

2024

국가 항균제 내성균 조사 연보

NATIONAL ANTIMICROBIAL
RESISTANCE SURVEILLANCE IN KOREA
2024 ANNUAL REPORT



발 간 사

항생제 내성은 국민의 생명과 직결된 국가 보건 안보의 핵심 과제이자 전 세계가 공동으로 대응해야 할 긴급한 위기입니다. 국제사회는 각국의 내성균 전파 차단과 대응체계 강화를 강력히 촉구하고 있으며, 이에 발맞춘 실효성 있는 감시와 데이터 확보는 그 어느 때보다 중요해졌습니다.

질병관리청은 항생제 내성(Antimicrobial Resistance, AMR) 문제에 대한 국가적 대응 역량을 강화하고자 2016년부터 WHO GLASS (Global Antimicrobial Resistance Surveillance System)에 참여하여 종합병원 중심의 Kor-GLASS를 통해 고도화된 감시체계를 운영해 왔습니다. 아울러, 중소 병원요양병원 및 의원급 의료기관을 포괄하는 KARMS를 통해 지역사회 내 내성 현황을 지속적으로 감시하고, 그 결과를 매년 「국가 항균제 내성균 조사 연보」로 발간하고 있습니다.

특히, 올해 발간하는 2024년 연보는 정확성과 가독성 및 감시체계의 데이터 활용성을 극대화하고 정책적 효용을 높이기 위해 구성 개선 등 다양한 사항을 반영하였습니다.

첫째, Kor-GLASS와 KARMS 자료를 연계하여 통합 분석을 시도하였습니다. 이를 통해 의료기관 종별 내성률 비교뿐만 아니라, 전국 6개 권역별 항생제 내성 현황을 상세히 분석하여 지역별 특성에 맞는 대응 전략 수립의 근거를 마련하였습니다.

둘째, 내성 추이 분석을 고도화하였습니다. KARMS에서 장기적인 변화 양상을 파악할 수 있도록 하였으며, 내성률의 변동 추이를 명확히 보여주는 시각화 자료와 전년 대비 증감을 분석을 추가하여 자료의 가독성과 해석력을 높였습니다.

셋째, 임상 현장의 수요를 반영하여 분석 항목을 세분화하였습니다. KARMS 자료를 균종 중심으로 분석하여, 동일 균종에 대한 기관별 내성 차이를 한눈에 파악할 수 있게 하고, 다제내성균의 분포 현황을 심층적으로 다루었습니다.

넷째, 의료기관 종별, 균종별, 중요항생제에 대한 내성률을 확인할 수 있도록 하기위해 2025년 WHO AWaRe 분류기준을 반영하였습니다.

이번 연보에 담긴 종합적이고 체계적인 분석 결과가 국내 항균제 내성균의 현황과 특성에 대한 이해를 돕고, 내성 극복을 위한 연구와 실효성 있는 정책 결정에 귀중한 근거자료로 활용되기를 기대합니다.

끝으로, 국가 항생제 내성 감시체계의 발전을 위해 변함없는 지원과 협력을 보내주신 조사 참여 의료기관 및 전문가 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

2025. 12.

질병관리청장 임 승 관

목차

제1장. 2024 국내 항균제 내성균 조사

(Kor-GLASS; Global Antimicrobial Resistance Surveillance System in Korea, 2024)

요약문	3
-----------	---

1. 서론	5
-------------	---

1. 1. 배경	7
1. 2. 국내 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS) 운영	8
1. 2. 1. 수집센터·분석센터 구성 및 현황	8
1. 2. 2. 운영 경과	11
1. 2. 3. 수집 대상 균종 및 분석	13
1. 3. 2023년 Kor-GLASS의 WHO GLASS AMR 제출 결과	16

2. 국내 항균제 내성균 조사 결과(종합병원)	23
---------------------------------	----

2. 1. 종합병원 배양 검사 의뢰 목록(sample statistics) 조사 결과	25
2. 1. 1. 혈액 배양 검사 건수	25
2. 1. 2. 요 배양 검사 건수	26
2. 1. 3. 하부호흡기 검체 배양 검사 건수	27
2. 1. 4. 대변 배양 검사 건수	28
2. 1. 5. 요도·자궁경부 도말 검체 배양 검사 건수	29
2. 2. 종합병원 수집 균주 현황	30
2. 2. 1. 연령별 분리 건수 및 양성률	32
2. 2. 2. 월별 분리 건수	35
2. 2. 3. 성별에 따른 분리 건수	36
2. 2. 4. 감염구분별(CO vs HO) 분리 건수	38
2. 3. 종합병원 수집 균종별 항균제 내성 현황	40
2. 3. 1. 황색포도알균(<i>Staphylococcus aureus</i>)	40
2. 3. 2. 장알균(<i>Enterococcus</i> spp.)	43
2. 3. 3. 폐렴사슬알균(<i>Streptococcus pneumoniae</i>)	48
2. 3. 4. 대장균(<i>Escherichia coli</i>)	50

2. 3. 5. 폐렴막대균(<i>Klebsiella pneumoniae</i>)	56
2. 3. 6. 녹농균(<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	64
2. 3. 7. 아시네토박터균속(<i>Acinetobacter</i> spp.)	68
2. 3. 8. 살모넬라균속(<i>Salmonella</i> spp.)	73
2. 3. 9. 헤모필루스균속(<i>Haemophilus</i> spp.)	76
2. 3. 10. 클로스트리디오테스 디피실균(<i>Clostridioides difficile</i>)	77
2. 3. 11. 세균성이질균속(<i>Shigella</i> spp.)	79
2. 3. 12. 임균(<i>Neisseria gonorrhoeae</i>)	79
2. 3. 13. 수막구균(<i>Neisseria meningitidis</i>)	79
2. 3. 14. 칸디다균속(<i>Candida</i> spp.)	80

3. 주요 항균제 내성균의 내성률 현황 비교 83

표 1-1 Kor-GLASS 운영 경과	12
표 1-2 Kor-GLASS 검체별 대상 균종 및 감시 대상 병원체 구분	13
표 1-3 국내 항균제 내성균 조사체계 임상정보 수집 항목 및 세부지침	14
표 1-4 균종별 분석대상 항균제 및 유전자	15
표 1-5 Kor-GLASS 종합병원 수집 균주 현황	31
표 1-6 종합병원 혈액 분리 <i>S. aureus</i> 항균제 내성률(%)	41
표 1-7 종합병원 혈액 분리 <i>E. faecalis</i> 항균제 내성률(%)	43
표 1-8 종합병원 혈액 분리 <i>E. faecium</i> 항균제 내성률(%)	46
표 1-9 종합병원 혈액 분리 <i>S. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	48
표 1-10 종합병원 하부호흡기 검체 분리 <i>S. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	49
표 1-11 종합병원 혈액 분리 <i>E. coli</i> 항균제 내성률(%)	51
표 1-12 종합병원 요 분리 <i>E. coli</i> 항균제 내성률(%)	54
표 1-13 종합병원 혈액 분리 <i>K. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	57
표 1-14 종합병원 요 분리 <i>K. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	60
표 1-15 종합병원 하부호흡기 검체 분리 <i>K. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	62
표 1-16 종합병원 혈액 분리 <i>P. aeruginosa</i> 항균제 내성률(%)	65
표 1-17 종합병원 혈액 분리 <i>A. baumannii</i> 항균제 내성률(%)	69
표 1-18 종합병원 혈액 분리 Non- <i>baumannii</i> <i>Acinetobacter</i> 항균제 내성률(%)	71
표 1-19 종합병원 혈액 및 대변 분리 <i>Salmonella</i> spp. 항균제 내성률(%)	74
표 1-20 종합병원 혈액, 하부호흡기 및 뇌척수액 분리 <i>Haemophilus</i> spp. 항균제 내성률(%)	76
표 1-21 종합병원 대변 분리 <i>C. difficile</i> 항균제 내성률(%)	77
표 1-22 종합병원 혈액 분리 <i>Candida</i> spp.의 균종별 분리 건수 및 항진균제 내성률(%)과 비감수성률(%)	81

목차

그림 1-1 3기 사업(2023~2025년)의 Kor-GLASS 수집 및 분석센터 분포	8
그림 1-2 Kor-GLASS 운영 시스템	9
그림 1-3 Kor-GLASS 항균제 내성균 조사 사업 운영 체계 및 수집/분석 절차도	10
그림 1-4 Kor-GLASS 데이터베이스 업무 프로세스	11
그림 1-5 2016년~2023년 내 WHO GLASS AMR 참여국	16
그림 1-6 2023년도 WHO GLASS 제출 국가 중 우리나라의 주요 항생제 내성률 현황(혈류 감염 기준)	17
그림 1-7 종합병원 연령대별 혈액 배양 검사 건수	25
그림 1-8 종합병원 연령대별 요 배양 검사 건수	26
그림 1-9 종합병원 연령대별 하부호흡기 검체 배양 검사 건수	27
그림 1-10 종합병원 연령대별 대변 배양 검사 건수	28
그림 1-11 종합병원 연령대별 요도-자궁경부 도말 검체 배양 검사 건수	29
그림 1-12 Kor-GLASS 종합병원 혈액 분리 균주 수집 현황	30
그림 1-13 종합병원 연령대별 혈류 감염 원인균 분리 건수 및 양성률	32
그림 1-14 종합병원 연령대별 요로감염 원인균 분리 건수 및 양성률	33
그림 1-15 종합병원 연령대별 하부호흡기 감염 원인균 분리 건수 및 양성률	33
그림 1-16 종합병원 연령대별 세균성 급성 장염 원인균 분리 건수 및 양성률	34
그림 1-17 2024년 월별 혈액 분리 그람양성균 수집 현황	35
그림 1-18 2024년 월별 혈액 분리 그람음성균 수집 현황	35
그림 1-19 2024년 성별에 따른 혈액 분리 균주 수집 현황	36
그림 1-20 2024년 성별에 따른 요 분리 균주 수집 현황	36
그림 1-21 2024년 성별에 따른 하부호흡기 검체 분리 균주 수집 현황	37
그림 1-22 2024년 감염구분별 혈액 분리 균주 수집 현황	38
그림 1-23 2024년 감염구분별 요 분리 균주 수집 현황	39
그림 1-24 2024년 감염구분별 하부호흡기 검체 유래 균주 수집 현황	39
그림 1-25 종합병원 혈액 분리 <i>S. aureus</i> 감염구분별 내성률 추이	41
그림 1-26 2024년 종합병원 혈액 분리 <i>S. aureus</i> 감염구분별 내성률(%)	42
그림 1-27 종합병원 혈액 분리 <i>S. aureus</i> 다제내성 분포율(%)	42
그림 1-28 SCCmec type에 따른 MRSA 균주의 분포율(%)	42
그림 1-29 종합병원 혈액 분리 <i>E. faecalis</i> 감염구분별 내성률 추이	44
그림 1-30 2024년 종합병원 혈액 분리 <i>E. faecalis</i> 감염구분별 내성률(%)	44
그림 1-31 종합병원 혈액 분리 <i>E. faecalis</i> 다제내성 분포율(%)	44
그림 1-32 종합병원 혈액 분리 <i>E. faecium</i> 감염구분별 내성률 추이	47
그림 1-33 2024년 종합병원 혈액 분리 <i>E. faecium</i> 감염구분별 내성률(%)	47
그림 1-34 종합병원 혈액 분리 <i>E. faecium</i> 다제내성 분포율(%)	47
그림 1-35 종합병원 혈액 분리 <i>S. pneumoniae</i> 감염구분별 내성률(%)	49
그림 1-36 종합병원 하부호흡기 검체 분리 <i>S. pneumoniae</i> 감염구분별 내성률(%)	49
그림 1-37 종합병원 혈액 분리 <i>E. coli</i> 감염구분별 내성률 추이	52
그림 1-38 2024년 종합병원 혈액 분리 <i>E. coli</i> 감염구분별 내성률(%)	52
그림 1-39 종합병원 혈액 분리 <i>E. coli</i> 다제내성 분포율(%)	52

그림 1-40	혈액 분리 <i>E. coli</i> beta-lactamase 분포율(%)	53
그림 1-41	종합병원 요 분리 <i>E. coli</i> 감염구분별 내성률 추이	55
그림 1-42	2024년 종합병원 요 분리 <i>E. coli</i> 감염구분별 내성률(%)	55
그림 1-43	종합병원 요 분리 <i>E. coli</i> 다제내성 분포율(%)	55
그림 1-44	종합병원 혈액 분리 <i>K. pneumoniae</i> 감염구분별 내성률 추이	58
그림 1-45	2024년 종합병원 혈액 분리 <i>K. pneumoniae</i> 감염구분별 내성률(%)	58
그림 1-46	종합병원 혈액 분리 <i>K. pneumoniae</i> 다제내성 분포율(%)	58
그림 1-47	종합병원 혈액 분리 <i>K. pneumoniae</i> 의 beta-lactamase 분포율(%)	59
그림 1-48	종합병원 요 분리 <i>K. pneumoniae</i> 감염구분별 내성률 추이	61
그림 1-49	2024년 종합병원 요 분리 <i>K. pneumoniae</i> 감염구분별 내성률(%)	61
그림 1-50	종합병원 요 분리 <i>K. pneumoniae</i> 다제내성 분포율(%)	61
그림 1-51	종합병원 하부호흡기 검체 분리 <i>K. pneumoniae</i> 감염구분별 내성률 추이	63
그림 1-52	2024년 종합병원 하부호흡기 검체 분리 <i>K. pneumoniae</i> 감염구분별 내성률(%)	63
그림 1-53	종합병원 하부호흡기 검체 분리 <i>K. pneumoniae</i> 다제내성 분포율(%)	63
그림 1-54	종합병원 혈액 분리 <i>P. aeruginosa</i> 감염구분별 내성률 추이	66
그림 1-55	2024년 종합병원 혈액 분리 <i>P. aeruginosa</i> 감염구분별 내성률(%)	66
그림 1-56	종합병원 혈액 분리 <i>P. aeruginosa</i> 다제내성 분포율(%)	66
그림 1-57	종합병원 혈액 분리 <i>P. aeruginosa</i> 의 carbapenem 내성 기전 분포	67
그림 1-58	종합병원 혈액 분리 <i>A. baumannii</i> 감염구분별 내성률 추이	70
그림 1-59	2024년 종합병원 혈액 분리 <i>A. baumannii</i> 감염구분별 내성률(%)	70
그림 1-60	종합병원 혈액 분리 <i>A. baumannii</i> 다제내성 분포율(%)	70
그림 1-61	종합병원 혈액 분리 Non- <i>baumannii</i> <i>Acinetobacter</i> 감염구분별 내성률 추이	72
그림 1-62	2024년 종합병원 혈액 분리 Non- <i>baumannii</i> <i>Acinetobacter</i> 감염구분별 내성률(%)	72
그림 1-63	종합병원 혈액 분리 Non- <i>baumannii</i> <i>Acinetobacter</i> 다제내성 분포율(%)	72
그림 1-64	종합병원 혈액 및 대변 분리 <i>Salmonella</i> spp.의 검체별 내성률(%)	75
그림 1-65	종합병원 혈액 및 대변 분리 <i>Salmonella</i> spp.의 검체별 내성률 추이	75
그림 1-66	종합병원 대변 분리 <i>C. difficile</i> 감염구분별 내성률 추이	78
그림 1-67	2024년 종합병원 대변 분리 <i>C. difficile</i> 감염구분별 내성률(%)	78
그림 1-68	종합병원 대변 분리 <i>C. difficile</i> 다제내성 분포율(%)	78
그림 1-69	2016~2024년 Kor-GLASS 균종별 주요 항균제 내성률(%)	86

목차

제2장. 2024 국내 항균제 내성 정보 모니터링

(KARMS; Korean Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2024)

요약문	89
-----------	----

1. 서론	93
-------------	----

1. 1. 배 경	95
1. 2. 국내 항균제 내성 정보 모니터링(KARMS) 구축	96
1. 3. 국내 항균제 내성 정보 모니터링(KARMS) 구성 및 운영	96

2. 국내 항균제 내성 정보 조사결과(중소병원 · 요양병원 · 의원)	97
--	----

2. 1. 의료기관 종별 수집 현황	99
2. 1. 1. 연령별 검체 분리 현황	101
2. 1. 2. 월별 검체 분리 현황	103
2. 1. 3. 성별 검체 분리 현황	106
2. 2. 균종별 항균제 내성 현황	109
2. 2. 1. 황색포도알균(<i>Staphylococcus aureus</i>)	109
2. 2. 2. 장알균(<i>Enterococcus</i> spp.)	115
2. 2. 3. 폐렴사슬알균(<i>Streptococcus pneumoniae</i>)	125
2. 2. 4. 대장균(<i>Escherichia coli</i>)	131
2. 2. 5. 폐렴막대균(<i>Klebsiella pneumoniae</i>)	137
2. 2. 6. 엔테로박터균(<i>Enterobacter cloacae</i>)	143
2. 2. 7. 녹농균(<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	149
2. 2. 8. 아시네토박터 바우마니균(<i>Acinetobacter baumannii</i>)	155
2. 2. 9. 살모넬라균속(<i>Salmonella</i> spp.)	161
2. 2. 10. 헤모필루스 인플루엔자(<i>Haemophilus influenzae</i>)	162
2. 2. 11. 세균성이질균속(<i>Shigella</i> spp.)	163
2. 2. 12. 임균(<i>Neisseria gonorrhoeae</i>)	163
2. 2. 13. 수막구균(<i>Neisseria meningitidis</i>)	163

표 2-1 수집 대상 검체	99
표 2-2 2024년 KARMS 의료기관 종별 및 검체별 수집 현황	100
표 2-3 2024년 KARMS 균종별 수집 현황	100
표 2-4 중소병원 분리 <i>S. aureus</i> 항균제 내성률(%)	109
표 2-5 요양병원 분리 <i>S. aureus</i> 항균제 내성률(%)	111
표 2-6 의원 분리 <i>S. aureus</i> 항균제 내성률(%)	113
표 2-7 중소병원 분리 <i>E. faecalis</i> 항균제 내성률(%)	115
표 2-8 요양병원 분리 <i>E. faecalis</i> 항균제 내성률(%)	117
표 2-9 의원 분리 <i>E. faecalis</i> 항균제 내성률(%)	118
표 2-10 중소병원 분리 <i>E. faecium</i> 항균제 내성률(%)	119
표 2-11 요양병원 분리 <i>E. faecium</i> 항균제 내성률(%)	121
표 2-12 의원 분리 <i>E. faecium</i> 항균제 내성률(%)	123
표 2-13 중소병원 분리 <i>S. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	125
표 2-14 요양병원 분리 <i>S. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	127
표 2-15 의원 분리 <i>S. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	129
표 2-16 중소병원 분리 <i>E. coli</i> 항균제 내성률(%)	131
표 2-17 요양병원 분리 <i>E. coli</i> 항균제 내성률(%)	133
표 2-18 의원 분리 <i>E. coli</i> 항균제 내성률(%)	135
표 2-19 중소병원 분리 <i>K. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	137
표 2-20 요양병원 분리 <i>K. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	139
표 2-21 의원 분리 <i>K. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	141
표 2-22 중소병원 분리 <i>E. cloacae</i> 항균제 내성률(%)	143
표 2-23 요양병원 분리 <i>E. cloacae</i> 항균제 내성률(%)	145
표 2-24 의원 분리 <i>E. cloacae</i> 항균제 내성률(%)	147
표 2-25 중소병원 분리 <i>P. aeruginosa</i> 항균제 내성률(%)	149
표 2-26 요양병원 분리 <i>P. aeruginosa</i> 항균제 내성률(%)	151
표 2-27 의원 분리 <i>P. aeruginosa</i> 항균제 내성률(%)	153
표 2-28 중소병원 분리 <i>A. baumannii</i> 항균제 내성률(%)	155
표 2-29 요양병원 분리 <i>A. baumannii</i> 항균제 내성률(%)	157
표 2-30 의원 분리 <i>A. baumannii</i> 항균제 내성률(%)	159
표 2-31 의료기관 종별 <i>Salmonella</i> spp. 항균제 내성률(%)	161
표 2-32 의료기관 종별 <i>H. influenzae</i> 항균제 내성률(%)	162
그림 2-1 국가 항균제 내성균 내성 정보 모니터링(KARMS) 운영 체계	96
그림 2-2 중소병원 연령대별 검체 분리 건수	101
그림 2-3 요양병원 연령대별 검체 분리 건수	102
그림 2-4 의원 연령대별 검체 분리 건수	102
그림 2-5 중소병원 월별 검체 분리 건수	103
그림 2-6 중소병원 월별 그람양성균 및 그람음성균 분리 건수	103

목차

그림 2-7	요양병원 월별 검체 분리 건수	104
그림 2-8	요양병원 월별 그람양성균 및 그람음성균 분리 건수	104
그림 2-9	의원 월별 검체 분리 건수	105
그림 2-10	의원 월별 그람양성균 및 그람음성균 분리 건수	105
그림 2-11	중소병원 성별 검체 분리 건수	106
그림 2-12	요양병원 성별 검체 분리 건수	107
그림 2-13	의원 성별 검체 분리 건수	108
그림 2-14	중소병원 검체별 <i>S. aureus</i> 항균제 내성률(%)	110
그림 2-15	요양병원 검체별 <i>S. aureus</i> 항균제 내성률(%)	112
그림 2-16	의원 검체별 <i>S. aureus</i> 항균제 내성률(%)	114
그림 2-17	중소병원 검체별 <i>E. faecalis</i> 항균제 내성률(%)	116
그림 2-18	요양병원 검체별 <i>E. faecalis</i> 항균제 내성률(%)	117
그림 2-19	의원 검체별 <i>E. faecalis</i> 항균제 내성률(%)	118
그림 2-20	중소병원 검체별 <i>E. faecium</i> 항균제 내성률(%)	120
그림 2-21	요양병원 검체별 <i>E. faecium</i> 항균제 내성률(%)	122
그림 2-22	의원 검체별 <i>E. faecium</i> 항균제 내성률(%)	124
그림 2-23	중소병원 검체별 <i>S. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	126
그림 2-24	요양병원 검체별 <i>S. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	128
그림 2-25	의원 검체별 <i>S. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	130
그림 2-26	중소병원 검체별 <i>E. coli</i> 항균제 내성률(%)	132
그림 2-27	요양병원 검체별 <i>E. coli</i> 항균제 내성률(%)	134
그림 2-28	의원 검체별 <i>E. coli</i> 항균제 내성률(%)	136
그림 2-29	중소병원 검체별 <i>K. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	138
그림 2-30	요양병원 검체별 <i>K. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	140
그림 2-31	의원 검체별 <i>K. pneumoniae</i> 항균제 내성률(%)	142
그림 2-32	중소병원 검체별 <i>E. cloacae</i> 항균제 내성률(%)	144
그림 2-33	요양병원 검체별 <i>E. cloacae</i> 항균제 내성률(%)	146
그림 2-34	의원 검체별 <i>E. cloacae</i> 항균제 내성률(%)	148
그림 2-35	중소병원 검체별 <i>P. aeruginosa</i> 항균제 내성률(%)	150
그림 2-36	요양병원 검체별 <i>P. aeruginosa</i> 항균제 내성률(%)	152
그림 2-37	의원 검체별 <i>P. aeruginosa</i> 항균제 내성률(%)	154
그림 2-38	중소병원 검체별 <i>A. baumannii</i> 항균제 내성률(%)	156
그림 2-39	요양병원 검체별 <i>A. baumannii</i> 항균제 내성률(%)	158
그림 2-40	의원 검체별 <i>A. baumannii</i> 항균제 내성률(%)	160
그림 2-41	의료기관 종별 및 검체별 <i>H. influenzae</i> 항균제 내성률(%)	163

제3장. 2024 통합 내성 분석

1. 서론	167
1. 1. 배경	169
2. 권역별 주요 항균제 내성 현황	171
2. 1. 권역별 주요 항균제 내성 현황	173
3. 의료기관 종별 주요 항균제 내성 현황	177
3. 1. 의료기관 종별 주요 항균제 내성 현황	179
3. 1. 1. 황색포도알균(<i>Staphylococcus aureus</i>)	179
3. 1. 2. 장알균(<i>Enterococcus</i> spp.)	180
3. 1. 3. 폐렴사슬알균(<i>Streptococcus pneumoniae</i>)	181
3. 1. 4. 대장균(<i>Escherichia coli</i>)	182
3. 1. 5. 폐렴막대균(<i>Klebsiella pneumoniae</i>)	184
3. 1. 6. 엔테로박터균(<i>Enterobacter cloacae</i>)	186
3. 1. 7. 녹농균(<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	188
3. 1. 8. 아시네토박터 바우마니균(<i>Acinetobacter baumannii</i>)	190
표 3-1 2024년 Kor-GLASS 및 KARMs 운영 체계 비교	169
표 3-2 통합 내성률 분석 정보	173
표 3-3 혈액 분리 권역별 주요 항균제 내성률(%)	174
그림 3-1 권역별 주요 항균제 통합 내성률 현황	175
그림 3-2 의료기관 종별 Cefoxitin 또는 Oxacillin 내성 <i>S. aureus</i> (MRSA) 내성률(%)	179
그림 3-3 의료기관 종별 Vancomycin 내성 <i>E. faecalis</i> 내성률(%)	180
그림 3-4 의료기관 종별 Vancomycin 내성 <i>E. faecium</i> 내성률(%)	180
그림 3-5 의료기관 종별 <i>S. pneumoniae</i> 의 'Penicillin G' 내성 분포(%)	181
그림 3-6 의료기관 종별 Cefotaxime 내성 <i>E. coli</i> 내성률(%)	182
그림 3-7 의료기관 종별 Ceftazidime 내성 <i>E. coli</i> 내성률(%)	182
그림 3-8 의료기관 종별 Imipenem 내성 <i>E. coli</i> 내성률(%)	183

목차

그림 3-9 의료기관 종별 Cefotaxime 내성 <i>K. pneumoniae</i> 내성률(%)	184
그림 3-10 의료기관 종별 Ceftazidime 내성 <i>K. pneumoniae</i> 내성률(%)	184
그림 3-11 의료기관 종별 Imipenem 내성 <i>K. pneumoniae</i> 내성률(%)	185
그림 3-12 의료기관 종별 Cefotaxime 내성 <i>E. cloacae</i> 내성률(%)	186
그림 3-13 의료기관 종별 Ceftazidime 내성 <i>E. cloacae</i> 내성률(%)	186
그림 3-14 의료기관 종별 Imipenem 내성 <i>E. cloacae</i> 내성률(%)	187
그림 3-15 의료기관 종별 Imipenem 내성 <i>P. aeruginosa</i> 내성률(%)	188
그림 3-16 의료기관 종별 Meropenem 내성 <i>P. aeruginosa</i> 내성률(%)	188
그림 3-17 의료기관 종별 다제내성 녹농균(MRPA) 내성률(%)	189
그림 3-18 의료기관 종별 Imipenem 내성 <i>A. baumannii</i> 내성률(%)	190
그림 3-19 의료기관 종별 Meropenem 내성 <i>A. baumannii</i> 내성률(%)	190
그림 3-20 의료기관 종별 다제내성 아시네토박터 바우마니균(MRAB) 내성률(%)	191

제4장. 2024 법정감염병 내성 조사·분석

(법정감염병 내성; Legal communicable Disease causative bacteria
Antimicrobial Resistance Surveillance in Korea, 2024)

요약문 195

1. 서론 197

1. 1. 배 경 199

1. 2. 구성 및 운영 199

2. 국내 항균제 내성 정보 조사결과: 장내세균 201

2. 1. 개 요 203

2. 2. 장내세균 내성 현황 204

2. 2. 1. 장티푸스균(*Salmonella Typhi*) 204

2. 2. 2. 비장티푸스성 살모넬라균(Non-Typhoidal *Salmonella*) 205

2. 2. 3. 세균성이질균(*Shigella* spp.) 207

2. 2. 4. 캄필로박터 제주니균(*Campylobacter jejuni*) 210

3. VRSA/CRE 조사결과 213

3. 1. 개 요 215

3. 2. VRSA/CRE 조사결과 216

3. 2. 1. 반코마이신내성황색포도알균(VRSA) 216

3. 2. 2. 카바페넴내성장내세균목(CRE) 217

표 4-1 | 장티푸스균(*S. Typhi*) 항균제 내성률(%) 204

표 4-2 | 비장티푸스성 살모넬라균(Non-typhoidal *Salmonella*)의 항균제 내성률(%) 205

표 4-3 | *S. sonnei* 항균제 내성률(%) 208

표 4-4 | *S. flexneri* 항균제 내성률(%) 209

목차

표 4-5 <i>C. jejuni</i> 항균제 내성률(%)	211
표 4-6 국내 표본 및 전수감시를 통해 확인된 VISA 균주 수(2006~2024년)	216
그림 4-1 연도별 장티푸스균(<i>S. Typhi</i>) 항균제 내성률(%)	204
그림 4-2 Non-typhoidal <i>Salmonella</i> 의 Nalidixic acid 및 Ciprofloxacin 항균제 내성률 추이	206
그림 4-3 Non-typhoidal <i>Salmonella</i> 의 Cefotaxime 항균제 내성률 추이	206
그림 4-4 <i>S. sonnei</i> 균주의 Cefotaxime 및 Ciprofloxacin 항균제 내성률 추이	208
그림 4-5 <i>S. flexneri</i> 균주의 Cefotaxime 및 Ciprofloxacin 항균제 내성률 추이	209
그림 4-6 <i>C. jejuni</i> 균주의 Ciprofloxacin 및 Erythromycin 항균제 내성률 추이	211
그림 4-7 국내 장내세균목으로부터 분리된 카바페넴분해효소(Carbapenemase) 유전자형 분포도	217
자료 제공	219

병원체명

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

약어

약어	원어
AMR	Antimicrobial resistance
AST	Antimicrobial Susceptibility Test
CLSI	Clinical and Laboratory Standards Institute
CO	Community origin
CPE	Carbapenemase-producing <i>Enterobacterales</i>
CRE	Carbapenem-resistant <i>Enterobacterales</i>
CSF	Cerebrospinal fluid
EARS-Net	European Antimicrobial Resistance Surveillance Network
EQA	External quality assessment
ESBL	Extended-spectrum beta-lactamase
EUCAST	European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing
GES-5	Guiana extended spectrum-5
GLASS	Global Antimicrobial Resistance Surveillance System
HO	Hospital origin
IMP	Imipenemase
IPT	Interlaboratory proficiency testing
KARMS	Korean Antimicrobial Resistance Monitoring System
KPC-2	<i>Klebsiella pneumoniae</i> carbapenemase-2
MALDI-TOF MS	Matrix assisted laser desorption/ionization-time of flight mass spectrometry
MBL	Metallo-beta-lactamase
MDR	Multidrug resistance
MIC	Minimal inhibitory concentration
MRAB	Multidrug-resistant <i>Acinetobacter baumannii</i>
MRPA	Multidrug-resistant <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
MRSA	Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>
NARMS	National Antimicrobial Resistance Monitoring System
NCC	National coordinating center
NDM-1	New delhi metallo-beta-lactamase-1
NG-MAST	Neisseria gonorrhoeae multi antigen sequence typing
NRL	National reference laboratory
PAS	Para-aminosalicylic acid
PBP2a	Penicillin-binding protein 2a
PCR	Polymerase chain reaction
PDR	Pandrug resistance
PISP	Penicillin G intermediate <i>Streptococcus pneumoniae</i>
PPNG	Penicillinase-producing <i>Neisseria gonorrhoeae</i>
PVL	Panton valentine leukocidine
TSST-1	Toxic shock syndrome toxin-1
VIM	Verona integrin encoded metallo beta-lactamase
VISA	Vancomycin-intermediate <i>Staphylococcus aureus</i>
VRE	Vancomycin-resistant <i>Enterococci</i>
VREFM	Vancomycin-resistant <i>Enterococcus faecium</i>
VRSA	Vancomycin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i>
WHO	World Health Organization
XDR	Extensively drug resistance

항균제별 AWaRe 분류 기준

항균제 계열	AWaRe 분류 기준	항균제명(성분명)	약어
Aminoglycosides	Access	Amikacin	AMK
	Access	Gentamicin	GEN
	Watch	Tobramycin	TOB
Amphenicols	Access	Chloramphenicol	CHL
Beta-lactam/beta lactamase inhibitor	Access	Amoxicillin/clavulanic acid	AMC
	Access	Ampicillin/sulbactam	SAM
	Watch	Piperacillin/tazobactam	TZP
Carbapenems	Watch	Ertapenem	ETP
	Watch	Imipenem	IPM
	Watch	Meropenem	MEM
First-generation Cephalosporins	Access	Cefazolin	CFZ
Second-generation Cephalosporins	Watch	Cefaclor	CEC
	Watch	Cefotetan	CTT
	Watch	Cefuroxime	CXM
Third-generation Cephalosporins	Watch	Cefotaxime	CTX
	Watch	Ceftazidime	CAZ
	Watch	Ceftriaxone	CRO
Fourth-generation Cephalosporins	Watch	Cefepime	FEP
Fluoroquinolones	Watch	Ciprofloxacin	CIP
	Watch	Levofloxacin	LVX
	Watch	Moxifloxacin	MXF
Glycopeptides	Watch	Teicoplanin	TEC
	Watch	Vancomycin	VAN
Glycylcyclines	Reserve	Tigecycline	TGC
Imidazoles	Access	Metronidazole	MDZ
Lincosamides	Access	Clindamycin	CLI
Lipopeptides	Reserve	Daptomycin	DAP
Macrolides	Watch	Azithromycin	AZM
	Watch	Erythromycin	ERY
Monobactams	Reserve	Aztreonam	ATM
Nitrofurantoin-derivatives	Access	Nitrofurantoin	NIT
Oxazolidinones	Reserve	Linezolid	LZD
Penicillins	Access	Amoxicillin	AMX
	Access	Ampicillin	AMP
Polymyxins	Reserve	Colistin	COL
Pseudomonic acid	-	Mupirocin	-
Rifamycins	Watch	Rifampicin	RIF
	Watch	Rifaximin	RFX
Streptogramins	Reserve	Quinupristin-dalfopristin	QDA
Sulfonamide-trimethoprim-combinations	Access	Trimethoprim-sulfamethoxazole	SXT
Tetracyclines	Access	Doxycycline	DOX
	Access	Tetracycline	TET
	Watch	Minocycline (oral)	MIN

* WHO AWaRe(Access, Watch, Reserve) classification of antibiotics for evaluation and monitoring of use, 2025

** 본문 표기 ● 접근(Access) ● 주의(Watch) ● 보류(Reserve) ○ 해당 없음(-)

제 1 장

Kor-GLASS

Global Antimicrobial Resistance
Surveillance System in Korea, 2024

2024 국내 항균제 내성균 조사

요약문

Kor-GLASS는 2015년 세계보건기구(WHO)에서 발표한 GLASS 매뉴얼에 기초한 국내 다제내성균 감시체제로 2016년 시범운영으로 시작하여, 2024년 현재 10개 권역(서울, 경기 북부, 경기 남부, 강원, 충북, 전남, 경북, 경남, 제주, 전북)의 종합병원(요양병원 1개 별도 수집) 수집센터와 균종별 7개 분석센터로 확대하여 운영 중에 있다. 수집 대상 균종은 2016년 11개 균종을 시작으로, 2018년에는 미국 CDC에서 2015년 항균제 내성 위험도에 따라 시급한 위협으로 제시한 균종 중 하나인 ‘클로스트리디오이데스 디피실균(*C. difficile*)’을 추가하였고, 2020년에는 2019년 4월경 WHO에서 감시 대상으로 제시한 ‘칸디다균속(*Candida* spp.)’을 추가하였다. 2023년에는 헤모필루스균속(*Haemophilus* spp.), 수막염균(*Neisseria meningitidis*)을 추가 (WHO 감시 대상 추가 제시)해 총 15종으로 확대하였다.

