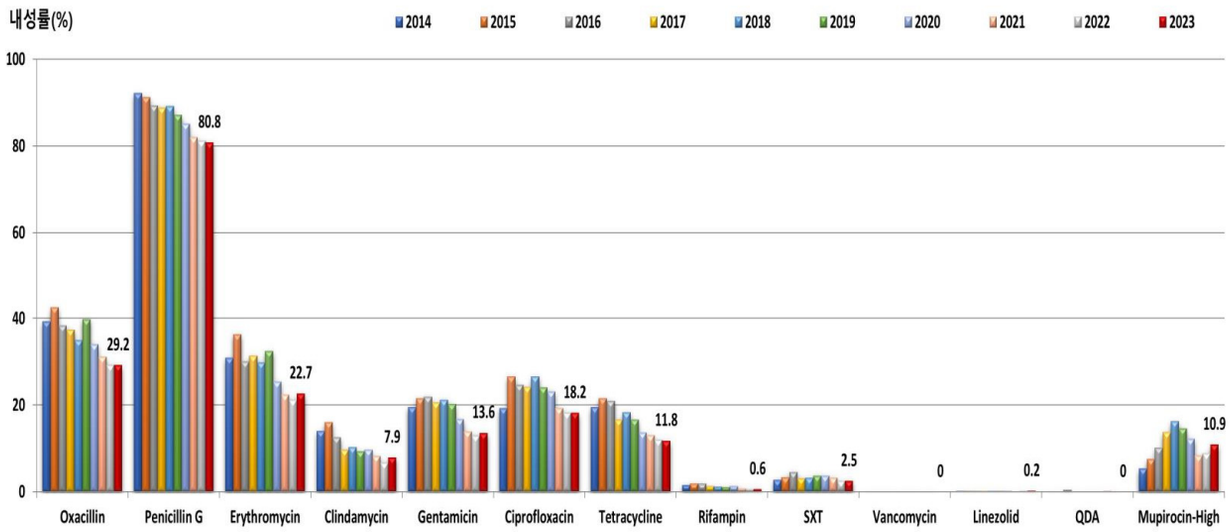


그림 4-7. 의원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

혈액에서 분리된 황색포도알균의 수가 적어 내성률 해석에 유의할 필요가 있다. 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 혈액 분리 황색포도알균의 항균제 내성률은 Oxacillin과 Penicillin G, Tetracycline 등의 항균제에서 내성률이 더 높았다.

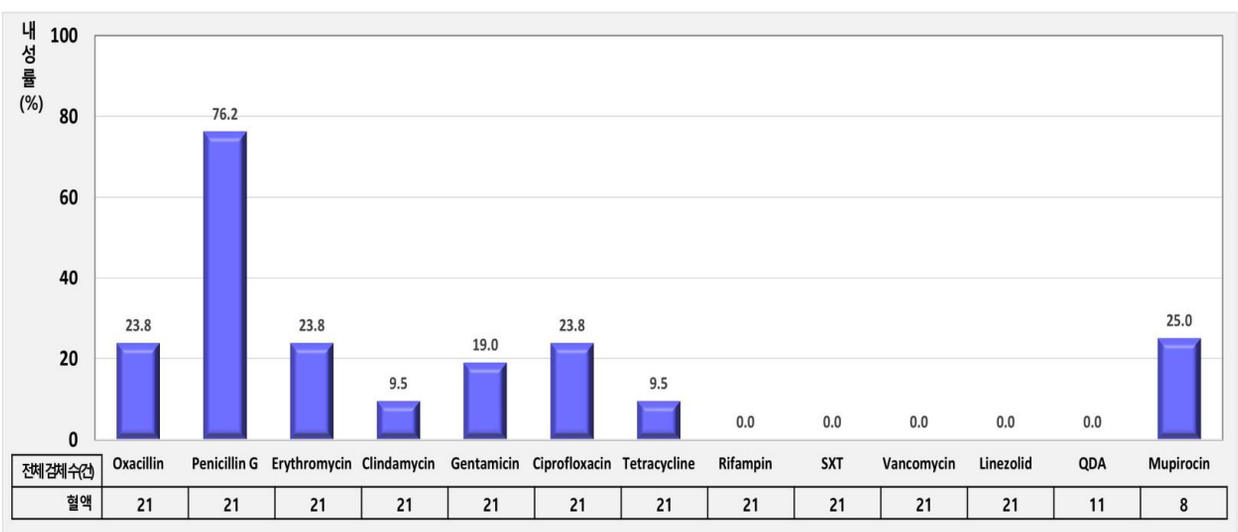


그림 4-8. 2023년 의원 혈액 검체 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

4. 2. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.)

Enterococcus faecalis

2023년 주요 분리원은 소변(54.5%), 대변(31.2%), 호흡기(5.1%) 검체 순으로 확인되었다. Ampicillin 내성률은 지속 낮은 수치를 유지하여 2023년에도 0.1%로 나타났다. 고농도 Gentamicin 내성률이 전년 대비 3.2%p 감소한 것을 제외하면, 대부분의 항생제 내성률은 비슷한 수준을 유지하였다.

혈액 분리 *E. faecalis*는 총 8개의 균주가 확인되었다. 그 중 2개의 균주에서 Ciprofloxacin, 고농도 Gentamicin, Tetracycline 모두에 내성이 확인되었다.

표 4-2. 의원 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률(%)

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Ampicillin	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	21,168	0.0	26,329	0.0	30,736	0.1	32,268
Ciprofloxacin	14.3	4,382	12.1	6,509	12.7	6,600	10.2	9,211	10.5	14,809	9.6	17,215	9.5	20,410	10.1	25,242	11.1	29,400	13.5	29,889
Gentamicin-High[b]	56.8	4,385	53.7	6,291	55.7	5,944	62.3	9,199	56.5	14,688	53.8	16,926	51.1	19,961	48.9	25,381	46.8	28,547	43.6	32,255
Streptomycin-High[b]	20.8	4,519	19.5	6,630	20.1	6,391	37.5	9,623	20	15,468	20	17,959	20.2	19,944	19.1	26,273	17.4	29,652	16.0	32,225
Tetracycline	87.6	4,513	88	6,510	86.9	6,298	87.3	9,214	88.8	14,810	87.6	17,218	87.6	20,411	86.6	25,246	86.6	28,369	87.4	29,888
Vancomycin	0.4	4,527	1.4	6,640	1.0	6,423	1.0	9,632	0.3	15,494	0.4	17,994	0.3	19,629	0.3	26,328	0.1	30,733	0.3	32,264
Linezolid	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	21,168	1.3	26,328	1.8	30,736	2.0	32,269

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

[b] 임상검사센터 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

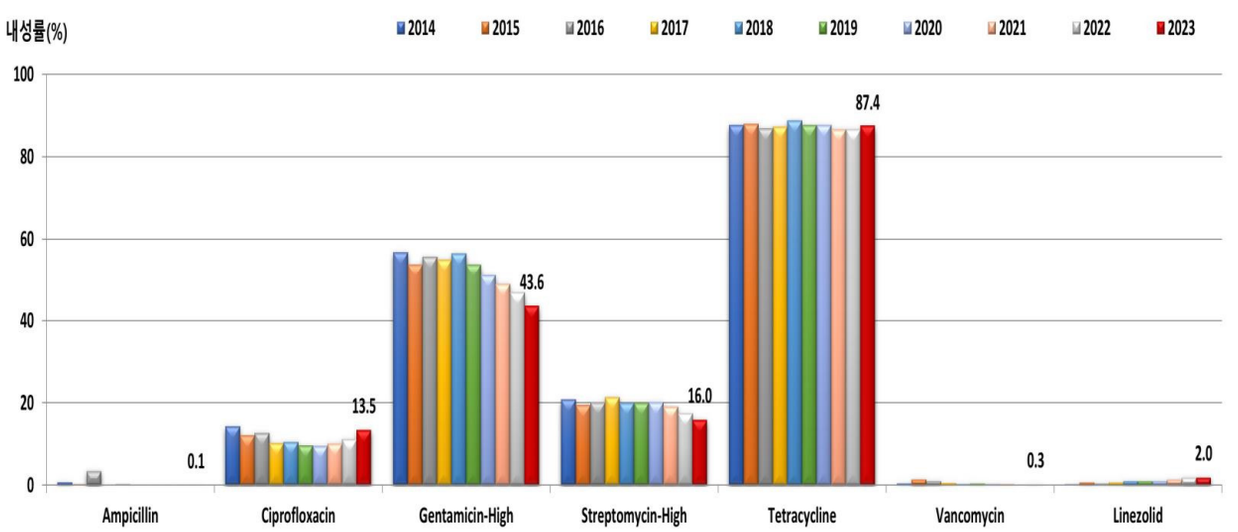


그림 4-9. 의원 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률(%)

Enterococcus faecium

2023년 주요 분리원은 소변(54.5%), 대변(31.2%), 호흡기(5.1%) 검체 순으로 확인되었다. 대부분의 항균제 내성률이 전년도에 비해 증가한 것으로 확인되나, 최근 10년간의 경향을 보았을 때, 비슷한 수준을 유지하였다. 고농도 Streptomycin의 경우 2022년에 크게 증가 후 2023년에는 9.7%로 예년의 수준을 보였으나, Tetracycline의 경우 전년 대비 감소하여 2023년 27.1%로 확인하였다.

혈액 분리 *E. faecium*은 전체 6주 분리되었다. 그 중 Ampicillin, Linezolid에 내성을 보이는 균 1주, Ampicillin, 고농도 Gentamicin에 내성을 보이는 균 1주, Ampicillin, Vanomycin에 내성을 보이는 균 1주, Ampicillin에 내성을 보이는 균 1주로 총 4주에서 항생제 내성이 확인되었다.

표 4-3. 의원 분리 *E. faecium* 항균제 내성률(%)

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Ampicillin	70.5	519	84.9	1,147	79.9	728	82.8	1,156	86.5	2,349	84.8	1,985	77.2	1,459	77.1	1,685	62.0	1,048	80.6	2,260
Ciprofloxacin	74.0	508	85.4	1,134	78.3	736	82.4	1,092	86.8	2,143	85.7	1,950	78.8	1,414	78.4	1,625	63.1	983	81.8	2,109
Gentamicin-High[b]	45.4	516	52.4	1,084	47.8	578	46.4	1,071	46.8	2,254	45.0	1,874	41.5	1,338	39.4	1,591	28.3	901	33.6	2,256
Streptomycin-High[b]	23.2	516	17.3	1,146	16.1	666	15.5	1,152	10.8	2,195	9.6	1,982	10.8	1,338	11.1	1,683	16.6	981	9.7	2,250
Tetracycline	40.0	508	30.8	1,134	27.2	670	30.1	1,092	24.5	2,143	24.1	1,950	20.4	1,414	18.7	1,625	31.4	919	27.1	2,108
Vancomycin	24.7	519	63.7	1,148	49.0	675	48.7	1,155	61.4	2,349	62.2	1,985	52.8	1,459	54.4	1,685	23.8	1,048	59.4	2,260
QDA[c]	4.8	508	3.2	1,130	2.6	649	3.1	1,155	4.5	2,349	6.3	1,985	7.3	1,459	4.6	1,685	3.6	984	11.1	1,068
Linezolid	0.0	519	0.5	1,147	0.6	675	0.3	1,155	0.2	2,349	0.8	1,985	0.1	1,459	0.2	1,685	0.6	1,048	0.4	2,260

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

[b] 임상검사센터 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

[c] Quinupristin-dalfopristin

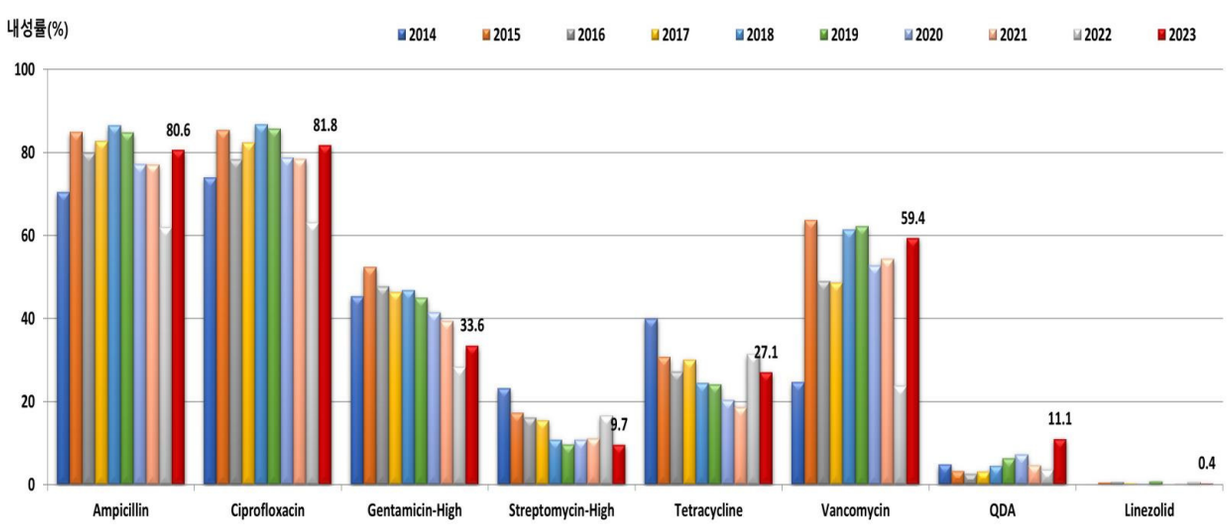


그림 4-10. 의원 분리 *E. faecium* 항균제 내성률(%)

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

2023년 의원 내성률 조사에서 폐렴사슬알균(*S. pneumoniae*)의 주요 분리원은 창상(45.6%), 호흡기(34.2%), 소변(5.1%) 검체 순으로 확인되었다. Penicillin G 내성률은 15.7%로 소폭 감소하였다. Erythromycin, Tetracycline 내성률은 각각 97.3%, 81.0%로 여전히 높은 수준을 유지하였으며, SXT 내성률은 41.8%로 감소한 것으로 나타났다. 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	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Penicillin G	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	15.7	70
Erythromycin	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	97.3	74
Tetracycline	79.4	88	69.3	88	80.4	102	78.9	133	85.0	113	85.6	167	81.2	64	87.5	24	86.4	44	81.0	79
SXT[b]	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	41.8	79
Rifampin[c]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	64	4.8	21	0.0	32	0.0	74
Vancomycin	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	0.0	79

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

[b] Trimethoprim-sulfamethoxazole

[c] 자동화장비 패널 변경(AST ST-01→ST03)으로 2020년부터 감수성 검사 결과 추가

※ Ofloxacin은 2013년 패널 변경 등의 사유로 산출이 되지 않아 표에서 삭제

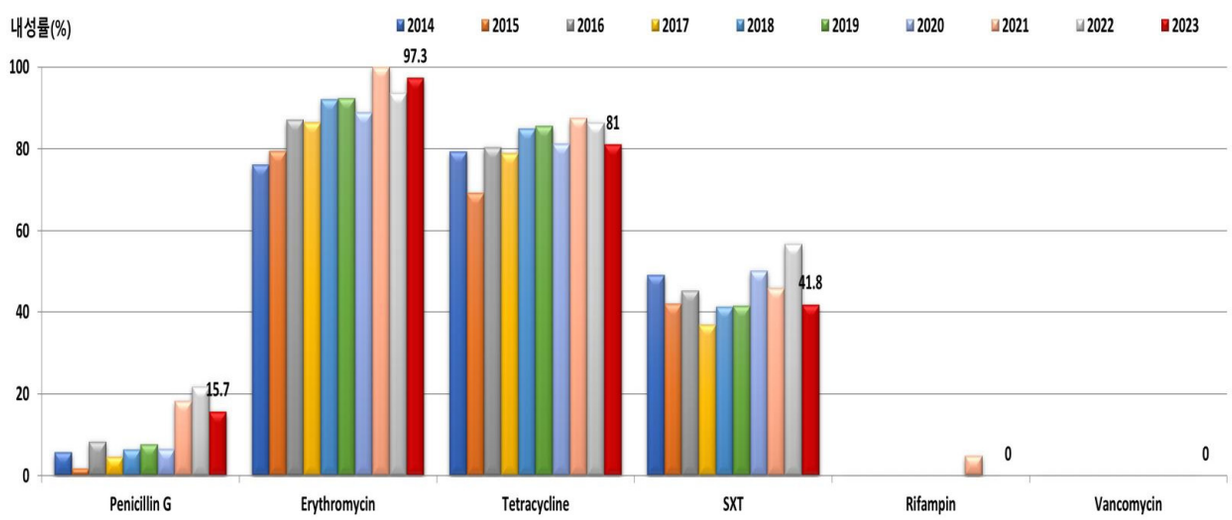
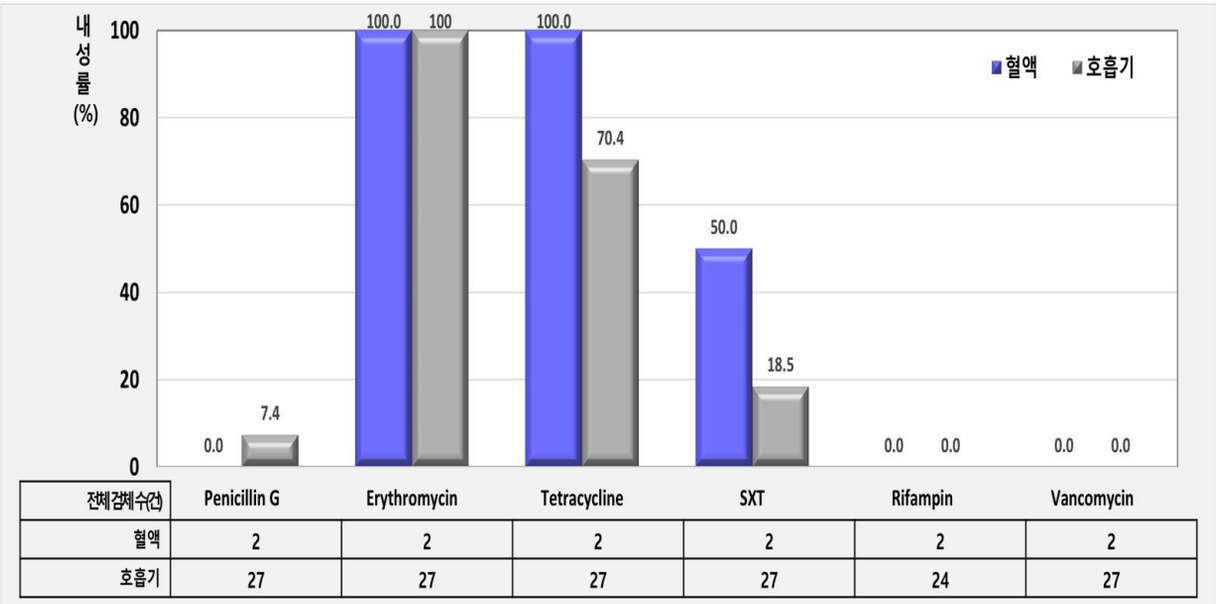


그림 4-11. 의원 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

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.