2024년 1월~12월 수집된 Kor-GLASS 종합병원 균주는 총 10,426주였으며, 혈액 분리주 5,562주(53.3%), 요 분리주 2,098주(20.1%), 하부호흡기 검체 분리주 2,467주(23.7%), 대변 분리주 295주(2.8%), 뇌척수액 분리주 4주(0.04%)였으며, 요도·자궁경부 도말 분리주는 확인되지 않았다. 혈액 분리주에서는 *E. coli*가 2,361주(42.4%)로 가장 많았으며, *K. pneumoniae* 1,061주(19.1%), *S. aureus* 614주(11.0%) 순으로 분리되었다. 요 분리주 역시 *E. coli*가 1,725주(82.2%)로 가장 많았으며, *K. pneumoniae*는 373주(17.8%)였다.

S. aureus 혈액 분리 *S. aureus* 중 Cefoxitin 내성 *S. aureus* (Methicillin-resistant *S. aureus*, MRSA)의 비율은 전체 감염의 41.5%로 나타나면서 내성 감시가 시작된 2016년 53.5% 이후에 가장 낮은 내성률로 감소하였다. MRSA 감염의 주된 치료 약제에 대한 내성은 아직은 낮은 수준으로, Vancomycin 내성 *S. aureus* (Vancomycin-resistant *S. aureus*, VRSA)와 Tigecycline, Linezolid, QDA (Quinupristin-dalfopristin) 내성 균주는 발견되지 않았다.

E. faecalis *E. faecalis*의 Ampicillin 내성 균주는 발견되지 않았으며, Penicillin에 내성인 PRAS 표현형(Penicillin-resistant, but Ampicillin susceptible phenotype) *E. faecalis*는 8.1%로 나타나면서 2023년 14.3% 대비 감소하였다. 임상에서 선호도가 높은 고농도 Gentamicin에 대한 내성률 또한 31.7%로 2023년 42.2% 대비 감소한 것으로 나타났다. Vancomycin 내성 균주는 드문 것으로 알려져 있고, 2024년 내성 균주는 발견되지 않았다.

E. faecium 혈액 분리 *E. faecium*의 Ampicillin 내성률은 89.8%로 2023년 89.0%와 유사하게 매우 높았으며, Ciprofloxacin에 대한 내성률 역시 90.3%로 매우 높게 나타났다. *E. faecium*의 Vancomycin 내성률은 2016년 29.9%에서 2019년 40.9%로 증가하였으나, 이후 2020년에는 38.6%, 2021년에는 37.7%, 2022년에는 35.1%였고, 2023년에는 34.6%, 올해는 27.0%로 지속적으로 감소하였다. Vancomycin 내성 *E. faecium* (VRE) 감염의 치료 항균제인 Linezolid와 Daptomycin에 대한 내성균은 발견되지 않았으나, QDA (Quinupristin-dalfopristin) 내성률은 17.8%였다.

S. pneumoniae 혈액 분리 *S. pneumoniae*는 총 27주였다. Penicillin, Cefotaxime, Ceftriaxone 내성률은 각각 7.4%, 3.7%, 3.7%였으며 2023년 11.1%, 7.4%, 7.4% 대비 감소하였다.

E. coli 혈액 분리 *E. coli* 중 Ampicillin 내성률은 69.9%였으며, Piperacillin 내성률은 61.0%로 2023년 63.7% 대비 감소하였다. *E. coli* 혈류 감염의 치료 항균제 선택에 가장 중요한 3세대 Cephalosporin 계열 항균제 중 Cefotaxime에 대한 내성률은 39.1%, Ceftazidime에 대한 내성률은 12.0%로 나타나면서 2023년 38.9%, 12.0%와 유사한 것으로 나타났다. *E. coli* 요로감염에서 가장 중요한 치료 항균제인 Fluoroquinolone 계열 Ciprofloxacin에 대한 내성률은 2018년 40.7% 이후로 매년 유사하거나 증가하고 있다.

K. pneumoniae 혈액 분리 *K. pneumoniae*의 3세대 Cephalosporin 계열 항균제 내성률은 Cefotaxime, Ceftazidime에 대하여 각각 27.3%, 20.4%로 나타났고, 2023년 31.1%, 23.2% 대비 감소하였다. Carbapenem 계열의 항균제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에 대한 내성률은 혈액 분리 균주에서 각각 3.9%, 4.9%, 5.7%로 2023년 5.9%, 6.5%, 7.2% 대비 감소하였다.

P. aeruginosa 혈액 분리 *P. aeruginosa*의 Piperacillin에 대한 내성률은 29.5%로 2023년 24.9% 대비 증가하면서 2019년 11.0% 이후로 지속적으로 증가하고 있다. 항-녹농균 Cephalosporin 계열 항균제인 Ceftazidime에 대한 내성률은 23.1%로 2023년 19.0% 대비 증가하였다.

***Acinetobacter* spp.** *Acinetobacter* spp. 중 *A. baumannii*가 161주였으며, non-*baumannii* *Acinetobacter*가 22주였다. *A. baumannii* 혈액 분리 균주의 Carbapenem 계열 항균제 내성률은 Imipenem과 Meropenem에 대하여 각각 75.8%, 75.8%로 나타나면서, 2023년 85.3%, 85.6% 대비 감소하였다.

***Salmonella* spp.** *Salmonella* 균속의 Cefotaxime에 대한 내성률은 2020년에는 5.0%로 나타났고, 2021년 6.4%부터 2023년 14.5%까지 증가, 올해는 전년 대비 감소한 10.4%로 나타났다. Ciprofloxacin 비감수성률은 48.9%로 2023년 44.6% 대비 증가하였다. Ampicillin 내성률이 23.7%(2023년 33.8%)였으며, Tetracycline과 SXT 내성률은 18.5%(2023년 29.4%) 및 11.9%(2023년 12.3%), Colistin 내성률은 2.2%(2023년 5.9%)로 전년 대비 감소하였다.

***Haemophilus* spp.** 총 107주를 수집하였으며, Ampicillin 내성률은 66.4%로 2023년 66.1%와 유사한 내성률로 나타났다. Cefotaxime, Meropenem에 대한 내성 균주는 발견되지 않았다.

C. difficile Fluoroquinolone 계열 항균제인 Moxifloxacin에 대한 내성률은 2018년 44.4% 대비 감소하여 2023년 25.9%, 올해는 22.1%로 나타났다. *C. difficile* 장염 감염증의 치료 항균제인 Metronidazole과 Vancomycin에 대한 내성 균주는 2018년부터 현재까지 수집되지 않았다.

***Shigella* spp.** 세균성이질균속은 수집되지 않았다.

N. gonorrhoeae 임균은 수집되지 않았다.

N. meningitidis 수막구균은 수집되지 않았다.

***Candida* spp.** 가장 흔하게 분리된 칸디다균속은 *Candida albicans*로 전체 407주 중 162주(39.8%)로 확인되었다. *Candida auris*는 13주 분리되면서 2023년 5주 대비 증가하였다. Fluconazole 내성 판정 대상이 되는 396주 중 Fluconazole 내성을 보인 균주는 총 21주로 내성률은 5.3%, 약제용량의존감수성은 총 66주로 16.7%이었다.

※ 2024년 내성률 분석은 「CLSI M100, 34th Edition」 guideline 기준



서론

2024 국내 항균제 내성균 조사

1

서론

1. 1. 배경

20세기 초 항생제 개발로 세균 감염을 치료하면서 인간의 수명이 크게 향상 되었지만 항생제 사용에 따라 항생제 내성(Antimicrobial Resistance, AMR)을 보이는 세균도 함께 발견되었다. 항균제의 사용 증가와 오남용은 내성균의 출현과 확산을 가속화하였다. 2014년 영국의 O'Neill 등은 2050년에는 전 세계에서 내성균의 감염으로 매년 약 1,000만 명 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. 2023년 기준 총 101개국이 GLASS에 내성 자료를 제출하였으며 웹 기반 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 2016년 제1차 국가 항생제 내성 관리대책(2016년~2020년)을 발표하였고, 그 일환으로 내성 감시체계 강화를 위해 2016년 8월 WHO GLASS에 정식 참여하였다. 질병관리청은 WHO GLASS와 호환이 가능하면서 WHO GLASS의 미비점을 국내 실정에 맞게 보완·개선할 수 있는 국내 항균제 내성균 감시 사업(Kor-GLASS)을 마련하여 운영하고 있다.

1. 2. 1. 수집센터·분석센터 구성 및 현황

Kor-GLASS는 2016년 6개 권역을 대상으로 감시를 시작해서 1기 사업(2017년~2019년)에는 8개 권역, 2기 사업(2020년~2022년)에는 9개 권역, 3기 사업(2023년~2025년)부터는 10개 권역으로 확대 운영하고 있다. 총 18개의 센터로 10개의 수집센터(요양병원 1개 별도 운영), 7개의 분석센터 및 1개의 시험관리센터가 운영되고 있다. (그림1-1)

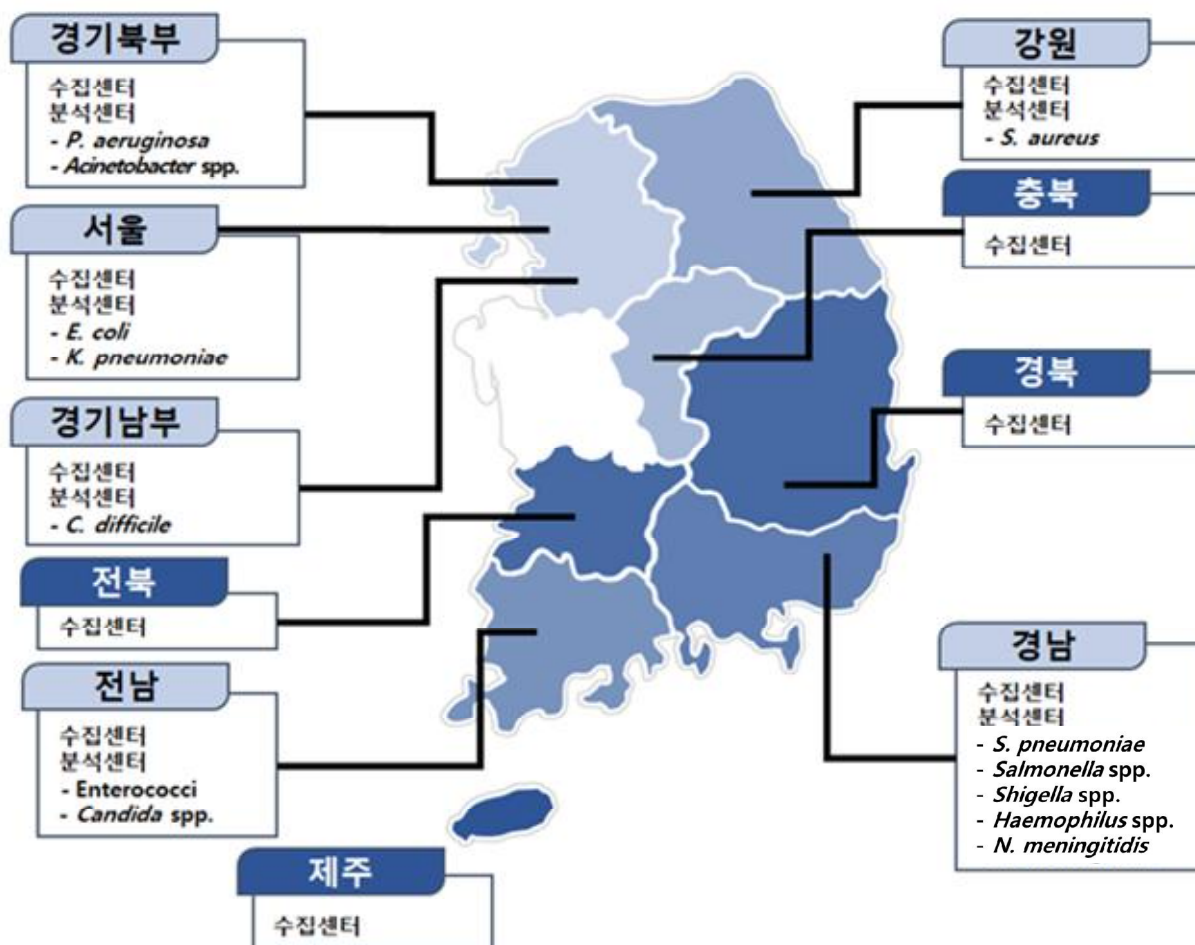


그림 1-1 | 3기 사업(2023~2025년)의 Kor-GLASS 수집 및 분석센터 분포

Kor-GLASS는 WHO GLASS의 4가지 원칙을 기반으로 고안되었다. 먼저, ❶대표성(representativeness)을 위해, 종합병원은 국내 지역 거점 내 1개 기관을 선정하되, 의료 관련 감염병 표본감시병원 중 500~1,000병상 규모의 병원으로 정하였으며, 권역별 종합병원을 기준으로 하여 지리적 연관성과 환자 이동 등을 감안한 30개 내외의 요양병원을 선정하였다. 중복 군주를 제외한 전수를 수집하고, 참여 기관 및 책임자와의 지속적인 협의를 진행하고 있다. ❷특화성(specialization)을 위해서는 임상미생물 전공 진단검사의학 전문의가 근무하고 재단법인 진단검사의학재단에서 시행하는 우수 검사실 신입인증 평가에서 ‘우수 검사실’로 인증받은 곳을 선정하는 등 군주 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 군주는 보관하여 질병관리청 국가표준실험실(NRL)로 송부하도록 하고, 군주 분석 결과는 정해진 양식에 맞춰 작성 및 제출하도록 하는 등 ❸중앙화(centralization)하였다. 그리고 ❹현지화(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 권역별 종합병원과 요양병원들이 감시기관(Surveillance Site, SS)으로 본 사업에 적극적으로 참여하고 있다. (그림 1-2)

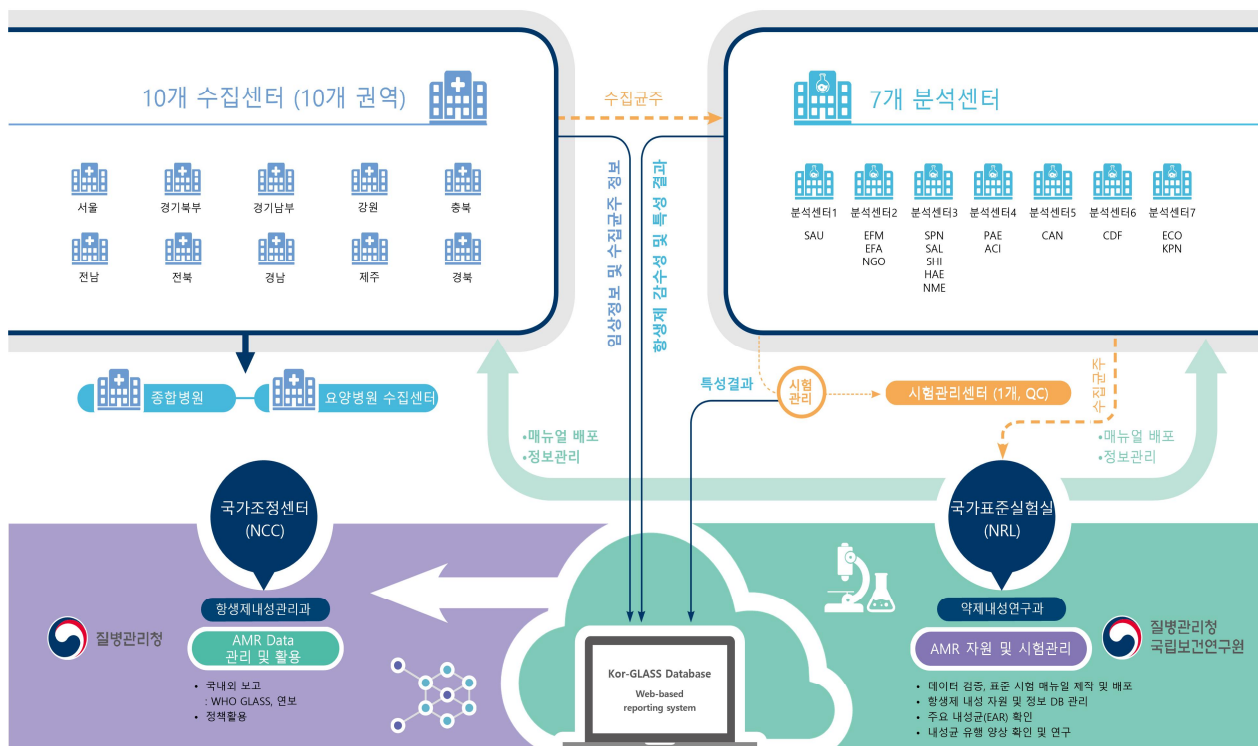


그림 1-2 | Kor-GLASS 운영 시스템

Kor-GLASS 시험관리센터는 본 사업에 참여하고 있는 각 실험실의 동정 및 항균제 감수성 실험의 질을 평가하기 위한 것으로 수집 균주의 일정 부분을 재실험하여 그 결과를 비교하고, 특성 분석이 완료된 균주를 각 실험실에 보내어 실험 결과를 받아 평가하는 등 정기적인 시험관리 프로그램을 운영하고 있다. Kor-GLASS로 수집된 데이터의 표준화 및 신뢰성 확보를 위해 시험관리센터를 통해 매월 일부 수집 균주를 무작위로 선정하여 균종 및 시험법별 검사 결과로 분석센터 간 유효성을 검증하는 검사실 간 숙련도 시험(Interlaboratory Proficiency Testing, IPT)를 실시하고 있다. 또한 참여하는 수집·분석센터를 대상으로 분기별로 외부정도평가(External Quality Assessment, EQA)를 수행하고 있으며, 모든 참여 실험실은 Kor-GLASS 시험관리센터에서 작성한 질 관리 보고서를 받으며, 이를 통해 각 실험실의 실험의 질을 평가하고, 실험 과정의 문제점을 확인하는 데 이용한다. (그림1-3)

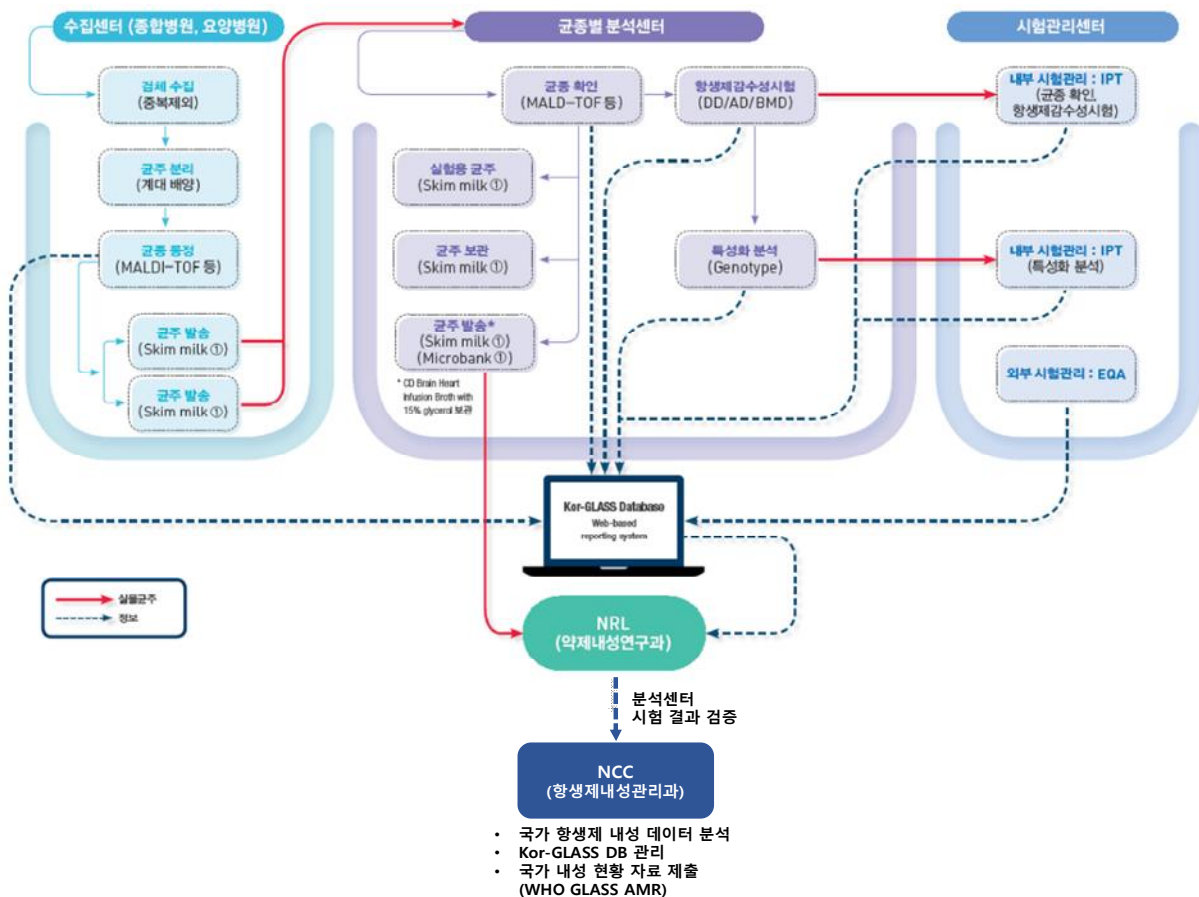


그림 1-3 | Kor-GLASS 항균제 내성균 조사 사업 운영 체계 및 수집/분석 절차도

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 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

2016년 5월 처음 구축한 Kor-GLASS는 종합병원과 요양·중소병원 2가지 감시체계로 구성되었으며, 종합병원 감시체계는 2016년 5월부터, 요양·중소병원 감시체계는 2016년 8월부터 감시를 시작하였다. 총 6개 권역(서울, 경기 북부, 강원, 충북, 전남, 경남)의 수집 대상 권역은 국내 지역거점 종합병원으로 1개 기관씩 선정하여 6개 수집센터와 4개의 분석센터(1개의 요양 및 중소병원 분석센터 포함)를 운영하였다. 감시 대상 병원체는 GLASS 감시 대상 병원체 8종과 국내 법정감염병으로 지정된 병원체 3종을 포함한 총 11개 균종(*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter* spp., *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Neisseria gonorrhoeae*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Pseudomonas aeruginosa*)이었다.

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

Kor-GLASS 2기 사업(2020~2022)에서는 1개의 권역(경북)을 추가한 9개 권역의 종합병원(수집센터), 그와 역학적·지리적 연관성이 있는 요양병원을 선정하여 수집 네트워크를 강화하였다. 또한 균종별로 분석센터를 세분화하고, 국내·외 균종별 내성 현황, 동향을 분석하는 등 전문성을 강화하기 위해 2개의 분석센터를 추가하여 총 7개의 분석센터를 운영하고, 1개의 시험관리센터도 함께 운영하였다. 감시 대상 병원체는 기존 12종의 균종에 2019년 4월경 세계보건기구(WHO)에서 주요 감시 대상 균종으로 선정한 ‘칸디다균속(*Candida* spp.)’을 추가해 총 13종이었다. (요양병원은 *C. difficile* 1개 균종 제외로 12종)

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

검체별 우선순위 병원체는 WHO GLASS에서 제시한 방법에 따라 지정하였으며, 혈액, 요, 하부호흡기, 대변, 요도·자궁경부 도말, 뇌척수액 등에서 해당 병원체를 전수 조사(중복균주 제외)하고 있다. 전수 조사로 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. 균종별 내성 유전자 및 역학적 특성 검사는 중합효소연쇄반응(Polymerase Chain Reaction, PCR)과 염기서열분석(Sequencing)을 통해 확인하고 있다.

표 1-1 | Kor-GLASS 운영 경과

구분		시범 사업	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 도말, 뇌척수액			기존 검체(5종), 하부호흡기 검체 추가
수집 균종		11종	12종 (클로스트리디옌테스 디피실균 추가)	13종 (칸디다균속 추가)	15종 ^b (헤모필루스균속, 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, 녹농균, 칸디다균속, 헤모필루스인플루엔자균, 세균성이질균, 임균, 수막염균) 및 국내 법정감염병 지정 3종(장알균 2종, 클로스트리디옌테스 디피실균)

1. 2. 3. 수집 대상 균종 및 분석

3기 사업(2023~2025) 감시 대상 병원체는 WHO GLASS 감시 대상 병원체 12종과 국내 법정감염병 병원체 3종으로 총 15종이다. 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(*Clostridioides difficile*), 칸디다균속(*Candida* spp.), 헤모필루스균속(*Haemophilus* spp.), 수막염균(*Neisseria meningitidis*)이다.

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

임상 정보는 수집 항목 및 세부 지침에 따라 수집하고 있으며, 내성 유전자 및 역학적 특성 검사는 균종별 분석 대상 항균제 및 유전자를 선정하여 수행하고 있다. (표 1-3, 1-4)

또한, WHO는 항생제의 적절한 사용을 촉진하고 항생제 내성 문제를 해결하기 위해 2017년 AWaRe 분류 체계를 도입하였다. WHO AWaRe 분류는 항생제를 접근(●Access), 주의(●Watch), 보류(●Reserve) 및 비권장(Not Recommended)로 구분하고 있다. 2024년 연보에서는 처음으로 항균제별 분류 기준을 제시하여 중요 항균제에 대한 감시를 강화하고자 하였다.

- ※ 접근(Access): 작용 범위가 좁고 내성 위험이 낮아 가장 흔한 감염에서 우선 사용되는 항균제
 주의(Watch): 작용 범위가 넓고 내성 위험이 높아 특정 감염에만 제한적으로 사용해야 하는 항균제
 보류(Reserve): 다제내성균 감염증 등 중증 감염에서 가장 마지막으로 사용해야 하는 항균제
 비권장(Not Recommended): 광범위 항생제의 고정용량복합 항생제로 국제 가이드라인 권장사항이 없는 항균제

표 1-2 | Kor-GLASS 검체별 대상 균종 및 감시 대상 병원체 구분

검체	균종	검체	균종
혈액(Blood)	<i>S. aureus</i>	WHO GLASS 감시 대상(12 종)	<i>S. aureus</i>
	<i>E. faecalis</i>		<i>E. coli</i>
	<i>E. faecium</i>		<i>K. pneumoniae</i>
	<i>E. coli</i>		<i>A. baumannii</i>
	<i>K. pneumoniae</i>		<i>N. gonorrhoeae</i>
	<i>Acinetobacter</i> spp.		<i>S. pneumoniae</i>
	<i>P. aeruginosa</i>		<i>Salmonella</i> spp.
	<i>S. pneumoniae</i>		<i>Shigella</i> spp.
	<i>Salmonella</i> spp.		<i>P. aeruginosa</i>
	<i>Haemophilus</i> spp.		<i>H. influenzae</i>
	<i>N. meningitidis</i>		<i>N. meningitidis</i>
	<i>Candida</i> spp.		<i>Candida</i> spp.
요(Urine)	<i>E. coli</i>	추가 감시(3 종)	<i>E. faecalis</i>
하부호흡기(LRS)	<i>K. pneumoniae</i>		<i>E. faecium</i>
	<i>S. pneumoniae</i>		<i>C. difficile</i>
	<i>K. pneumoniae</i>		
	<i>Haemophilus</i> spp.		
대변(Stool)	<i>Salmonella</i> spp.		
	<i>Shigella</i> spp.		
요도자궁경부 도말(Genital)	<i>C. difficile</i> (요양병원 제외)		
뇌척수액(CSF)	<i>N. gonorrhoeae</i>		
	<i>S. pneumoniae</i>		
	<i>Haemophilus</i> spp.		
	<i>N. meningitidis</i>		

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

구분	종합병원 감시체계	요양병원 감시체계
수집기관	필수	필수
수집 연/월	필수	필수
검체 종류	필수	필수
거주지	선택	선택
내원구분	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 중복 검체에서 분리된 동일한 균종의 균주는 첫 번째 균주만 수집
- ii) 한 환자의 중복 검체에서 다른 균종이 분리된 경우엔 수집
- iii) 한 환자의 다른 검체에서 동일한 균종이 분리된 경우 수집
- iv) 요 분리주는 다음과 같은 조건에 따라 수집
- 1 개 균종 증식: 1×10^4 CFU/mL 이상인 *E. coli* 와 *K. pneumoniae* 수집
 - 2 개 균종 증식: 1×10^5 CFU/mL 이상인 *E. coli* 와 *K. pneumoniae* 만 수집
 - 3 개 균종 이상 증식: 증식 정도에 관계없이 수집 균주 없음
 - 카테터(catheter) 분리 균주
 - 유치 도뇨관(Foley catheter 등) 분리 균주 제외
 - 일회용 도뇨관(Nelaton catheter 등) 분리 균주 포함
- v) 하부호흡기 분리주는 다음과 같은 조건에 따라 수집
- 1) 하부호흡기에서 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: 1×10^4 CFU/mL 이상인 균주 수집
 - 4) *Haemophilus* spp., *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 (24)
 - 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 2024 년도에 35 번째로 분리된 *S. aureus* : A0024SA0035

표 1-4 | 균종별 분석대상 항균제 및 유전자

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

※ 검은색: 디스크 확산법, 붉은색: 액체배지미량희석법, 파란색: 디스크 확산법 내성일 경우 액체배지미량희석법 추가 시험,

주황색: 디스크 확산법 및 한천배지희석법, 초록색: 한천배지희석법

1. 3. 2023년 Kor-GLASS의 WHO GLASS AMR 제출 결과

「Global Antibiotic Resistance Surveillance Report, 2025」

이번 WHO Global Antibiotic Resistance Report 2025는 WHO GLASS를 통해 수집된 104개 국가 내성 자료(혈류감염, 요로감염, 위장관 감염 등 2,300만 건 감염사례)를 기반으로, 전 세계 항생제 내성의 유병 수준과 추세를 종합적으로 분석하였다. 그 결과 세계적으로 항생제 내성 수준은 높고, 나라 간 격차가 크며, 특히 그람음성균에서 내성 증가가 두드러지고 그 부담은 감시·보건의료 체계가 취약한 저·중소득 국가에 집중되어 있었다. (그림 1-5)

※ GLASS 내성 자료 제출 국가 현황(총 101개국): 미주 지역 35개국 중 7개국(20%), 서태평양 지역 27개국 중 10개국(37%), 아프리카 지역 47개국 중 27개국(57%), 유럽 지역 53개국 중 31개국(59%), 동남아 지역 11개국 중 10개국(91%), 동지중해 지역 21개국 중 16개국(76%)

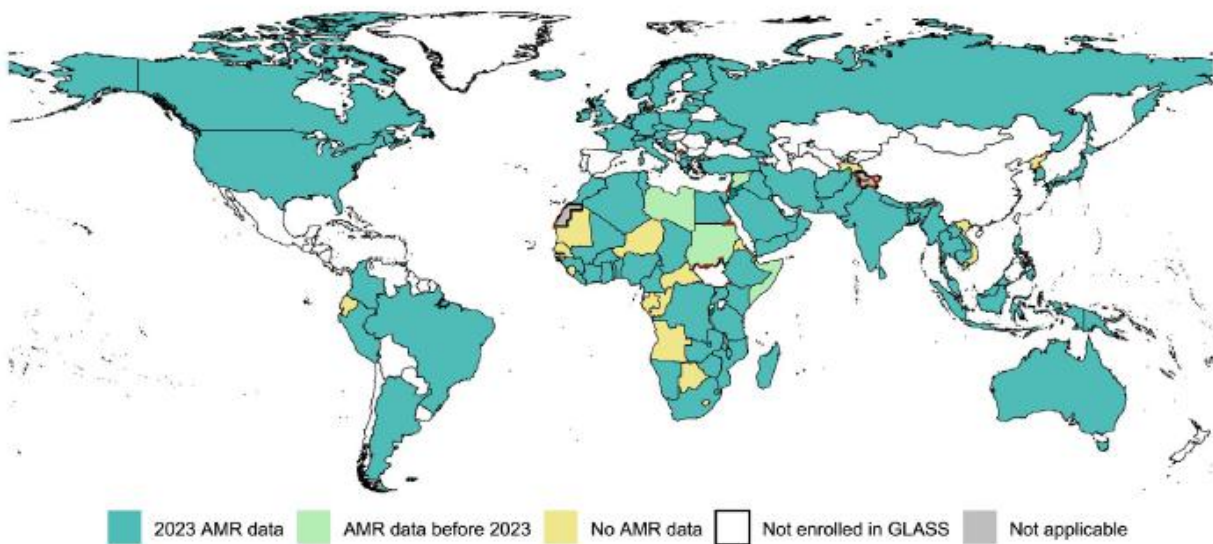


그림 1-5 | 2016년~2023년 내 WHO GLASS AMR 참여국

우리나라는 2023년 국내 종합병원 다제내성균 조사 및 특성 분석 사업(Kor-GLASS)의 결과를 정리하여 2024년 9월 WHO GLASS에 제출하였으며, 10개 권역의 수집센터(10개 종합병원)에서 분리한 8종의 병원체에 대한 총 11,720건의 항생제 감수성 시험 결과, 임상정보(나이, 성별, 감염구분, 검체 등)를 포함한 항생제 내성 데이터를 제출하였다.