전체검체수(건)	Penicillin G	Erythromycin	Tetracycline	SXT	Rifampin	Vancomycin
혈액	2	2	2	2	2	2
호흡기	27	27	27	27	24	27

그림 4-12. 2023 년 의원 혈액·호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

4. 2. 4. 대장균(*Escherichia coli*)

2023년 의원 내성률 조사에서 대장균(*E. coli*)의 주요 분리원은 소변(93.6%), 비뇨·생식기계(4.3%), 창상(0.8%) 검체 순으로 확인되었다. 전년도에 비해 대부분의 항균제에 대한 내성률이 비슷한 수준을 유지하였으며, 모든 항균제에서 중소병원, 요양병원보다 낮은 내성률을 보였다. 세팔로스포린계 항생제인 Cefotaxime, Ceftazidime, Cefepime의 경우 2023년 내성률은 각각 19.9%, 6.4%, 4.9%로 소폭 증가하는 것으로 나타났다. 카바페넴계 항균제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem의 내성률은 각각 0.2%로 확인되었다.

표 4-5. 의원 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	0.3	16,981	0.4	30,452	0.4	24,430	0.8	40,327	1.6	70,251	0.2	82,810	0.3	104,150	0.1	107,804	0.1	128,438	0.1	130,059
Gentamicin	25.4	16,982	25.5	30,452	25.8	24,617	25.9	40,328	26.1	70,250	25.2	82,810	25.2	104,146	22.4	107,804	21.4	128,436	21.9	130,060
Fluoroquinolone[b]	35.7	16,982	37.5	30,451	36.6	24,708	35.2	40,326	41.4	70,250	35.5	82,809	43.1	104,142	39.9	107,803	39.0	128,437	41.1	130,059
Ampicillin	63.4	16,978	64.0	30,448	62.9	24,505	63.3	40,327	64.6	70,250	63.6	82,807	63.2	104,142	58.6	107,800	58.7	128,433	61.8	130,059
Cefotaxime	17.4	16,983	19.4	30,458	21.2	24,573	22.0	40,328	23.1	70,250	22.9	82,806	23.7	104,145	18.2	107,805	18.0	102,548	19.9	130,023
Ceftazidime	12.8	16,983	7.2	30,460	8.1	24,522	8.2	40,329	8.4	70,252	8.2	82,809	8.8	104,145	5.5	107,805	5.2	128,435	6.4	130,052
Cefoxitin	5.2	16,978	5.6	30,448	5.7	24,364	6.3	33,291	6.4	70,250	5.7	82,809	6.1	104,122	4.6	107,803	4.9	128,435	6.1	71,492
Aztreonam	10.3	12,859	10.2	24,706	12.0	19,097	12.3	32,996	12.9	59,124	12.8	72,904	13.8	94,665	9.1	96,773	8.7	115,549	9.3	65,310
Cefepime	11.2	16,983	4.6	30,460	4.5	24,522	4.0	40,329	4.3	70,252	4.0	82,811	4.5	104,142	2.3	107,804	2.2	128,437	4.9	130,021
Imipenem	0.0	16,983	0.0	30,458	0.5	24,610	0.0	40,329	0.3	70,250	0.3	82,808	0.5	104,144	0.1	107,801	0.0	128,434	0.2	130,011
Meropenem[c]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	64,736
Ertapenem[c]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	123,876
SXT[d]	35.5	16,980	36.1	30,448	35.5	24,751	35.9	40,323	37.3	70,248	37.6	82,802	36.4	104,141	32.5	107,787	31.9	121,420	33.9	130,051

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2023 Ciprofloxacin

[c] 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항생제 내성률 추가

[d] Trimethoprim-sulfamethoxazole

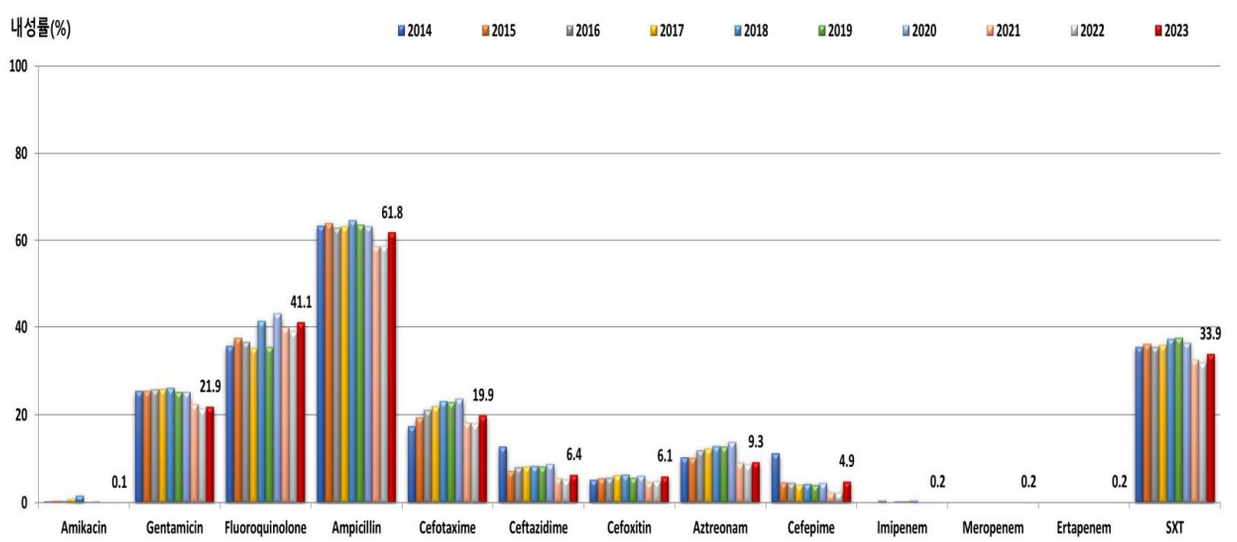
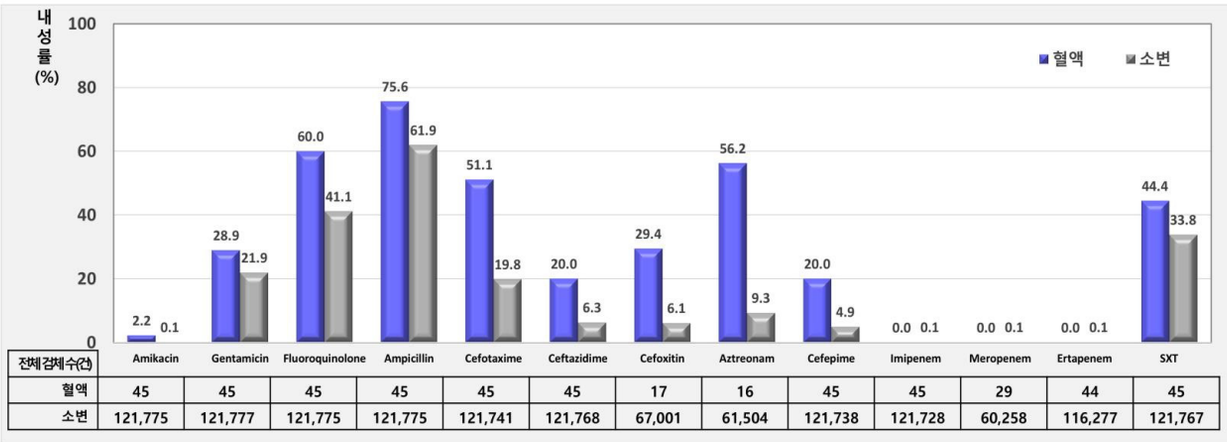


그림 4-13. 의원 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

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 45주 분리되었으나, 항균제 내성률은 비교적 더 높은 수치로 확인되었다.



전체검체수(건)	Amikacin	Gentamicin	Fluoroquinolone	Ampicillin	Cefotaxime	Ceftazidime	Cefoxitin	Aztreonam	Cefepime	Imipenem	Meropenem	Ertapenem	SXT
혈액	45	45	45	45	45	45	17	16	45	45	29	44	45
소변	121,775	121,777	121,775	121,775	121,741	121,768	67,001	61,504	121,738	121,728	60,258	116,277	121,767

그림 4-14. 2023 년 의원 혈액·소변 검체 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

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

2023년 의원 내성률 조사에서 폐렴막대균(*K. pneumoniae*)의 주요 분리원은 소변(77.1%), 호흡기(10.5%), 비뇨·생식기(5.9%) 검체 순으로 확인되었다. 대부분의 항균제에서 중소병원, 요양병원보다는 낮은 내성률을 보였다. Amikacin 내성률은 1.8%로 나타났으며 2022년보다 소폭 증가한 것으로 나타났다. 카바페넴계 항균제의 경우 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에서 각각 6.5%, 9.8%, 7.4%로 소폭 증가하였다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	3.7	2,349	5.2	3,569	2.3	3,504	1.3	4,935	2.5	7,180	2.7	9,520	3.0	9,120	5.0	10,617	1.2	11,507	1.8	12,223
Gentamicin	10.7	2,350	15.0	3,569	12.4	3,618	10.2	4,935	14.1	7,180	13.4	9,521	13.2	9,120	15.8	10,615	10.8	11,507	14.0	12,226
Fluoroquinolone[b]	17.5	2,350	22.3	3,569	19.6	3,651	15.4	4,935	26.2	7,180	20.5	9,521	27.0	9,119	26.4	10,617	19.8	11,506	27.4	12,221
SXT[c]	17.1	2,350	20.5	3,569	19.9	3,677	16.9	4,935	23.3	7,179	22.4	9,521	21.0	9,120	22.1	10,617	17.7	10,817	22.9	12,226
Cefotaxime	25.4	2,351	25.8	3,570	22.6	3,567	18.5	4,935	27.2	7,180	23.2	9,521	22.2	9,120	23.2	10,617	16.8	8,908	24.0	12,220
Ceftazidime	22.2	2,351	21.2	3,570	18.2	3,541	13.8	4,935	24.3	7,180	18.8	9,521	17.7	9,120	15.2	10,617	11.5	11,507	20.2	12,226
Cefepime	14.2	2,351	11.2	3,570	9.8	3,541	7.6	4,935	12.9	7,179	11	9,521	10.9	9,120	8.8	10,617	5.5	11,507	14.0	12,220
Cefoxitin	9.7	2,350	11.7	3,569	7.9	3,480	6.8	4,308	16.0	7,180	14.5	9,521	12.1	9,118	9.8	10,617	6.0	11,506	10.5	5,621
Aztreonam	22.1	1,755	24.4	3,043	21.4	2,962	16.1	4,273	25.9	6,265	20.9	8,691	17.5	8,398	16.9	9,867	13.4	10,587	15.0	5,248
Imipenem	0.3	2,351	0.5	3,570	2.0	3,574	1.1	4,935	8.7	7,180	5.6	9,521	5.3	9,119	3.2	10,616	1.0	11,506	6.5	12,221
Meropenem[d]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.8	6,976
Ertapenem[d]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.4	11,850

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2023 Ciprofloxacin

[c] Trimethoprim-sulfamethoxazole

[d] 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항생제 내성률 추가

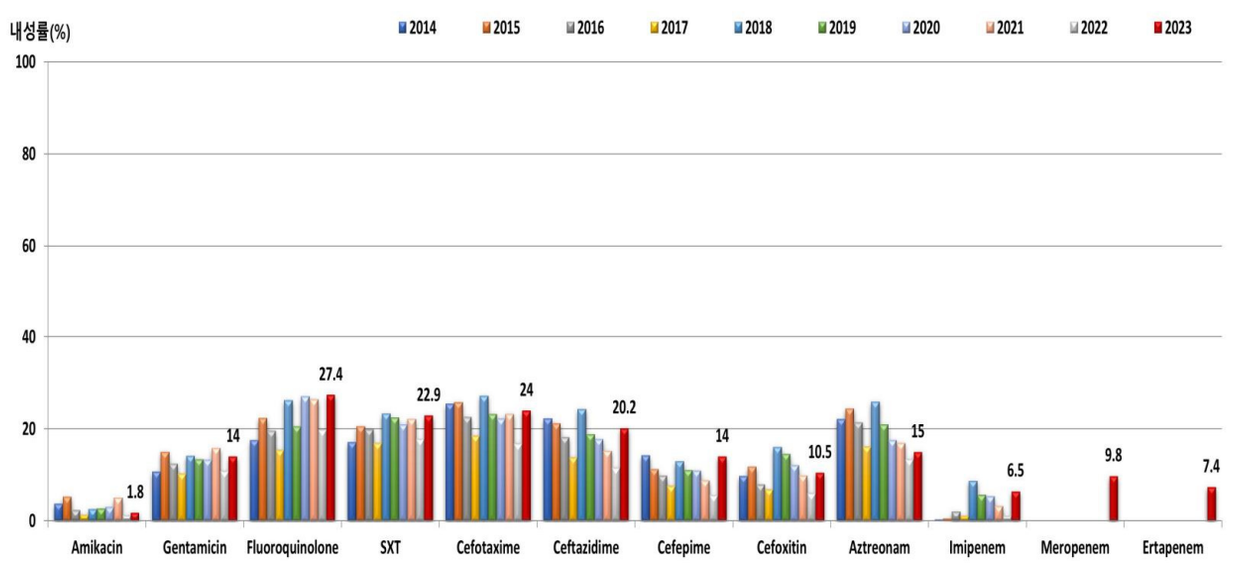
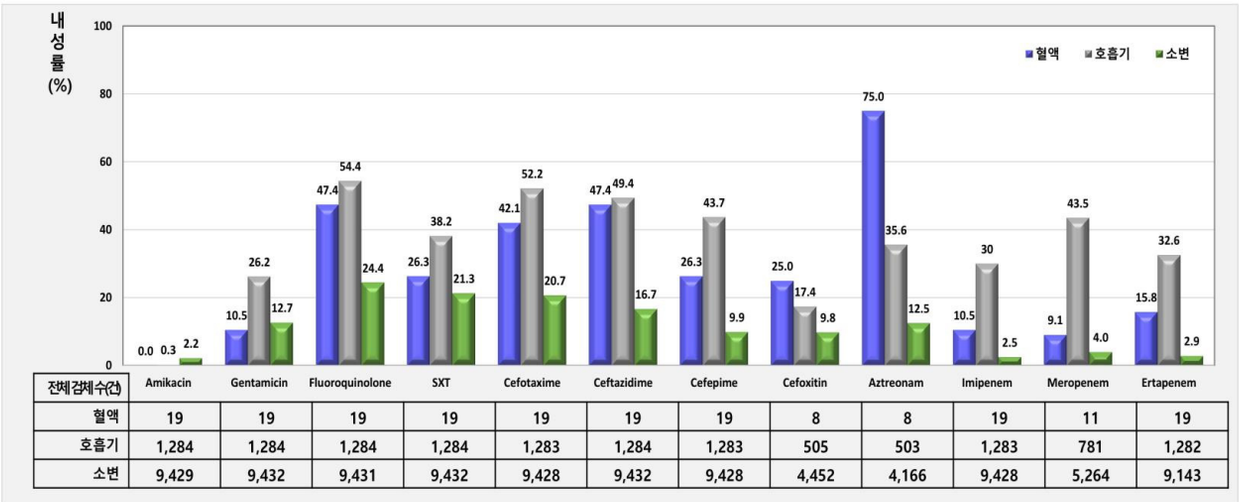


그림 4-15. 의원 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

폐렴막대균이 주로 분리되는 검체는 소변 검체로, 전체 검체 대상 폐렴막대균의 항균제 내성률과 소변 분리 대장균의 항균제 내성률은 비슷한 수준을 보였다. 반면, 혈액 분리 폐렴막대균은 19주로 적은 수가 분리되어 내성률의 해석에는 유의할 필요가 있으나, 혈액 분리 균주에서 매우 높은 내성을 보였다. 호흡기 분리 폐렴막대균 역시 대부분의 항균제에서 전체 검체 대상 내성률보다 높게 나타났다.



전체검체수(건)	Amikacin	Gentamicin	Fluoroquinolone	SXT	Cefotaxime	Ceftazidime	Cefepime	Cefoxitin	Aztreonam	Imipenem	Meropenem	Ertapenem
혈액	19	19	19	19	19	19	19	8	8	19	11	19
호흡기	1,284	1,284	1,284	1,284	1,283	1,284	1,283	505	503	1,283	781	1,282
소변	9,429	9,432	9,431	9,432	9,428	9,432	9,428	4,452	4,166	9,428	5,264	9,143

그림 4-16. 2023 년 의원 혈액·호흡기·소변 검체 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

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

2023년 의원 내성률 조사에서 엔테로박터균(*E. cloacae*)의 주요 분리원은 소변(70.7%), 창상(13.0%), 호흡기(7.7%) 검체 순으로 확인되었다. 세팔로스포린계 항균제인 Cefotaxime 항균제 내성률은 25.3%로 전년 대비 크게 감소하였으며, Ceftazidime, Cefepime 내성률은 14.6%, 3.7%로 전년과 비슷한 수준이었다. 플로로퀴놀론계 항균제 내성률은 10.4%p 감소하여 20.4%, Aztreonam의 경우 7.9%p 감소한 20.7%으로 확인되었다.