WHO GLASS 보고서는 참여 국가별 항생제 내성률을 보고하고 있어, 국내 주요 내성균의 내성률 실태를 확인해 볼 수 있다. 2023년 기준, WHO GLASS에 제출한 8종 내성균에 대한 우리나라의 주요 항균제 내성률 현황(혈액 분리주 기준, BCIs; Bacteriologically confirmed infections)은 균종별로 상이하였다. (그림 1-6)

SDG indicator (Blood)

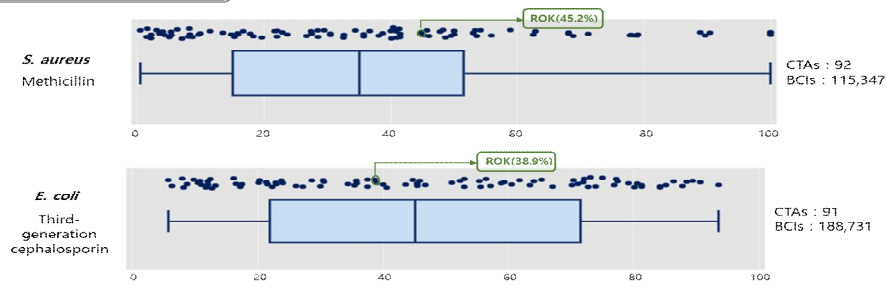
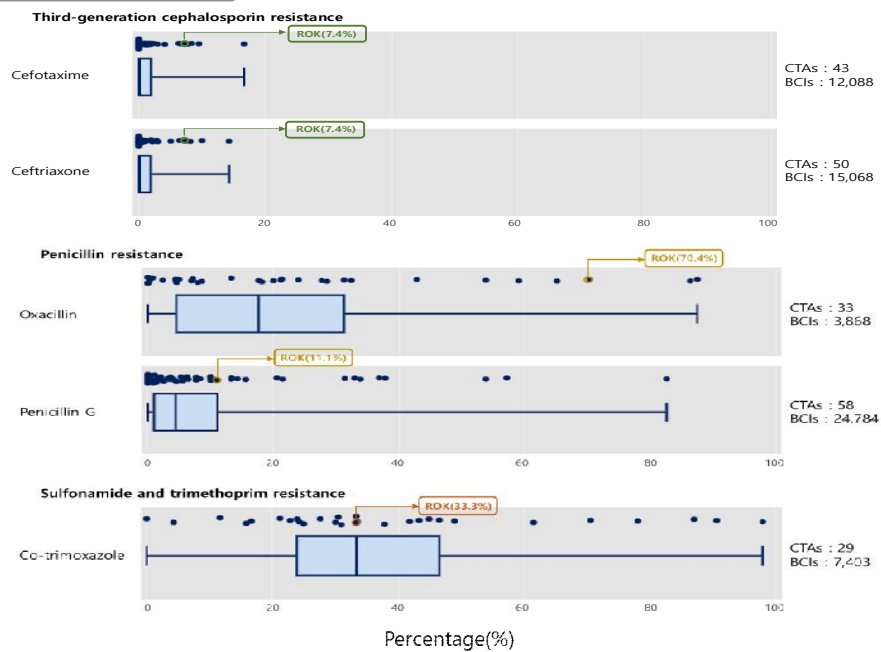
*S. pneumoniae* (Blood)

그림 1-6 | 2023년도 WHO GLASS 제출 국가 중 우리나라의 주요 항생제 내성률 현황(혈류 감염 기준)(계속)

E. coli (Blood)

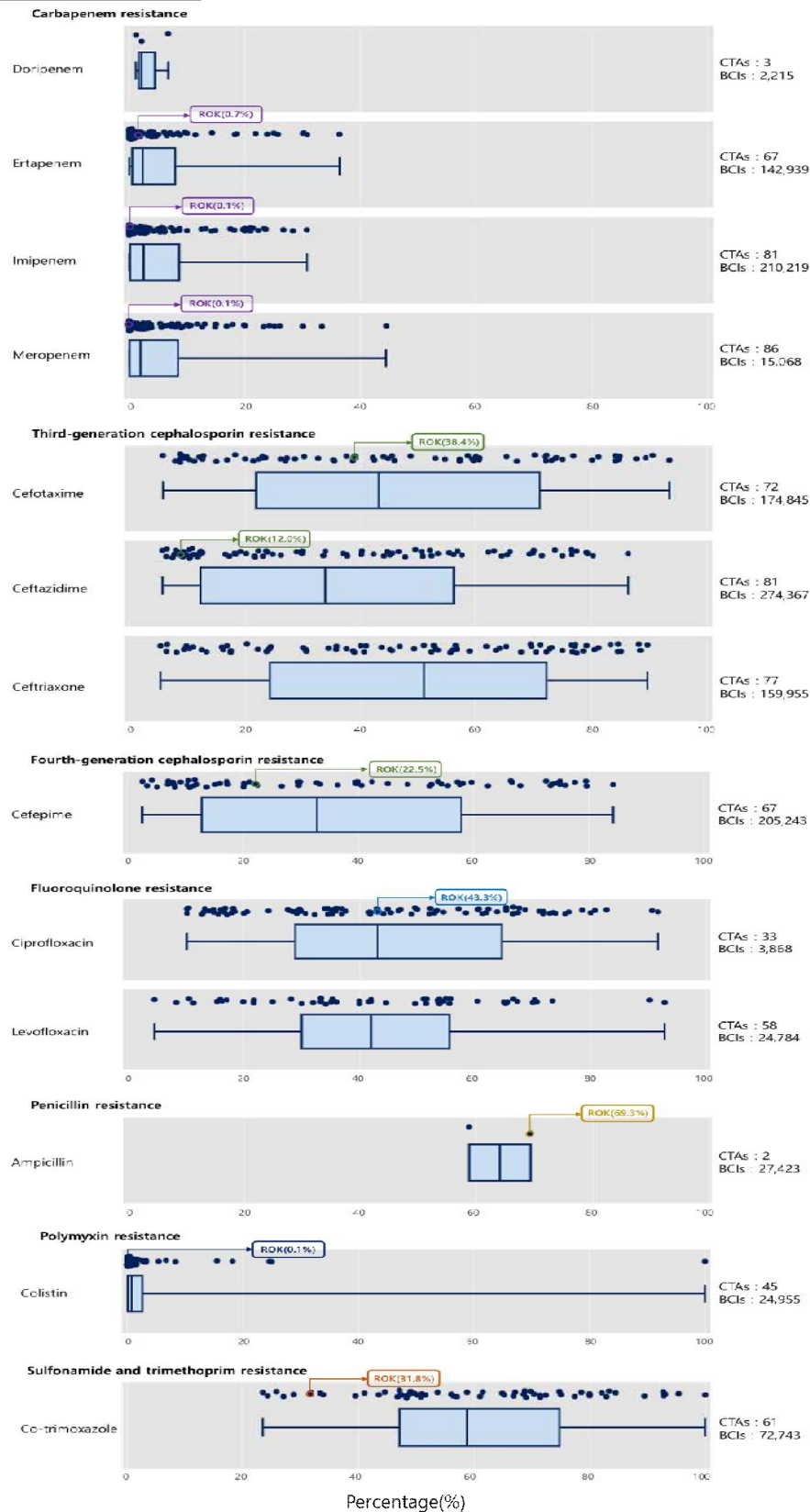


그림 1-6 | 2023년도 WHO GLASS 제출 국가 중 우리나라의 주요 항생제 내성을 현황(혈류 감염 기준)(계속)

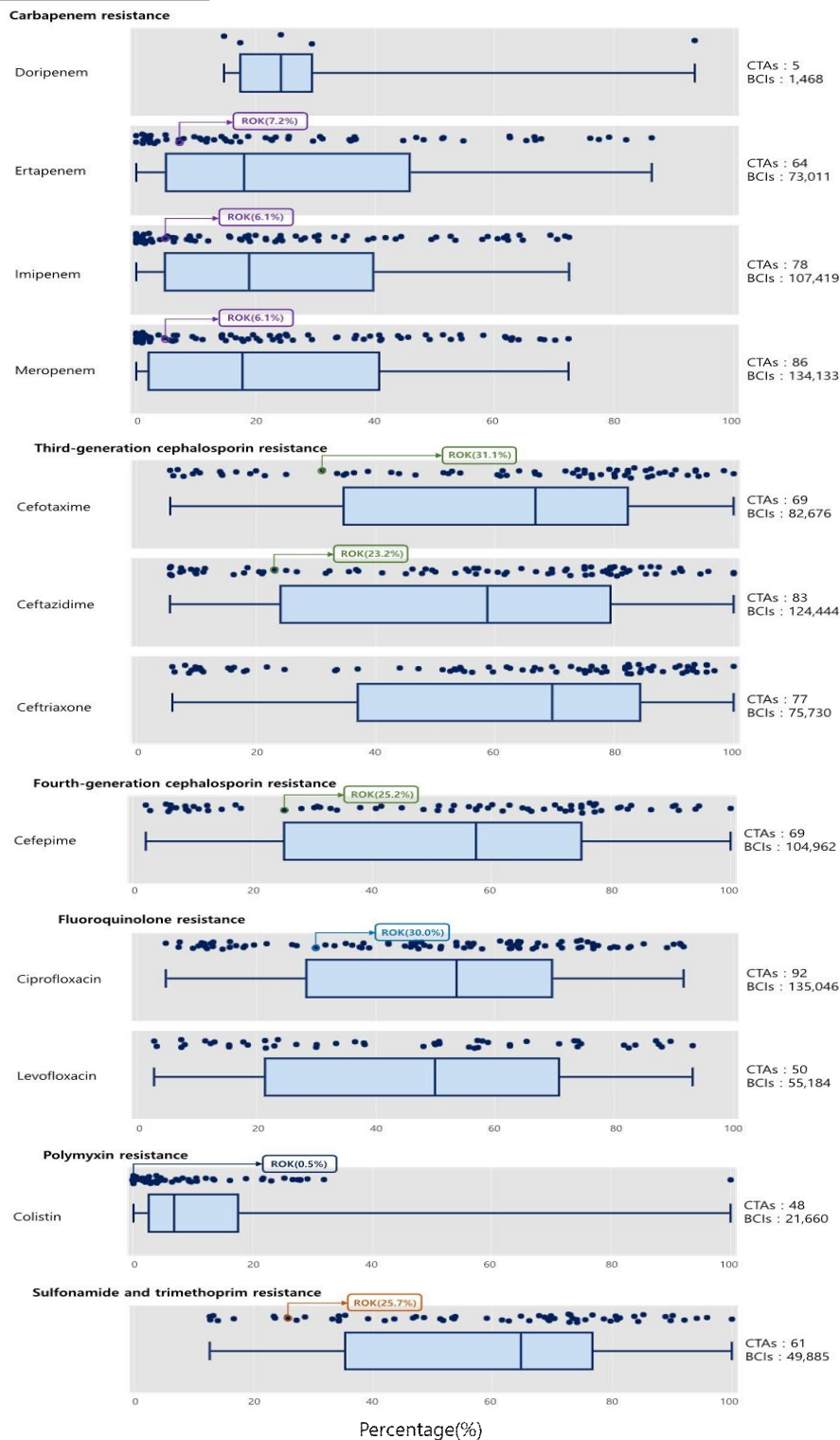
K. pneumoniae (Blood)

그림 1-6 | 2023년도 WHO GLASS 제출 국가 중 우리나라의 주요 항생제 내성을 현황(혈류 감염 기준)(계속)

Acinetobacter spp. (Blood)

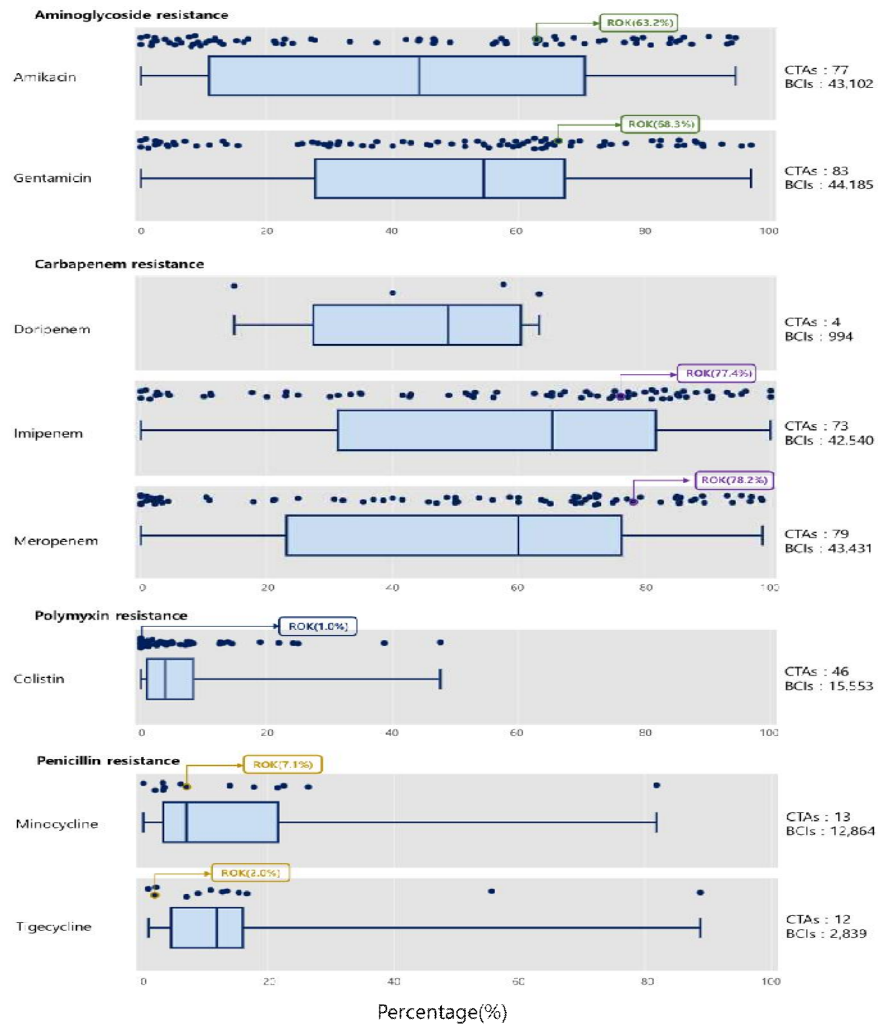


그림 1-6 | 2023년도 WHO GLASS 제출 국가 중 우리나라의 주요 항생제 내성률 현황(혈류 감염 기준)(계속)

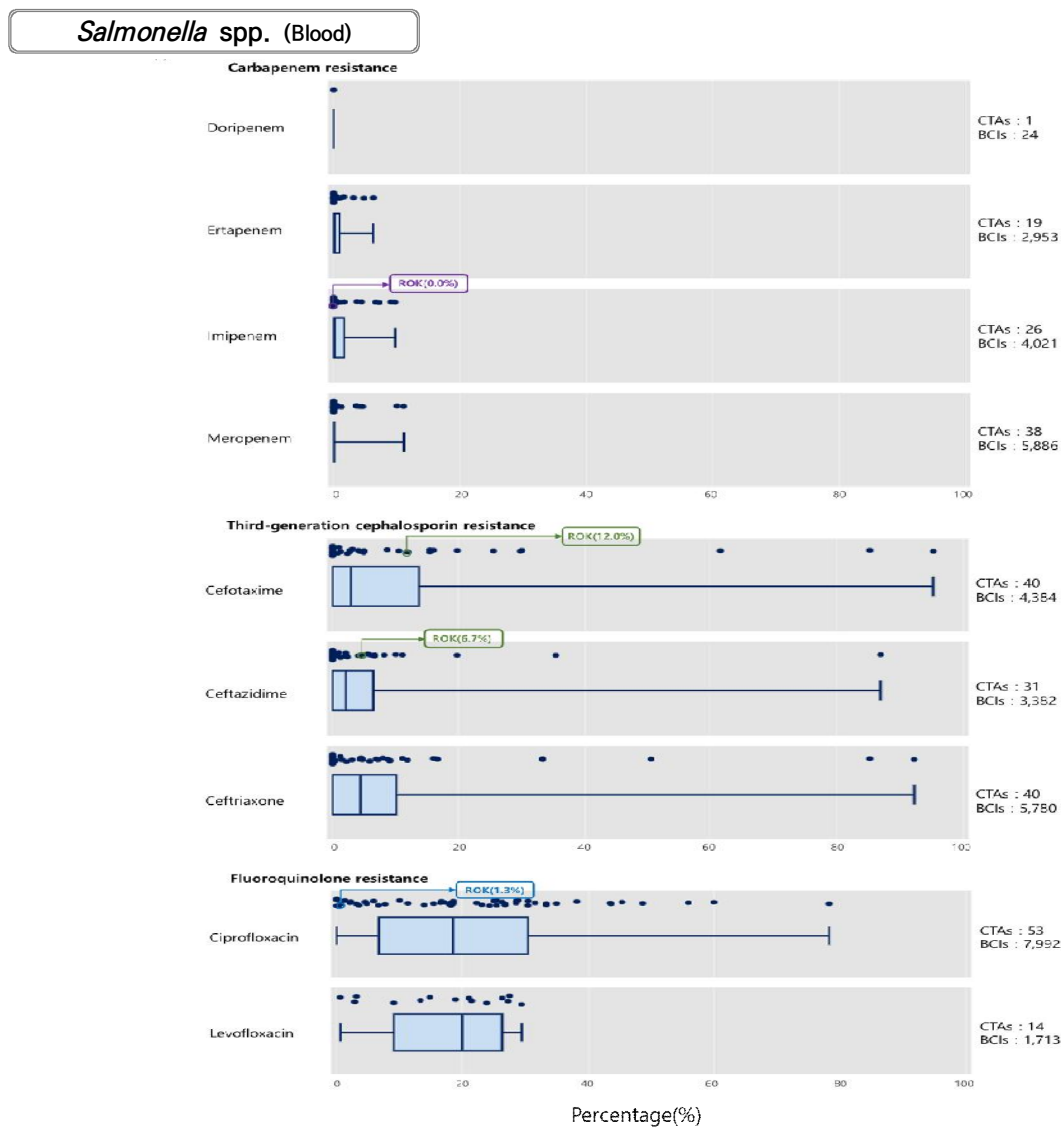


그림 1-6 | 2023년도 WHO GLASS 제출 국가 중 우리나라의 주요 항생제 내성률 현황(혈류 감염 기준)

2

국내 항균제 내성균 조사 결과 (종합병원)

2024 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 발병 감염(Hospital origin infection, 이하 HO 감염)은 3일 이상 입원한 환자에서 얻은 검체나 3일 이상 입원하여 치료받지는 않았지만 다른 병원에서 2일 이상 입원하여 치료받다가 옮긴 환자에서 얻은 검체를 의미한다. 지역 사회 발병 감염(Community origin infection, 이하 CO 감염)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 81,374건으로 작년의 100,556건에 비하여 약 20% 감소하였다. CO 감염이 의심되는 경우는 66,894건, HO 감염이 의심되는 경우는 14,480건으로 전년에 비해 각각 20%, 18% 감소하였다.

혈액 배양 검사 건수를 연령대별로 비교하였을 때, 혈액 배양 검사의 건수는 전반적으로 전년과 유사한 분포를 보였다. 혈액 배양 검사 건수는 연령이 증가하면서 대체로 증가하는 경향이 있으며, 75~84세군에서 총 17,079건으로 가장 많았다. 특히 HO 감염이 의심되는 경우는 연령이 증가할수록 크게 증가하여 1~4세군에서는 287건인 것에 비해, 75~84세군에서는 3,663건으로 약 13배 많았으며 이는 연령이 증가할수록 환자의 기저질환이 많아지고 의료기관 이용률이 증가하여 HO 감염의 위험성이 증가하기 때문이다. (그림 1-7)

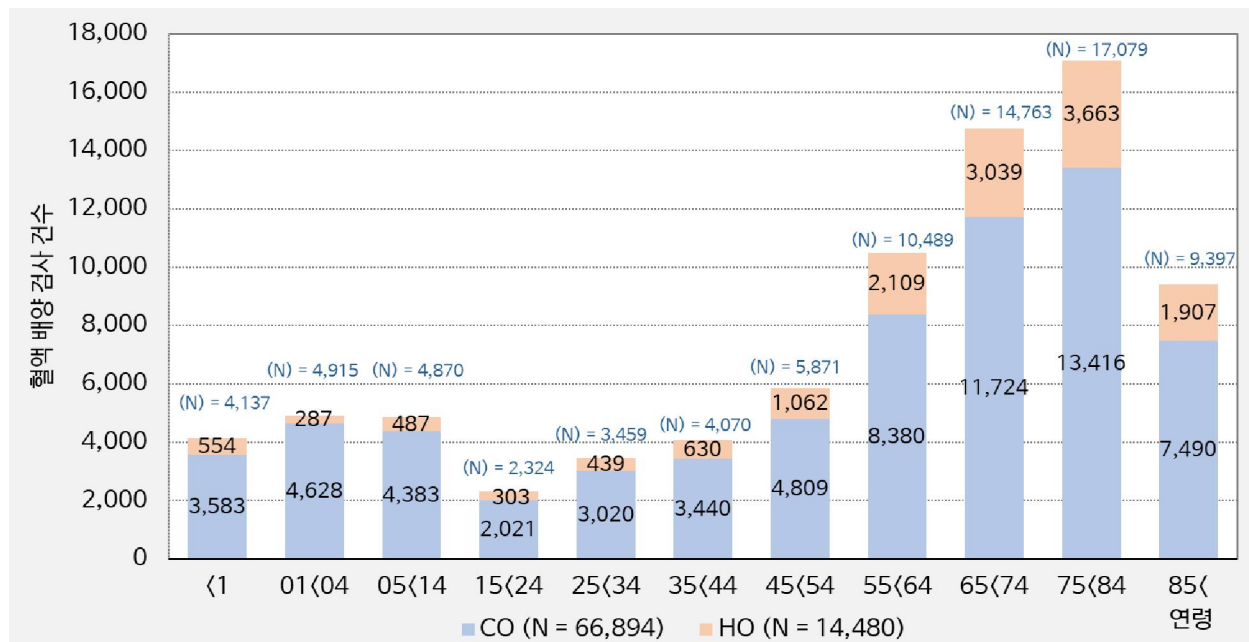


그림 1-7 | 종합병원 연령대별 혈액 배양 검사 건수

2. 1. 2. 요 배양 검사 건수

요 배양 검사 건수의 연령대별 분포는 혈액 배양 검사와 유사하였다. HO 감염이 의심되어 요 배양 검사를 시행한 경우는 전반적으로 연령이 증가하면서 증가하였으며 CO 감염이 의심되는 경우는 65~74세군에서 10,531건으로 가장 많았고, HO 감염이 의심되는 경우는 75~84세군에서 3,287건으로 가장 많았다. (그림 1-8)

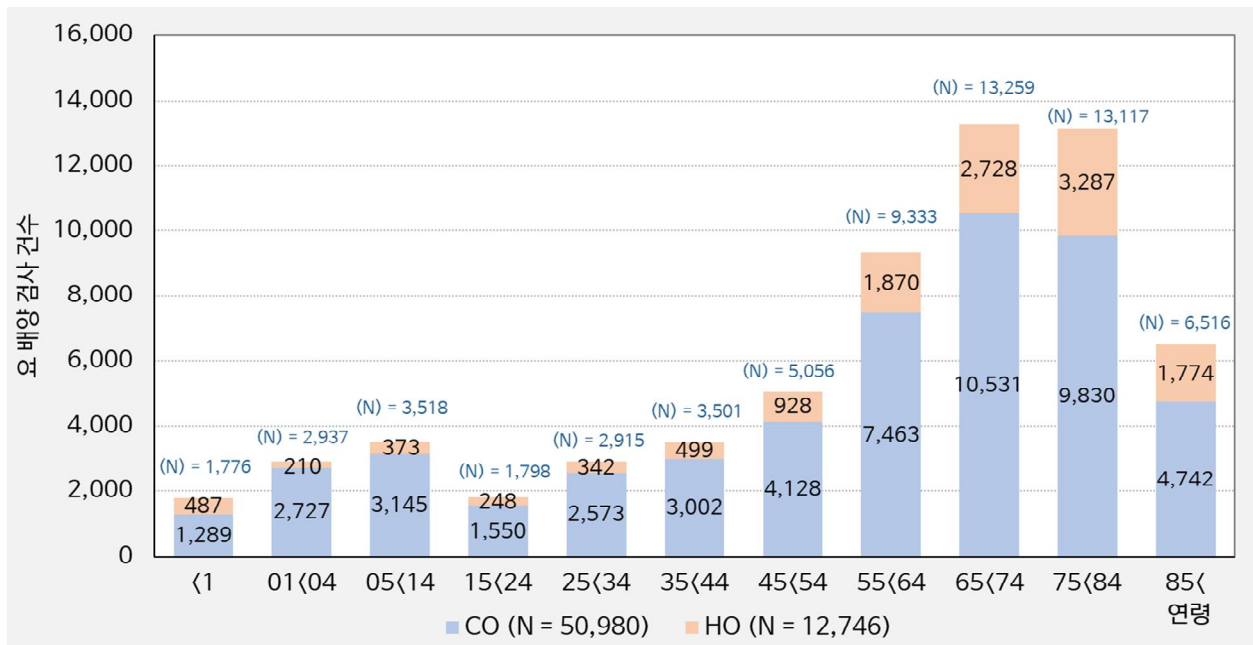


그림 1-8 | 종합병원 연령대별 요 배양 검사 건수

2. 1. 3. 하부호흡기 검체 배양 검사 건수

하부호흡기 검체 배양 검사를 시행한 경우는 34세 이전에는 매우 적었으며, 55세 이후에 크게 증가하였다. 세균성 폐렴이 의심되는 환자는 대부분 고령 환자군에서 많았으며 HO 감염이 의심되는 경우는 75~84세군까지 증가하였으며, 85세 이상 연령군에서는 CO 감염 의심 환자가 크게 증가하였다. (그림 1-9)

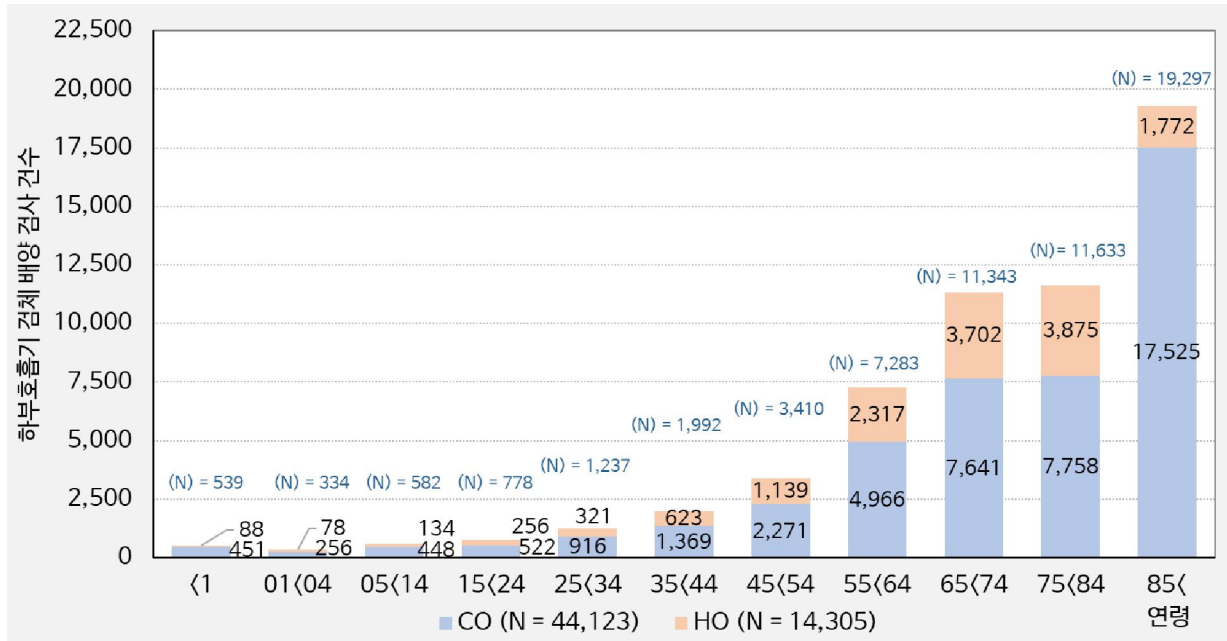


그림 1-9 | 종합병원 연령대별 하부호흡기 검체 배양 검사 건수

2. 1. 4. 대변 배양 검사 건수

대변 배양 검사는 통상적으로 입원 3일 이내의 환자에서 장염의 원인 세균을 대상으로 시행되며, 입원 3일 이후에 의뢰되는 검사는 시행하지 않는 것이 원칙이다. 설사의 원인 세균으로 알려져 있는 *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Vibrio* 등의 병원 내 감염의 가능성을 배제하기 때문에 장염 진단을 위한 대변 배양 검사는 CO 감염에만 국한된다. 하지만 국내에서는 병원 내에서 *Shigella* 및 *Salmonella*에 의한 집단 감염이 보고된 바 있으며, 국내 의료 환경의 특수성을 감안하여 입원 3일 이후에 의뢰되는 대변 검체에 대해서도 검사를 진행한다. 또한 입원 환자에서 발생하는 장염의 진단 목적으로 시행되는 *C. difficile* 배양 검사가 의뢰될 시 같이 처방되는 경우가 많아 HO 감염이 의심되는 상황에서도 대변 배양 검사가 시행된다. 종합병원의 소아 환자 감소로 인하여 소아에서의 검사 건수가 전년에 비해 감소하였으며, 고령 환자를 대상으로 하는 검사의 건수는 비교적 유사하게 유지되었다. CO 감염이 의심되는 환자는 65~74세군에서 3,385건으로 가장 많았으며, HO 감염이 의심되는 환자는 75~84세군에서 969건으로 가장 많았다. (그림 1-10)

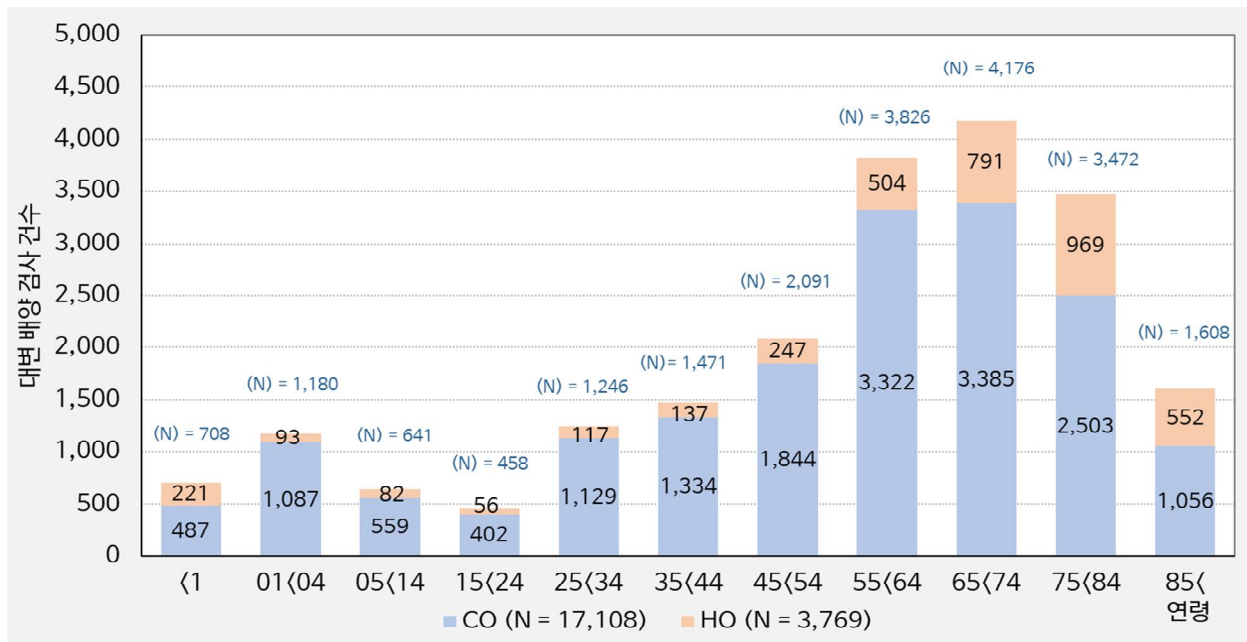


그림 1-10 | 종합병원 연령대별 대변 배양 검사 건수

2. 1. 5. 요도·자궁경부 도말 검체 배양 검사 건수

요도·자궁경부 도말 검체 배양 검사 건수는 성생활이 가장 활발한 25~34세군에서 1,574건으로 가장 많았으며, 35~44세 구간에서 1,362건, 45~54세 구간에 261건이었으며 그 외의 연령 구간에서는 검사 의뢰 건수가 적었다. 올해 *N. gonorrhoeae*는 분리되지 않았다. (그림 1-11)

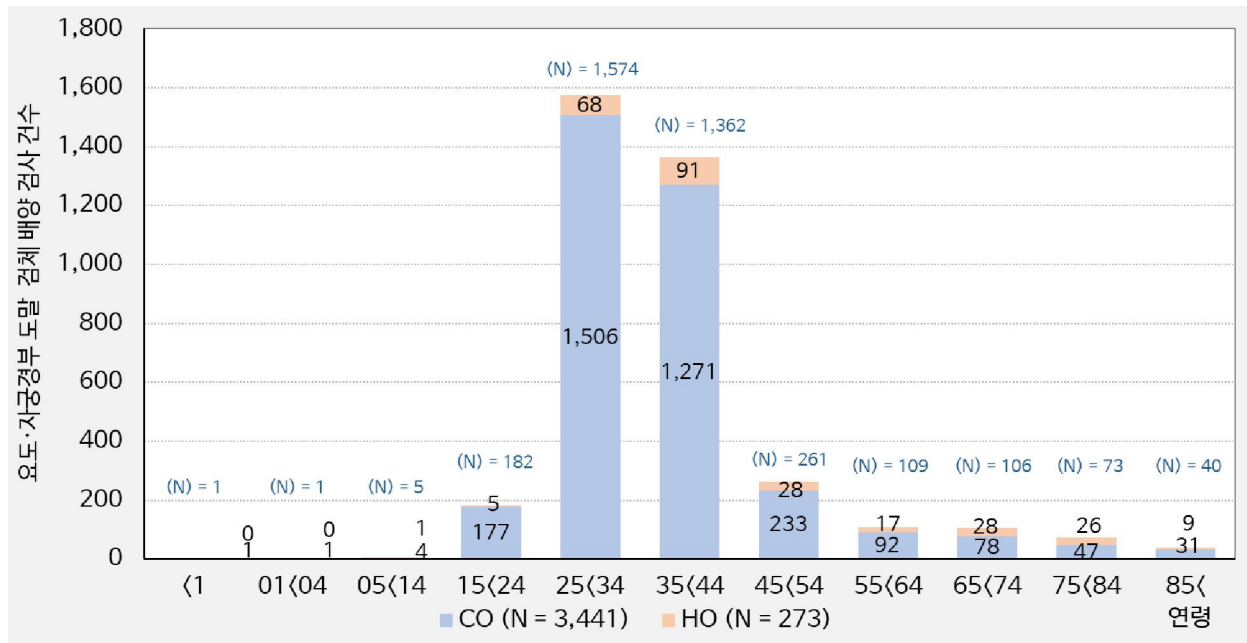


그림 1-11 | 종합병원 연령대별 요도·자궁경부 도말 검체 배양 검사 건수

2. 2. 종합병원 수집 균주 현황

2024년에는 10개 권역 종합병원에서 총 10,426주가 수집되었다. 이 중 5,562주는 혈액 분리 균, 2,098주는 요 분리 균, 2,467주는 하부호흡기 검체 분리 균이었고 295주는 대변 분리 균이었다. 그 외에 뇌척수액 분리 균이 4주 수집되었다. (표 1-5)

혈액 분리 균주 2023년 대비 혈액 분리 균주의 경우 약 20.6% 감소하였으며, 균종별로 비교적 균일하게 감소하였으나 HO 감염 유래 균주보다 CO 감염 유래 균주가 비교적 크게 감소하였다. 균종별로 *E. coli*는 2,361주, *K. pneumoniae*는 1,061주, *S. aureus*는 614주 순으로 많았다. 2023년부터 수집 대상으로 추가된 균종인 *Haemophilus* spp.는 혈액 분리 균주 8주가 수집되었으며, *N. meningitidis*의 경우 수집되지 않았다. (그림 1-12)

혈액 외 검체 분리 균주 요 분리 균주는 2개월(1월, 7월)간 수집하였고, *E. coli* 1,725주, *K. pneumoniae* 373주가 수집되었다. 하부호흡기 검체 유래 균주는 총 2,467주가 수집되었는데, *K. pneumoniae*가 2,177주로 가장 많았고, *S. pneumoniae*는 192주, *Haemophilus* spp.는 98주 수집되었다.

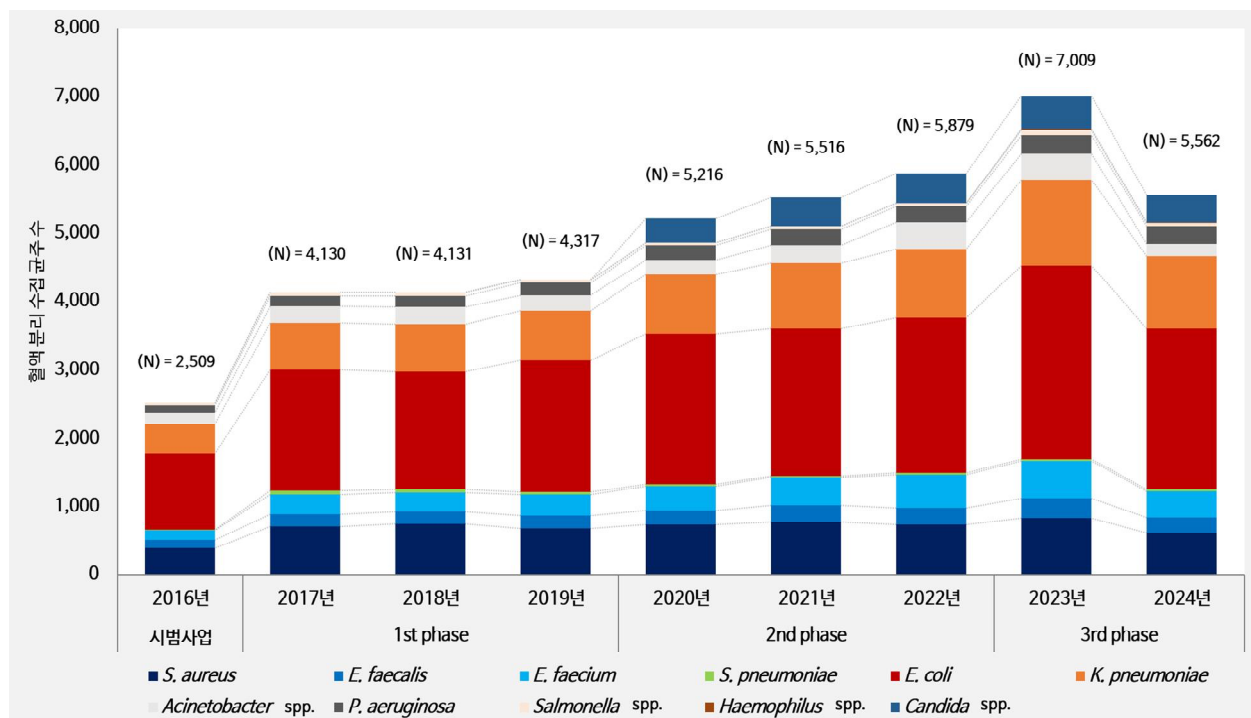


그림 1-12 | Kor-GLASS 종합병원 혈액 분리 균주 수집 현황

표 1-5 | Kor-GLASS 종합병원 수집 균주 현황

검체명	균종명	시범 사업 ^a	1기 사업 ^b				2기 사업 ^c			3기 사업 ^d	
		2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	
혈액 (Blood)	<i>S. aureus</i>	398	708	743	683	734	772	735	832	614	
	<i>E. faecalis</i>	116	175	179	181	204	243	243	287	221	
	<i>E. faecium</i>	137	288	277	308	355	406	481	543	382	
	<i>S. pneumoniae</i>	15	54	48	36	28	20	27	27	27	
	<i>E. coli</i>	1,112	1,772	1,724	1,939	2,209	2,165	2,281	2,844	2,361	
	<i>K. pneumoniae</i>	426	693	701	716	870	957	1,003	1,244	1,061	
	<i>Acinetobacter</i> spp.	169	235	247	225	217	265	388	394	183	
	<i>P. aeruginosa</i>	102	149	157	182	206	233	230	269	251	
	<i>Salmonella</i> spp.	34	56	55	47	37	45	49	75	47	
	<i>Haemophilus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	12	8	
	<i>N. meningitidis</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
	<i>Candida</i> spp.	-	-	-	-	356	410	442	482	407	
	소계	2,509	4,130	4,131	4,317	5,216	5,516	5,879	7,009	5,562	
요 (Urine)	<i>E. coli</i>	4,474	7,874	7,255	7,270	7,293	7,901	8,465	1,813	1,725	
	<i>K. pneumoniae</i>	823	1,256	1,299	1,295	1,274	1,507	1,563	350	373	
	소계	5,297	9,130	8,554	8,565	8,567	9,408	10,028	2,163	2,098	
하부호흡기 (LRS)	<i>S. pneumoniae</i>	-	-	-	-	-	-	-	186	192	
	<i>K. pneumoniae</i>	-	-	-	-	-	-	-	2,890	2,177	
	<i>Haemophilus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	106	98	
	소계	-	-	-	-	-	-	-	3,182	2,467	
대변 (Stool)	<i>Salmonella</i> spp.	71	172	163	140	102	157	170	194	88	
	<i>Shigella</i> spp.	0	1	2	0	0	0	1	0	0	
	<i>C. difficile</i>	-	-	410	305	229	227	270	301	207	
	소계	71	173	575	445	331	384	441	495	295	
요도·자궁경부도말 (Genital)	<i>N. gonorrhoeae</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
뇌척수액 (CSF)	<i>S. pneumoniae</i>	0	6	2	0	0	1	1	2	3	
	<i>Haemophilus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	0	1	
	<i>N. meningitidis</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
	소계	0	6	2	0	0	1	1	2	4	
합계		7,877	13,440	13,262	13,327	14,114	15,309	16,349	12,851	10,426	

^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

2. 2. 1. 연령별 분리 건수 및 양성률

혈액 분리 연령대별 혈류 감염 원인균 분리 건수는 전반적으로 연령이 증가하면서 크게 증가하였다. 소아청소년군에서는 1세 미만군에서 49건으로 비교적 많았고, 1~4세군이 6건으로 가장 적었다. 양성 건수는 75~84세군에서 1,772건으로 가장 많았다.

혈액 배양 검사 건수 대비 양성률은 총 6.8%로, 전년과 유사하였다(2021년: 6.6%, 2022년 6.7%, 2023년 6.9%). 1세 미만 소아 환자에서 1.2%였으며, 1~4세군에서 0.1%로 가장 낮았다. 15세 이상 연령대부터는 연령이 증가할수록 증가하여 75~84세군, 85세 이상군에서는 10% 이상으로 높았다. 특히, 그람양성균보다는 *E. coli*, *K. pneumoniae* 등의 그람음성균과 *Candida* spp. 의 증가 양상이 더욱 두드러지게 나타났다. (그림 1-13)

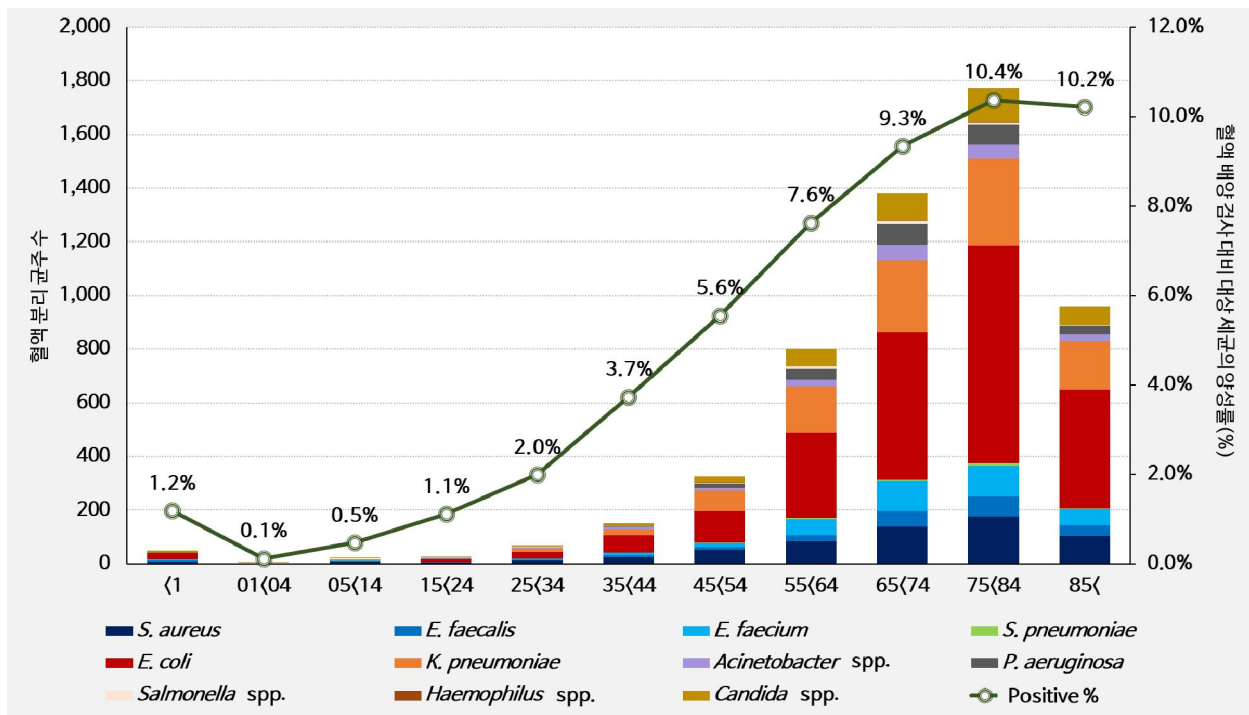


그림 1-13 | 종합병원 연령대별 혈류 감염 원인균 분리 건수 및 양성률

요 분리 요 분리 균주의 분포는 1세 미만군과 1~4세군에서 각각 93건, 43건이었다. 양성 건수는 고령 환자에서 많았으며, 특히 요 배양 검사 대비 양성률 역시 연령이 증가하면서 크게 증가하여 75~84세군, 85세 이상군에서 각각 29.8%, 31.1%로 1세 미만군(31.4%)을 제외한 다른 연령 대비 높게 나타났다. (그림 1-14)

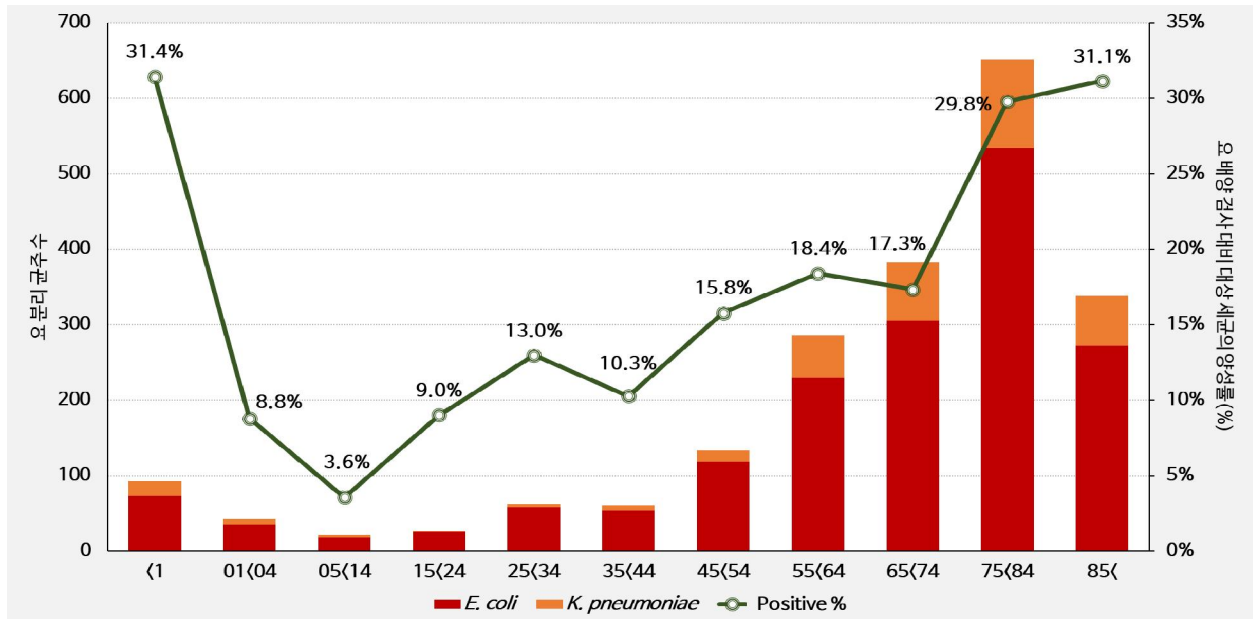


그림 1-14 | 종합병원 연령대별 요로감염 원인균 분리 건수 및 양성률

하부호흡기 검체 분리 하부호흡기 검체 분리 균주 3종 중 *K. pneumoniae*가 가장 많이 분리되었으며, *S. pneumoniae*, *Haemophilus* spp.는 상대적으로 분리 건수가 적었다. 하부호흡기 검체 배양 검사의 경우 폐렴이 의심되는 환자를 대상으로 시행하기 때문에 연령대별 양성률의 차이가 다른 검체에 비하여 적었다. 1~4세군에서 검체 배양 대비 양성률이 가장 높았고, 고령 환자에서 분리 건수가 많았다. (그림 1-15)

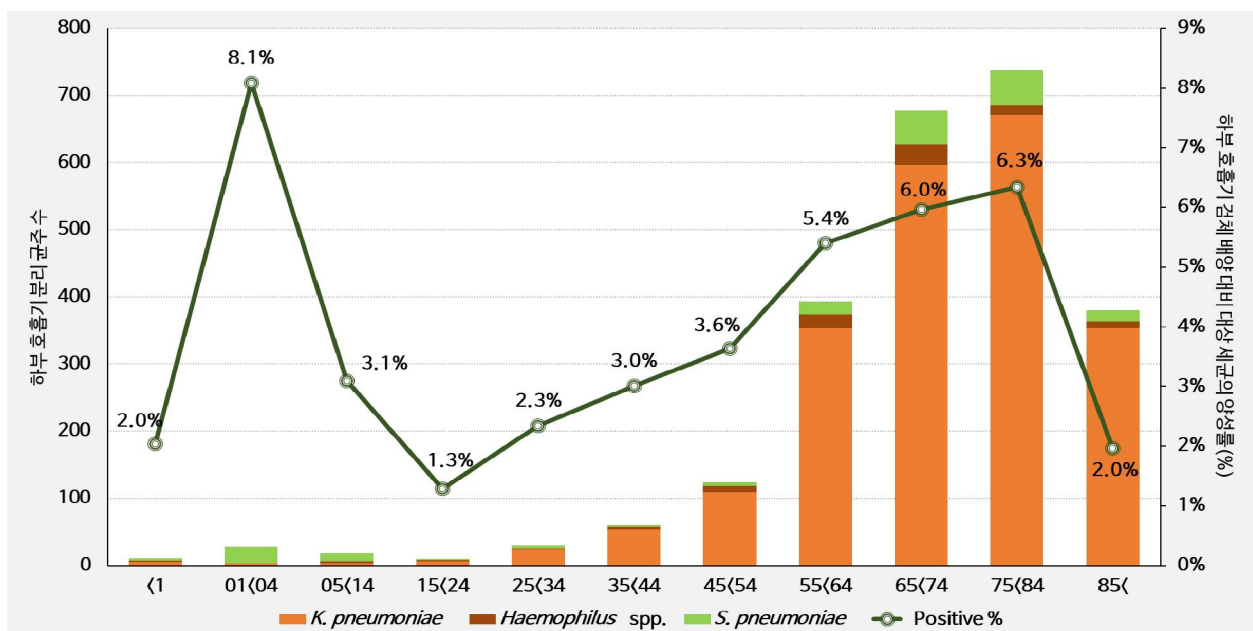


그림 1-15 | 종합병원 연령대별 하부호흡기 감염 원인균 분리 건수 및 양성률

대변 분리 장염 병원균인 *Salmonella* spp.의 분리 건수는 1~4세군에서 17건으로 가장 많았으며, 5~14세군, 65~74세군에서 각각 15건, 14건이었다. 대변 배양 건수 대비 양성률은 5~14세군에서 2.3%로 가장 높았다. (그림 1-16)

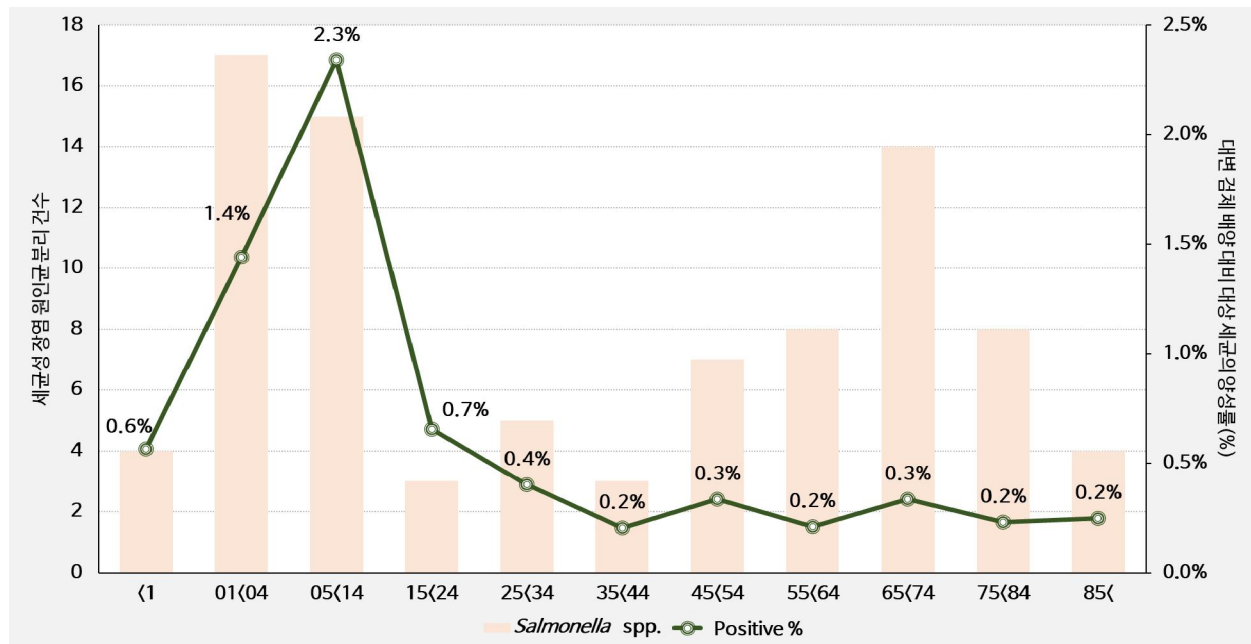


그림 1-16 | 종합병원 연령대별 세균성 급성 장염 원인균 분리 건수 및 양성률

2. 2. 2. 월별 분리 건수

혈액 분리 1월에 그람양성균 및 그람음성균 분리건수가 각각 180건, 396건으로 가장 많았다. 이후 2월부터 월별 분리 건수는 감소하였다. 1월을 제외한 월별 분리 건수는 그람양성균의 경우 2월(130건)이 많았고, 9월(74건)이 가장 적었다. 그람음성균의 경우에는 9월(363건)이 많았고, 3월(271건)이 가장 적었다. (그림 1-17, 그림 1-18)



그림 1-17 | 2024년 월별 혈액 분리 그람양성균 수집 현황

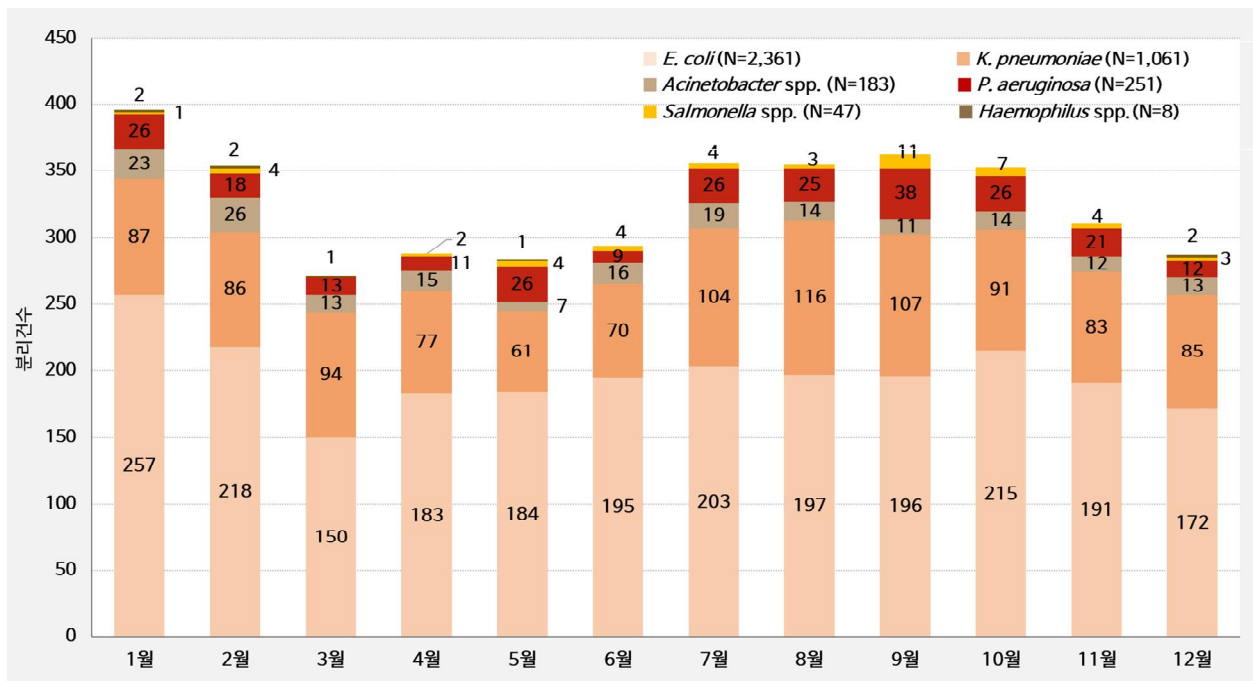


그림 1-18 | 2024년 월별 혈액 분리 그람음성균 수집 현황

2. 2. 3. 성별에 따른 분리 건수

혈액 분리 성별 분포를 확인하였을 때, *E. coli*의 경우 여성에서 1,383주, 남성에서 978주로 여성에서 약 1.4배 더 많이 분리되었는데 이는 *E. coli*에 의한 혈류 감염 중 요로감염의 진행으로 발생하는 2차 혈류 감염이 여성에서 더 흔하기 때문인 것으로 생각된다. 그 외의 균종에서는 여성에 비해 남성에서 분리 건수가 많은 것으로 확인되었다. (그림 1-19)

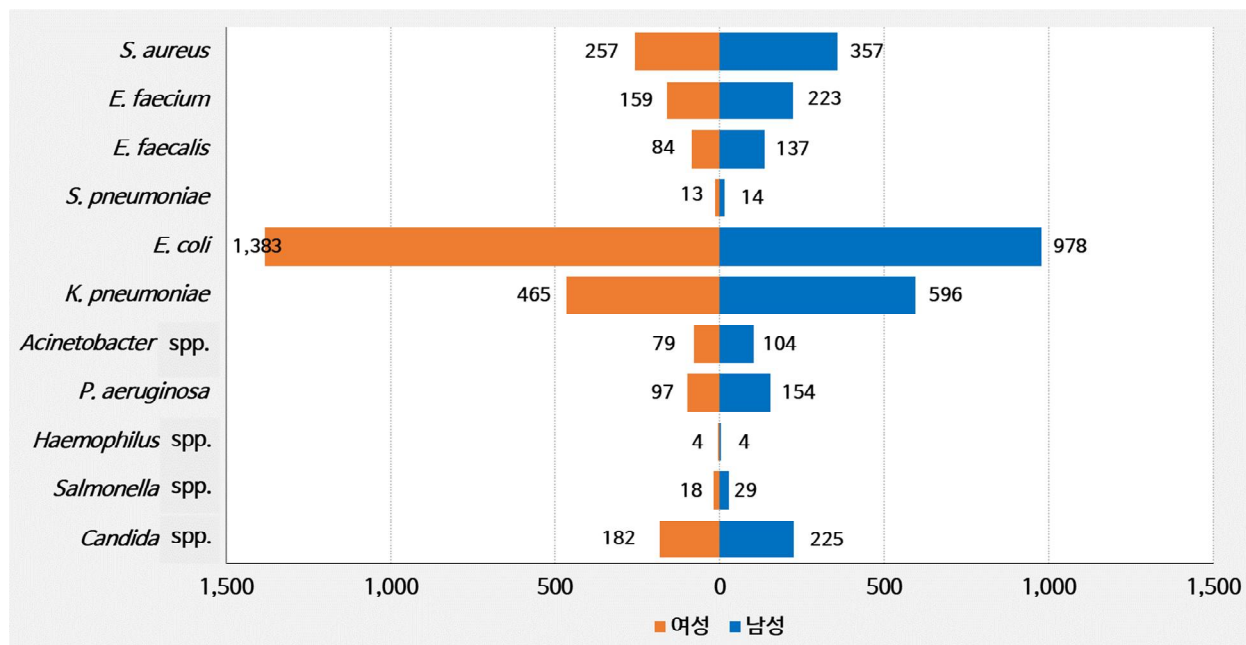


그림 1-19 | 2024년 성별에 따른 혈액 분리 균주 수집 현황

요 분리 *E. coli*는 여성에서 1,321주, 남성에서 404주로 여성에서 약 3.3배 많았으며, *K. pneumoniae*는 여성에서 251주, 남성에서 122주로 여성에서 약 2.1배 많았다. 이처럼 요로감염의 경우, 비뇨기계의 해부학적 구조상 남성보다 여성에서 흔하게 발생한다. (그림 1-20)

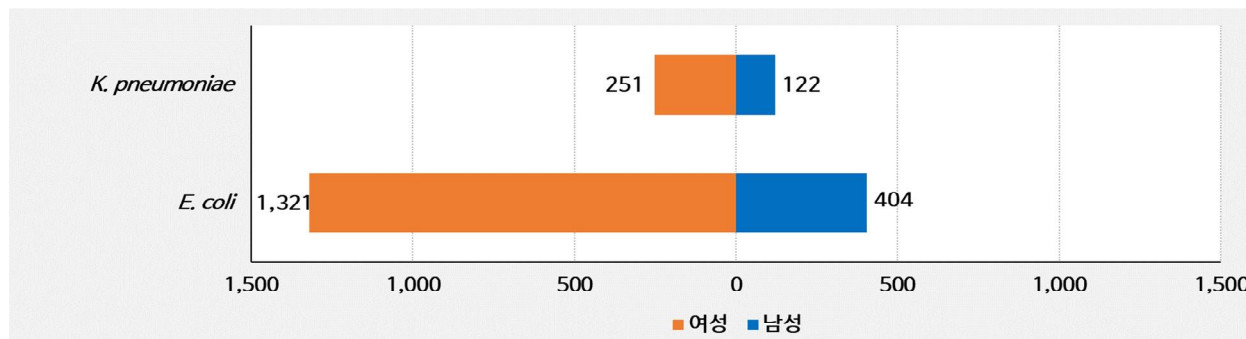


그림 1-20 | 2024년 성별에 따른 요 분리 균주 수집 현황

하부호흡기 검체 분리 *K. pneumoniae*는 여성에서 740주, 남성에서 1,437주, *S. pneumoniae*는 여성에서 64주, 남성에서 128주로 남성에서 약 2배 많았다. *Haemophilus* spp.의 경우 여성, 남성에서 각각 48주, 50주로 유사하였다. (그림 1-21)

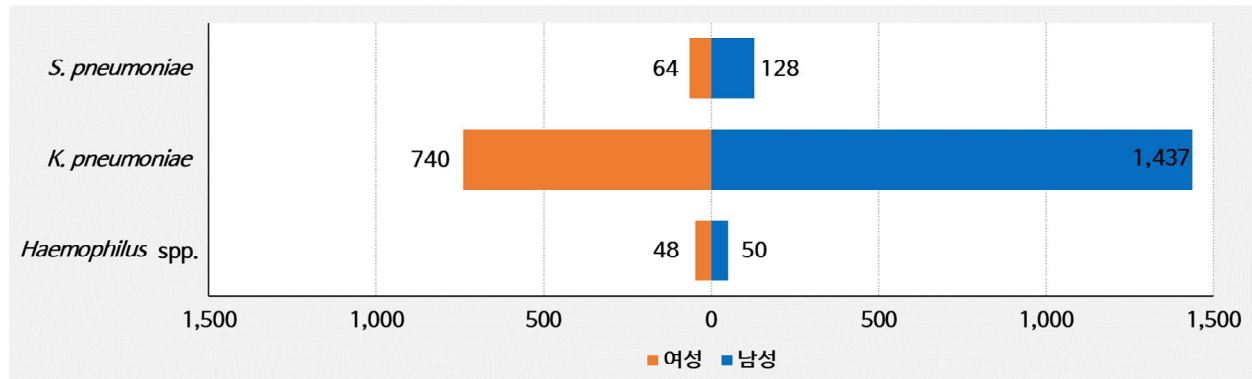


그림 1-21 | 2024년 성별에 따른 하부호흡기 검체 분리 균주 수집 현황

2. 2. 4. 감염구분별(CO vs HO) 분리 건수

혈액 분리 CO 감염 유래 균주가 우세한 균종은 *E. coli*, *K. pneumoniae*, *S. pneumoniae*, *Salmonella* spp.이다. *E. coli* 혈액 분리 균주 중 CO 감염 균주는 1,970주, HO 감염 균주는 391주, *K. pneumoniae*는 CO 감염 균주는 759주, HO 감염 균주는 302주였다. 반면에 *Acinetobacter* spp., *E. faecium*, *Candida* spp.은 HO 감염 유래에서 중요한 균종이다. *Acinetobacter* spp.의 경우 CO 감염 균주는 32주, HO 감염 균주는 151주로 HO 감염 유래 균주가 약 5배 정도 많았다. *E. faecium* 역시 HO 감염 균주가 272주, CO 감염 균주가 110주로 HO 감염 균주의 비율이 매우 높았다. *Candida* spp. 균종도 HO 감염 균주가 342주, CO 감염 균주가 65주로 대표적인 병원 감염 원인균 중 하나이다.