혈액에서 분리된 엔테로박터균은 총 2주이며 모든 항균제에 감수성을 보였다.

표 4-7. 의원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률(%)

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	4.8	707	0.6	1,231	42.7	1,313	49.3	1,797	33.5	1,784	17.1	1,951	18.6	1,886	17.5	1,864	17.2	1,775	4.1	1,789
Gentamicin	10.2	707	13.8	1,231	44.7	1,319	50.6	1,797	37.4	1,784	19.0	1,951	20.6	1,886	21.1	1,864	20.8	1,775	12.1	1,789
Fluoroquinolone[b]	8.7	707	11.4	1,231	44.5	1,336	54.8	1,619	34.6	1,784	16.9	1,951	33.0	1,886	28.0	1,864	30.8	1,775	20.4	1,787
SXT[c]	13.1	643	23.0	1,000	47.1	1,335	51.6	1,797	35.3	1,784	20.6	1,951	26.2	1,711	25.2	1,864	25.4	1,671	16.4	1,788
Cefotaxime	30.1	707	45.0	1,231	52.8	1,317	57.0	1,797	16.6	1,784	29.6	1,951	32.8	1,886	33.2	1,864	38.4	1,499	25.3	1,788
Ceftazidime	15.7	707	15.2	1,231	8.0	1,317	6.5	1,797	10.8	1,784	11.9	1,951	12.9	1,886	13.3	1,864	16.4	1,775	14.6	1,789
Cefepime	8.6	707	11.6	1,231	7.2	1,317	4.6	1,797	16.6	1,784	5.5	1,951	3.1	1,886	3.1	1,864	2.8	1,774	3.7	1,788
Aztreonam	25.8	558	46.2	1,076	54.0	1,158	58.4	1,618	41.5	1,503	25.0	1,717	33.2	1,711	31.0	1,683	28.6	1,705	20.7	784
Imipenem	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	1,886	0.4	1,864	0.1	1,775	0.6	1,784
Meropenem[d]	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.0	1,002
Ertapenem[d]	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.1	1,706

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2023 Ciprofloxacin

[c] Trimethoprim-sulfamethoxazole

[d] 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항생제 내성률 추가

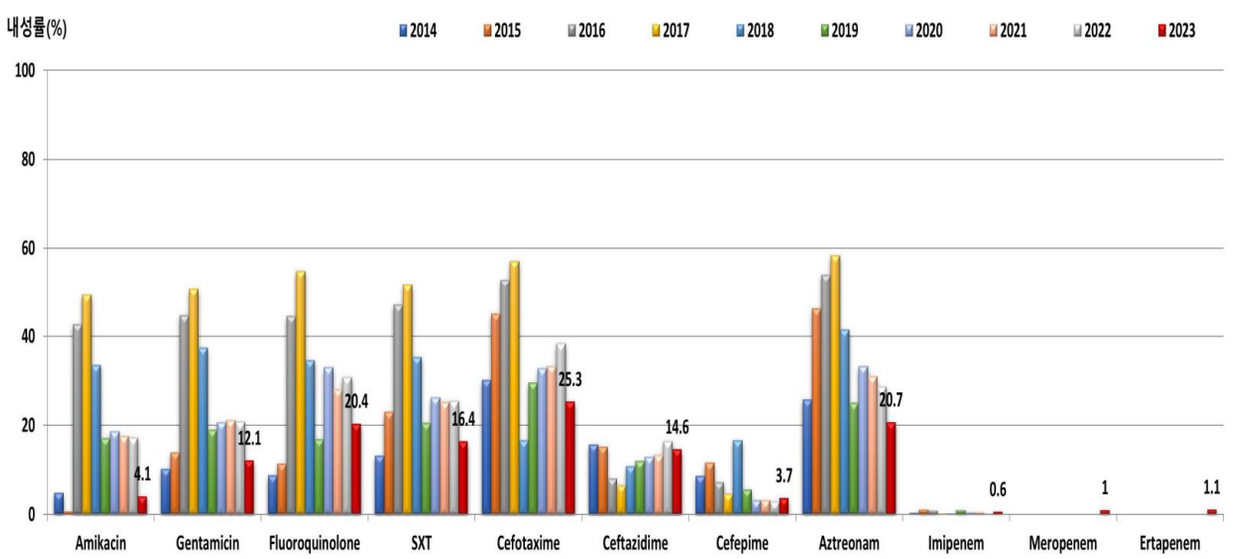


그림 4-17. 의원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률(%)

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

2023년 의원 내성률 조사에서 녹농균(*P. aeruginosa*)의 주요 분리원은 소변(50.4%), 창상(21.1%), 호흡기(21.1%) 검체 순으로 확인되었다. 2022년 다소 감소하였던 항균제 내성률은 다시 증가하였다. 특히 아미노글리코시드계 항균제인 Amikacin과 Gentamicin 항균제의 내성률이 각각 13.5%, 21.2%로 증가하였고, 카바페넴계열 항균제인 Imipenem과 Meropenem 내성률 역시 24.1%, 19.2%로 큰 폭으로 증가하였다. Colistin 내성률 역시 3.5%로 증가하였다.

혈액에서 분리된 녹농균은 총 2주 분리되었으며, 그 중 1주에서 플로로퀴놀론계 항균제인 Ciprofloxacin, 카바페넴계 항균제인 Imipenem, Gentamicin에 내성을 보였다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	12.4	1,660	11.8	2,442	13.4	1,769	12.6	1,076	14.7	1,882	10.8	1,804	13.6	3,090	12.1	4,144	8.2	2,279	13.5	2,424
Gentamicin	23.4	1,660	22.0	2,441	22.0	1,813	18.7	1,076	18.2	1,882	16.4	1,804	20.9	3,091	17.1	4,142	12.6	2,276	21.2	2,052
Fluoroquinolone[b]	34.8	1,661	38.4	2,443	35.5	1,827	29.2	1,076	30.0	1,882	24.4	1,801	36.6	3,090	27.4	4,143	20.6	2,277	31.4	3,208
Piperacillin	21.2	938	20.6	1,229	24.3	922	19.6	1,076	23.2	1,881	18.0	1,804	23.8	1,989	20.1	3,396	12.0	2,276	20.2	1,106
Aztreonam	20.4	1,653	15.5	2,426	17.4	1,777	15.7	1,074	16.0	1,875	12.4	1,797	21.9	3,085	14.6	4,138	8.7	2,270	16.5	1,585
Ceftazidime	10.6	1,661	13.1	2,443	13.5	1,782	10.4	1,076	13.1	1,882	9.7	1,801	17.8	3,093	13.0	4,142	7.6	2,279	13.9	3,208
Cefepime	12.7	938	25.8	1,227	15.3	1,784	12.9	1,076	14.5	1,882	11.3	1,803	18.3	3,090	13.1	4,144	9.0	2,280	13.3	3,206
Imipenem	21.1	1,659	24.1	2,436	25.4	1,796	20.9	1,075	24.5	1,878	17.3	1,801	21.0	3,087	17.9	4,138	14.7	2,272	24.1	3,203
Meropenem	12.1	1,442	18.8	2,425	21.6	1,739	16.7	1,076	19.6	1,881	12.9	1,803	20.8	3,089	16.8	4,137	10.8	2,275	19.2	3,200
Colistin	0.8	1,653	0.7	2,436	0.2	1,734	0.6	860	1.2	925	0.5	1,034	1.3	2,131	0.4	2,011	0.7	1,315	3.5	1,123

[a] 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석
[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2022 Ciprofloxacin
※ Tobramycin은 2012년 패널 변경 등의 사유로 산출이 되지 않아 표에서 삭제

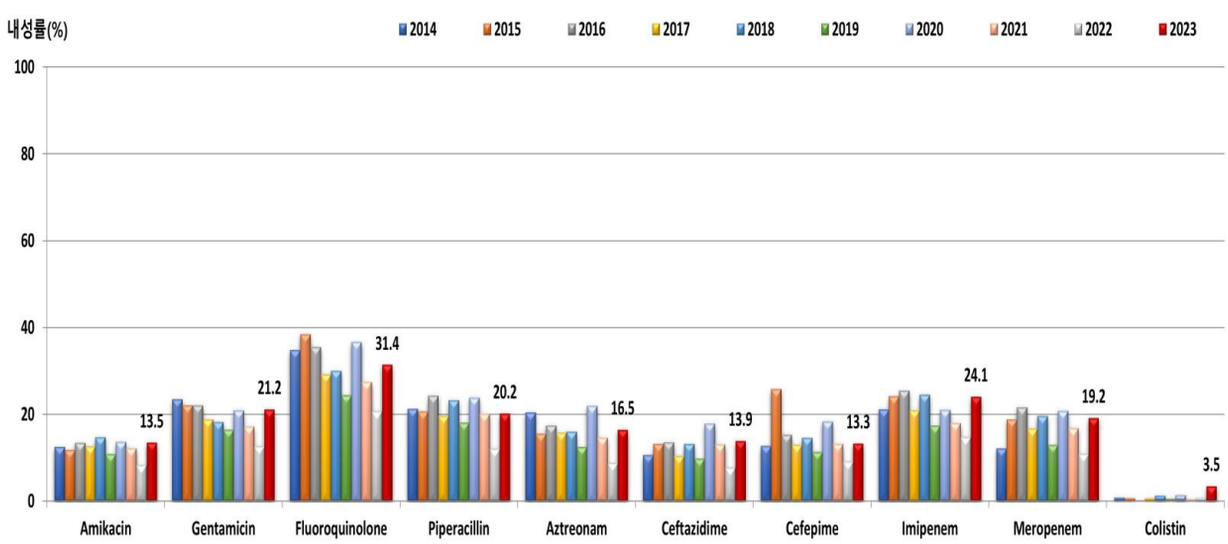


그림 4-18. 의원 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

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

2023년 의원 내성률 조사에서 아시네토박터균(*A. baumannii*)의 주요 분리원은 소변(49.6%), 호흡기(27.6%), 창상(13.5%) 검체 순으로 확인되었다. 의원의 항균제 내성률은 중소병원과 요양병원에 비해 전반적으로 낮게 나타났으며, 2022년 크게 감소하였던 Imipenem과 Meropenem 내성률은 각각 41.1%, 32.3%로 증가했다. 플로로퀴놀론계 항균제의 내성은 여전히 49.0%로 2022년과 비슷한 수준을 유지하였다.

혈액에서 분리된 아시네토박터균은 총 2주였으며, 그 중 1주가 Ciprofloxacin에서 내성을 보였다.

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

Antimicrobial agent	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021[a]		2022		2023	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Amikacin	40.2	914	43.5	513	19.9	246	27	141	25.7	148	22.8	180	20.4	157	42.1	95	22.0	141	22.2	266
Gentamicin	42.0	1,024	54.1	1,337	37.6	1,106	42.6	1,089	34.1	1,550	29.5	1,634	34.5	1,161	37.4	888	24	854	31.5	1,042
Fluoroquinolone[b]	49.2	1,024	61.6	1,337	46.0	1,132	53.8	1,089	48.3	1,549	52.0	1,634	49.9	1,161	49.4	887	49.2	853	49.0	1,042
Piperacillin	45.3	544	54.1	1,114	37.8	1,066	47.4	1,088	45.5	1,550	48.7	1,633	47.1	1,161	45.8	888	30.4	854	32.3	1,042
Ceftazidime	45.6	1,024	56.6	1,337	34.4	1,103	45.5	1,089	44.1	1,550	47.3	1,634	45.4	1,161	42.9	888	28.7	854	30.1	1,042
Cefepime	40.4	545	56.1	1,312	35.6	1,104	47.7	1,089	44.7	1,550	47.8	1,634	45.4	1,161	43.0	888	28.9	854	31.2	660
Imipenem	53.1	800	56.4	1,258	35.4	1,120	44.9	1,088	43.8	1,550	47.1	1,634	45.6	1,161	42.0	888	27.2	854	41.1	884
Meropenem	43.8	908	55.5	1,334	36.4	1,077	45.4	1,089	44.2	1,549	47.1	1,631	45.7	1,161	43.0	888	28.1	854	32.3	1,041
Colistin	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	729	1.0	395	0.6	518	0.5	184

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

[b] 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2022 Ciprofloxacin

※ Tobramycin은 2012년 패널 변경 등의 사유로 산출이 되지 않아 표에서 삭제

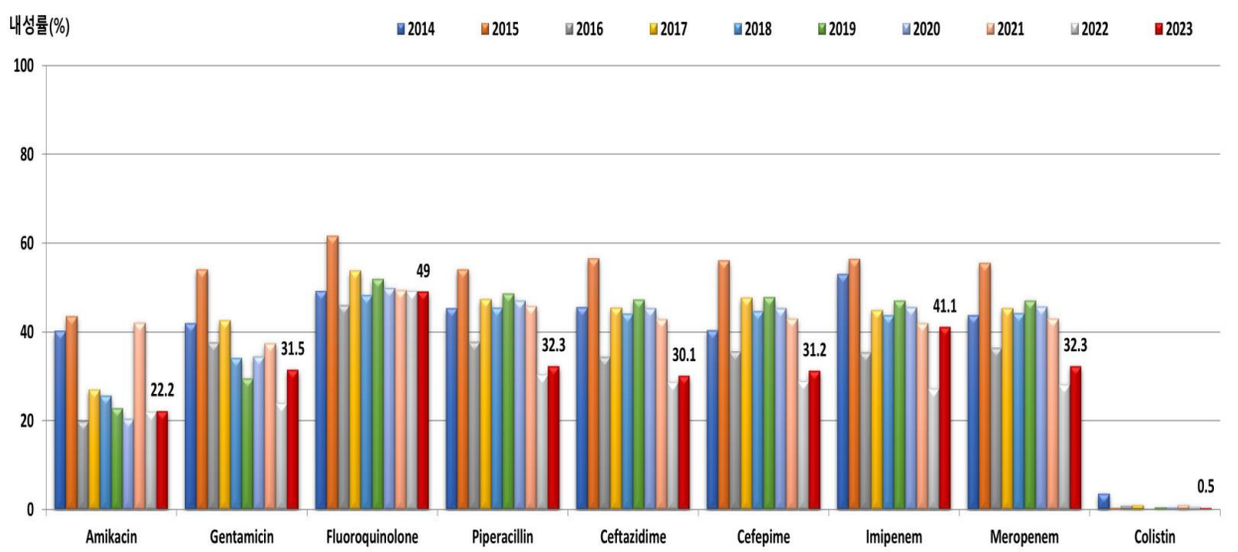


그림 4-19. 의원 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

5

주요 항균제 내성 비교

2023 국내 항균제 내성정보 모니터링

5 주요 항균제 내성 비교

5. 1. 의료기관 종별 주요 항균제 내성 비교

5. 1. 1. 황색포도알균(S*taphylococcus aureus*)

MRSA 2023년 황색포도알균의 Oxacillin 내성률은 중소·요양병원에서 49.7%, 83.2%로 각각 1.9%p, 2.6%p 소폭 감소하였다. 의원에서는 29.2%로 내성률을 유지하였다.

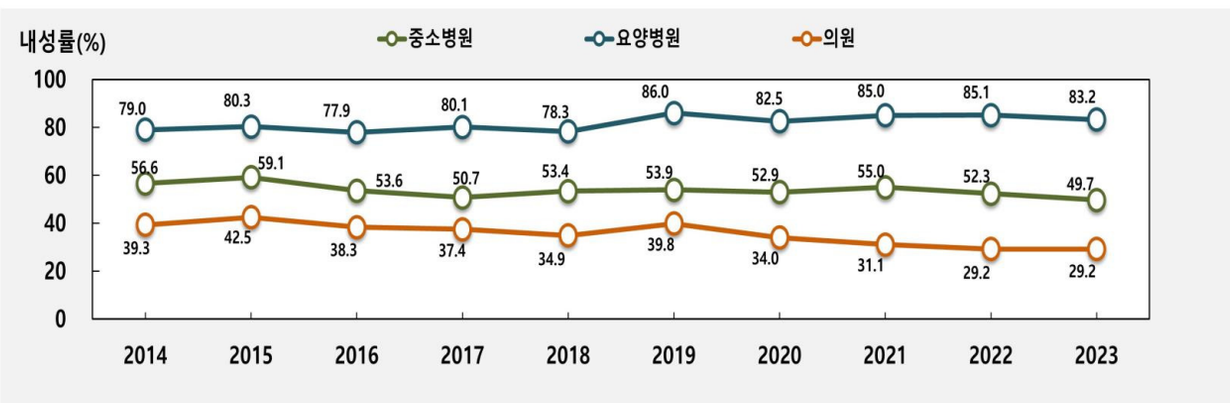
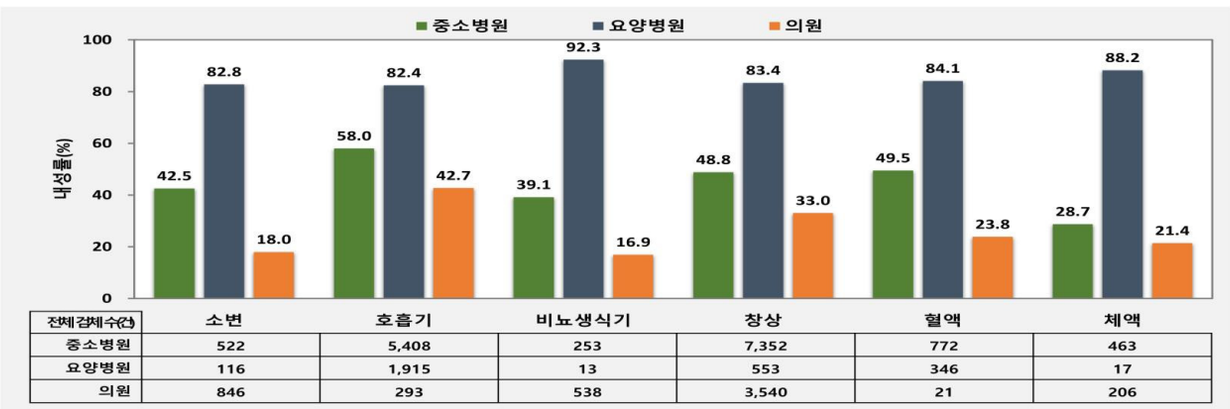


그림 5-1. 의료기관 종별 MRSA(Oxacillin resistance for *S. aureus*) 내성률(%)

2023년 검체별 MRSA 내성률을 확인하였을 때, 중소병원은 호흡기 검체에서 58.0%로 전체 검체 대상 내성률보다 높은 수준을 보였으며, 혈액 검체에서 49.5%로 비슷한 수치를 나타내었다. 요양병원은 모든 검체에서 80% 이상의 내성률을 보였으며, 의원에서는 다른 의료기관에 비해 낮은 내성을 확인하였다.



전체검체수(건)	소변	호흡기	비뇨생식기	창상	혈액	체액
중소병원	522	5,408	253	7,352	772	463
요양병원	116	1,915	13	553	346	17
의원	846	293	538	3,540	21	206

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

5. 1. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.)

VRE 2023년 반코마이신 내성 *E. faecalis*에서는 전년 대비 비슷한 수준을 유지하였다. *E. faecium*의 경우 중소·요양병원에서는 소폭 감소하였으나, 의원에서는 2022년에 비해 큰 폭으로 증가한 것을 확인하였다. 전체 장알균(*E. faecalis, E. faecium* 포함)에서 Vancomycin 내성률은 요양병원에서 4.6%p 감소하였으며, 중소병원에서는 비슷한 수준을 유지, 의원에서는 4.2%로 소폭 증가하였다.

그림 5-3. 의료기관 종별 Vancomycin 내성 E. *faecalis* 내성률(%)

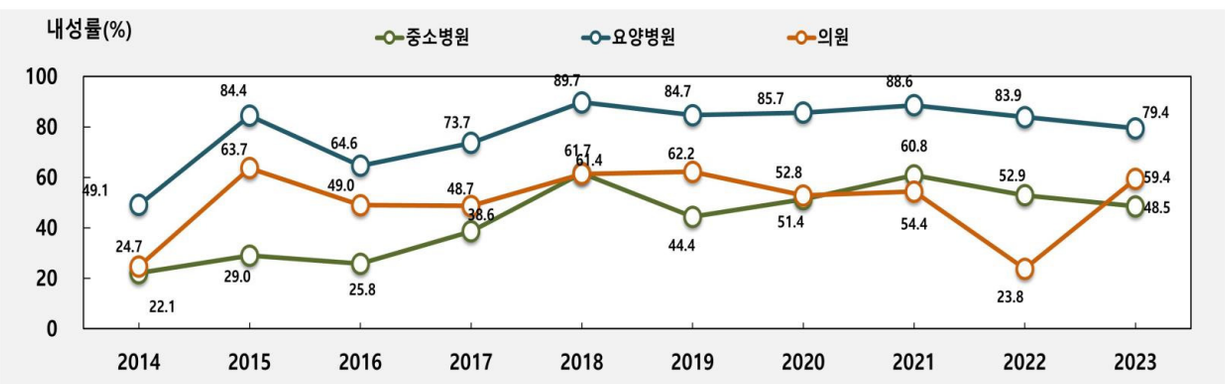
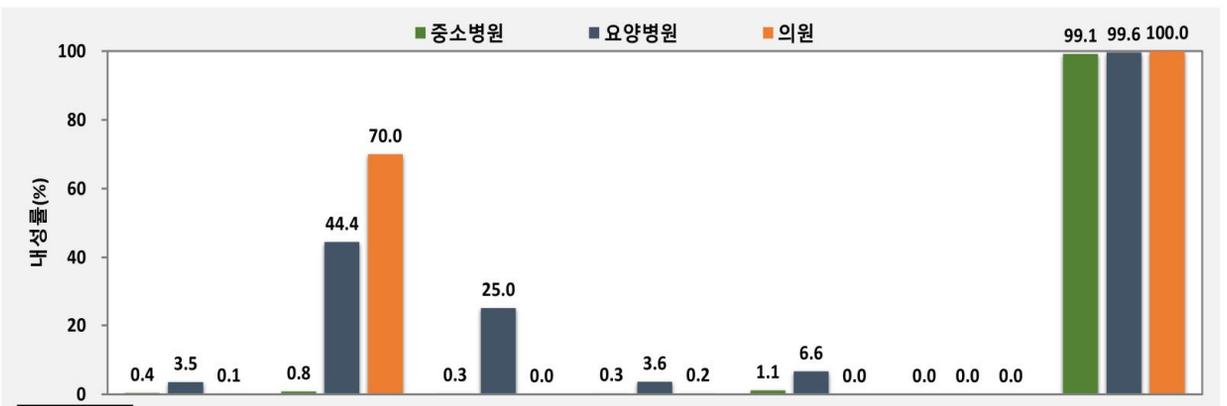


그림 5-4. 의료기관 종별 Vancomycin 내성 *E. faecium* 내성률(%)

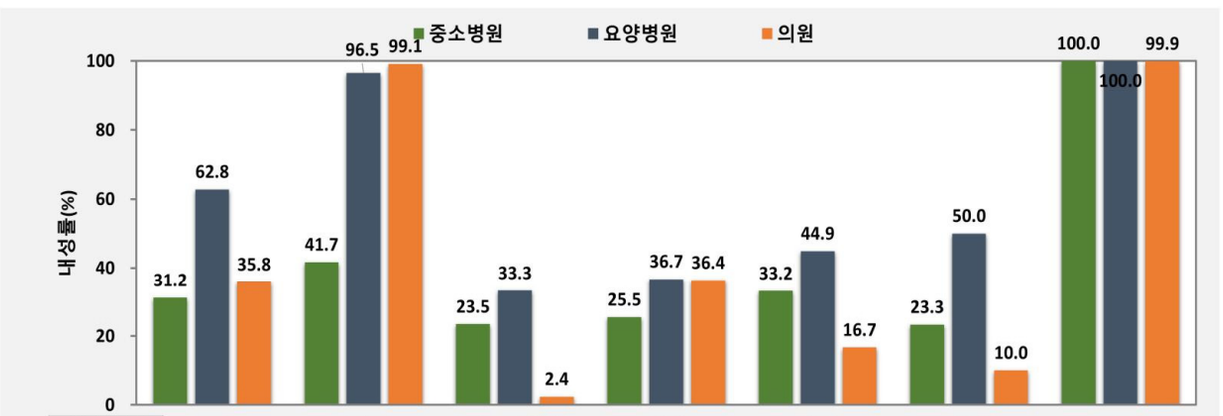
그림 5-5. 의료기관 종별 Vancomycin 내성 *Enterococcus* spp. 내성률(%)

검체별 Vancomycin 내성 장알균을 비교하였을 때, *E. faecalis*, *E. faecium* 모두에서 대변 검체의 내성률이 99% 이상으로 높게 나타났으며, 호흡기 검체의 내성률도 다른 검체에 비해 높게 나타났다. *E. faecium*의 경우 요양병원의 소변, 호흡기 검체에서 50%를 넘는 내성률을 보였으며, 중소병원 호흡기(41.7%), 혈액(33.2%), 소변(31.2%), 창상(25.5%)로 비교적 높은 내성률을 보였다. 다만, 분리된 건수가 낮은 경우에는 내성률 해석에 유의할 필요가 있다.



전체검체수(건)	소변	호흡기	비뇨생식기	창상	혈액	체액	대변
중소병원	10,574	124	701	1,216	268	50	117
요양병원	1,043	18	8	138	212	2	238
의원	27,301	10	3,757	406	8	21	45

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



전체검체수(건)	소변	호흡기	비뇨생식기	창상	혈액	체액	대변
중소병원	5,720	84	81	286	355	30	2,225
요양병원	2,020	115	3	98	283	6	2,960
의원	1,233	116	84	22	6	10	705

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

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

Penicillin G 내성분석 2019년부터 2023년까지 5년에 대한 중소병원, 요양병원, 의원에서 분리한 폐렴사슬알균의 Penicillin G MIC 분포를 농도별로 구분하여 분석하였다. 2023년 Penicillin G의 MIC가 8 ㎍/mL로 내성인 비율은 중소병원 17.1%, 요양병원 70.9%, 의원 12.6%였다. 2021년까지 의료기관 종별에 상관없이 가장 낮은 농도인 0.06 ㎍/mL 이하에 해당하는 분포도가 점점 줄고, 높은 농도의 분포가 증가하는 양상을 보였으나, 2022년부터 요양병원과 의원에서 0.06 ㎍/mL 의 분포도가 소폭 증가한 것을 확인할 수 있었다.

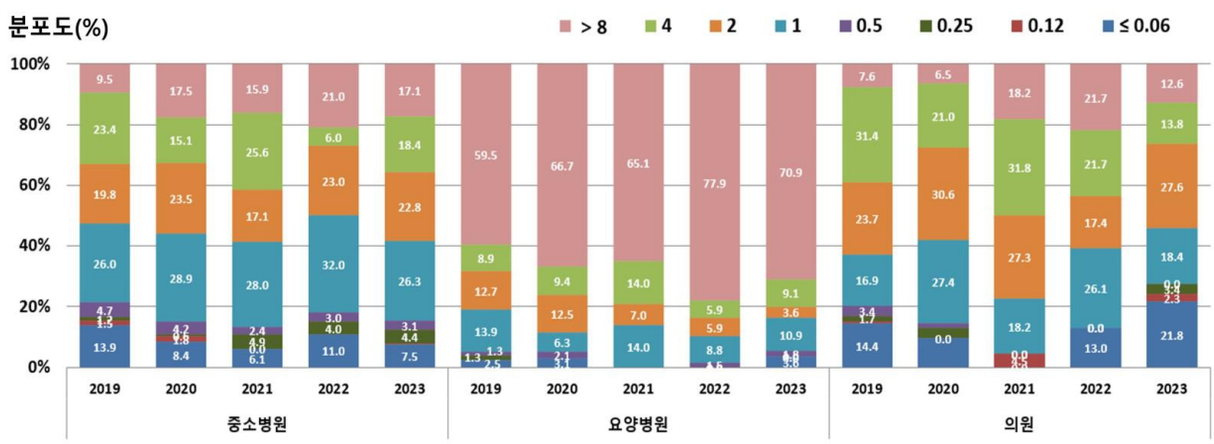


그림 5-8. 의료기관 종별 *S. pneumoniae* 의 'Penicillin G' 내성(MIC, 최소억제농도) 분포(%)

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. 중소병원과 의원의 항균제 내성률은 비슷한 수준을 유지하고 있으나, 요양병원에서의 항균제 내성률은 높은 수준을 유지하고 있어 지속적인 관찰이 필요하다.

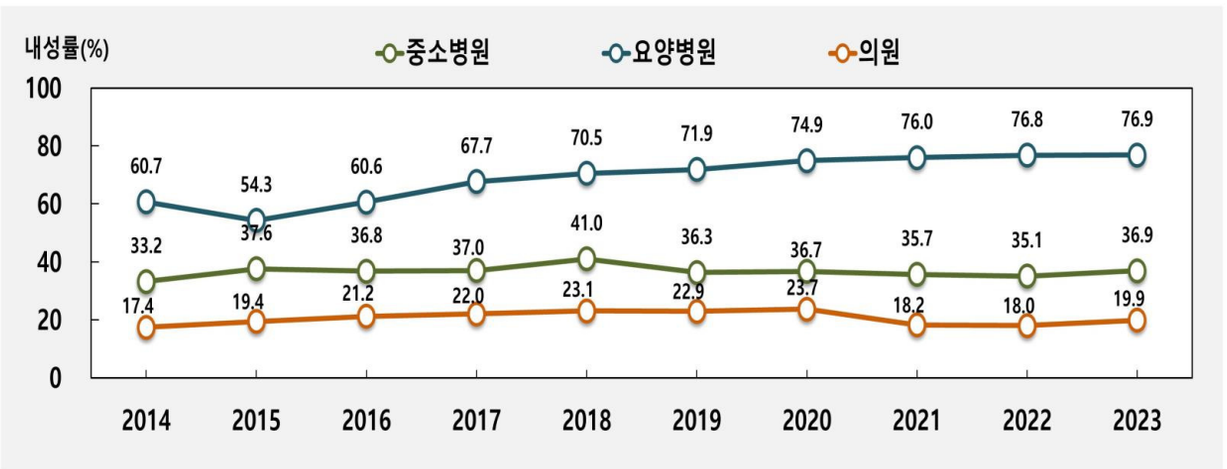


그림 5-9. 의료기관 종별 Cefotaxime 내성 *E. coli* 내성률(%)

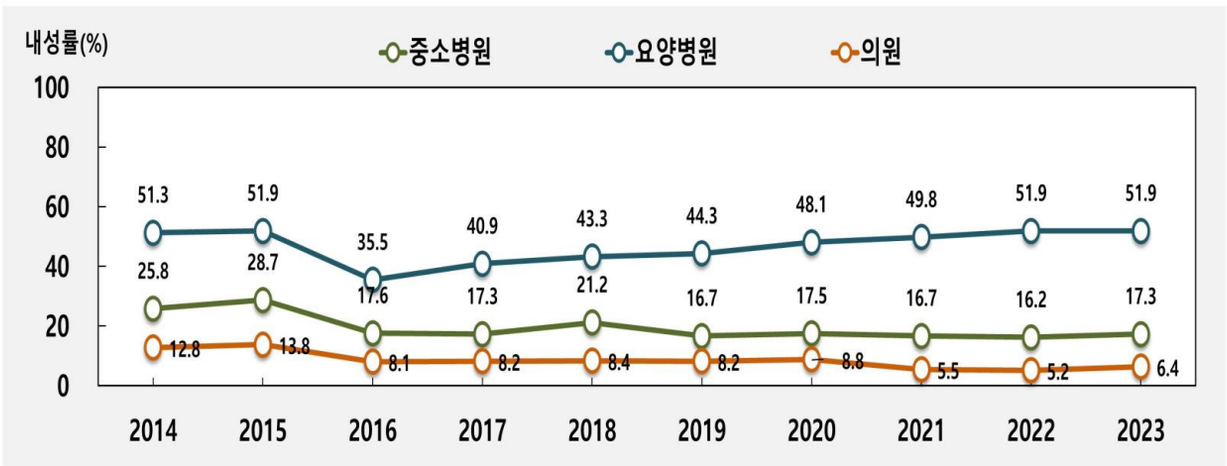
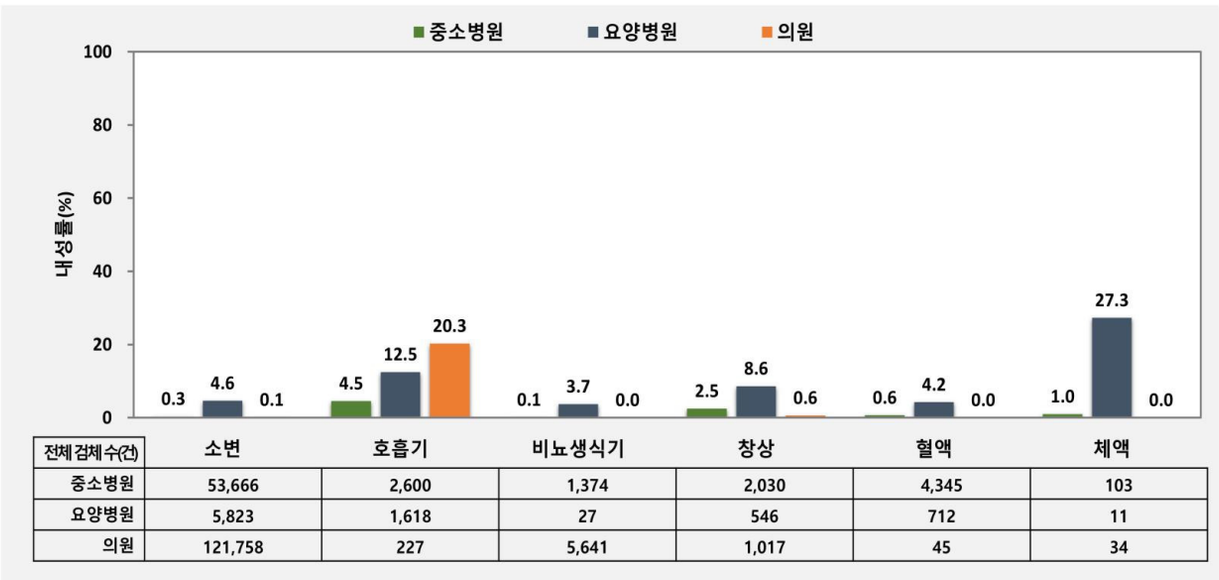


그림 5-10. 의료기관 종별 Ceftazidime 내성 *E. coli* 내성률(%)

CRE 2023년 검체별 대장균의 Imipenem 내성률을 비교하였다. 호흡기 검체에서의 내성률은 중소·요양병원, 의원에서 각각 4.5%, 12.5%, 20.3%로 비교적 높은 내성률을 볼 수 있었다. 전체 건수가 너무 적은 검체에 대해서는 내성률 해석에 유의할 필요가 있다.



전체검체수(건)	소변	호흡기	비뇨생식기	창상	혈액	체액
중소병원	53,666	2,600	1,374	2,030	4,345	103
요양병원	5,823	1,618	27	546	712	11
의원	121,758	227	5,641	1,017	45	34

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 중소·요양병원에서 2022년과 비슷한 수준을 유지하였으나, 의원에서의 내성률은 증가하여 각각 24.0%, 20.2%로 나타났다. 요양병원에서는 비슷한 수준을 유지하였으나, 여전히 높은 내성률을 유지하고 있어 지속적인 관찰이 필요하다.