*S. aureus*의 경우 과거에는 CO 감염 균주와 HO 감염 균주의 비율이 거의 1:1이었으나, 2020년부터는 CO 감염 균주가 더 증가하여 2024년에는 CO 감염 균주 360주, HO 감염 균주 254주로 HO 감염 유래 균주가 지속적으로 감소하고 있다. (그림 1-22)

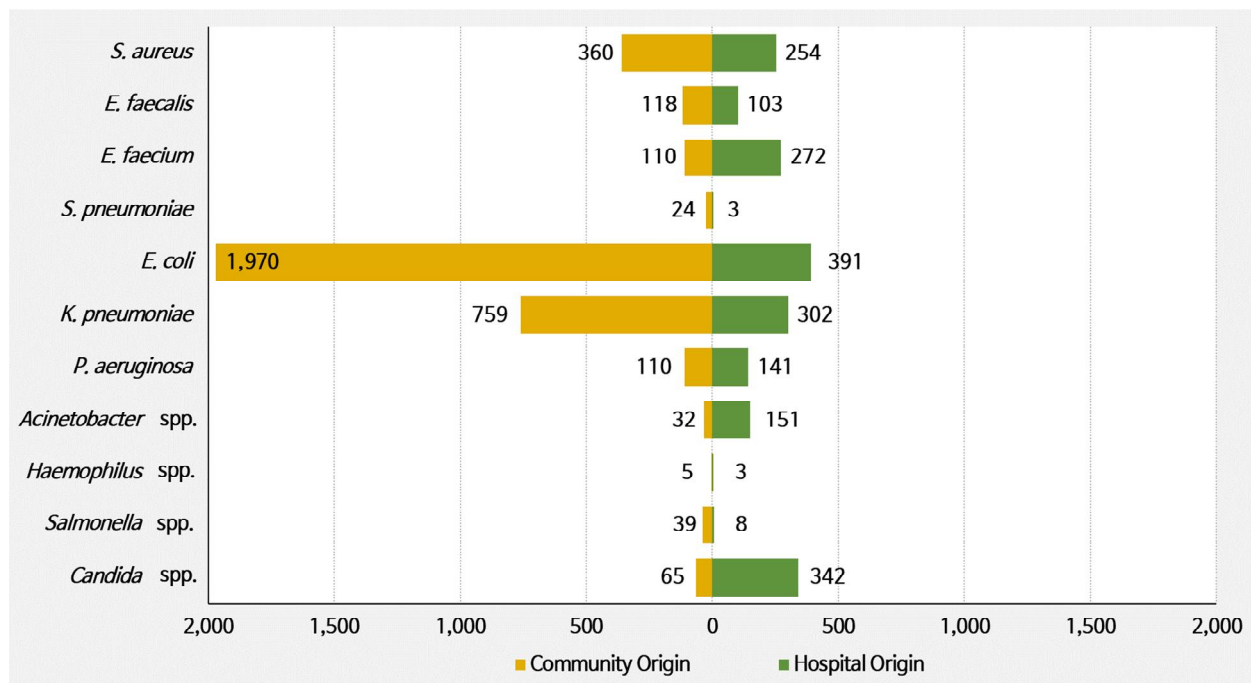


그림 1-22 | 2024년 감염구분별 혈액 분리 균주 수집 현황

요 분리 요로감염의 경우 CO 감염 유래 균주가 더 많았다. *E. coli*의 경우 CO 감염 균주는 1,447주였고, HO 감염 균주는 278주였다. *K. pneumoniae* 역시 CO 감염 균주는 272주, HO 감염 균주는 101주였다. (그림 1-23)

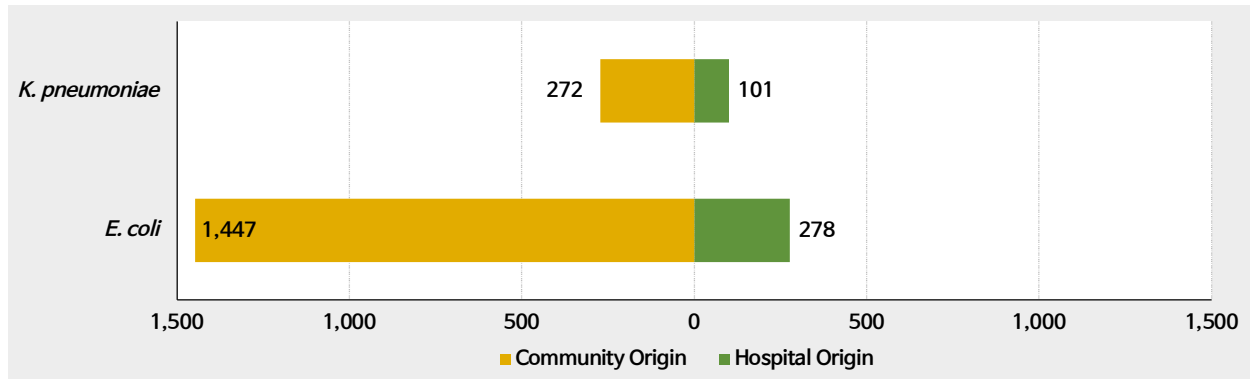


그림 1-23 | 2024년 감염구분별 요 분리 균주 수집 현황

하부호흡기 검체 분리 하부호흡기 유래 균주 중 *K. pneumoniae*는 CO 감염 균주와 HO 감염 균주의 비율이 약 1:1이었으며, *S. pneumoniae*, *H. influenzae*는 대표적인 지역 사회 폐렴 원인균으로 CO 감염 균주가 각각 약 3배, 4배 많았다. (그림 1-24)

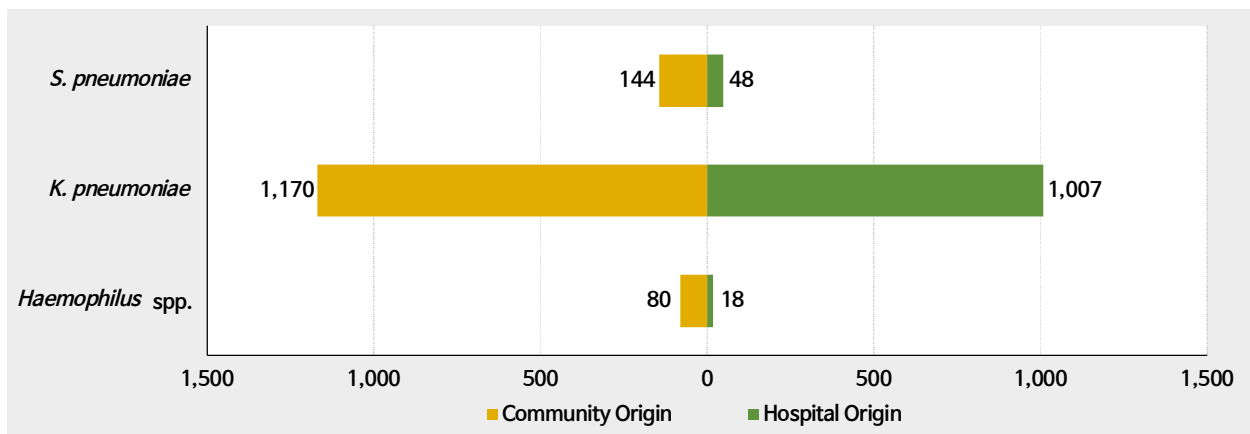


그림 1-24 | 2024년 감염구분별 하부호흡기 검체 유래 균주 수집 현황

2. 3. 종합병원 수집 균종별 항균제 내성 현황

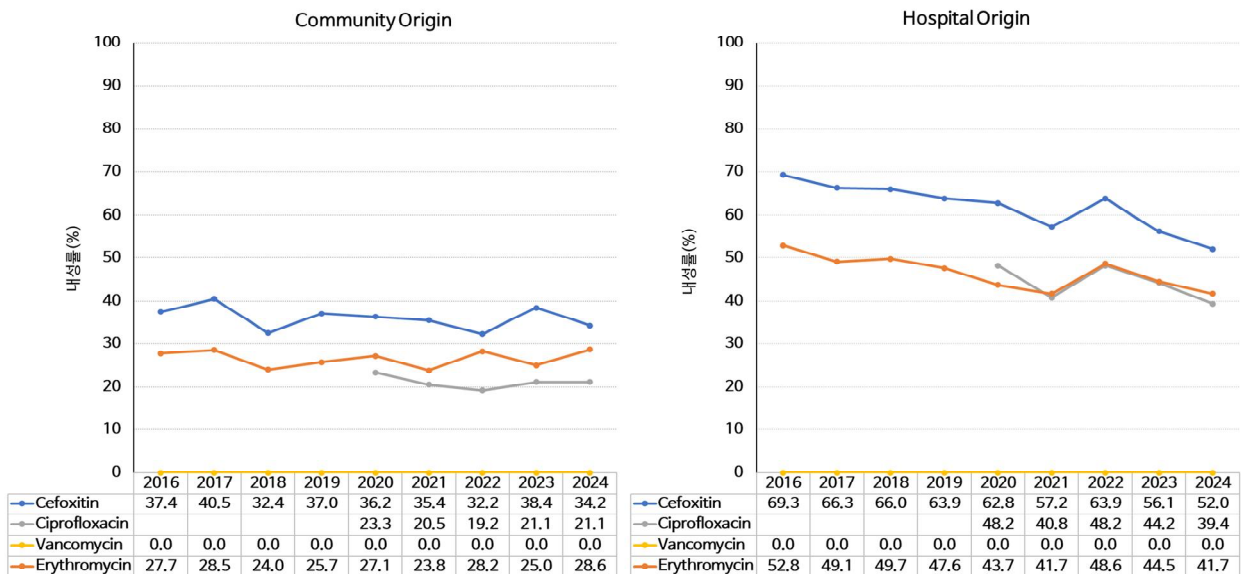
2. 3. 1. 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*)

내성 현황 *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 41.5%로 감시가 시작된 이후에 가장 낮았다. CO 감염 유래 *S. aureus*의 MRSA 비율은 2016년부터 꾸준히 약 30~40% 정도로 유사한 수준이지만, HO 감염 유래 *S. aureus*의 MRSA의 비율은 2016년과 비교하였을 때 약 17%p 이상 감소하였다. Erythromycin과 Clindamycin에 대한 내성률은 전년과 유사하여 각각 34.0%, 12.7%였다. MRSA 감염의 주된 치료 약제에 대한 내성은 아직은 낮은 수준으로, Vancomycin 내성 *S. aureus* (Vancomycin-resistant *S. aureus*, VRSA)와 Linezolid 내성, QDA (Quinupristin-dalfopristin) 내성 균주는 발견되지 않았다. (표 1-6, 그림 1-25, 1-26, 1-27)

내성 기전 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 균종 간 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 HO 감염 유래 균주에서 관찰되고, SCC*mec* type IV는 CO 감염 유래 균주에서 확인된다. 따라서 SCC*mec* 유전형의 확인을 통해 역학적 분포를 확인할 수 있다. SCC*mec* 유전형별로 분석하였을 때, SCC*mec* II형은 2017년에는 전체 분리 균주의 약 26.3%였으나 비율이 점차 감소하여 올해는 전체 10.7%로 낮아졌다. 반면에 SCC*mec* IV형은 전체 수집 균주 중 28.7%로 2017년 26.1% 대비 그 비율이 증가하였다. 지역 사회 유래 MRSA의 비율이 유지되고 있음을 고려하면 임상 정보 조사 결과와 유전형 검사 결과가 일치하는 소견으로 지역 사회에서의 MRSA에 대한 항균제 선택압을 줄이는 노력이 필요할 것으로 생각된다. (그림 1-28)

표 1-6 | 종합병원 혈액 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

항균제명 (N)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
○ HL ^a Mupirocin	8.0	8.1	12.0	13.3	12.7	14.1	13.1	12.3	13.7	
● Gentamicin	-	-	-	-	23.7	26.0	27.3	26.2	25.9	
● Chloramphenicol	-	-	-	-	1.6	1.9	2.0	2.4	1.5	
● Clindamycin	28.4	24.7	20.9	19.0	15.4	14.0	15.5	13.6	12.7	
● SXT ^b	1.3	0.1	0.7	1.2	0.8	1.3	0.5	0.7	0.8	
● Tetracycline	-	-	-	-	13.6	13.7	15.1	12.3	11.7	
● Cefoxitin	53.5	53.2	47.1	48.6	47.4	45.2	45.7	45.2	41.5	
● Ciprofloxacin	-	-	-	-	33.8	29.7	31.6	29.9	28.7	
● Teicoplanin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
● Vancomycin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
● Erythromycin	42.0	38.7	35.3	35.1	34.1	31.9	36.9	32.5	34.0	
● Tigecycline	1.8	0.4	4.4	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
● Linezolid	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
● QDA ^c	1.8	0.7	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

^a HL: High-level resistance to (≥512 mg/L)^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole^c QDA: Quinupristin-dalfopristin그림 1-25 | 종합병원 혈액 분리 *S. aureus* 감염구분별 내성률 추이

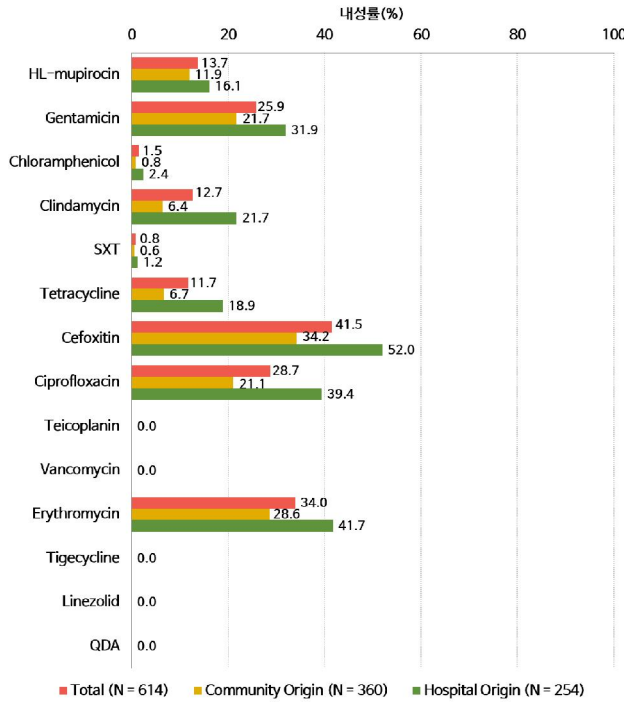


그림 1-26 | 종합병원 혈액 분리 *S. aureus* 감염구분별 내성률(%)

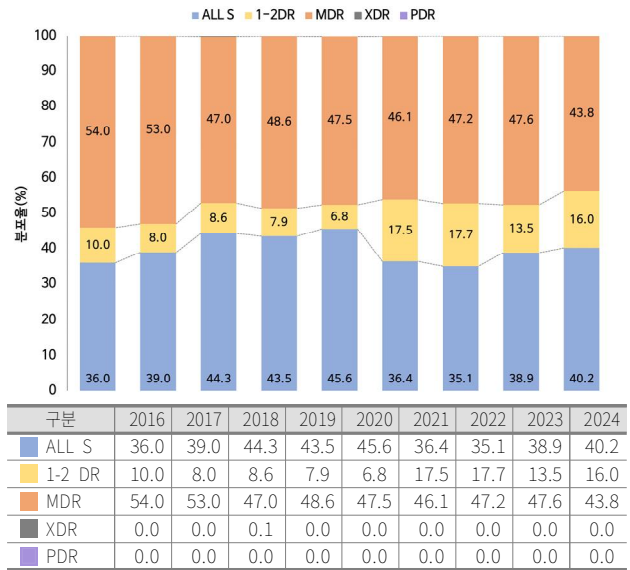
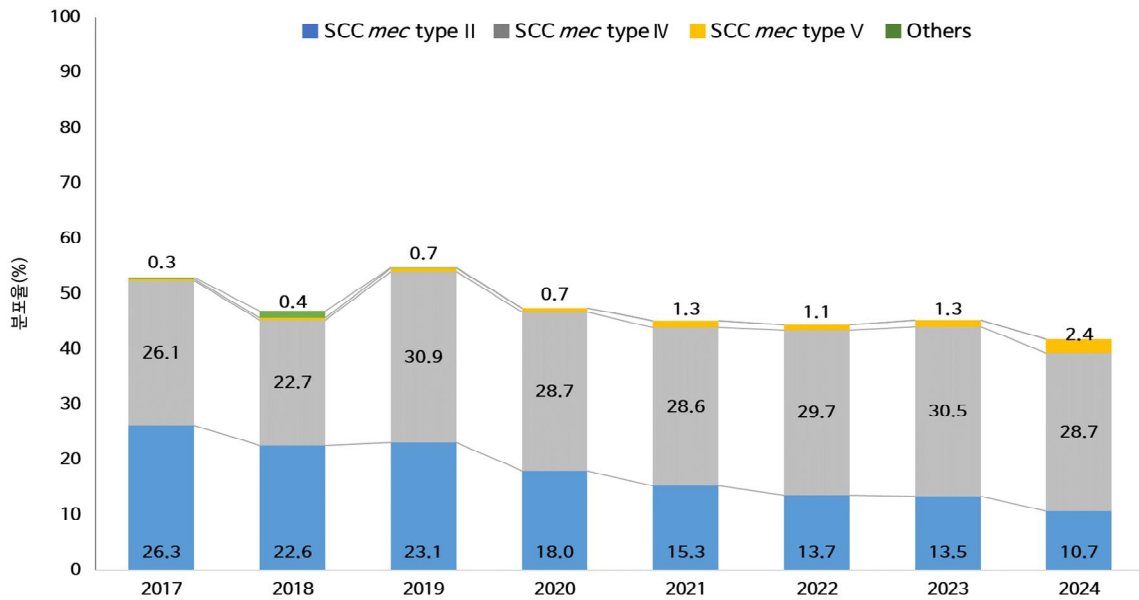


그림 1-27 | 종합병원 혈액 분리 *S. aureus* 다제내성 분포율(%)

ALL S: 모든 항균제 계열 감수성
1-2 DR: 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



구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SCCmec type II	186 (26.3%)	168 (22.6%)	158 (23.1%)	132 (18.0%)	118 (15.3%)	101 (13.7%)	112 (13.5%)	66 (10.7%)
SCCmec type IV	185 (26.1%)	169 (22.7%)	211 (30.9%)	211 (28.7%)	221 (28.6%)	218 (29.7%)	254 (30.5%)	176 (28.7%)
SCCmec type V	2 (0.3%)	3 (0.4%)	5 (0.7%)	5 (0.7%)	10 (1.3%)	8 (1.1%)	11 (1.3%)	15 (2.4%)
Others	2 (0.3%)	9 (1.2%)	1 (0.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (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%)	257 (41.9%)

그림 1-28 | SCCmec type에 따른 MRSA 균주의 분포율(%)

2. 3. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.)*Enterococcus faecalis*

내성 현황 2024년 혈액 분리 *E. faecalis* 중 Ampicillin 내성 균주는 없었으며, Penicillin에 내성인 PRAS 표현형(penicillin-resistant, but ampicillin susceptible phenotype) *E. faecalis*는 8.1%로 전년에 비해 감소하였다. *E. faecalis* 혈류 감염의 치료에서 세포벽 합성억제 항균제와 병합요법에 사용되는 Aminoglycoside 계열 중 Gentamicin 내성률은 다소 감소하여 31.7%였으며, Streptomycin의 경우 10.4%로 증가하였다. Vancomycin 내성 균주는 드문 것으로 알려져 있으나 꾸준히 1~2주씩 분리되고 있으며, 올해는 확인되지 않았다. (표 1-7, 그림 1-29, 1-30, 1-31)

내성 기전 장알균에서의 Vancomycin 내성은 주로 플라스미드를 통해 이동하는 *van* 오페론의 획득으로 나타나며 전 세계적으로 *vanA* 오페론이 약 60~80%를 차지하고, *vanB* 오페론이 약 20~40%를 차지한다. 국내에서 분리되는 Vancomycin 내성 장알균은 대부분 *vanA* 오페론을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 2024년에는 Vancomycin 내성 *E. faecalis*는 분리되지 않았다.

표 1-7 | 종합병원 혈액 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
(N)	116	175	179	181	204	243	243	287	221	
● HL ^a Gentamicin	25.9	26.9	29.6	22.1	38.2	32.5	38.7	42.2	31.7	
● Chloramphenicol	-	-	-	-	10.3	6.2	7.8	4.9	6.8	
● Ampicillin	0.0	0.6	1.7	5.5	8.3	0.0	0.0	0.7	0.0	
● Penicillin	-	26.3	31.1	25.4	22.5	8.6	14.8	14.3	8.1	
● Nitrofurantoin	-	-	-	-	0.5	0.0	0.8	1.4	0.0	
● Tetracycline	70.7	73.7	74.9	68.5	70.1	65.4	70.8	67.6	64.3	
● HL ^a Streptomycin	7.8	6.3	5.6	6.6	11.3	6.6	10.3	5.9	10.4	
● Ciprofloxacin	33.6	41.1	39.7	35.4	31.4	28.0	31.7	32.8	29.0	
● Teicoplanin	0.0	0.6	0.6	1.7	1.5	0.4	0.8	0.3	0.0	
● Vancomycin	0.0	0.6	0.6	1.7	1.0	0.4	1.2	0.7	0.0	
● Tigecycline	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	
● Daptomycin	-	-	-	-	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
● Linezolid	0.0	1.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

^a HL: High-level resistance to gentamicin (≥500 mg/L), streptomycin (≥1,000 mg/L)

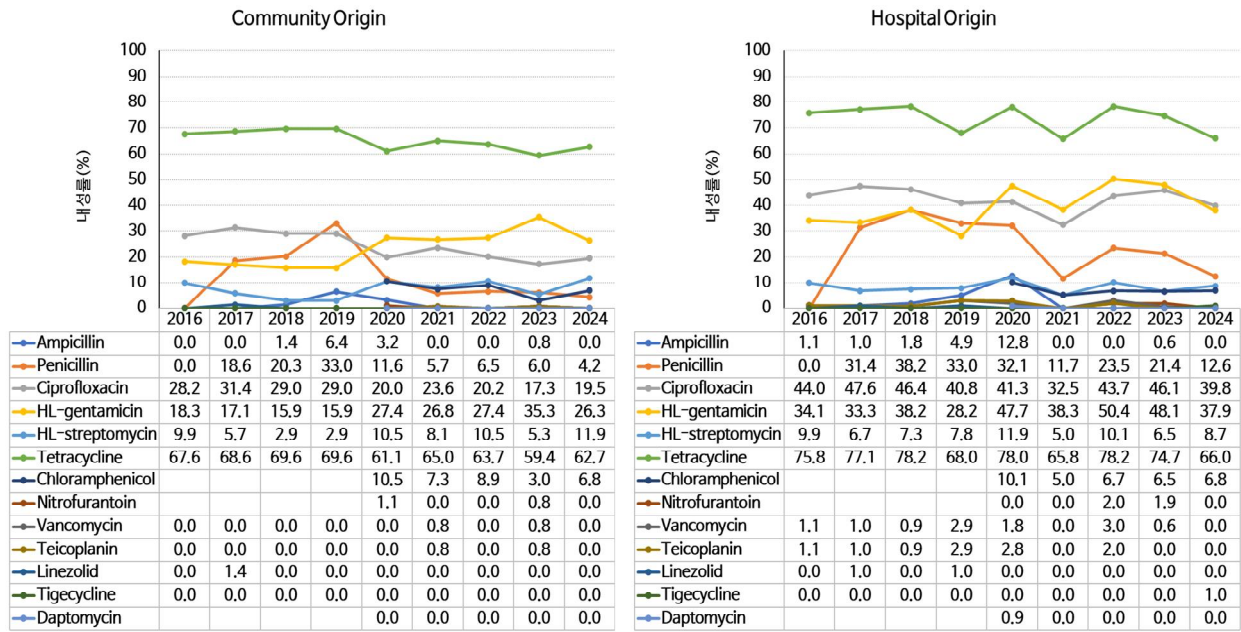


그림 1-29 | 종합병원 혈액 분리 *E. faecalis* 감염구분별 내성률 추이

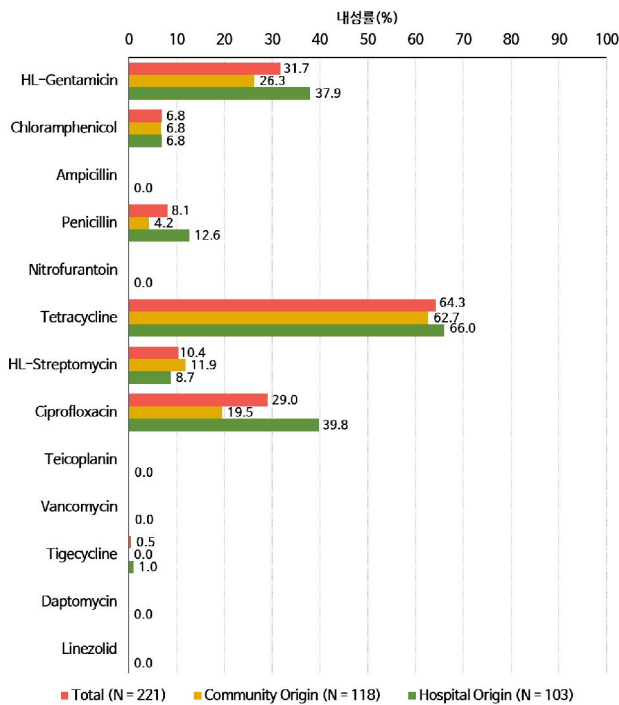


그림 1-30 | 2024년 종합병원 혈액 분리 *E. faecalis* 감염구분별 내성률(%)

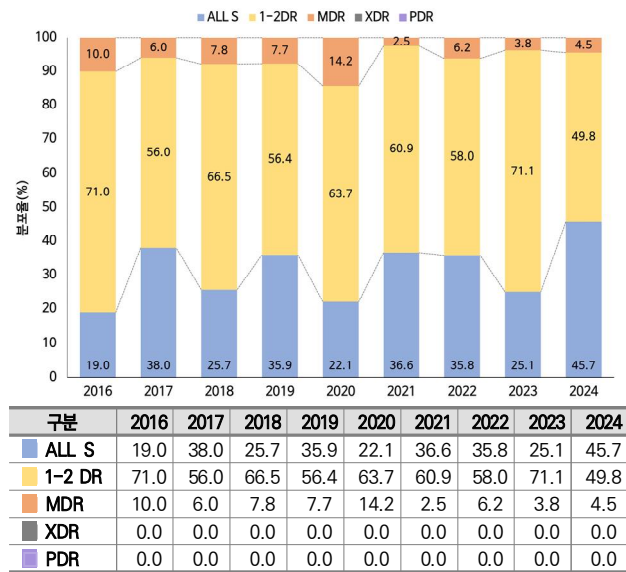


그림 1-31 | 종합병원 혈액 분리 *E. faecalis* 다제내성 분포율(%)

ALL S: 모든 항균제 계열 감수성
 1-2 DR: 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

Enterococcus faecium

내성 현황 혈액 분리 *E. faecium*의 Ampicillin 내성률은 89.8%로 기존과 유사하게 매우 높았으며, Ciprofloxacin에 대한 내성률 역시 90.3%로 매우 높았다. *E. faecium*의 Vancomycin 내성률은 2020년 이후 감소하여 2024년에는 27.0%로 나타났고, CO 감염 유래 균주와 HO 감염 유래 균주 모두에서 내성률이 감소하였다. Vancomycin 내성 *E. faecium* (VRE, vancomycin-resistant *enterococci*) 감염의 치료항균제인 Linezolid와 Daptomycin에 대한 내성균은 발견되지 않았으나, QDA (Quinupristin-dalfopristin) 내성률은 17.8%였다. Vancomycin-내성 *E. faecium*은 중요한 그람양성 다제내성균으로 감염관리의 대상이 되어 왔으나, 최근 카바페넴 분해효소 생성 장내세균목(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 감소하고 있는 것으로 확인되고 있으나 앞으로도 지속적인 감시가 필요하다. (표 1-8, 그림 1-32, 1-33, 1-34)

내성 기전 장알균에서의 Vancomycin-내성은 주로 플라스미드를 통해 이동하는 *van* 오페론의 획득으로 나타나며, 전 세계적으로 *vanA* 오페론이 약 60~80%를 차지하고, *vanB* 오페론이 약 20~40%를 차지한다. 국내에서 분리되는 Vancomycin-내성 장알균은 대부분 *vanA* 오페론을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 2024년 수집된 Vancomycin-내성 *E. faecium*은 총 103주였으며, 모두 *vanA* 오페론 양성이었다. 2023년에는 *vanB* 양성 VRE가 분리되었으나, 올해는 분리되지 않았다.