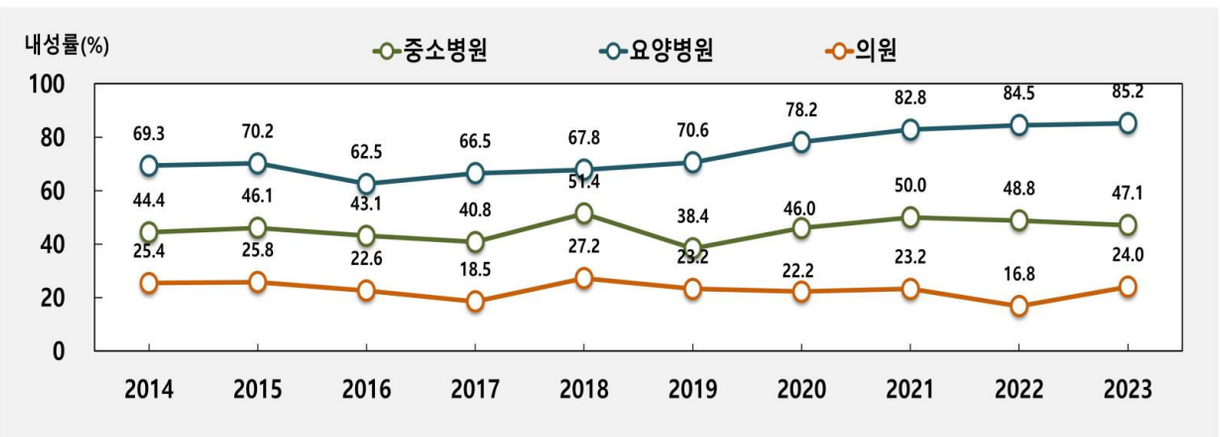


그림 5-12. 의료기관 종별 Cefotaxime 내성 *K. pneumoniae* 내성률(%)

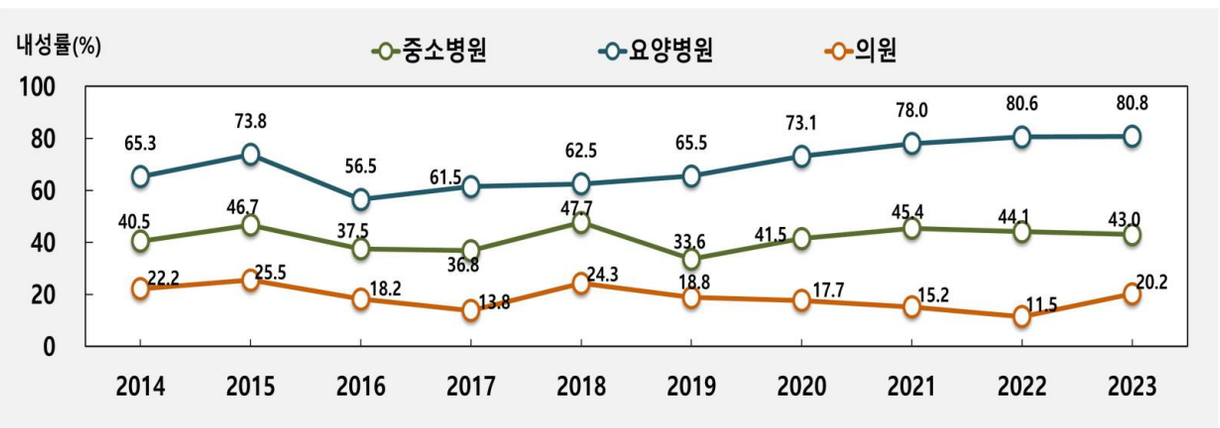
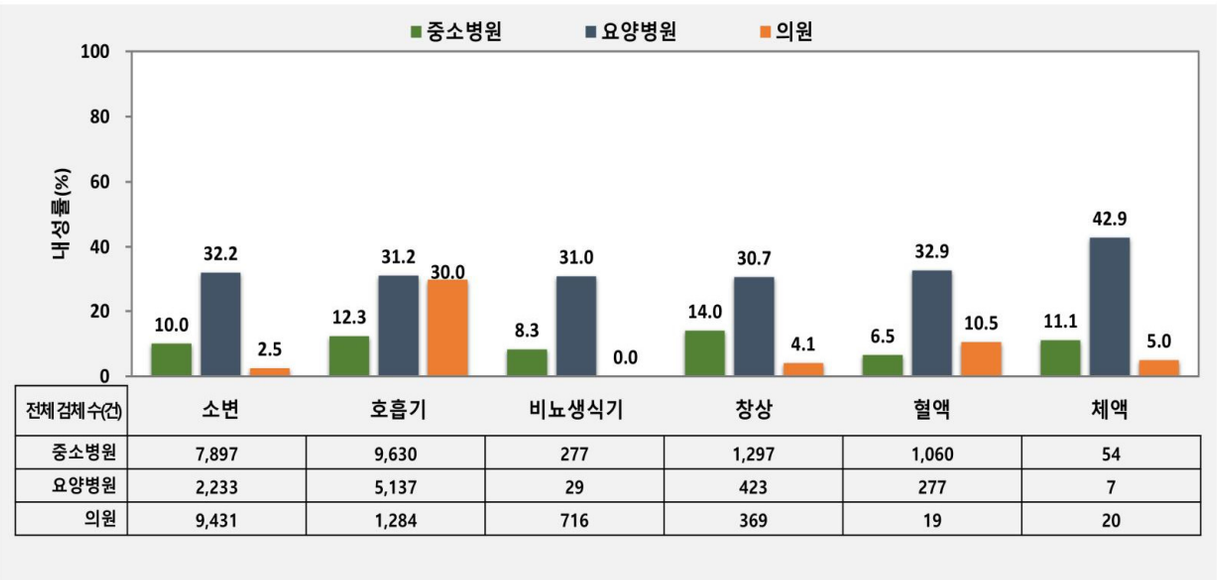


그림 5-13. 의료기관 종별 Ceftazidime 내성 *K. pneumoniae* 내성률(%)

CRE 2023년 검체별 폐렴막대균의 Imipenem 내성률을 비교하였다. 요양병원은 대부분의 검체에서 30%대 이상의 높은 내성률을 확인하였다. 중소병원에서는 창상(14.0%), 호흡기(12.3%), 체액(11.1%) 순으로 내성률이 높았으며, 의원에서는 호흡기 검체에서 30.0%로 높은 내성률을 보였다. 전체 건수가 너무 적은 검체에 대해서는 내성률 해석에 유의할 필요가 있다.



전체검체수(건)	소변	호흡기	비뇨생식기	창상	혈액	체액
중소병원	7,897	9,630	277	1,297	1,060	54
요양병원	2,233	5,137	29	423	277	7
의원	9,431	1,284	716	369	19	20

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

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

3rd Generation Cephalosporin Resistance Cefotaxime과 Ceftazidime에 대한 내성은 주로 ESBL 생산 등에 의해 나타나므로 내성률 변화를 주시해야 한다. 중소병원의 Cefotaxime, Ceftazidime 내성률은 각각 27.8%, 24.3%, 의원 Cefotaxime, Ceftazidime 내성률은 25.3%, 14.6%로 모두 전년에 비해 소폭 감소하였으며, 요양병원의 경우, Cefotaxime. Ceftazidime 내성률은 각각 60.6%, 51.5%로 증가하였다.

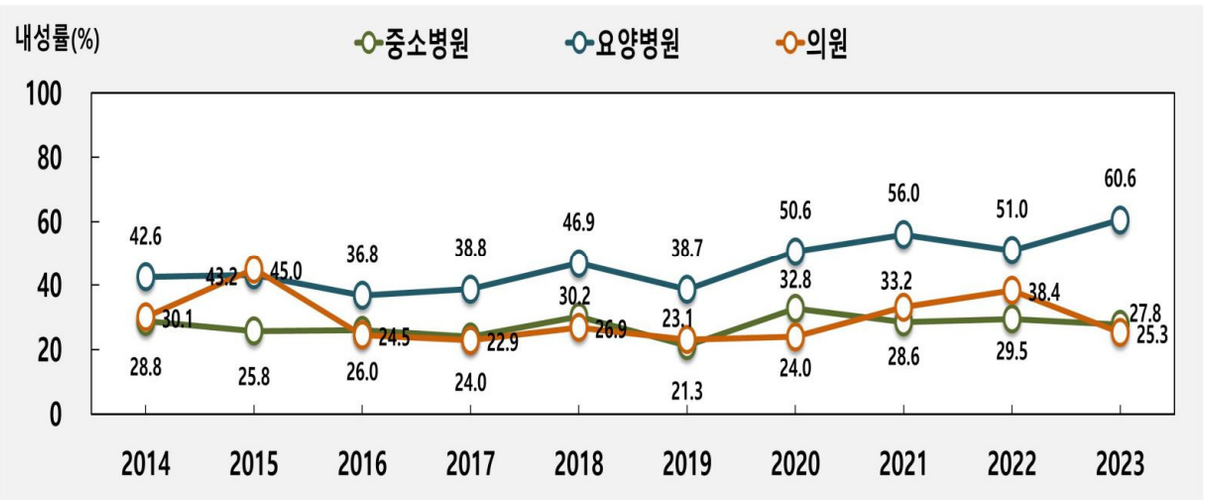


그림 5-15. 의료기관 종별 Cefotaxime 내성 *E. cloacae* 내성률(%)

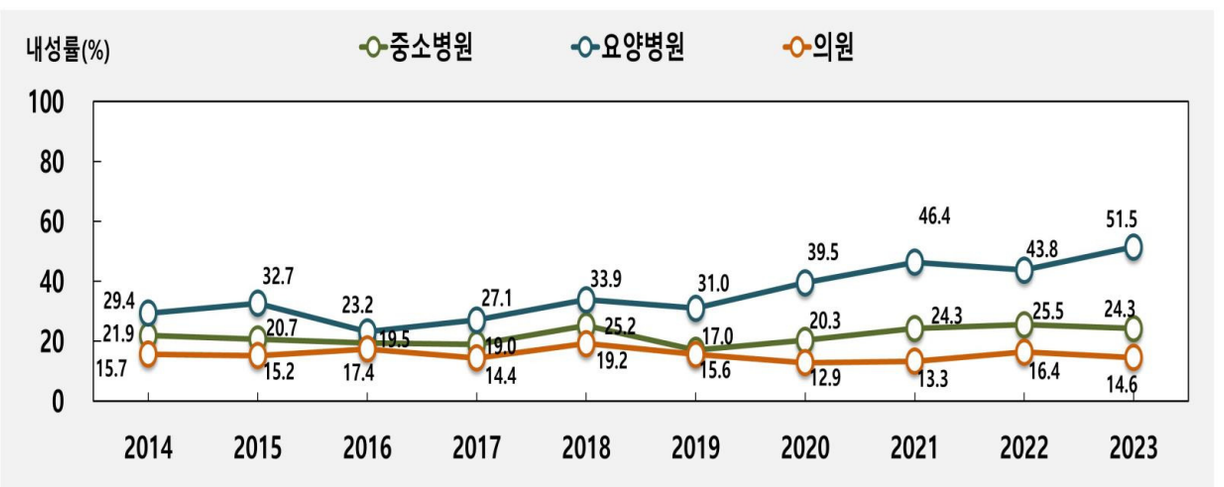
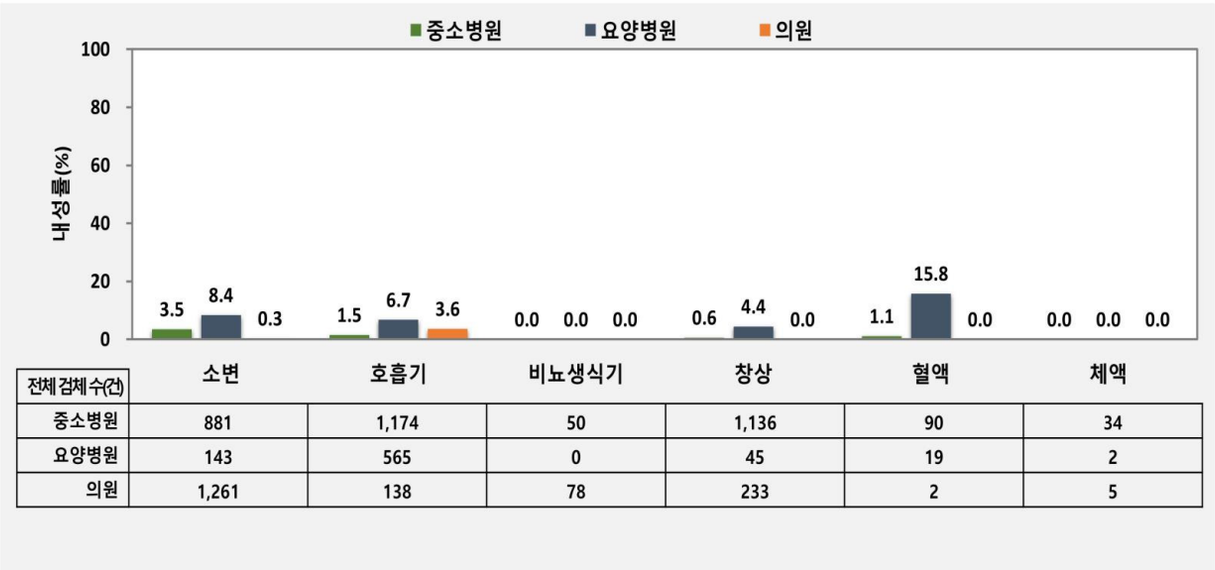


그림 5-16. 의료기관 종별 Ceftazidime 내성 *E. cloacae* 내성률(%)

CRE 2023년 검체별 엔테로박터균의 Imipenem 내성률을 비교하였다. 요양병원 소변, 호흡기 검체에서도 각각 8.4%, 6.7%로 비교적 높은 내성률을 볼 수 있었다. 이 외 중소병원에서는 소변(3.5%), 호흡기(1.5%), 혈액(1.1%) 순으로 내성률이 높았으며 의원에서는 호흡기, 소변에서 각각 3.6%, 0.3%로 낮은 내성률을 확인하였다. 다만, 일부 분리 건수가 적은 검체에 대해서는 내성률 해석에 유의할 필요가 있다.



전체 검체 수(건)	소변	호흡기	비뇨생식기	창상	혈액	체액
중소병원	881	1,174	50	1,136	90	34
요양병원	143	565	0	45	19	2
의원	1,261	138	78	233	2	5

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

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

Carbapenem Resistance 요양병원에서의 Imipenem, Meropenem 내성률은 증가하여 각각 58.7%, 51.8%로 나타났다. 의원의 Imipenem, Meropenem 내성률 역시 2022년에 비해 증가하여 24.1%, 19.2%로 나타났다. 반면, 중소병원의 내성률은 소폭 감소하여 각각 40.0%, 34.8%였다. Imipenem, Meropenem 내성률 모두 요양병원이 가장 높았다.

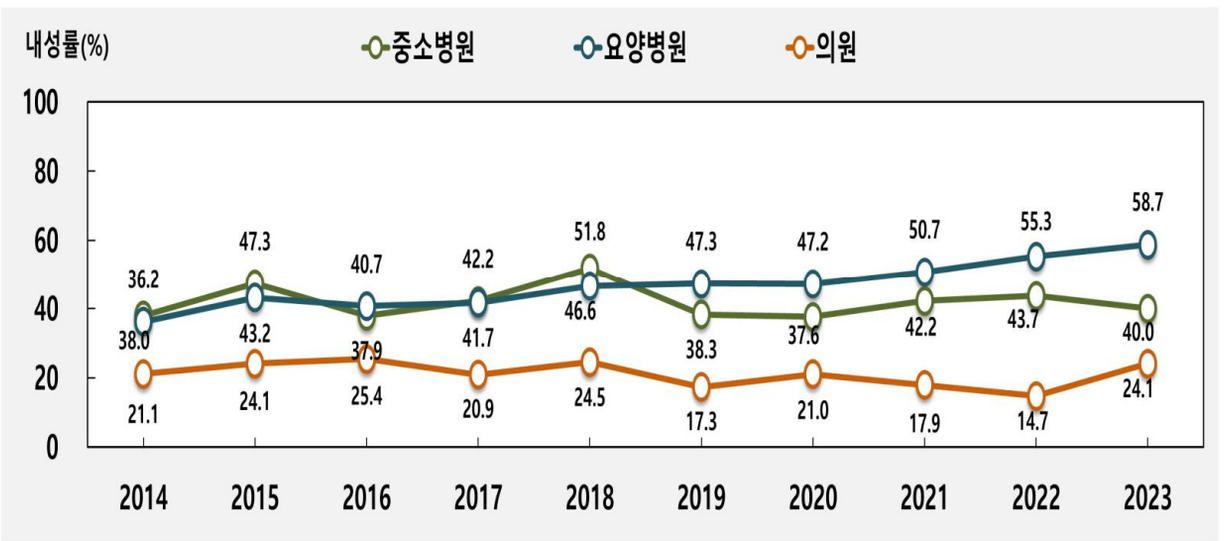


그림 5-18. 의료기관 종별 Imipenem 내성 *P. aeruginosa* 내성률(%)

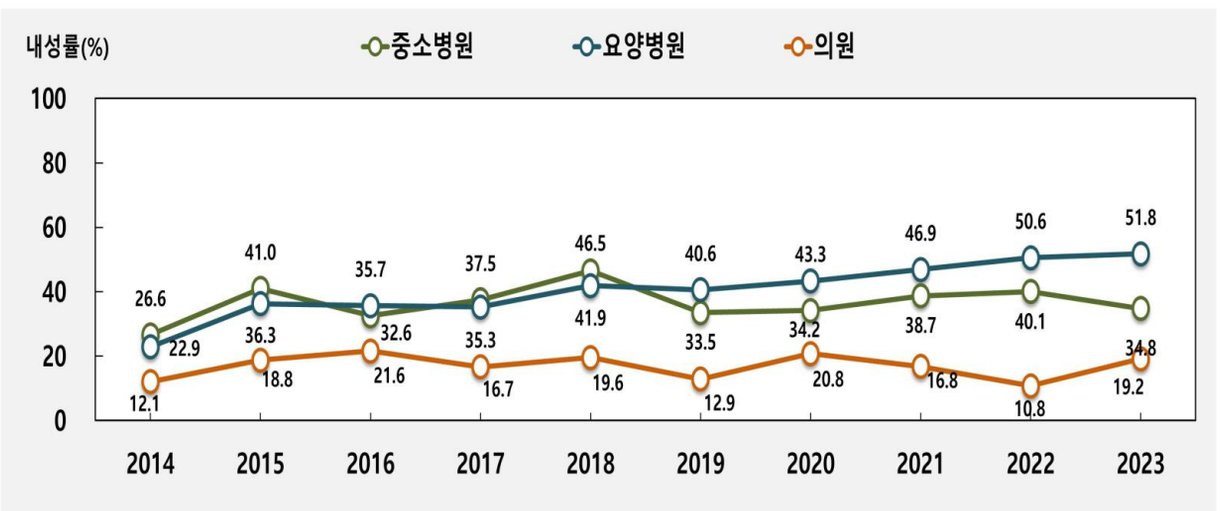


그림 5-19. 의료기관 종별 Meropenem 내성 *P. aeruginosa* 내성률(%)

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

카바페넴계(Imipenem 또는 Meropenem), 아미노글리코시드계(Amikacin 또는 Gentamicin), 플로로퀴놀론계(Ciprofloxacin 또는 Levofloxacin) 등 세 계열의 항균제에 모두 내성(MDR)을 나타내는 녹농균은 2022년 중소·요양병원에서 각각 31.8%,42.5%에서 2023년 각각 23.8%, 34.7%로 감소하였다.

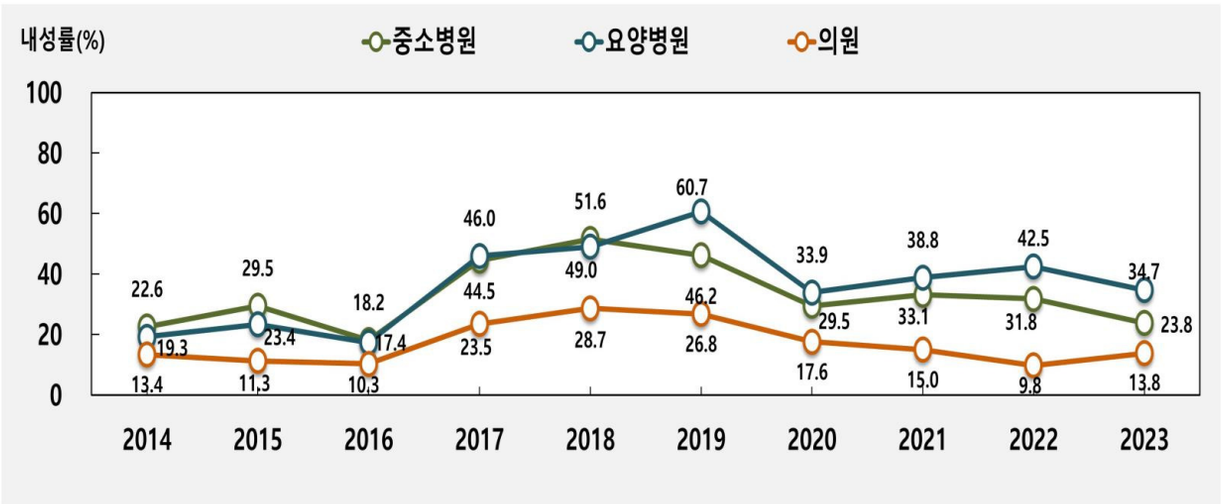


그림 5-20. 의료기관 종별 MRPA 내성률(%)

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

Carbapenem Resistance 카바페넴계 항균제 내성률은 요양병원에서 각각 89.1%, 87.6%로 지속 높은 추세를 유지하였으며, 중소병원에서는 72.1%, 67.8%로 전년 대비 소폭 감소하였지만 여전히 높았다. 의원에서는 2022년 큰 폭으로 감소하는 양상을 보이다가 2023년 다시 41.1%, 32.3%로 증가하였다.

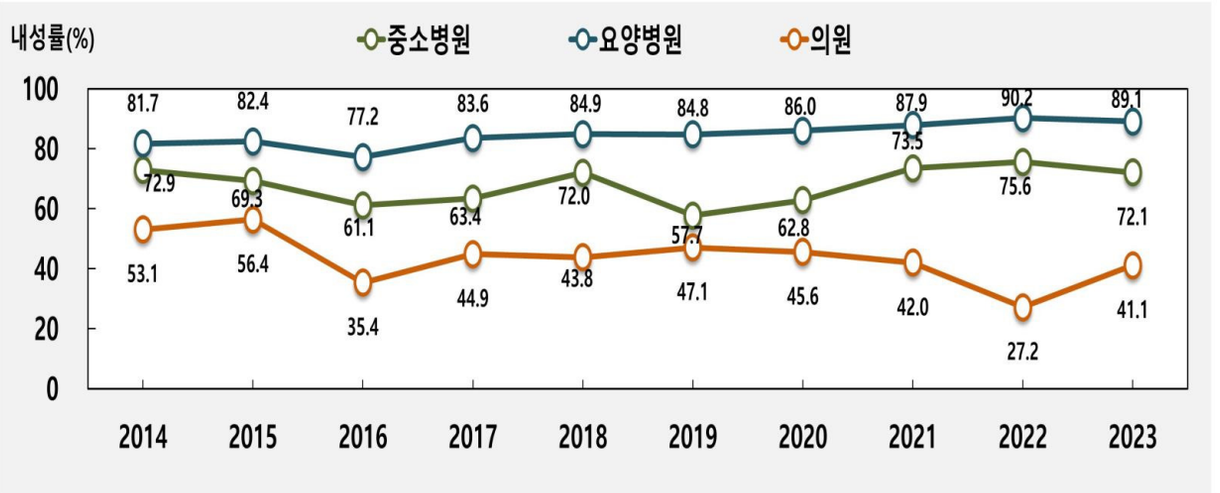


그림 5-21. 의료기관 종별 Imipenem 내성 *A. baumannii* 내성률(%)

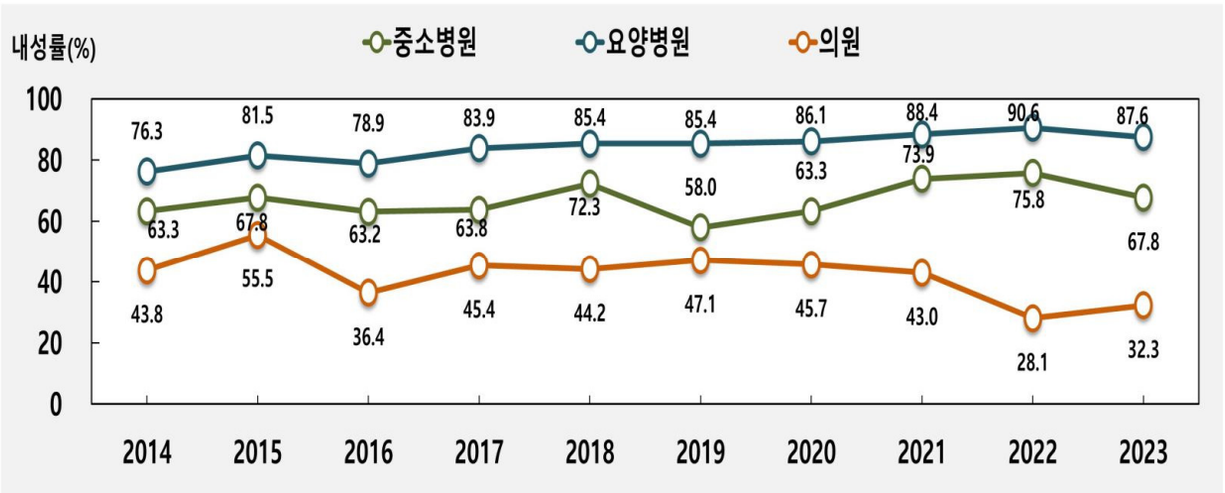


그림 5-22. 의료기관 종별 Meropenem 내성 *A. baumannii* 내성률(%)

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

카바페넴계(Imipenem 또는 Meropenem), 아미노글리코시드계(Amikacin 또는 Gentamicin), 플로로퀴놀론계(Ciprofloxacin 또는 Levofloxacin) 등 세 계열의 항균제에 모두 내성(MDR)을 나타내는 *A. baumannii*는 2023년에 요양병원 77.2%, 중소병원 59.6%로 비슷한 수준을 유지하였으며, 의원 내성률은 27.8%로, 2019년 이후 지속 감소하여 20%대를 유지하였다.

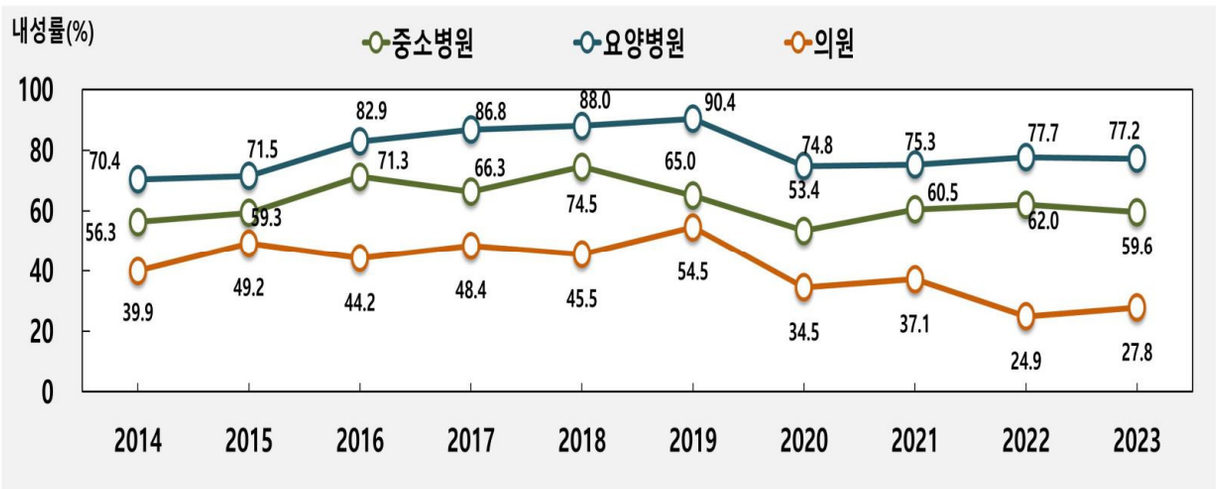


그림 5-23. 의료기관 종별 MRAB 내성률(%)

제 3 장

법정감염병 내성

Legal Coummunicable Disease causative bacteria Antimicrobial Resistance Surveillance in Korea, 2023

2023 법정감염병 내성 조사·분석

요약문

임균

임질은 4급감염병이며 원인균인 임균은 치료제 내성을 잘 획득하여 세계각국에서는 별도의 임균 항생제 내성 감시체계를 운영 중이다. 우리나라에서도 임균의 항균제 내성 현황을 파악하고자 지속 가능하고 국내 실정에 맞는 임균 감시체계를 구축하였고, 2021년 시범운영을 거쳐 2022년부터 내성조사를 실시하고 있다.

N. gonorrhoeae 2023년 분리된 임균 총 218주에 대해 감수성 검사를 시행한 결과, Penicillin 내성률 44%, Tetracycline 내성률 83.5%로 2021~2022년에 이어 지속적으로 높은 내성률을 보였다. Ciprofloxacin에 대한 내성률은 77.5%로 전년도와 유사하게 나타났으며, Cefixime에 비감수성인 균주는 2021년 23.2%, 2022년 5.7%에 이어 0.5%로 감소하는 경향을 보였다. Spectinomycin과 Ceftriaxone에 비감수성인 균주는 확인되지 않았다. 임균 중 다제내성균주는 29.4%(64/218)로 확인되었다.

법정감염병

장내세균은 수인성·식품매개 감염병 병원체감시사업(Enter-Net) 및 질병관리청 세균분석과에서 수집한 균주를 대상으로 항균제 내성균를 분석하였고, 반코마이신 내성 황색포도알균(VRSA)와 카바페넴 내성 장내세균(CRE)은 2020년 1월 감염병예방법 개정에 따라 제2급감염병으로 변경되어 전수감시체계가 운영되고 있다. 2023년 항생제 내성정보는 시·도보건환경연구원으로 수집된 균주로 분석하였다.

장내세균

Non-typhoidal *Salmonella* 2023년 분리된 *Salmonella* Typhi는 총 4주로 확인되었다. 분리된 모든 균주에서 Gentamycin Nalidixic acid, Ciprofloxacin, Trimethoprim/Sulfamethoxazole 항균제에는 모두 감수성을 보였다.

***Salmonella* Typhi** 비장티푸스성 살모넬라균은 총 465주 수집되었으며, *S.* Enteritidis와 *S.* Typhimurium는 각각 9.7%과 9.5%로 내성률이 증가 추세가 확인되었다.

***Shigella* spp.** 2023 년도 분리된 *S. flexneri*은 2주이며, S. sonnei 14주는 해외여행 이력이 있는 집단발생에서 확인되었다. Ampicillin, Cefotaxime, Nalidixic acid, Ciprofloxacin, Trimethoprim /Sulfamethoxazole 항균제에 모두 내성을 가지며 blaCTX-M-15유형의 ESBL를 생산하는 것을 확인하였다.

Campylobacter jejuni 2023년 분리된 캄필로박터균은 총 131주로 확인되었다. Gentamicin 내성률의 경우 2022년 1.1%에서 소폭 감소하여 0.8%로 확인되었으며, 그 외 Nalidixic acid, ciprofloxacin에서 각각 84.0%, 81.7%로 높은 수준을 유지하였다.

실험실 전수감시

VRSA 확인 진단으로 의뢰된 16주 중 2주가 반코마이신 중등도 내성 황색포도알균(Vancomycin intermediate *Staphylococcus aureus*, VISA)으로 확인되었고, VRSA는 확인되지 않았다.

CRE 2023년 CRE/CPE 확인동정 의뢰된 35,937건 중 34,642건이 CRE로 확인되었으며, 31,257건이 CPE로 확인되었다. 2022년 국내에서 확인된 카바페넴 분해효소 유전자형은 KPC형이 24,929건(72.0%)으로 가장 많았으며, NDM형은 3,942건(11.4%), OXA형은 1,944건(5.6%), VIM형 19건, IMP형 12건, GES형이 6건 순으로 확인되었다.

1

법정감염병 원인균 (임균)

2023 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 2022년부터 내성조사를 실시하고 있다.

1. 1. 2. 구성 및 운영

임균 항생제 내성 감시체계는 국내 실정에 맞는 임균 조사를 위해 구축된 감시체계로서, 표준검사실 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 2023 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

2023년 5월부터 10월까지 총 1,514건의 검체에서 임균 218주를 분리하였다. 임균의 성별 분포를 확인하였을 때, 남성에서 151주, 여성에서 67주로 남성이 69.3%의 분리빈도를 보였다. 임균이 분리된 환자의 성별에 따른 연령 분포는 남성의 경우 평균연령 33.6세(SD±10.9)로 20세 중반에서 30대 후반까지 대부분 분포했고, 여성의 경우 평균연령 31.9세(SD±13.3)로 20대에서 40대 중반까지 분포하였다.

1. 2. 2. 임균의 항균제 내성 현황

분리된 임균 중 총 218주에 대한 감수성 검사결과, 임균의 Penicillin에 대한 내성률은44%로 2021~2022년(53%, 42%)에 이어 지속적으로 높은 내성률을 나타냈다. Penicillin 고도 내성인 페니실린분해효소 생성균주(penicillinase-producing *Neisseria gonorrhoeae,* PPNG)의 비율은 39.9%(87주)이었다. Tetracycline의 내성률은 83.5%로 2022년 86.8%에 이어 지속적으로 높은 내성률을 보였으며, Ciprofloxacin에 대한 내성률도 2022년 79.7%와 유사한 77.5%로 나타났다. Spectinomycin에 대한 내성균주는 2021년부터 2023년까지 모두 확인되지 않았다. Oral Cephlalosphorin인 Cefixime에 비감수성인 균주는 2021년 비감수성률 23.2%, 2022년 비감수성률 5.7%에 이어 0.5%로 감소하는 경향을 보였다. Ceftriaxone에 비감수성인 균주는 확인되지 않았다. 임균의 항균제 breakpoint는 국가 및 지역 별로 기준의 차이를 보여, 유럽 EUCAST 기준으로 Azithromycin에 대한 내성균주가 처음으로 확인되었으며, 2021년 중간내성 0.8%, 2022년 중간내성 3.1%로 증가하는 양상을 보였고, 2023년에는 중간내성률 1.8%, 내성률 1.8%를 보여 지속적으로 비감수성균이 확인되었다.

임균 중 MDR 균주는 29.4%(64/218)로, Penicillin, Tetracycline, Ciprofloxacin의 3계열의 항균제에 내성을 보이는 균주가 63주로 가장 많이 분포하였다.