표 1-8 | 종합병원 혈액 분리 *E. faecium* 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
(N)	137	288	277	308	355	406	481	543	382	
● HL ^a Gentamicin	21.2	18.1	21.3	23.7	28.2	29.6	27.0	24.3	18.8	
● Chloramphenicol	–	–	–	–	0.0	0.5	0.0	0.6	0.5	
● Ampicillin	90.5	89.6	91.0	90.3	86.8	88.2	89.2	89.0	89.8	
● Tetracycline	11.7	14.9	15.9	12.0	8.7	11.8	13.7	12.7	17.0	
● HL ^a Streptomycin	3.6	1.0	0.0	0.6	2.5	4.4	4.8	9.0	8.4	
● Ciprofloxacin	90.5	89.9	90.3	90.8	88.2	91.6	92.7	91.5	90.3	
● Teicoplanin	20.4	18.8	27.1	34.7	33.5	25.6	24.1	25.8	19.6	
● Vancomycin	29.9	34.0	39.4	40.9	38.6	37.7	35.1	34.6	27.0	
● Tigecycline	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.6	0.5	
● Daptomycin	–	–	–	–	0.0	3.0	0.6	0.7	0.0	
● Linezolid	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
● QDA ^b	8.8	3.1	6.1	8.4	4.5	24.6	22.0	18.0	17.8	

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

2. 국내 항균제 내성균 조사 결과(종합병원)

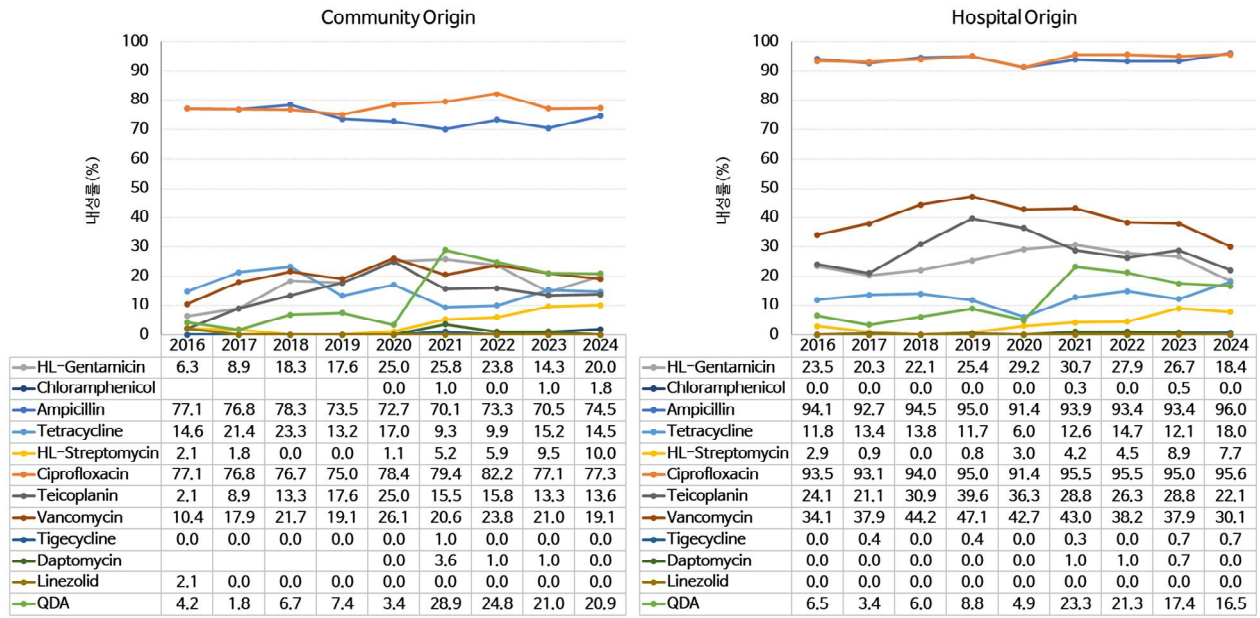


그림 1-32 | 종합병원 혈액 분리 *E. faecium* 감염구분별 내성률 추이

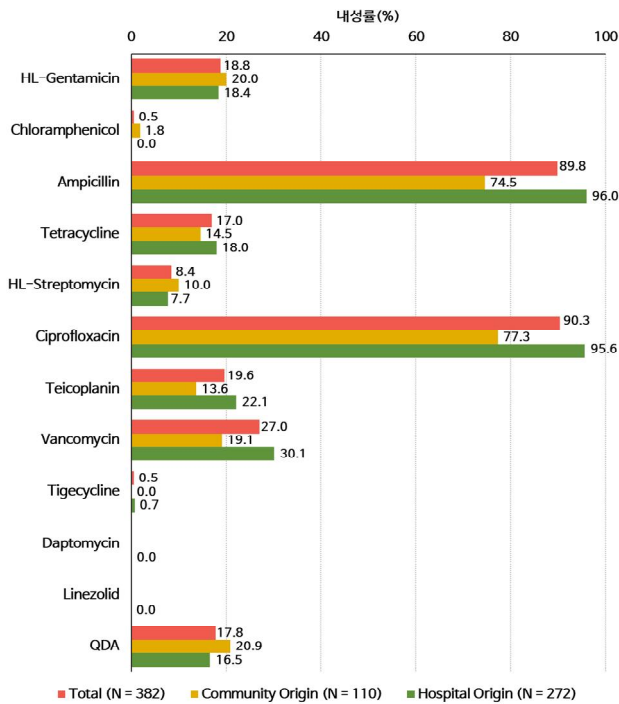


그림 1-33 | 2024년 종합병원 혈액 분리 *E. faecium* 감염구분별 내성률(%)

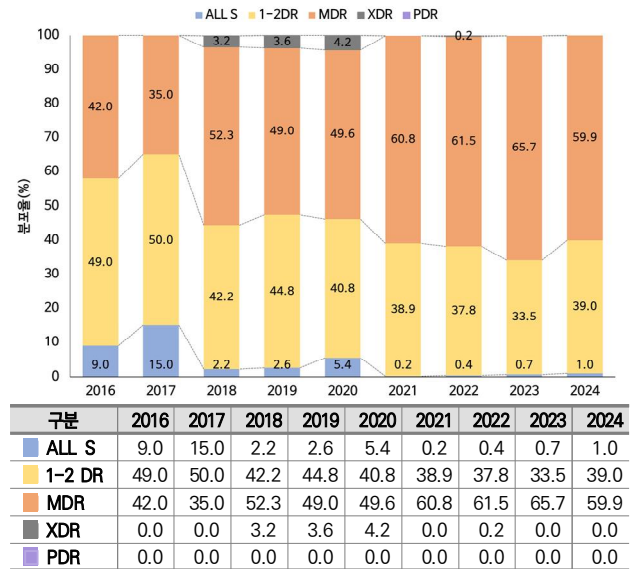


그림 1-34 | 종합병원 혈액 분리 *E. faecium* 다제내성 분포율(%)

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

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

내성 현황 혈액 분리 *S. pneumoniae*는 총 27주로 Penicillin, Cefotaxime, Ceftriaxone 내성률은 각각 7.4%, 3.7%, 3.7%로 전년 대비 감소하였다. 지역 사회 *S. pneumoniae* 감염증에 흔히 사용되는 항균제인 Erythromycin에 대한 내성률은 77.8%로 여전히 매우 높았다. 2020년부터 항균제 감수성 시험에 추가된 8종의 항균제(Cefaclor, Cefepime, Meropenem, Azithromycin, Clindamycin, Chloramphenicol, Tetracycline, Vancomycin)의 내성률이 표에 정리되어 있다. (표 1-9, 그림 1-35)

2023년부터 하부호흡기 검체 유래 *S. pneumoniae*에 대한 감시가 시작되었다. 2024년에는 총 192주가 수집되었으며, 군주의 내성률은 전반적으로 혈액 분리 군주보다 높았다. Penicillin에 대한 내성률은 11.5%, 3세대 Cephalosporin 계열 항균제인 Cefotaxime, Ceftriaxone에 대한 내성률은 각각 11.5%, 10.4%였다. (표 1-10, 그림 1-36)

표 1-9 | 종합병원 혈액 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

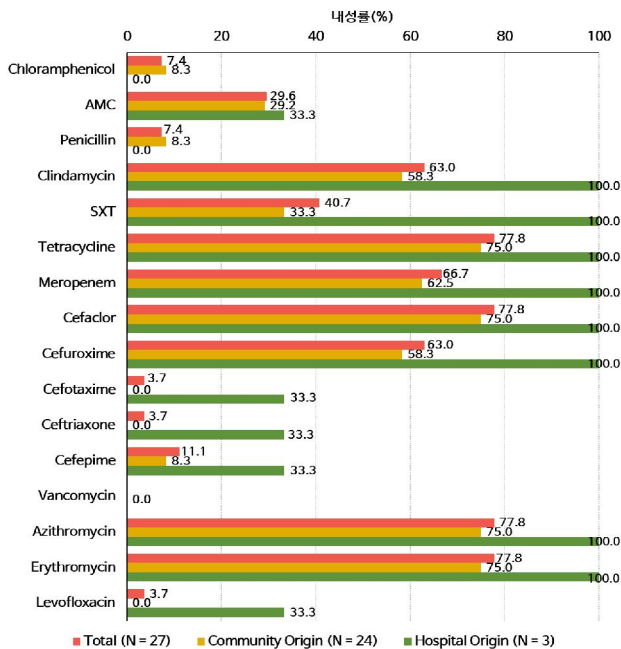
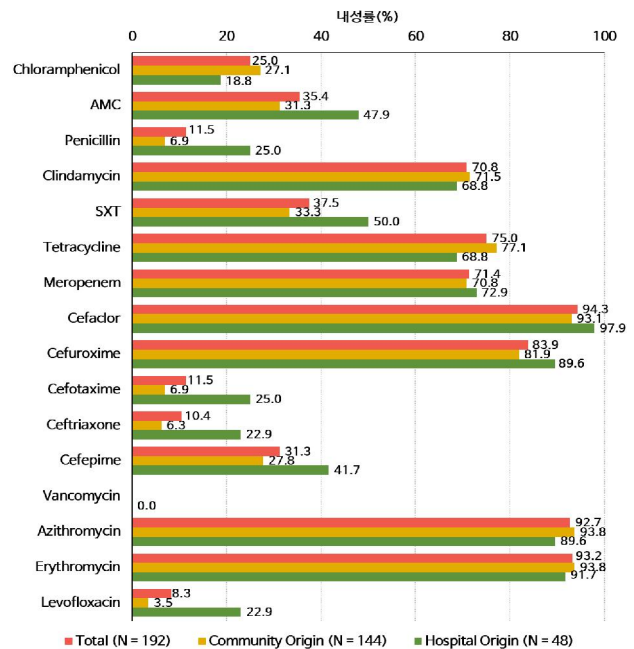
항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
(N)	15	54	48	36	28	20	27	27	27	
● Chloramphenicol	-	-	-	-	25.0	40.0	48.1	25.9	7.4	
● AMC ^a	6.7	18.5	25.0	27.8	17.9	25.0	25.9	40.7	29.6	
● Penicillin	0.0	9.3	8.3	2.8	10.7	5.0	18.5	11.1	7.4	
● Clindamycin	-	-	-	-	71.4	65.0	70.4	70.4	63.0	
● SXT ^b	26.7	31.5	27.1	25.0	17.9	20.0	55.6	33.3	40.7	
● Tetracycline	-	-	-	-	71.4	80.0	81.5	70.4	77.8	
● Meropenem	-	-	-	-	53.6	70.0	85.2	51.9	66.7	
● Cefaclor	-	-	-	-	78.6	90.0	92.6	66.7	77.8	
● Cefuroxime	60.0	68.5	66.7	72.2	71.4	90.0	88.9	66.7	63.0	
● Cefotaxime	0.0	1.9	6.3	2.8	10.7	10.0	29.6	7.4	3.7	
● Ceftriaxone	0.0	1.9	10.4	2.8	10.7	15.0	25.9	7.4	3.7	
● Cefepime	-	-	-	-	17.9	20.0	33.3	33.3	11.1	
● Vancomycin	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
● Azithromycin	-	-	-	-	78.6	85.0	85.2	77.8	77.8	
● Erythromycin	80.0	75.9	77.1	83.3	78.6	90.0	85.2	81.5	77.8	
● Levofloxacin	0.0	3.7	2.1	2.8	10.7	0.0	18.5	11.1	3.7	

^a AMC: Amoxicillin-clavulanate

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

표 1-10 | 종합병원 하부호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
(N)	-	-	-	-	-	-	-	186	192
● Chloramphenicol	-	-	-	-	-	-	-	34.9	25.0
● AMC ^a	-	-	-	-	-	-	-	41.4	35.4
● Penicillin	-	-	-	-	-	-	-	17.2	11.5
● Clindamycin	-	-	-	-	-	-	-	72.6	70.8
● SXT ^b	-	-	-	-	-	-	-	40.3	37.5
● Tetracycline	-	-	-	-	-	-	-	75.3	75.0
● Meropenem	-	-	-	-	-	-	-	79.0	71.4
● Cefaclor	-	-	-	-	-	-	-	95.2	94.3
● Cefuroxime	-	-	-	-	-	-	-	93.0	83.9
● Cefotaxime	-	-	-	-	-	-	-	18.3	11.5
● Ceftriaxone	-	-	-	-	-	-	-	16.7	10.4
● Cefepime	-	-	-	-	-	-	-	36.6	31.3
● Vancomycin	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
● Azithromycin	-	-	-	-	-	-	-	89.2	92.7
● Erythromycin	-	-	-	-	-	-	-	90.3	93.2
● Levofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	13.4	8.3

^a AMC: Amoxicillin-clavulanate^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole그림 1-35 | 종합병원 혈액 분리 *S. pneumoniae* 감염구분별 내성률(%)그림 1-36 | 종합병원 하부호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae* 감염구분별 내성률(%)

2. 3. 4. 대장균(*Escherichia coli*)

내성 현황 혈액 분리 *E. coli* 중 Ampicillin 내성률은 69.9%였으며, Piperacillin 내성률은 61.0%로 전년도와 유사하였다. *E. coli* 혈류 감염의 치료항균제 선택에 가장 중요한 결과인 3세대 Cephalosporin 계열 항균제인 Cefotaxime에 대한 내성률은 39.1%, Ceftazidime에 대한 내성률은 12.0%였다. 이는 국내에 가장 널리 확산되어 있는 ESBL인 CTX-M이 Cefotaxime에 대한 가수분해능이 더 높기 때문으로 판단된다. Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에 대한 내성 균주는 여전히 매우 적었으며, Ertapenem에 대한 내성률은 0.6%로 전년 대비 감소하였다. (표 1-11, 그림 1-37, 1-38, 1-39)

E. coli 요로감염에서 가장 중요한 치료 항균제는 Fluoroquinolone계열 항균제이며 가장 사용량이 많다. 요 분리 *E. coli*의 Ciprofloxacin에 대한 내성률은 혈액 분리 *E. coli*에 비해 높았으며, 전체 균주 중 50.5%로 나타났다. Cefotaxime에 대한 내성률 역시 전년 대비 증가하여 올해는 39.5%로 나타났다. 특히 CO 감염 유래 균주에서 내성률이 지속적으로 증가하고 있으며, 이는 지역 사회에서의 항균제 선택압과 연관성이 높다고 판단된다. (표 1-12, 그림 1-41, 1-42, 1-43)

내성 기전 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. 전 세계적으로 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 가장 많이 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, 2020년~2021년에는 CTX-M-9군 ESBL-생성 *E. coli*가 더 많이 분리되었다. 2024년 ESBL 분포를 보았을 때, CTX-M-15 생성 균주가 281주로 가장 많았고, CTX-M-27 생성 균주가 216주로 두 번째로 많았다. CTX-M-27 생성 *E. coli*는 전 세계적으로 확산되고 있는 다제내성균의 한 종류로 확산 여부에 대한 지속적 감시가 필요하다. 카바페넴분해효소(Carbapenemase) 생산 *E. coli*는 총 11주였으며, 그중 7주는 KPC-2 생성 균주였고 2주는 두 가지 이상 카바페넴분해효소(Carbapenemase) 생성 균주였다. KPC-2 생성 균주의 증가는 상대적으로 내성률이 높은 *K. pneumoniae*와 같은 유전형으로, 균종 간 내성 유전자 전파 가능성이 있기 때문에 전파경로에 관한 연구가 필요하다. (그림 1-40)

표 1-11 | 종합병원 혈액 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
(N)	1,112	1,772	1,724	1,939	2,209	2,165	2,281	2,844	2,361	
● Amikacin	0.7	0.8	1.0	0.5	0.6	0.5	0.8	2.1	1.6	
● Gentamicin	29.6	26.6	27.1	26.3	24.5	24.1	23.3	23.8	21.6	
● Chloramphenicol	-	-	-	-	6.8	7.7	6.4	7.8	8.1	
● Ampicillin	65.2	65.3	68.0	67.5	65.6	66.2	66.9	69.3	69.9	
● SAM ^a	24.3	28.9	29.3	22.0	21.4	18.8	21.0	22.4	22.6	
● Cefazolin	42.6	40.6	45.5	45.0	44.7	44.0	46.6	47.4	48.6	
● SXT ^b	30.8	31.4	36.0	36.7	33.6	30.1	32.4	31.8	33.0	
● Tetracycline	-	-	-	-	38.9	36.4	35.9	36.6	35.2	
● Imipenem	0.1	0.2	0.1	0.2	0.04	0.05	0.13	0.2	0.4	
● Meropenem	0.0	0.2	0.1	0.1	0.04	0.05	0.09	0.2	0.4	
● Ertapenem	0.2	0.2	0.2	0.3	0.04	0.2	0.3	0.7	0.6	
● Cefoxitin	3.5	3.9	4.1	5.0	4.3	4.5	5.3	6.9	9.9	
● Cefotaxime	35.4	32.4	38.6	37.1	37.7	36.6	38.8	38.9	39.1	
● Ceftazidime	11.3	11.8	12.7	10.2	11.9	10.3	9.6	12.0	12.0	
● Cefepime	21.4	20.3	24.8	20.2	21.6	20.8	22.1	22.5	18.6	
● Ciprofloxacin	39.4	35.8	42.7	41.1	41.3	41.0	41.3	43.3	44.6	
● Piperacillin	54.7	54.0	57.0	54.1	55.6	54.7	53.2	63.7	61.0	
● CAZ-AVI ^c	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.9	
● Tigecycline	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04	0.1	0.0	
● Aztreonam	21.2	20.8	24.6	20.0	21.1	20.1	20.6	23.0	20.4	
● Colistin	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.04	

^a SAM: Ampicillin-sulbactam^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole^c CAZ-AVI: Ceftazidime-avibactam

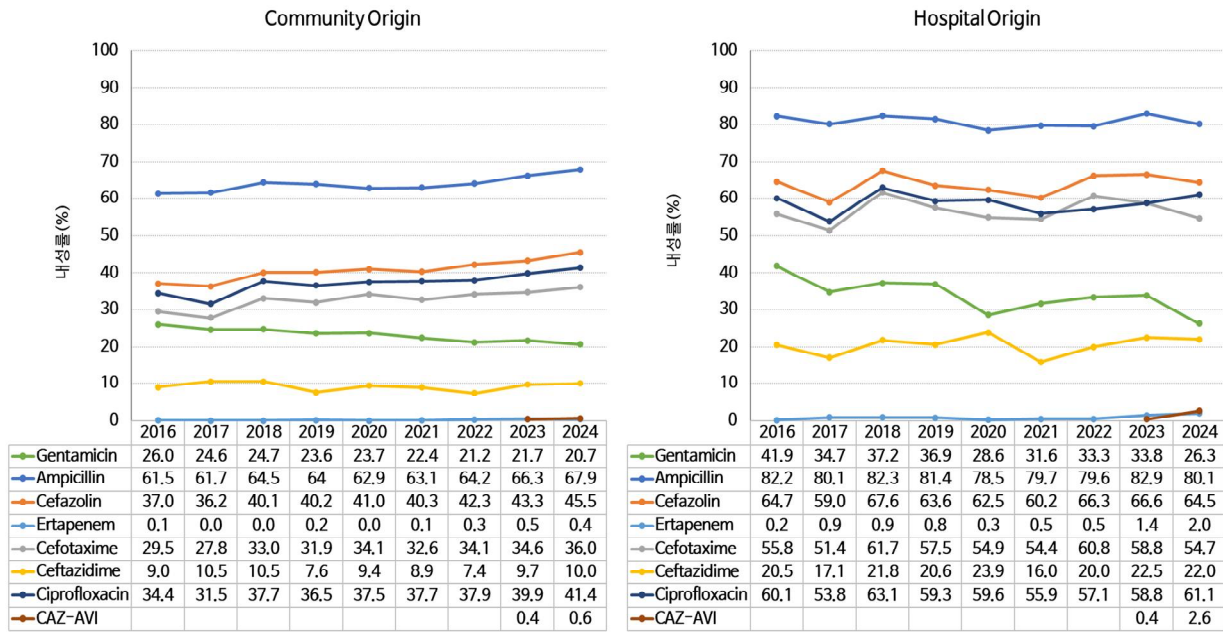


그림 1-37 | 종합병원 혈액 분리 *E. coli* 감염구분별 내성률 추이

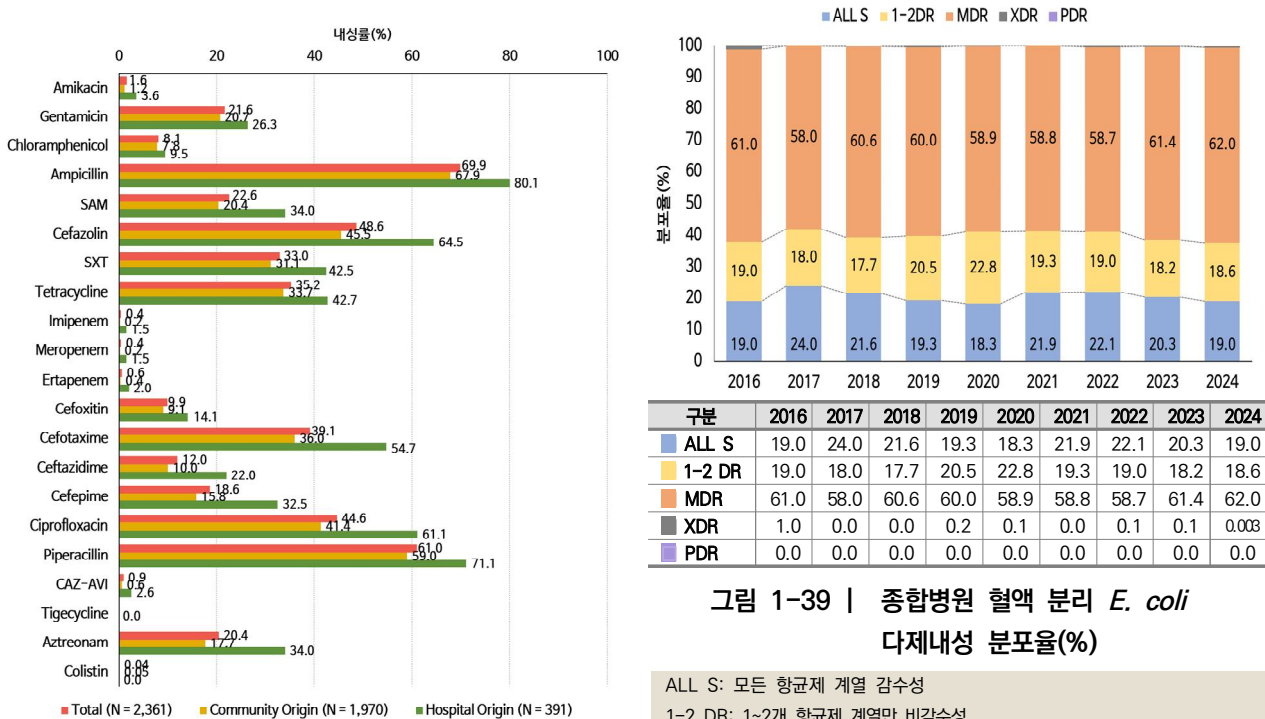


그림 1-38 | 2024년 종합병원 혈액 분리 *E. coli* 감염구분별 내성률(%)

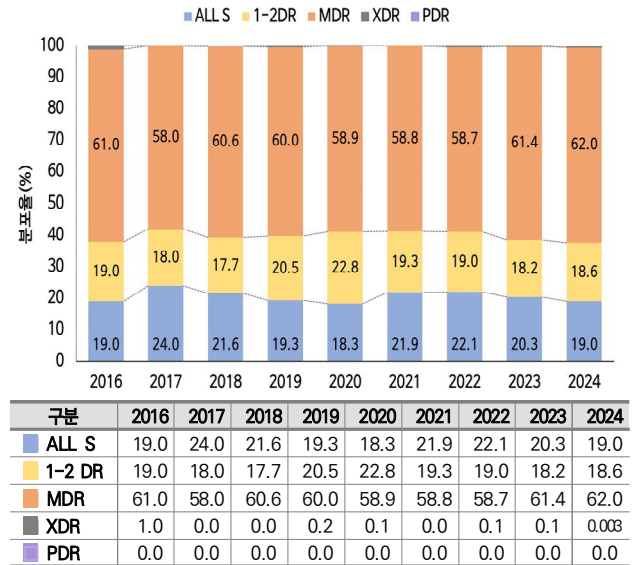
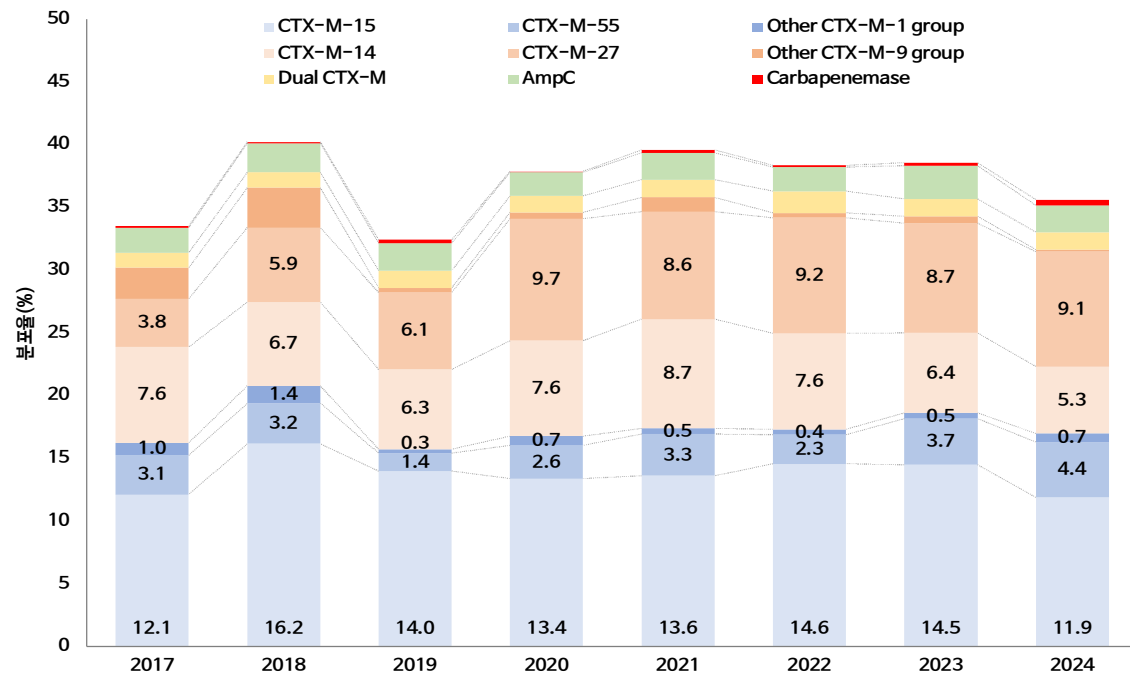


그림 1-39 | 종합병원 혈액 분리 *E. coli* 다제내성 분포율(%)

ALL S: 모든 항균제 계열 감수성
 1-2 DR: 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

2. 국내 항균제 내성균 조사 결과(종합병원)



구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
CTX-M-15	221 (12.1%)	291 (16.2%)	256 (14.0%)	294 (13.4%)	299 (13.6%)	328 (14.8%)	418 (14.7%)	281 (11.9%)
CTX-M-55	57 (3.1%)	58 (3.2%)	26 (1.4%)	58 (2.6%)	73 (3.3%)	52 (2.3%)	106 (3.8%)	104 (4.4%)
Other CTX-M-1 group	18 (1.0%)	25 (1.4%)	6 (0.3%)	16 (0.7%)	10 (0.5%)	10 (0.4%)	13 (0.5%)	16 (0.7%)
CTX-M-14	139 (7.6%)	120 (6.7%)	116 (6.3%)	167 (7.6%)	191 (8.7%)	172 (7.8%)	184 (6.5%)	126 (5.3%)
CTX-M-27	70 (3.8%)	107 (5.9%)	112 (6.1%)	213 (9.7%)	188 (8.6%)	207 (9.4%)	252 (8.9%)	216 (9.1%)
Other CTX-M-9 group	45 (2.5%)	57 (3.2%)	7 (0.4%)	11 (0.5%)	25 (1.1%)	9 (0.4%)	16 (0.6%)	4 (0.2%)
Dual CTX-M	22 (1.2%)	22 (1.2%)	25 (1.4%)	29 (1.3%)	31 (1.4%)	39 (1.7%)	40 (1.4%)	33 (1.4%)
AmpC	36 (2.0%)	42 (2.3%)	40 (2.2%)	41 (1.9%)	47 (2.1%)	43 (1.9%)	76 (2.7%)	50 (2.1%)
Carbapenemase	3 (0.2%)	2 (0.1%)	5 (0.3%)	2 (0.1%)	5 (0.2%)	3 (0.1%)	7 (0.2%)	11 (0.5%)
Non-producer	1,211 (66.5%)	1,076 (59.8%)	1,236 (67.6%)	1,363 (62.1%)	1,327 (60.4%)	1,388 (61.7%)	1,772 (63.0%)	1,520 (64.4%)

그림 1-40 | 혈액 분리 *E. coli* beta-lactamase 분포율(%)

표 1-12 | 종합병원 요 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
(N)	4,474	7,874	7,255	7,270	7,293	7,901	8,465	1,813	1,725	
● Amikacin	1.3	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	1.6	1.2	
● Gentamicin	30.9	27.1	27.4	28.9	27.4	26.7	25.3	24.5	23.1	
● Chloramphenicol	-	-	-	-	5.4	5.8	5.7	5.1	5.3	
● Ampicillin	69.3	68.8	69.6	71.7	68.4	67.7	67.7	68.7	73.7	
● SAM ^a	25.3	29.8	27.7	22.2	20.8	17.5	17.5	18.5	23.1	
● Cefazolin	43.7	40.9	43.2	46.7	43.1	42.4	41.9	43.8	49.7	
● SXT ^b	37.7	36.0	37.8	39.8	36.0	32.6	32.1	32.1	31.6	
● Tetracycline	-	-	-	-	38.2	36.3	35.6	34.3	36.1	
● Imipenem	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.04	0.06	0.0	0.3	
● Meropenem	0.0	0.0	0.0	0.02	0.1	0.04	0.05	0.1	0.3	
● Ertapenem	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.4	
● Cefoxitin	4.0	4.9	6.0	5.4	4.3	4.6	4.8	7.5	9.4	
● Cefotaxime	31.6	31.3	33.2	37.5	35.2	34.4	34.3	34.7	39.5	
● Ceftazidime	9.9	10.3	10.2	9.8	10.0	8.4	7.6	7.3	11.1	
● Cefepime	17.7	17.6	18.1	18.3	18.8	17.3	16.9	17.2	20.6	
● Ciprofloxacin	44.5	40.9	40.7	45.0	44.8	45.4	45.9	47.0	50.5	
● Piperacillin	57.5	56.7	55.8	58.7	57.0	55.5	50.7	61.7	65.5	
● CAZ-AVI ^c	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.6	
● Tigecycline	0.1	0.1	0.1	0.02	0.1	0.1	0.04	0.1	0.0	
● Aztreonam	17.4	17.9	18.4	17.9	19.1	17.0	16.7	17.5	22.2	
● Colistin	0.2	0.2	0.1	0.03	0.03	0.1	0.1	0.2	0.2	

^a SAM: Ampicillin-sulbactam^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole^c CAZ-AVI: Ceftazidime-avibactam

2. 국내 항균제 내성균 조사 결과(종합병원)

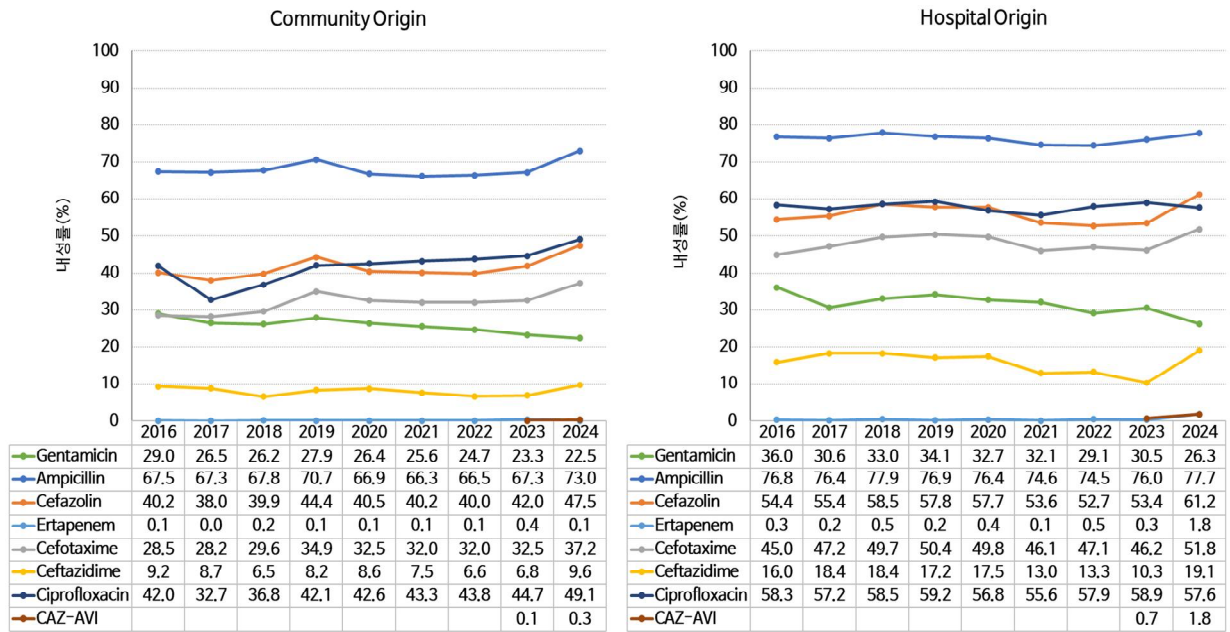


그림 1-41 | 종합병원 요 분리 *E. coli* 감염구분별 내성률 추이

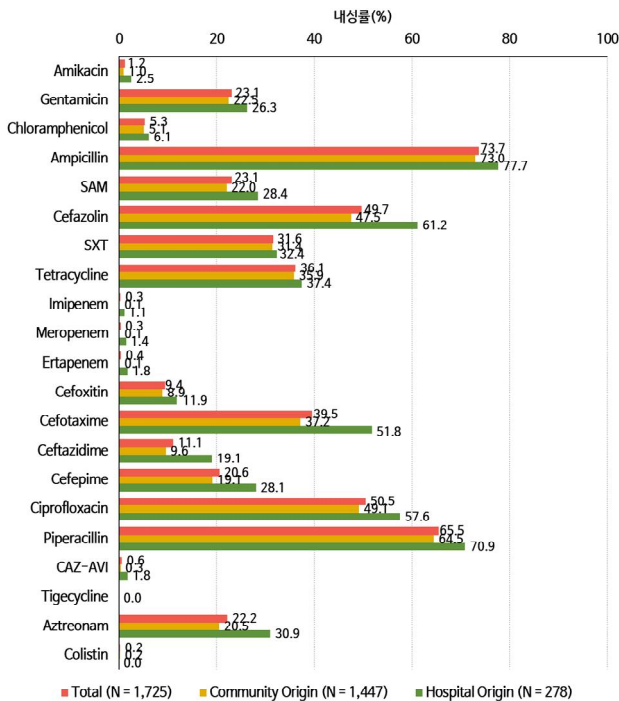
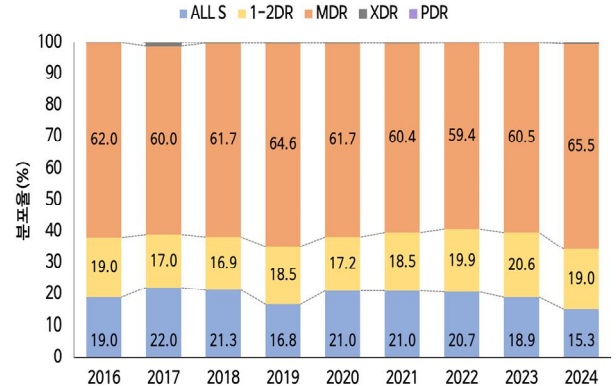


그림 1-42 | 2024년 종합병원 요 분리 *E. coli* 감염구분별 내성률(%)



구분	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ALL S	19.0	22.0	21.3	16.8	21.0	21.0	20.7	18.9	15.3
1-2 DR	19.0	17.0	16.9	18.5	17.2	18.5	19.9	20.6	19.0
MDR	62.0	60.0	61.7	64.6	61.7	60.4	59.4	60.5	65.5
XDR	1.0	1.0	0.1	0.1	0.1	0.04	0.02	0.06	0.002
PDR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

그림 1-43 | 종합병원 요 분리 *E. coli* 다제내성 분포율(%)

ALL S: 모든 항균제 계열 감수성
 1-2 DR: 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

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

내성 현황 혈액 분리 *K. pneumoniae*의 3세대 Cephalosporin 계열 항균제 내성률은 Cefotaxime, Ceftazidime에 대하여 각각 27.3%, 20.4%로 전년 대비 감소하였다. *K. pneumoniae*의 경우 CO 감염 군주와 HO 감염 군주의 내성률 차이가 크다. HO 감염 군주의 Cefotaxime, Ceftazidime에 대한 내성률은 HO 감염에서 각각 53.0%, 43.0%인 반면, CO 감염 군주에서는 각각 17.1%, 11.3%로 나타났다. Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에 대한 내성률은 혈액 분리 군주에서 각각 3.9%, 4.9%, 5.7%로 전년 대비 감소하였다. (표 1-13, 그림 1-44, 1-45, 1-46)