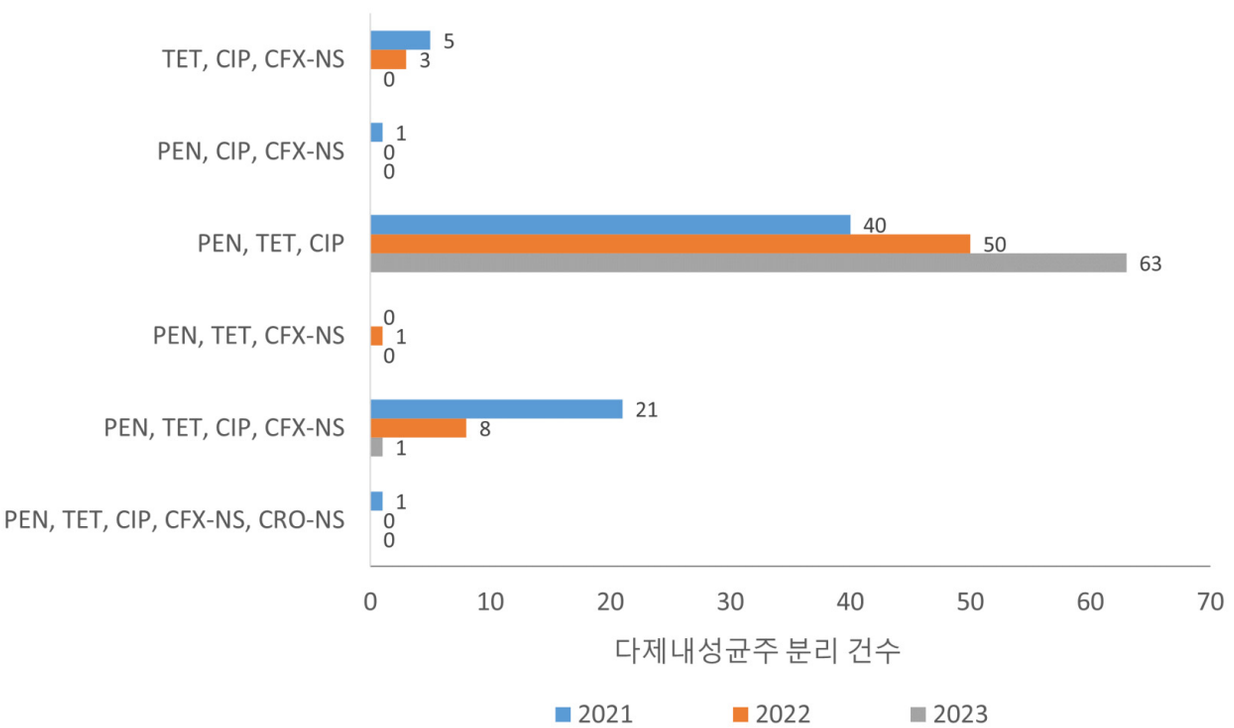
임균 218주 중 20주를 선별하여 유전자 분석을 실시한 결과, Cephalosporin 내성과 관련있는 Penicillin-binding protein(PBP) 2를 인코딩하는 *penA* 유전자의 변이가 관찰되었으며, non-모자이크형(mosaicism) *penA*-5.002, 모자이크형(mosaicism) *penA*-10.001, *penA*-34.001, *penA*-34.007, *penA*-120.001, *penA*-13.001 등의 변이가 확인되었다. 유전자 분석을 실시한 20주 모두 Ciprofloxacin에 대해 내성을 보였으며, 모든 균주에서 *gyrA* 유전자 변이(S91F(20/20,100%), D95A(19/20, 95%))가 관찰되었고, 20주 중 19주에서는 *parC* 유전자 변이(S87R(13/20, 65%), S87N(4/20, 20%))가 함께 관찰되었다.

표 1-1. '21-'23 년 *N. gonorrhoeae* 항균제 내성률(%)

항균제	2021년 내성률(%) (n=125)			2022년 내성률(%) (n=227)			2023년 내성률(%) (n=218)		
	감수성	중간내성	내성	감수성	중간내성	내성	감수성	중간내성	내성
Penicillin G	0(0)	47.2(59)	52.8(66)	0.4(1)	57.7(131)	41.9(95)	0(0)	56.0(122)	44.0(96)
Ciprofloxacin	2.4(3)	3.2(4)	94.4(118)	1.8(4)	18.5(42)	79.7(181)	2.3(5)	20.2(44)	77.5(169)
Spectinomycin	100(125)	0(0)	0(0)	100(227)	0(0)	0(0)	100(218)	0(0)	0(0)
Tetracycline	0.8(1)	4.8(6)	94.4(118)	0.9(2)	12.3(28)	86.8(197)	2.3(5)	14.2(31)	83.5(182)
Cefixime	76.8(96)	23.2(29)[a]		94.3(214)	5.7(13)[a]		99.5(217)	0.5(1)[a]	
Ceftriaxone	99.2(124)	0.8(1)[a]		100(227)	0(0)[a]		100(218)	0(0)[a]	
Azithromycin[b]	99.2(124)	0.8(1)	0(0)	96.9(220)	3.1(7)	0(0)	96.4(210)	1.8(4)	1.8(4)

[a] Cefixime, Ceftriaxone : 비감수성

[b] Azithromycin은 EUCAST 기준



CFX, cefixime; CRO, ceftriaxone; CIP, ciprofloxacin; PEN, penicillin; TET, tetracycline

* NS : 비감수성

그림 1-1. 2021 년~2023 년 *N. gonorrhoeae* 다제내성 분포

2

법정감염병 원인균
(장내세균, VRSA/CRE)

2023 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 항생제 내성 증가를 국제적 위기로 칭한 바 있으며 항생제 내성 위협에 대응하기 위하여 회원국과 국제적인 노력을 지원하고 항균제 적정사용을 권장하는 방안을 의결하였다. 2011년에도 세계보건총회 주요 의제로 항생제 내성이 채택되었고, 2009년부터 NDM-1 생성 장내세균의 출현으로 항생제 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), 메티실린내성황색포도알균(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 장내세균목균종(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 내성균를 분석하였고, 반코마이신 내성 황색포도알균(VRSA)와 카바페넴 내성 장내세균목균종(CRE)은 2022년 시·도보건환경연구원으로 수집된 균주로 항균제 내성정보를 분석하였다.

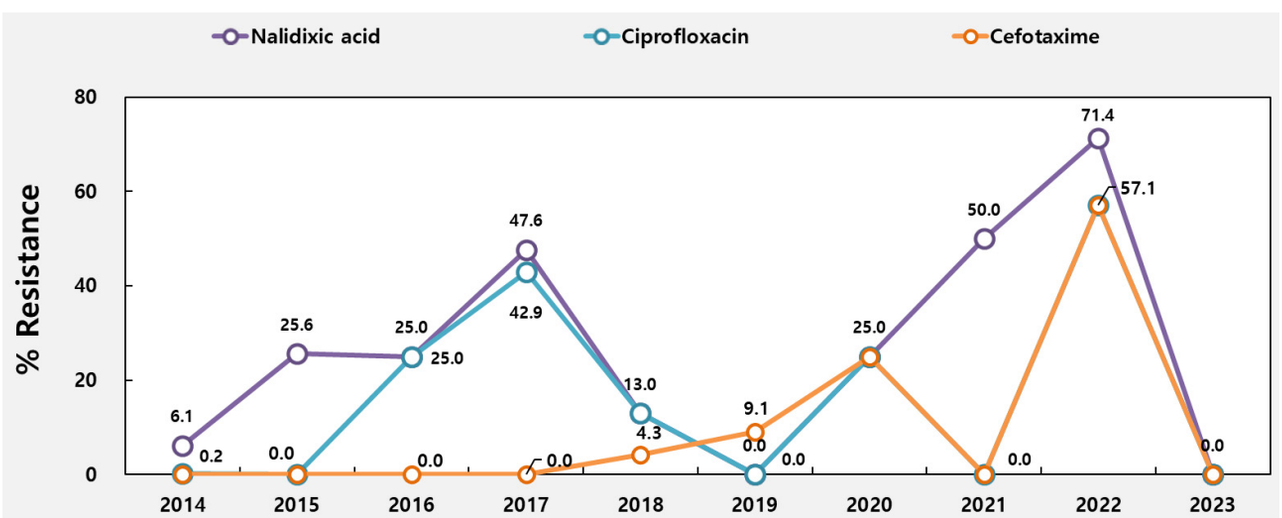
2. 2. 장내세균 조사결과

2. 2. 1. 장티푸스균(*Salmonella* Typhi)

2023년 국내에서 분리된 *S.* Typhi 4주로 Gentamycin Nalidixic acid, Ciprofloxacin, Trimethoprim/Sulfamethoxazole 항균제에는 모두 감수성을 보였고, 그 중 1주가 Ampicillin, Cefotaxime 항균제에 내성을 동시에 갖는 것으로 확인되었으며 2018 년부터 확인된 Cefotaxime 내성균이 2021 년에는 확인되지 않았다가 2022 년부터 다시 확인되는 추세를 보였다. (표 2-1, 그림 2-1)

표 2-1. Antimicrobial resistance rates (%) of *S.* Typhi

Antimicrobial agent	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(Total isolates)	99	43	16	21	23	11	4	2	7	4
Ampicillin	1	4.7	0	0	4.3	9.1	25	50	57.1	25.0
Gentamicin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cefotaxime	0	0	0	0	4.3	9.1	25	0	57.1	25.0
Nalidixic acid	6.1	25.6	25	47.6	13.3	0	25	50	71.4	0
Ciprofloxacin	2	0	25	42.9	13.3	0	25	0	57.1	0
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	0	0	31.3	0	4.3	0	25	0	57.1	0



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

그림 2-1. *Salmonella* Typhi 항균제 내성률(%)

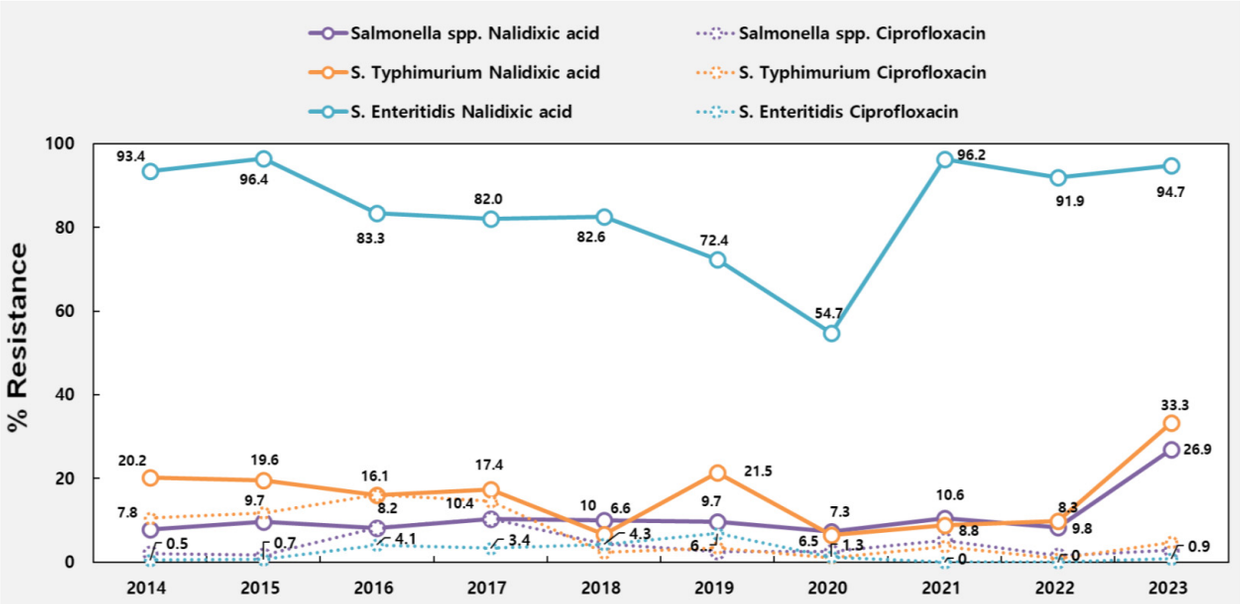
2. 2. 2. 비장티푸스성 살모넬라균(Non-Typhoidal *Salmonella*)

비장티푸스성 살모넬라균은 *Salmonella* Typhi와 *Salmonella* Paratyphi를 제외한 살모넬라 혈청형 균들로 대부분의 산업화 국가에서와 같이 우리나라에서도 전체 혈청형 중 *S.* Typhimurium 및 *S.* Enteritidis가 2023년도에 35.6%로 가장 많이 분리되고 *S.* Thompson 13.5%, *S.* Infantis 11.0%로 다음 순으로 분리되고 있다. 이러한 이유로 비장티푸스성 살모넬라균의 항균제 내성 양상은 이 혈청형들의 항균제 내성분포가 전체 내성률에 영향을 미치고 있는 것으로 확인된다. 비 장티푸스성 살모넬라균의 Nalidixic acid 내성률은 2013년부터 감소 추세를 보여 약 10% 내성률를 보이다가 2023년에 42.4%로 급증 하는 것으로 확인되었으며 이와 연계하여 Ciprofloxacin에 대한 내성률도 2023년에 증가하는 추세를 보였다. (표 2-2, 그림 2-2)

Cefotaxime은 전체 비 장티푸스성 살모넬라균의 15.9%로 전년대비 내성률이 감소되는 것으로 확인되었으나 *S.* Enteritidis와 *S.* Typhimurium는 각각 9.7%과 9.5%로 내성률이 증가 추세가 확인되었다. Cefotaxime 내성이 확인된 *S.* Enteritidis는 대부분 blaCTX-M-15 유형의 ESBL를 생산하였고 *S.* Typhimurium은 blaCTX-M-55, *S.* Infantis에서 blaCTX-M-65 유형의 ESBL이 가장 많은 비율을 차지하는 것으로 확인되었다. (표 2-2, 그림 2-2)

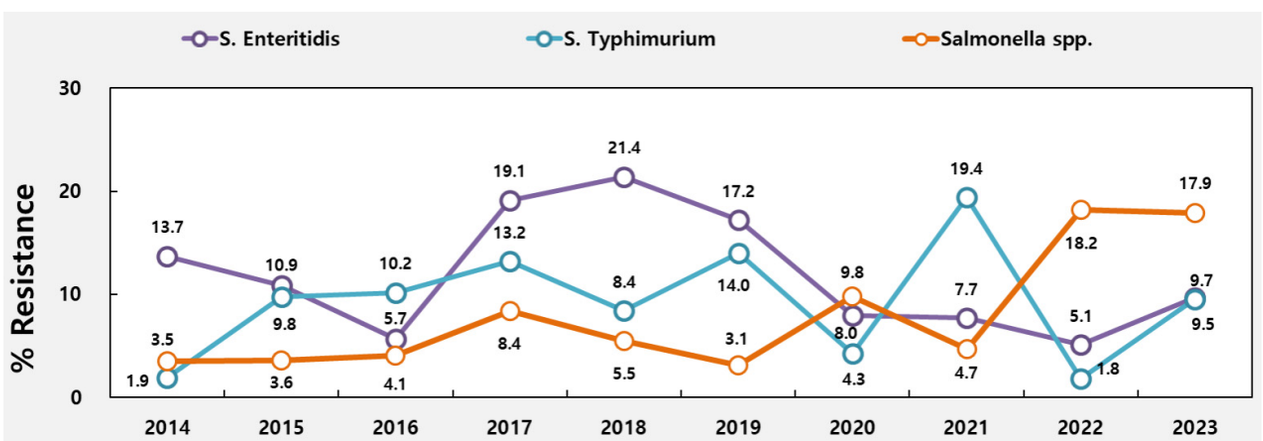
표 2-2. 비장티푸스성 *Salmonella* spp. 항균제 내성률(%)

항균제	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(Total isolates)	632	360	331	905	440	557	358	410	313	465
Ampicillin	19.6	30	32.9	32.4	12.5	33.9	26.0	14.7	34.5	30.1
Gentamicin	1.4	1.9	3.9	4.6	2.7	2.9	5.3	2.9	1.6	3.4
Cefotaxime	3.5	3.6	4.1	8.4	5.5	3.1	9.8	4.7	18.2	15.9
Nalidixic acid	7.8	9.7	8.2	10.4	10	9.7	7.3	10.6	8.3	42.4
Ciprofloxacin	2.1	1.7	8.2	10.4	4.5	2.5	2.5	5.3	1.6	2.4
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	0	5.8	4.5	7.4	5.5	10.1	9.2	7.1	7.7	13.1



* 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

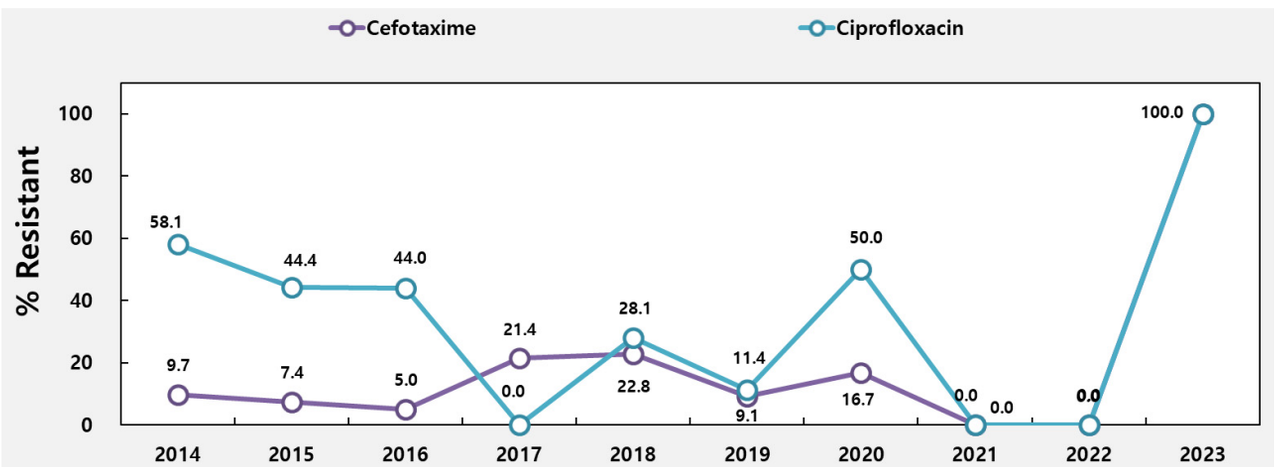
그림 2-3. *Salmonella* spp.의 Cefotaxime 내성률(%)

2. 2. 3. 세균성 이질균(*Shigella* spp.)

우리나라에서 분리되는 세균성 이질균은 대부분 *S. sonnei*와 *S. flexneri* 균으로 1998년에서 2005 년 사이에 대규모 유행 하였으나 2006년 이후 그 발생이 크게 감소되었다. 그러나 이 기간 이후 일부 항균제에 대해서는 높은 내성률을 나타냈다. *S. sonnei*의 경우 1999 년에 처음 확인된 Cefotaxime 항균제에 대한 감수성 저하 또는 내성을 보이는 균주는 2004~2005 년 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 blaCTX-M15 유형의 ESBL을 생산이 확인되었다. 2012 년 이후 Cefotaxime에 대한 내성률은 10% 이하의 내성률로 감소 추세를 보이다가 2017 년과 2018 년 증가 추세로 전환되었으나 2019 년에는 다시 큰 폭으로 감소하였다가 2020 년에 다시 증가하는 추세를 보이고 있었으나 2021 년, 2022 년도에는 *S. sonnei*이 확인되지 않았다. 2023 년도 분리된 S. sonnei 14주는 해외여행 이력이 있는 집단발생에서 확인되었다. Ampicillin, Cefotaxime, Nalidixic acid, Ciprofloxacin, Trimethoprim/Sulfamethoxazole 항균제에 모두 내성을 가지며 blaCTX-M-15유형의 ESBL를 생산하는 것을 확인하였다. (표 2-3, 그림 2-4)

표 2-3. S. sonnei 항균제 내성률(%)

Antimicrobial agent	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(Total isolates)	31	27	20	14	57	44	12	0	0	14
Ampicillin	9.7	22.2	20.0	21.4	22.8	15.9	33.3	0.0	0.0	100
Gentamicin	12.9	0.0	5.0	14.3	8.8	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0
Cefotaxime	9.7	7.4	5.0	21.4	22.8	9.1	16.7	0.0	0.0	100
Ciprofloxacin	58.1	44.4	40.0	0.0	28.1	11.4	50.0	0.0	0.0	100
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	0.0	0.0	90.0	71.4	94.7	95.5	83.3	0.0	0.0	100
Chloramphenicol	3.2	3.7	5.0	0.0	7.0	4.5	8.3	0.0	0.0	0.0
Tetracycline	77.4	70.4	80.0	21.4	35.1	13.6	50.0	0.0	0.0	78.6



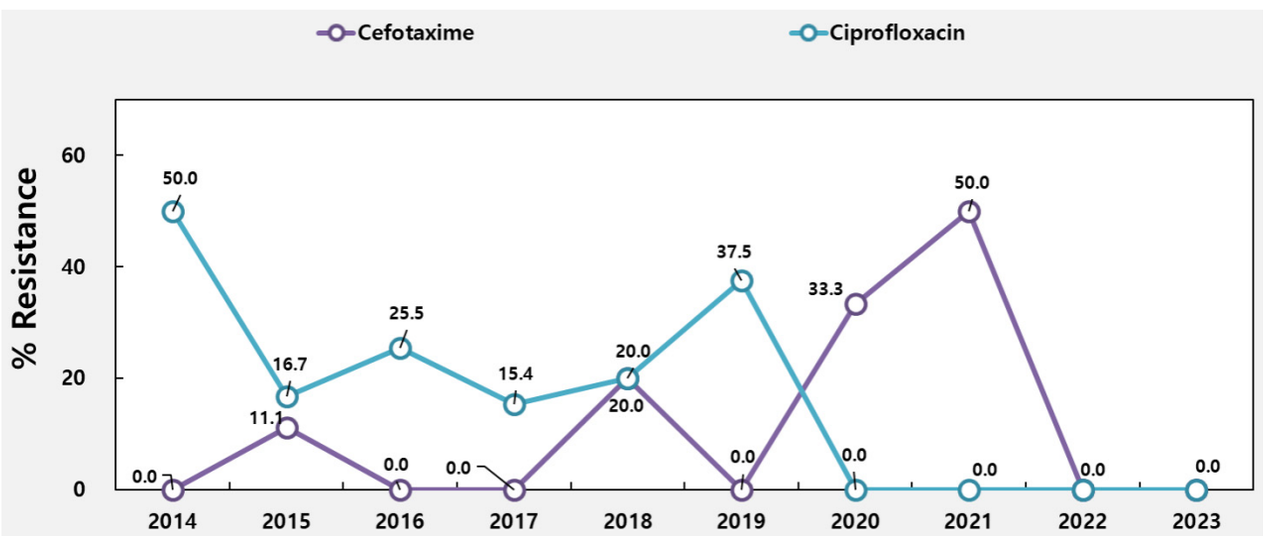
* 수인성·식품매개감염병 병원체감시사업(Enter-Net)을 통해 수집된 균주

그림 3-4. *S. sonnei* 항균제 내성률(%)

*S. flexneri*은 2023 년에 2 주가 확인되었다. Cefotaxime 에 대한 내성은 2015 년 11.1%로 큰 폭 상승한 이후 2016 년부터는 계속 감수성이었으나 2020, 2021 년도에 내성주가 확인되었다. Ciprofloxacin 에 대한 내성은 감소와 증가를 반복하다가 2017 년도 이후 증가하였으나 2020 년도부터 확인되지 않았다. Tetracycline 내성률은 100%로 2018 년 일시적으로 감소하였다가 다시 높은 수준의 내성률을 유지하였으나 2023 년에는 확인되지 않았다. (그림 2-5)

표 2-4. S. *flexneri* 항균제 내성률(%)

Antimicrobial agent	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(Total isolates)	10	18	8	13	5	8	3	2	2	2
Ampicillin	60.0	61.1	75.0	69.2	60.0	62.5	100	100	100	100
Gentamicin	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cefotaxime	0.0	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	50.0	0.0	0.0
Ciprofloxacin	50.0	16.7	25.0	15.4	20.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	0.0	0.0	75.0	76.9	100	50.0	66.7	50.0	50.0	0.0
Chloramphenicol	70.0	50.0	87.5	38.5	0.0	62.5	33.3	50.0	0.0	100
Tetracycline	80.0	100	100	69.2	20.0	62.5	100	100	100	0.0



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

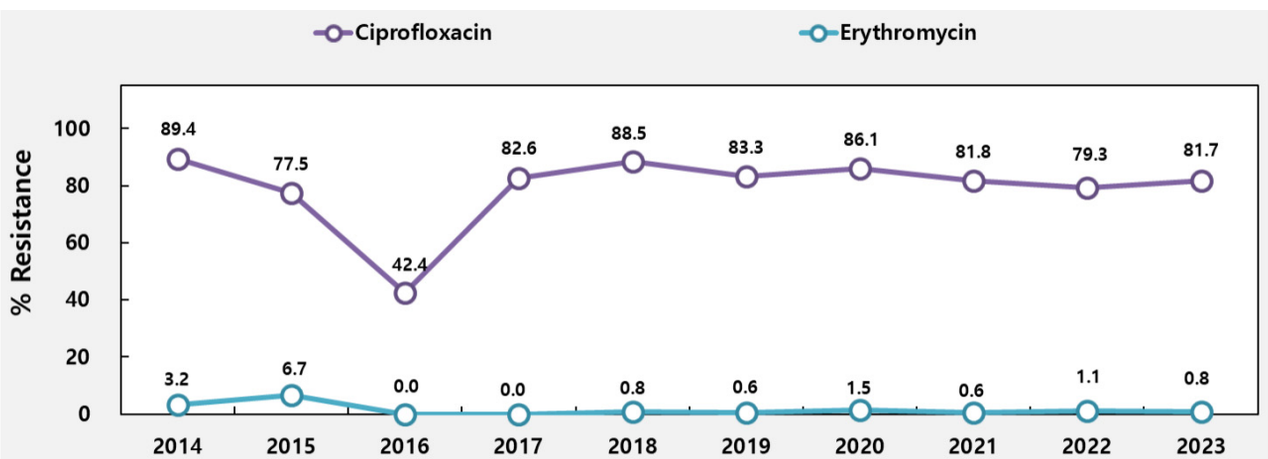
그림 2-5 *S. flexneri* 항균제 내성률(%)

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

국내 분리 캠필로박터 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%으로 전체 내성률이 절반 이하 수준으로 감소되었다. 그러나 2017년 82.6%으로 다시 증가세로 돌아선 이후 지속적으로 80% 전후반의 수준을 유지하고 있다. 2024년 분리주는 Macrolide계 항균제인 Azithromycin 내성은 1.5% 전년대비 증가하고, Erythromycin에서 0.78% 내성률로 전년대비 감소가 확인되었다. Tetracycline 내성은 2013-14년도에 60%이상의 내성에서 2017년도 14.5%까지 감소세를 보였으나. 이후 점차 증가가 확인되어 2021년도 이후 지속적으로 27%이상의 내성률을 유지하고 있다. (표 2-5, 그림 2-6)

표 2-5. *C. jejuni* 항균제 내성률(%)

Antimicrobial agent	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
(Total isolates)	123	120	59	69	122	156	137	176	179	131
Gentamicin	4.1	4.2	3.4	2.5	1.4	1.3	0.7	0.0	1.1	0.8
Nalidixic acid	91.9	85.8	91.5	85.5	88.5	84.0	86.9	81.3	78.2	84.0
Ciprofloxacin	89.4	77.5	42.4	82.6	88.5	83.3	86.1	81.8	79.3	81.7
Telithromycin	5.8	5.8	3.4	1.4	0.8	16.0	5.1	-	-	-
Azithromycin	4.1	10.0	0.0	0.0	0.8	0.6	1.5	1.1	0.6	1.5
Erythromycin	3.2	6.7	0.0	0.0	0.8	0.6	1.5	0.6	1.1	0.8
Chloramphenicol	0.8	0.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tetracycline	62.6	31.7	42.4	14.5	25.4	21.2	27.7	36.9	34.1	27.5



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

그림 2-6 *C. jejuni* 항균제 내성률(%)

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 의료관련 감염증 표본감시 대상균(2010. 12. 30.)으로 지정되었다. 이후 2017. 06. 03. 표본감시에서 전수감시로 전환되었다.

2023년 시도보건환경연구원 및 질병관리청으로 의뢰된 16주 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 VISA 로 최종 확인하였다.

표 2-6. 국내 표본 및 전수감시를 통해 확인된 VISA 균주 수(2006 년~2023 년)

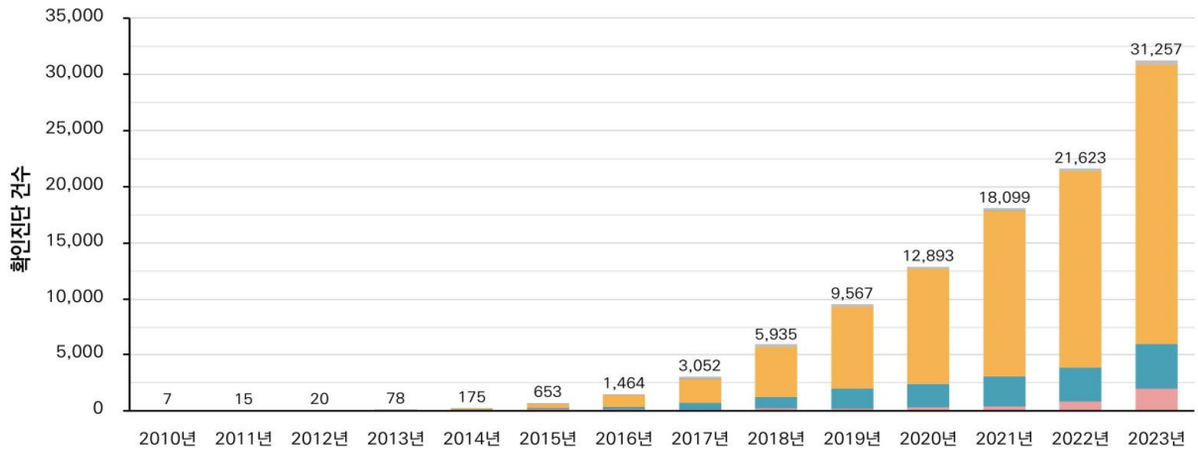
연도	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
VISA 건수	0	1	6	15	7	16	20	2	7	35	38	3	7	5	9	3	2	2
조사 기간	8주	〈--------12주--------〉							연중 (6월 1일 부터)	〈----------연중----------〉								

2. 3. 2. 카바페넴내성장내세균목(CRE)

카바페넴내성장내세균목(Carbapenem-resistant *Enterobacterales*, CRE)은 Carbapenem계 항생제(Imipenem, Meropenem, Doripenem, Ertapenem 등)에 내성인 장내세균목에 의한 감염질환을 말한다. ESBL (Extended-spectrum β-lactamase) 생성 그람음성균의 확산으로 카바페넴계 항생제의 사용이 증가하면서 카바페넴 항생제 내성균이 급증하였으며, 특히 장내세균목 균종은 접촉에 의한 전파가 쉬워 지역사회와 의료환경 모두에서 확산 가능성이 크다. CRE 감염증은 최근 국내·외에서 빠른 속도로 증가 추세이나 치료가 어렵고 사망률이 30-75%로 높아 새로운 공중보건의 위협 요소로 인식되고 있다. 지금까지 보고된 Carbapenemase는 *Klebsiella pneumoniae* Carbapenemase (KPC), New Delhi metallo-β-lactamase (NDM), Oxacillinase-48-like β-lactamase (OXA-48), Imipenemase metallo-β-lactamase (IMP), Verona Integron-encoded metallo-β-lactamase (VIM) 등이 있다.

KPC-2, NDM-1 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.

2023년 전국에서 의뢰된 35,937건 중 34,642건이 CRE로 확인되었으며, CPE는 31,257건이었다. CRE 감염증의 원인 병원체 분석 결과, *K. pneumoniae*가 69.6%로 가장 큰 비중을 차지하고 있었으며, 그 외 *E. coli* (17.0%), *C. koseri* (3.5%), *E. cloacae* (2.4%), *C. freundii* (1.6%)의 순으로 확인되었다. CPE의 Carbapenemase 유전자형 중 가장 많은 유전형은 KPC형으로 24,929건(72.0%)이 확인되었고, 이 중 KPC-2가 24,575건(98.6%)을 차지했다. 그 다음으로 많은 비율을 차지하고 있는 NDM형은 3,942건(11.4%)이며 이 중 NDM-1이 2,882건(73.1%)로 확인되었다. OXA형 1,944건(5.6%) 중 OXA-181은 1,686건(86.7%)이며, 그 외 VIM형 19건, IMP형 12건, GES형 6건이 확인되었다. CRE의 카바페넴 계열 항생제 4종(Imipenem, Meropenem, Doripenem, Ertapenem)에 대한 MIC 범위는 ≤0.5~〉32 μg/mL이며 MIC50은 각각 4 μg/mL, 4 μg/mL, 4 μg/mL, 8 μg/mL 였다. (그림 2-7)



	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
IMP	1	6	4	8	7	13	26	9	13	16	15	30	14	12
OXA	0	0	0	44	54	153	126	70	201	177	300	351	803	1,944
VIM	0	3	3	8	17	23	15	28	10	10	14	16	11	19
NDM	4	1	1	8	19	98	192	593	1,013	1,768	2,056	2,655	2,986	3,942
KPC	2	4	11	9	77	360	1,057	2,090	4,395	7,340	10,293	14,799	17,564	24,929
GES	0	1	1	1	1	6	48	34	1	14	9	10	8	6
기타	0	0	0	0	0	0	0	228	302	242	206	238	237	405

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

(2023 년에 보고된 카바페넴 분해 효소 생성 장내세균목(CPE)은 31,257 건이며,
CPE 확인 체계 수립 이후, CPE 보고 건수는 지속 증가 추세)

자료제공

NATIONAL ANTIMICROBIAL RESISTANCE
SURVEILLANCE IN KOREA 2023 ANNUAL REPORT

2023 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 10개 권역* 종합병원에서 분리된 15종 병원체
* 10개 권역: 서울, 경기 북부, 경기 남부, 강원, 충북, 전남, 경북, 경남, 제주, 전북

■ 조사 기간 2023. 1. 1. - 2023. 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.

요양병원

■ 조사 대상 전국 10개 권역 요양병원에서 분리된 14종 병원체

■ 조사 기간 2023. 1. 1. - 2023. 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 2007-2023년

■ 조사 방법 각 임상검사센터에서 자동화장비(VITEK II (bioMerieux, France) 또는 MicroScan(Siemens, USA))를 이용한 항균제감수성검사를 시행하여 2007-2009년은 2개, 2010년부터 5개 임상검사센터에서 항균제감수성검사 결과(R/I/S값) 및 MIC값을 수집하였다. 3개월 내 중복을 제거하였고, 내성률은 감수성결과(R/I/S값)를 분석하여 산출하는 한편, 일부 균종에서는 자동화장비에서 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 2021-2023

■ 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 1999-2023년

■ 조사 방법 질병관리청 세균분석과와 각 시·도보건환경연구원에서 디스크 확산법, 자동화장비(VITEK II (bioMerieux, France), 액체 배지 희석법 시험용 장비(Sensititre Trek Diagonostics, 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 2000-2023년

■ 조사 방법 표본감시 참여병원에서 선별된 균주를 감시기간 동안 자동화장비 또는 선별배지(반코마이신 4 ㎍/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 2010-2023년

■ 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.

2023 국가 항균제 내성균 조사 연보

(National Antimicrobial Resistance Surveillance in Korea, 2023)

인 쇄	2024년 12월
발 행	2024년 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
관련연구진	(Kor-GLASS) 수집센터 김도균(연세대학교 의과대학) 분석센터 김수현(전남대학교 의과대학) (KARMS) (재)서울의과학연구소
주 소	(28159) 충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 200, 질병관리청 국립중앙인체자원은행 341호 항생제내성관리과

2023

국가 항균제 내성균 조사 연보

NATIONAL ANTIMICROBIAL
RESISTANCE SURVEILLANCE IN KOREA
2023 ANNUAL REPORT

질병관리청

25
9 772671 639001
ISSN 2671-6399