요 분리 *K. pneumoniae*의 항균제 내성률은 혈액 분리 군주의 항균제 내성률보다 전반적으로 높게 나타났다. Cefotaxime, Ceftazidime에 대한 내성률은 전체 감염에서 각각 47.7%, 34.0%으로 전년도와 유사하였다. Ciprofloxacin에 대한 내성률은 46.4%였으며, HO 감염 군주에서는 59.4%로 전년 대비 감소하였으나, CO 감염 군주에서는 41.5%로 증가하였다. Carbapenem 계열 항균제에 대한 내성률도 Ciprofloxacin 내성률과 유사하게 CO 감염 군주에서는 5.1%로 증가하였고, HO 감염 군주에서는 12.9%로 감소하였다. (표 1-14, 그림 1-48, 1-49, 1-50)

2023년부터 하부호흡기 검체 유래 *K. pneumoniae*에 대한 감시가 시작되었으며, 총 2,177주가 수집되었다. 내성률은 전반적으로 혈액 분리 군주보다는 높았고, 요 분리 군주보다는 낮았다. 카바페넴 분해효소 생산 장내세균목(Carbapenemase-producing Enterobacterales, CPE)의 비율은 하부호흡기 검체 유래 군주에서 가장 높았으며, Ertapenem에 대한 내성률은 8.3%으로 확인되었다. (표 1-15, 그림 1-51, 1-52, 1-53)

내성 기전 *K. pneumoniae*의 ESBL 유전자 분포는 *E. coli*와 다르게 CTX-M-1 그룹이 대부분을 차지한다. CTX-M-15 생성 *K. pneumoniae*가 176주 분리되었으며, 그 외 CTX-M ESBL 생성 군주가 34주 확인되었다. 카바페넴분해효소(Carbapenemase) 생성 *K. pneumoniae*는 국내 CRE 확산의 가장 중요한 원인이며, 특히 KPC-2 생성 *K. pneumoniae*는 국내에서 분리가 크게 증가하고 있다. 카바페넴분해효소(Carbapenemase) 생성 군주 56주 중 KPC-2 생성 군주가 총 39주 확인되었으며, 그중에서 4주가 NDM-5, OXA-48-like 동시 생성 군주였다. (그림 1-47)

표 1-13 | 종합병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
(N)	426	693	701	716	870	957	1,003	1,244	1,061	
● Amikacin	3.5	2.6	2.7	0.7	1.1	1.1	1.5	2.4	1.6	
● Gentamicin	13.8	12.0	14.8	12.8	12.3	14.9	12.9	15.4	11.0	
● Chloramphenicol	-	-	-	-	6.6	6.7	10.0	9.2	9.0	
● SAM ^a	24.2	27.0	26.1	20.5	24.6	28.4	26.6	29.1	24.8	
● Cefazolin	30.5	28.1	29.1	27.0	26.3	30.6	28.9	32.5	28.9	
● SXT ^b	20.7	18.6	23.5	23.5	21.7	23.6	22.0	25.7	23.5	
● Tetracycline	-	-	-	-	17.9	19.9	20.3	24.2	21.3	
● Imipenem	1.6	0.7	1.4	1.0	3.7	5.0	5.8	5.9	3.9	
● Meropenem	1.6	0.9	1.7	1.0	3.9	6.4	6.2	6.5	4.9	
● Ertapenem	2.1	1.0	2.1	1.1	4.0	6.8	6.7	7.2	5.7	
● Cefoxitin	7.3	6.3	7.1	4.1	7.1	10.7	10.1	10.4	9.1	
● Cefotaxime	27.0	26.1	27.1	24.9	25.4	27.6	27.3	31.1	27.3	
● Ceftazidime	20.0	21.2	20.7	16.8	18.4	21.4	21.7	23.2	20.4	
● Cefepime	19.5	20.6	20.5	17.0	19.7	22.9	21.9	25.2	21.0	
● Ciprofloxacin	20.2	18.9	22.7	17.6	19.5	23.0	21.7	30.0	27.6	
● Piperacillin	29.8	28.9	31.0	29.6	29.0	31.7	29.4	35.5	30.5	
● CAZ-AVI ^c	-	-	-	-	-	-	-	5.5	5.3	
● Tigecycline	1.4	0.6	2.1	2.1	1.6	2.3	2.3	11.6	9.3	
● Aztreonam	22.8	23.4	24.0	19.8	23.0	24.3	24.1	28.3	24.1	
● Colistin	0.7	0.6	0.4	1.0	0.8	1.0	1.1	0.5	0.3	

^a SAM: Ampicillin-sulbactam^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole^c CAZ-AVI: Ceftazidime-avibactam

※ 「EUCAST version 13.0」에 따른 Tigecycline 항생제 감수성 시험(디스크 확산법) 내성 판독 기준 변경
 (2016~2022년) S: ≥ 18 , I: 15~17, R: ≤ 14 (mm) → (2023년~) S: ≥ 18 , R: < 18 (mm)

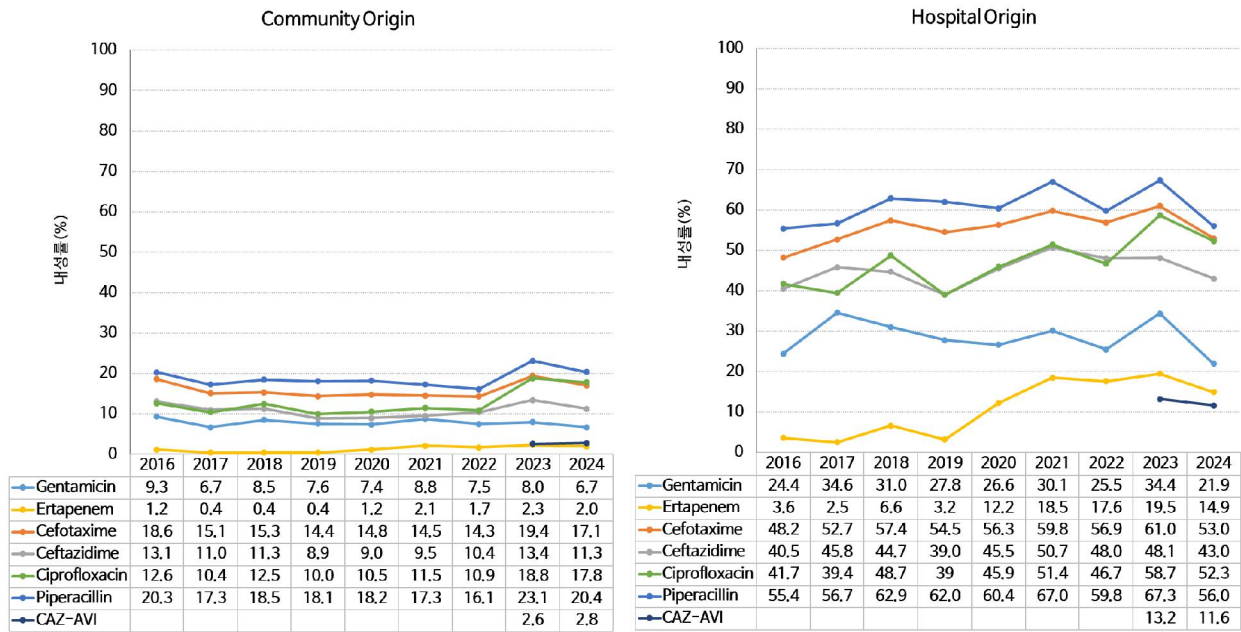


그림 1-44 | 종합병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 내성을 추이

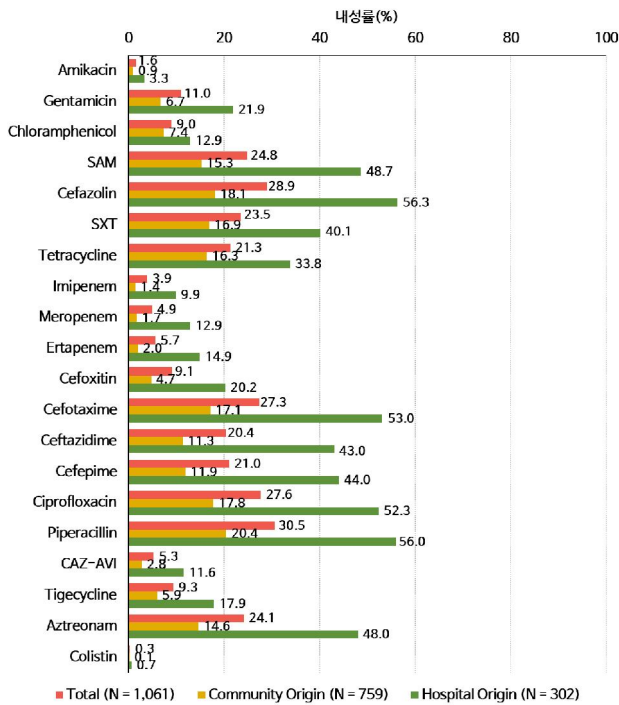


그림 1-45 | 2024년 종합병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 내성률(%)

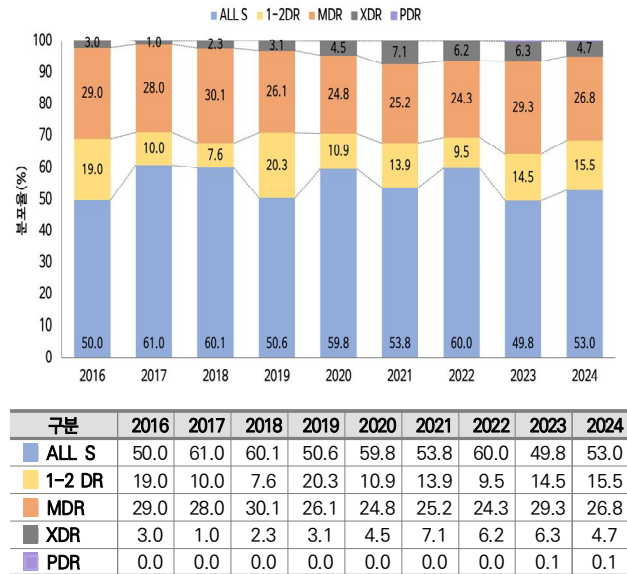
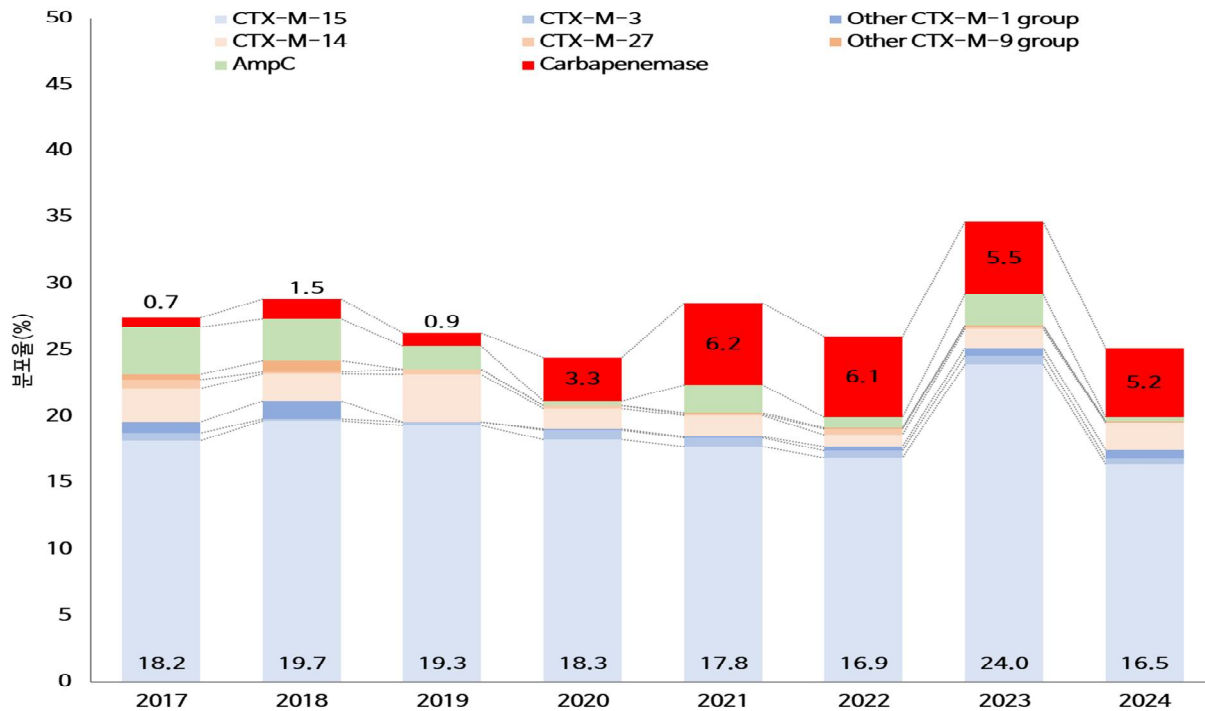


그림 1-46 | 종합병원 혈액 분리 *K. pneumoniae* 다제내성 분포율(%)

ALL S: 모든 항균제 계열 감수성
 1-2 DR: 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

2. 국내 항균제 내성균 조사 결과(종합병원)



구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
CTX-M-15	130 (18.2%)	144 (19.7%)	144 (19.3%)	159 (18.3%)	170 (17.8%)	170 (16.9%)	298 (24.0%)	176 (16.5%)
CTX-M-3	4 (0.6%)	1 (0.1%)	2 (0.3%)	6 (0.7%)	6 (0.6%)	5 (0.5%)	8 (0.6%)	4 (0.4%)
Other CTX-M-1 group	6 (0.8%)	10 (1.4%)	0 (0.0%)	1 (0.1%)	1 (0.1%)	3 (0.3%)	7 (0.6%)	7 (0.7%)
CTX-M-14	18 (2.5%)	15 (2.0%)	27 (3.6%)	13 (1.5%)	15 (1.6%)	9 (0.9%)	18 (1.4%)	22 (2.1%)
CTX-M-27	5 (0.7%)	1 (0.1%)	3 (0.4%)	2 (0.2%)	1 (0.1%)	4 (0.4%)	2 (0.2%)	0 (0.0%)
Other CTX-M-9 group	3 (0.4%)	6 (0.8%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (0.1%)	1 (0.1%)	1 (0.1%)	1 (0.1%)
AmpC	25 (3.5%)	23 (3.1%)	13 (1.7%)	3 (0.3%)	20 (2.1%)	8 (0.8%)	29 (2.3%)	3 (0.3%)
Carbapenemase	5 (0.7%)	11 (1.5%)	7 (0.9%)	29 (3.3%)	59 (6.2%)	61 (6.1%)	68 (5.5%)	56 (5.2%)
Non-producer	519 (72.6%)	521 (71.2%)	550 (73.7%)	657 (75.5%)	684 (71.5%)	742 (74.0%)	813 (65.4%)	800 (74.8%)

그림 1-47 | 종합병원 혈액 분리 *K. pneumoniae*의 beta-lactamase 분포율(%)

표 1-14 | 종합병원 요 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
(N)	823	1,256	1,299	1,295	1,274	1,507	1,563	360	373	
● Amikacin	3.0	3.1	1.9	1.8	2.1	1.5	1.0	3.1	1.1	
● Gentamicin	19.8	22.3	21.7	25.8	20.7	22.0	21.1	22.0	22.0	
● Chloramphenicol	-	-	-	-	7.1	10.5	13.6	10.6	11.0	
● SAM ^a	36.6	39.9	41.3	37.5	38.0	34.1	35.8	40.0	45.6	
● Cefazolin	43.4	42.4	46.7	45.2	42.8	40.7	42.1	46.9	50.4	
● SXT ^b	34.8	34.7	38.2	40.1	35.9	32.7	35.1	40.6	38.3	
● Tetracycline	-	-	-	-	30.8	31.1	29.7	36.3	31.6	
● Imipenem	0.5	1.4	0.6	1.2	2.4	1.9	2.4	5.1	5.6	
● Meropenem	0.5	1.4	0.7	1.2	2.7	2.5	2.5	6.0	5.9	
● Ertapenem	0.9	1.6	1.0	1.4	2.9	2.7	3.2	7.4	7.2	
● Cefoxitin	31.5	32.1	32.4	30.5	10.4	8.1	9.7	14.3	13.1	
● Cefotaxime	39.7	39.0	41.8	41.8	38.9	36.4	37.7	42.6	47.7	
● Ceftazidime	28.9	28.8	28.1	25.8	26.5	23.6	24.8	30.3	34.0	
● Cefepime	27.5	26.6	27.9	26.9	28.2	26.9	29.4	32.9	39.4	
● Ciprofloxacin	32.8	31.9	32.5	31.9	33.2	30.4	31.7	44.9	46.4	
● Piperacillin	45.1	45.0	49.1	48.0	45.4	41.5	43.0	48.9	53.6	
● CAZ-AVI ^c	-	-	-	-	-	-	-	5.1	5.9	
● Tigecycline	2.6	1.4	2.2	4.6	3.5	3.1	2.8	15.7	13.7	
● Aztreonam	8.6	9.4	9.9	9.0	32.6	30.1	31.5	36.9	40.2	
● Colistin	0.9	0.7	0.9	1.0	1.1	0.7	1.7	2.3	1.9	

^a SAM: Ampicillin-sulbactam^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole^c CAZ-AVI: Ceftazidime-avibactam

※ 「EUCAST version 13.0」에 따른 Tigecycline 항생제 감수성 시험(디스크 확산법) 내성 판독 기준 변경
 (2016~2022년) S: ≥ 18 , I: 15~17, R: ≤ 14 (mm) → (2023년~) S: ≥ 18 , R: < 18 (mm)

2. 국내 항균제 내성균 조사 결과(종합병원)

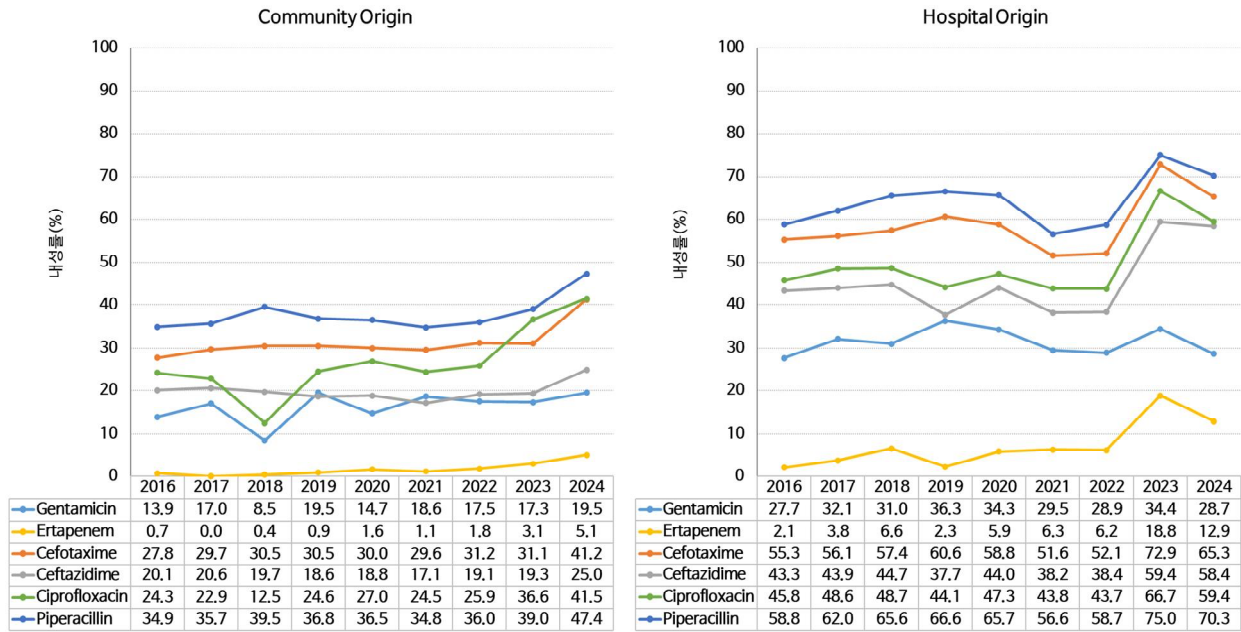


그림 1-48 | 종합병원 요 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 내성률 추이

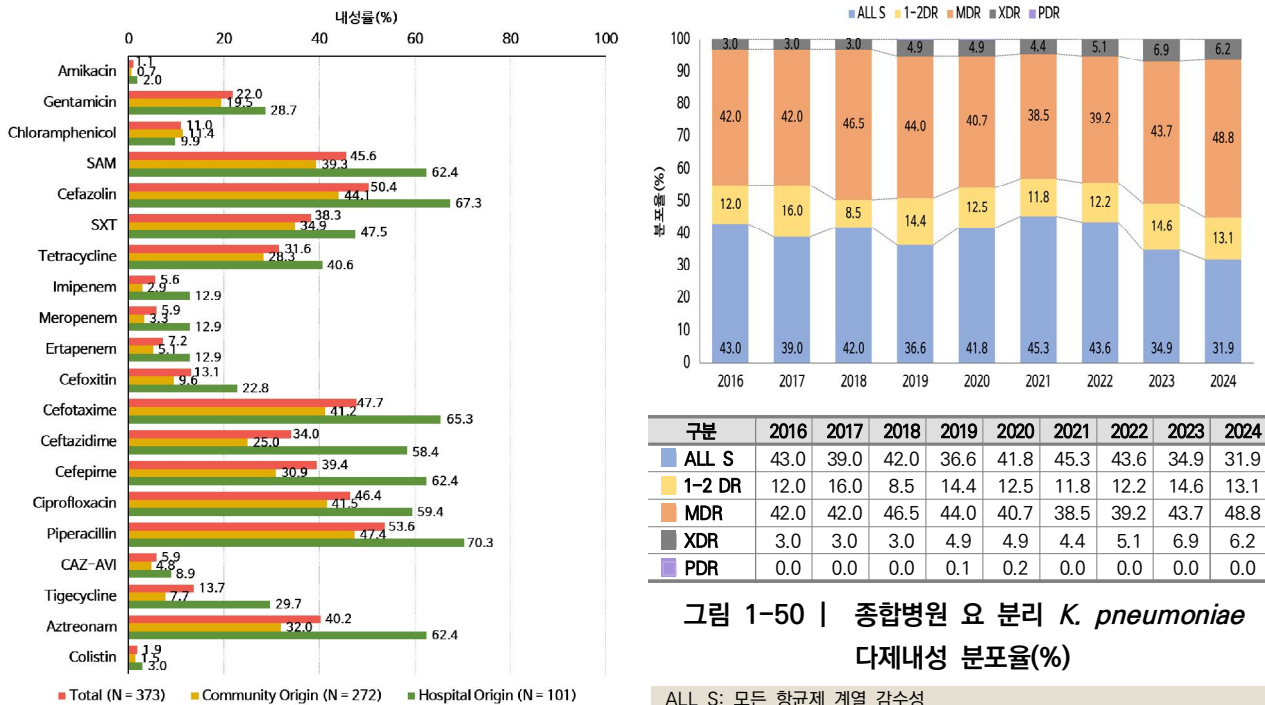


그림 1-49 | 2024년 종합병원 요 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 내성률(%)

그림 1-50 | 종합병원 요 분리 *K. pneumoniae* 다제내성 분포율(%)

ALL S: 모든 항균제 계열 감수성
 1-2 DR: 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 1-15 | 종합병원 하부호흡기 검체 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
(N)								2,890	2,177
● Amikacin	-	-	-	-	-	-	-	4.2	2.8
● Gentamicin	-	-	-	-	-	-	-	16.5	15.5
● Chloramphenicol	-	-	-	-	-	-	-	7.5	8.4
● SAM ^a	-	-	-	-	-	-	-	36.4	33.9
● Cefazolin	-	-	-	-	-	-	-	38.5	35.0
● SXT ^b	-	-	-	-	-	-	-	28.4	27.3
● Tetracycline	-	-	-	-	-	-	-	23.7	23.1
● Imipenem	-	-	-	-	-	-	-	8.0	5.6
● Meropenem	-	-	-	-	-	-	-	9.1	7.4
● Ertapenem	-	-	-	-	-	-	-	10.3	8.3
● Cefoxitin	-	-	-	-	-	-	-	14.6	12.3
● Cefotaxime	-	-	-	-	-	-	-	36.1	33.3
● Ceftazidime	-	-	-	-	-	-	-	31.0	27.0
● Cefepime	-	-	-	-	-	-	-	31.8	28.4
● Ciprofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	37.1	33.6
● Piperacillin	-	-	-	-	-	-	-	40.1	36.5
● CAZ-AVI ^c	-	-	-	-	-	-	-	8.8	7.2
● Tigecycline	-	-	-	-	-	-	-	15.7	12.8
● Aztreonam	-	-	-	-	-	-	-	34.3	30.7
● Colistin	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.0

^a SAM: Ampicillin-sulbactam^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole^c CAZ-AVI: Ceftazidime-avibactam

2. 국내 항균제 내성균 조사 결과(종합병원)

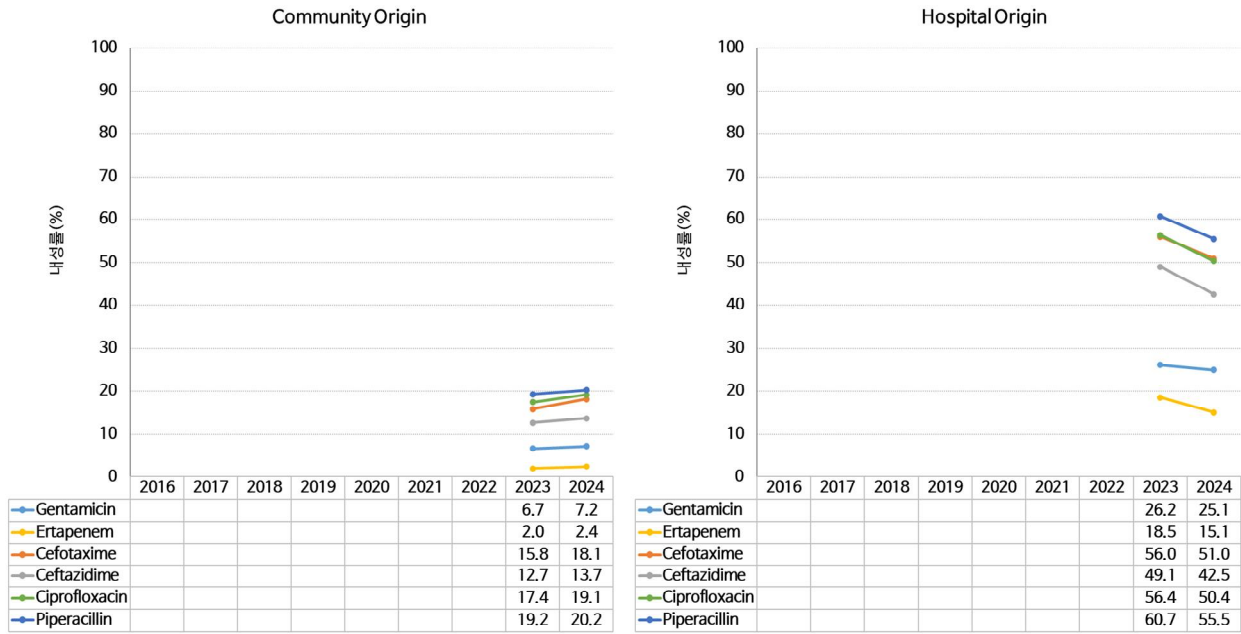


그림 1-51 | 종합병원 하부호흡기 검체 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 내성률 추이

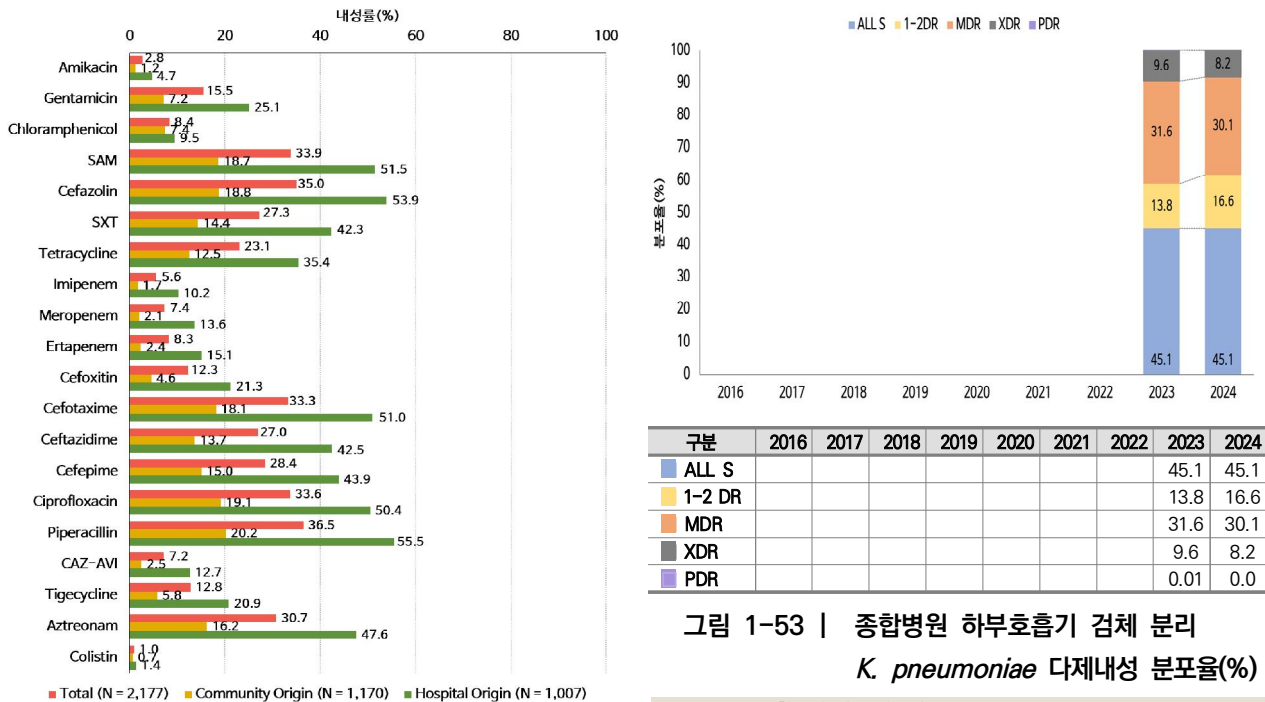


그림 1-52 | 2024년 종합병원 하부호흡기 검체 분리 *K. pneumoniae* 감염구분별 내성률(%)

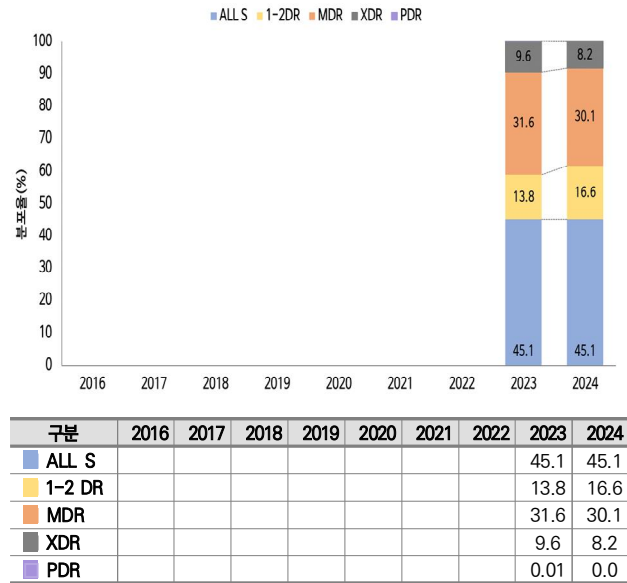


그림 1-53 | 종합병원 하부호흡기 검체 분리 *K. pneumoniae* 다제내성 분포율(%)

ALL S: 모든 항균제 계열 감수성
 1-2 DR: 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

2. 3. 6. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)

내성 현황 혈액 분리 *P. aeruginosa*의 Piperacillin에 대한 내성률은 29.5%로 지속적으로 증가하고 있다. 항-녹농균 Cephalosporin 계열 항균제인 Ceftazidime에 대한 내성률은 23.1%로 전년도 19.0%에 비해 증가하였다. Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem에 대한 내성률은 2022년과 유사한 34.3%로 나타났다. Piperacillin과 Ceftazidime 내성률의 증가로, 모든 항균제 감수성(ALL S) 균주가 감소하고, 1~2 DR 균주가 증가하였다. (표 1-16, 그림 1-54, 1-55, 1-56)

내성 기전 Carbapenem-내성 *P. aeruginosa*의 내성 기전은 다양하지만 크게 카바페넴분해효소(carbapenemase) 생성에 의한 기전과 비효소적 기전으로 나뉜다. 비효소적 기전 중 하나인 외막 투과성 감소는 세포 안으로 들어가는 유일한 통로인 포린(porin)단백질의 기능이 상실 또는 감소되면서 항균제 내성이 발현된다. 카바페넴분해효소 생성에 의한 내성 기전은 임상적으로 중요한 내성 기전이다. 카바페넴분해효소는 작용 기전과 활성 부위에 따라 Ambler class A, B, D로 분류되며, 이 분류 안에 GES, IMP, VIM, NDM, OXA 등의 주요 효소 유형이 포함된다. 2023년에는 Carbapenem 내성 균주의 45.1%가 카바페넴분해효소 생성 균주였으나, 올해는 전년 대비 감소한 31.8%에서 카바페넴분해효소 생성 균주임을 확인하였다. 전년 대비 카바페넴분해효소 생성 균주의 분리 건수는 유사하였으나, 카바페넴분해효소 비생성 균주의 비율이 전년 54.9%에서 올해 68.2%로 증가하였다. 특히 KPC-2, NDM-1 유전자를 모두 보유한 균주가 발견되어 내성 확산 단계가 더 증가하고 있음을 시사한다. (그림 1-57)

표 1-16 | 종합병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
(N)	102	149	157	182	206	233	230	269	251	
● Amikacin	6.9	5.4	7.6	14.8	15.0	19.7	20.9	18.2	19.1	
● Gentamicin	10.8	8.7	12.1	17.0	20.4	26.6	23.5	21.9	22.3	
● Tobramycin	9.8	6.0	10.8	14.3	18.4	22.7	23.0	21.2	21.1	
● Piperacillin	11.8	14.1	12.1	11.0	20.9	24.5	23.0	24.9	29.5	
● TZP ^a	9.8	12.1	8.9	9.9	16.0	18.9	18.3	20.4	27.5	
● Imipenem	17.6	19.5	17.8	25.8	33.5	36.9	34.8	30.5	34.3	
● Meropenem	14.7	18.1	24.2	23.6	30.1	35.6	32.6	27.1	33.5	
● Ceftazidime	9.8	14.1	12.7	12.6	16.5	18.0	17.0	19.0	23.1	
● Cefepime	11.8	10.7	13.4	14.3	16.0	18.0	17.4	19.3	25.5	
● Ciprofloxacin	15.7	15.4	20.4	20.3	31.6	33.5	32.2	30.1	29.5	
● Aztreonam	-	-	-	-	15.5	13.7	13.9	11.9	17.9	
● Colistin	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	3.4	3.9	0.0	0.0	

^a TZP: Piperacillin-tazobactam

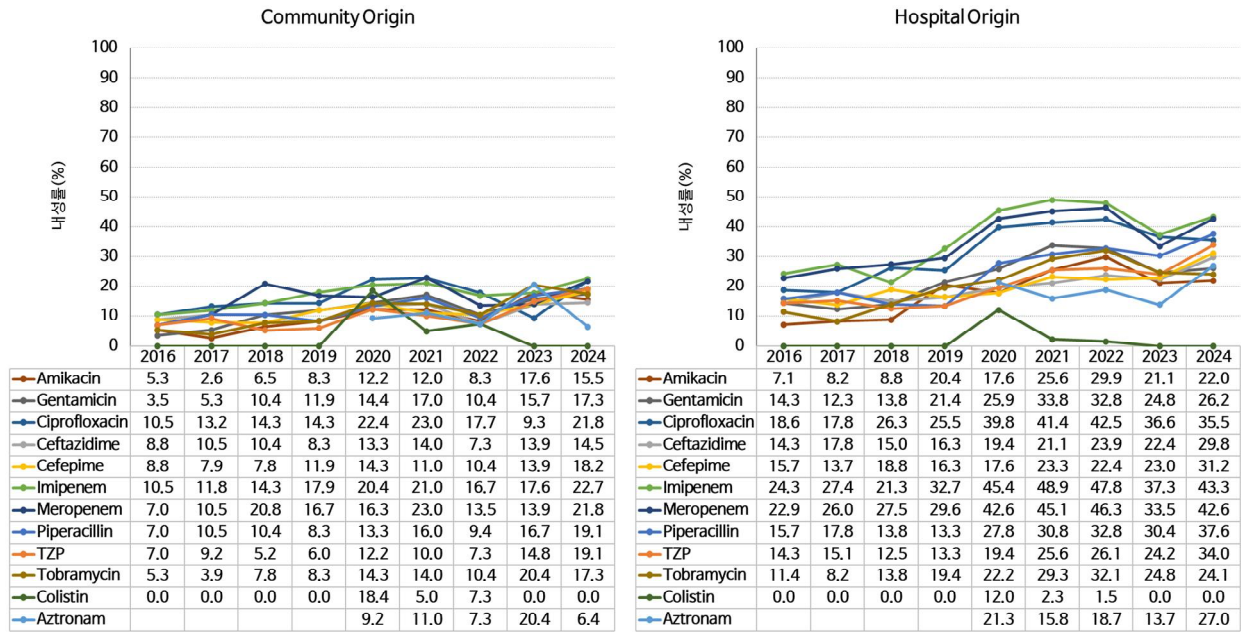


그림 1-54 | 종합병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 감염구분별 내성률 추이

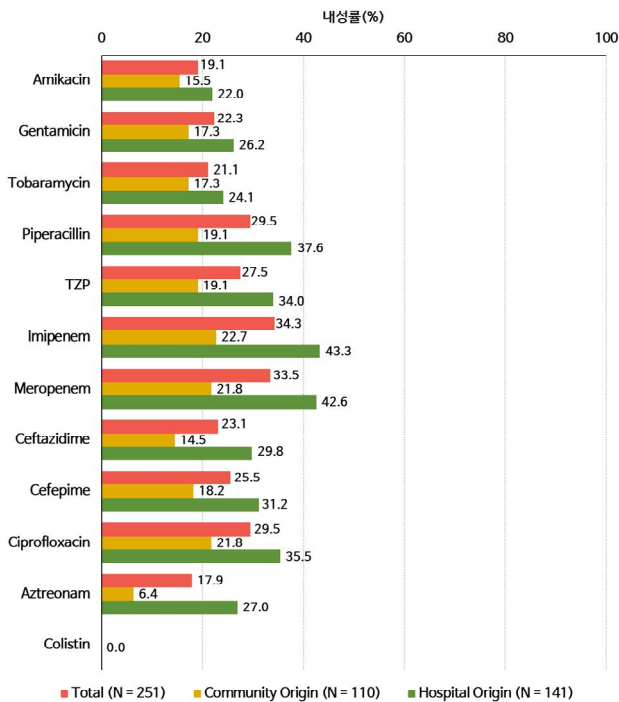


그림 1-55 | 2024년 종합병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 감염구분별 내성률(%)

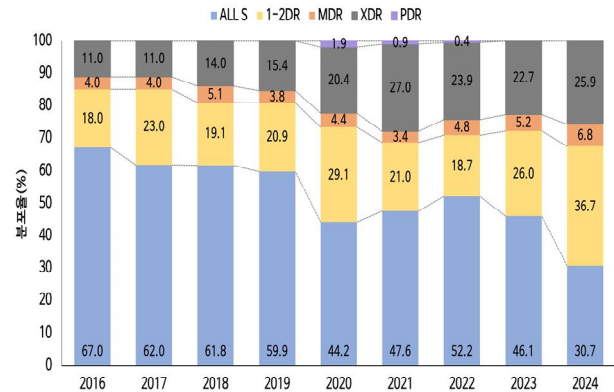
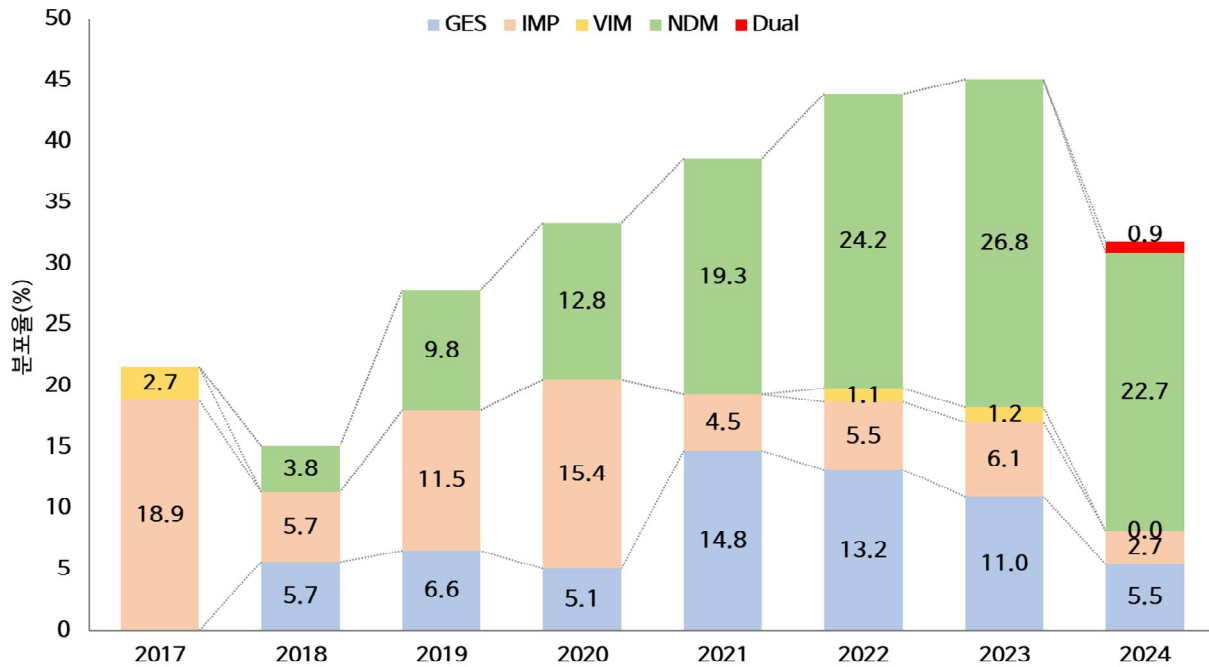


그림 1-56 | 종합병원 혈액 분리 *P. aeruginosa* 다제내성 분포율(%)

구분	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ALL S	67.0	62.0	61.8	59.9	44.2	47.6	52.2	46.1	30.7
1-2 DR	18.0	23.0	19.1	20.9	29.1	21.0	18.7	26.0	36.7
MDR	4.0	4.0	5.1	3.8	4.4	3.4	4.8	5.2	6.8
XDR	11.0	11.0	14.0	15.4	20.4	27.0	23.9	22.7	25.9
PDR	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.9	0.4	0.0	0.0

ALL S: 모든 항균제 계열 감수성
 1-2 DR: 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

2. 국내 항균제 내성균 조사 결과(종합병원)



구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
GES (GES-5,9,14,24)	0 (0.0%)	3 (5.7%)	4 (6.6%)	4 (5.1%)	13 (14.8%)	12 (13.2%)	9 (11.0%)	6 (5.5%)
IMP (IMP-1,6)	7 (18.9%)	3 (5.7%)	7 (11.5%)	12 (15.4%)	4 (4.5%)	5 (5.5%)	5 (6.1%)	3 (2.7%)
VIM (VIM-2)	1 (2.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (1.1%)	1 (1.2%)	0 (0.0%)
NDM (NDM-1)	0 (0.0%)	2 (3.8%)	6 (9.8%)	10 (12.8%)	17 (19.3%)	22 (24.2%)	22 (26.8%)	25 (22.7%)
Dual (KPC-2, NDM-1)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (0.9%)
No carbapenemase or unknown	29 (78.4%)	45 (84.9%)	44 (72.1%)	52 (66.7%)	54 (61.4%)	51 (56.0%)	45 (54.9%)	75 (68.2%)

그림 1-57 | 종합병원 혈액 분리 *P. aeruginosa*의 carbapenem 내성 기전 분포

2. 3. 7. 아시네토박터균속(*Acinetobacter* spp.)

내성 현황 혈액 분리 *Acinetobacter* spp. 중 *A. baumannii*가 161주였으며, non-*baumannii* *Acinetobacter*가 22주였다. *A. baumannii* 혈액 분리 균주의 carbapenem 계열 항균제 내성률은 Imipenem과 Meropenem에 대하여 각각 75.8%, 75.8%로 비교적 높았지만, 전년 대비 감소하였다. 반면 non-*baumannii* *Acinetobacter*의 경우 carbapenem 내성 균주가 상대적으로 적게 분리되어 Imipenem과 Meropenem에 대한 내성률은 각각 13.6%, 18.2%였다. (표 1-17, 1-18, 그림 1-58, 1-59, 1-60, 1-61, 1-62, 1-63)

내성 기전 *A. baumannii*의 carbapenem 내성 기전은 카바페넴분해효소(carbapenemase)인 OXA-23 생성이 가장 빈번하며 국내에서도 대부분의 균주가 이에 해당한다. 2024년에 분리된 carbapenem-내성 *A. baumannii* 122주 중 109주가 OXA-23 생성 *A. baumannii*였으며, 13주는 다른 내성 기전을 확인하지 못하였다. Non-*baumannii* *Acinetobacter* 중 3주가 carbapenem 내성이었으며, *A. pittii* 1주, *A. nosocomialis* 1주, *A. soli* 1주가 분리되었다. *A. nosocomialis*, *A. soli*는 OXA-23 생성 균주였으며, *A. pittii*에서는 연관된 내성 기전을 확인할 수 없었다.

표 1-17 | 종합병원 혈액 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
(N)	131	203	210	187	180	231	363	269	161	
● Amikacin	68.7	70.9	64.8	71.4	67.2	78.8	73.6	69.8	59.6	
● Gentamicin	69.5	75.9	66.7	76.2	69.4	83.1	76.3	74.3	66.5	
● SAM ^a	71.0	81.3	76.2	77.8	81.1	61.0	60.3	77.4	68.3	
● Tobramycin	67.9	71.9	64.8	74.1	67.8	79.2	73.6	72.0	63.4	
● Piperacillin	88.5	93.1	89.5	90.8	87.8	87.9	85.1	85.6	76.4	
● TZP ^b	-	-	-	-	87.2	82.7	85.1	85.9	75.8	
● Imipenem	87.8	92.1	89.0	90.3	87.2	87.9	85.7	85.3	75.8	
● Meropenem	87.8	92.1	89.0	90.3	87.2	87.9	86.0	85.6	75.8	
● Ceftazidime	84.7	87.7	86.7	90.8	86.7	86.6	81.8	83.1	74.5	
● Cefepime	87.8	92.6	90.5	91.4	87.2	85.7	82.9	85.3	76.4	
● Ciprofloxacin	88.5	92.1	90.5	90.8	88.9	89.2	86.0	85.6	78.9	
● Tigecycline	3.8	5.4	2.9	16.8	1.7	11.7	12.1	2.3	8.7	
● Colistin	0.0	0.0	0.0	0.5	7.2	0.9	4.1	1.1	1.9	
● Minocycline	1.5	2.0	0.5	12.2	0.0	0.9	0.3	7.6	1.2	

^a SAM: Ampicillin-sulbactam^b TZP: Piperacillin-tazobactam

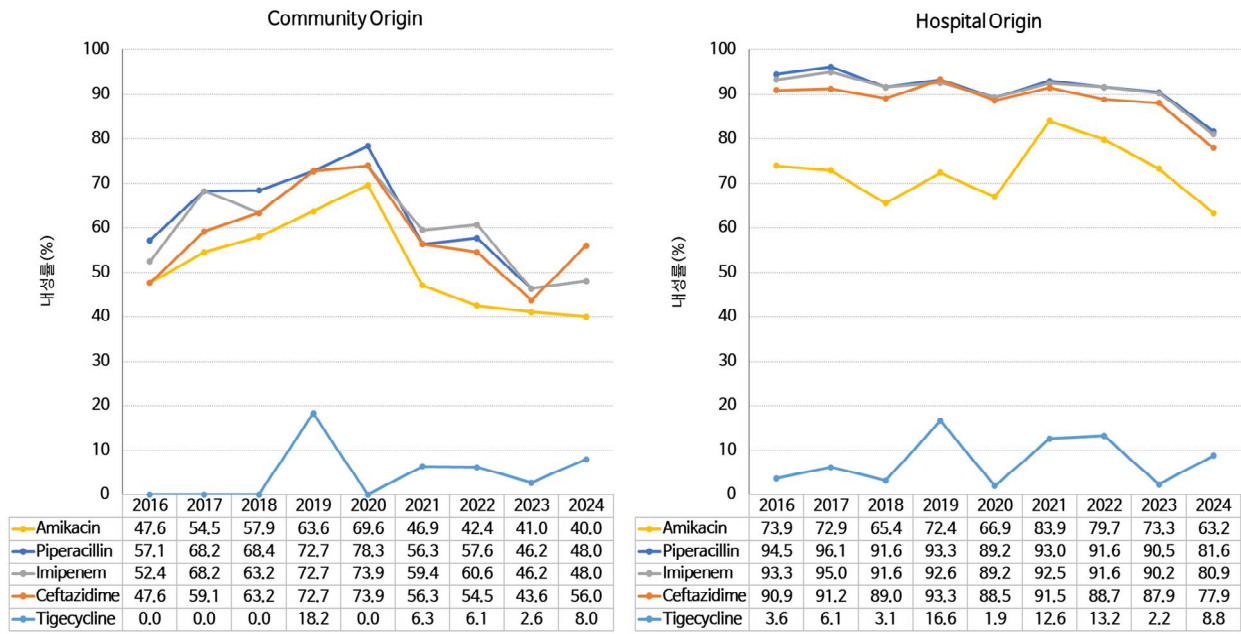


그림 1-58 | 종합병원 혈액 분리 *A. baumannii* 감염구분별 내성률 추이

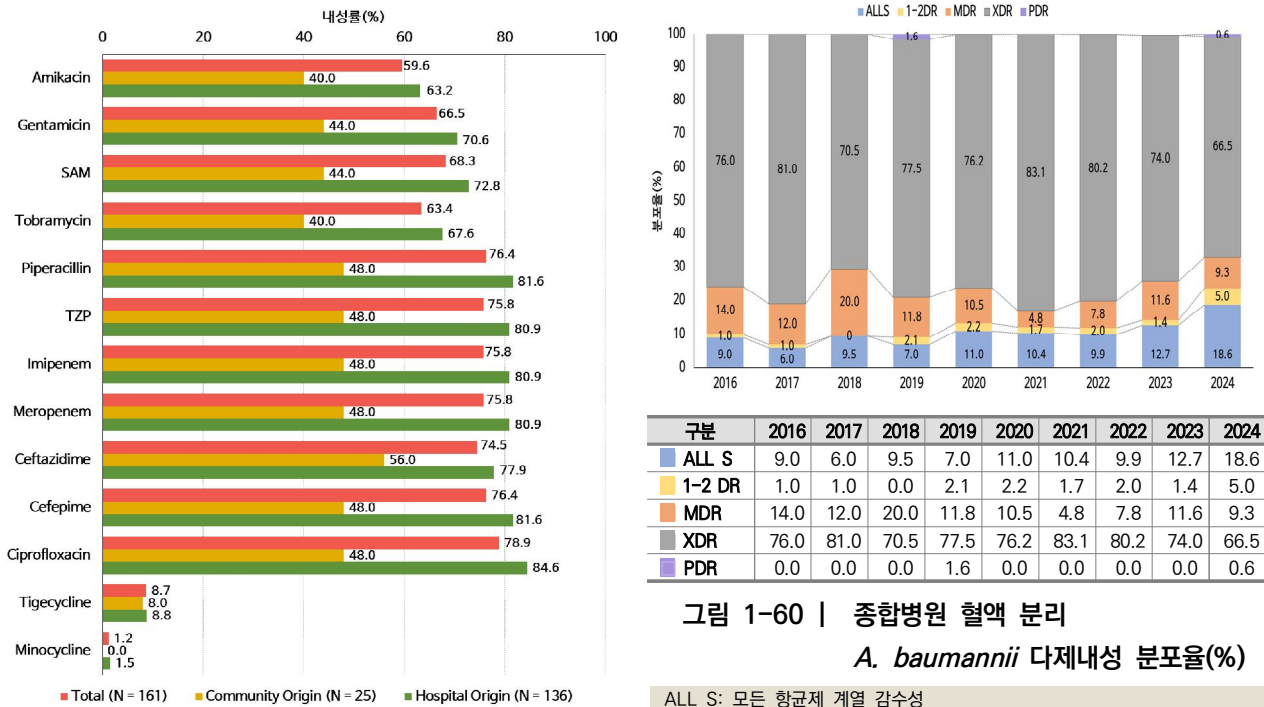


그림 1-59 | 2024년 종합병원 혈액 분리 *A. baumannii* 감염구분별 내성률(%)

그림 1-60 | 종합병원 혈액 분리 *A. baumannii* 다제내성 분포율(%)

ALL S: 모든 항균제 계열 감수성
 1-2 DR: 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 1-18 | 종합병원 혈액 분리 Non-*baumannii* *Acinetobacter* 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
(N)	38	32	37	38	37	34	25	40	22	
● Amikacin	13.2	3.1	5.4	0.0	2.7	2.9	12.0	5.0	4.5	
● Gentamicin	15.8	6.3	8.1	5.4	16.2	11.8	36.0	15.0	9.1	
● SAM ^a	2.6	9.4	5.4	2.7	5.4	0.0	28.0	7.5	9.1	
● Tobramycin	7.9	0.0	5.4	0.0	5.4	2.9	8.0	5.0	4.5	
● Piperacillin	10.5	9.4	24.3	8.1	10.8	5.9	32.0	15.0	18.2	
● TZP ^b	-	-	-	-	5.4	2.9	28.0	15.0	9.1	
● Imipenem	5.3	3.1	13.5	8.1	8.1	2.9	32.0	17.5	13.6	
● Meropenem	5.3	3.1	16.2	8.1	8.1	2.9	32.0	17.5	18.2	
● Ceftazidime	5.3	3.1	13.5	10.8	2.7	5.9	12.0	7.5	4.5	
● Cefepime	7.9	3.1	10.8	13.5	13.5	0.0	28.0	25.0	4.5	
● Ciprofloxacin	10.5	6.3	13.5	18.9	21.6	23.5	16.0	27.5	18.2	
● Tigecycline	0.0	0.0	0.0	2.7	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
● Colistin	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2	11.8	12.0	0.0	0.0	
● Minocycline	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	

^a SAM: Ampicillin-sulbactam^b TZP: Piperacillin-tazobactam

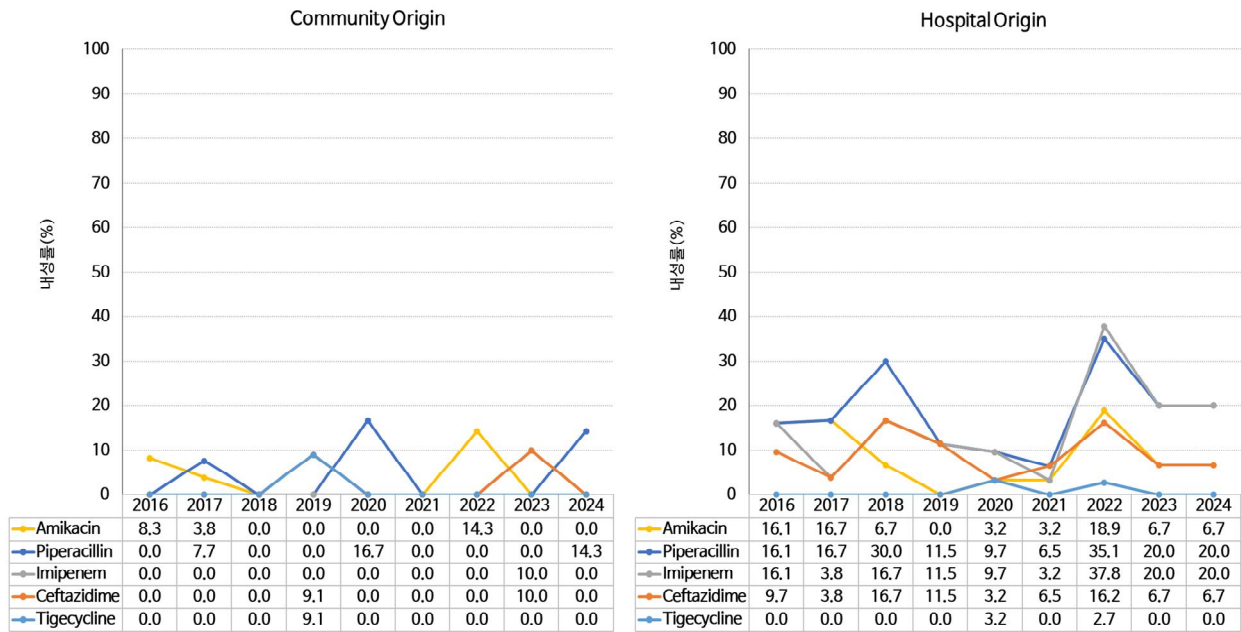


그림 1-61 | 종합병원 혈액 분리 Non-*baumannii* *Acinetobacter* 감염구분별 내성률 추이

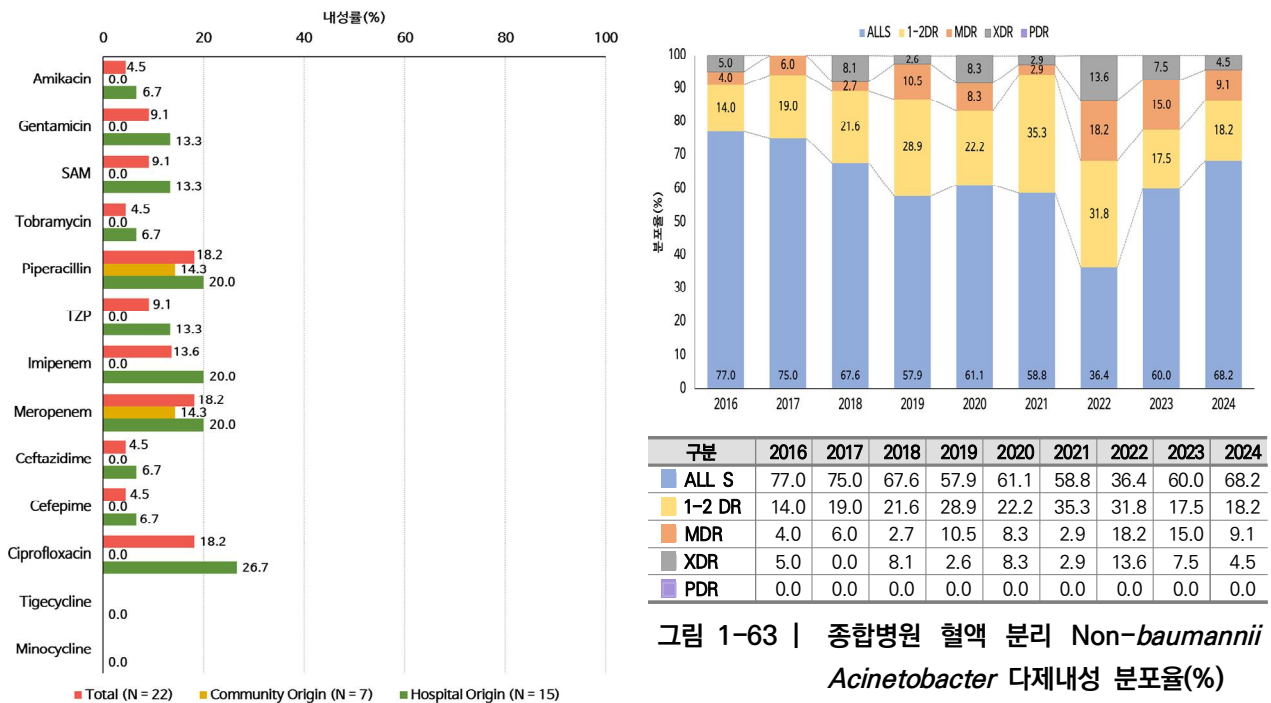


그림 1-62 | 2024년 종합병원 혈액 분리 Non-*baumannii* *Acinetobacter* 감염구분별 내성률(%)

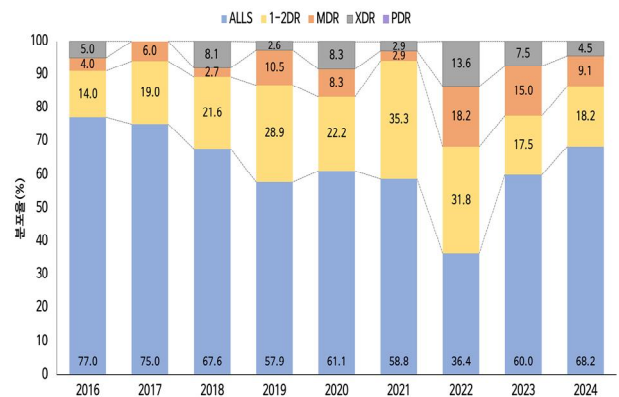


그림 1-63 | 종합병원 혈액 분리 Non-*baumannii* *Acinetobacter* 다제내성 분포율(%)

ALL S: 모든 항균제 계열 감수성
 1-2 DR: 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

2. 3. 8. 살모넬라균속(*Salmonella* spp.)

내성 현황 *Salmonella* spp. 균주는 총 135주를 수집하였으며 수집된 검체로는 혈액 검체 47주, 대변 검체 88주였다. Cefotaxime에 대한 내성률은 10.4%로 2023년 14.5% 대비 감소하였다. Ciprofloxacin 비감수성률도 48.9%로 나타나면서 전년 44.6% 대비 증가하였다. 다른 항균제에 대한 내성률은 전반적으로 감소하였으며, Ampicillin 내성률은 23.7%, Tetracycline과 SXT (Trimethoprim-sulfamethoxazole) 내성률은 18.5%, 11.9%, Colistin 내성률은 2.2%로 나타났다. (표 1-19, 그림 1-64, 1-65)

내성 기전 Fluoroquinolone 계열 항균제에 비감수성인 *Salmonella*를 대상으로 *gyrA*, *parC* 유전자 염기서열 분석을 시행하였다. 대변 검체에서 분리된 Ciprofloxacin 비감수성 *Salmonella* 균주 총 45주에 대한 유전자 분석한 결과, 35주에서 *gyrA* 유전자 돌연변이, 10주에서 *gyrA* 유전자 변이가 없는 것으로 확인되었다. 35주의 *gyrA* 유전자 돌연변이 균주중에서 D87Y 변이 29주, D87N 변이 5주, S83Y 변이 1주가 발견되었다. 또한 *parC* 유전자의 T57S 변이는 총 9주에서 발견되었으며, 변이 분포는 *gyrA* D87Y 변이가 있는 29주 중 6주(이중 변이), S83Y 변이가 있는 1주(이중 변이), *gyrA*에 변이가 없는 10주 중 2주(단독 변이)로 확인되었다. 3세대 cephalosporin 계열 항균제 내성 *Salmonella*는 총 14주였으며, 그중 CTX-M-1군 ESBL 생성 균주 6주(CTX-M-15 생성 균주 3주, CTX-M-55 생성 균주 3주) 및 CTX-M-9군 ESBL 생성 균주는 8주(CTX-M-65 생성 균주 8주 모두)로 확인되었다.

표 1-19 | 종합병원 혈액 및 대변 분리 *Salmonella* spp. 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
(N)	105	228	218	187	139	202	219	269	135	
● Amikacin	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	0.0	0.7	
● Gentamicin	-	-	-	-	1.4	5.4	32.0	7.8	10.4	
● Chloramphenicol	-	-	-	-	8.6	11.9	13.7	21.2	15.6	
● Ampicillin	-	-	-	-	32.4	23.8	38.8	33.8	23.7	
● SXT ^a	-	-	-	-	7.9	17.8	11.0	12.3	11.9	
● Tetracycline	-	-	-	-	25.9	17.8	32.0	29.4	18.5	
● Imipenem	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
● Cefoxitin	-	-	-	-	1.4	1.5	0.9	1.1	0.7	
● Cefotaxime	4.8	8.8	8.7	9.6	5.0	6.4	11.9	14.5	10.4	
● Ceftazidime	2.9	6.1	6.9	7.5	4.3	4.0	9.6	9.7	4.4	
● Ceftriaxone	-	-	-	-	4.3	6.4	11.9	14.1	10.4	
● Azithromycin	0.1	0.4	2.3	1.1	2.2	0.5	0.0	1.1	0.7	
● Ciprofloxacin ^b	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)	2.2 (48.9)	
● Colistin	-	-	-	-	6.5	9.9	9.1	5.9	2.2	

^a SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole^b Ciprofloxacin의 경우 내성률과 비감수성률(Non-susceptibility rate)을 병기함

2. 국내 항균제 내성균 조사 결과(종합병원)

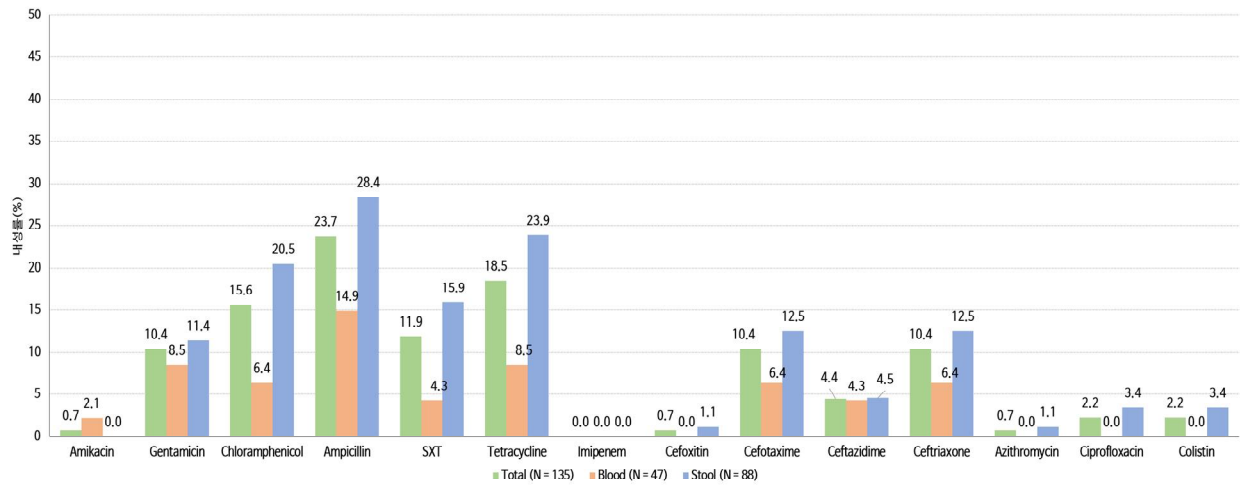
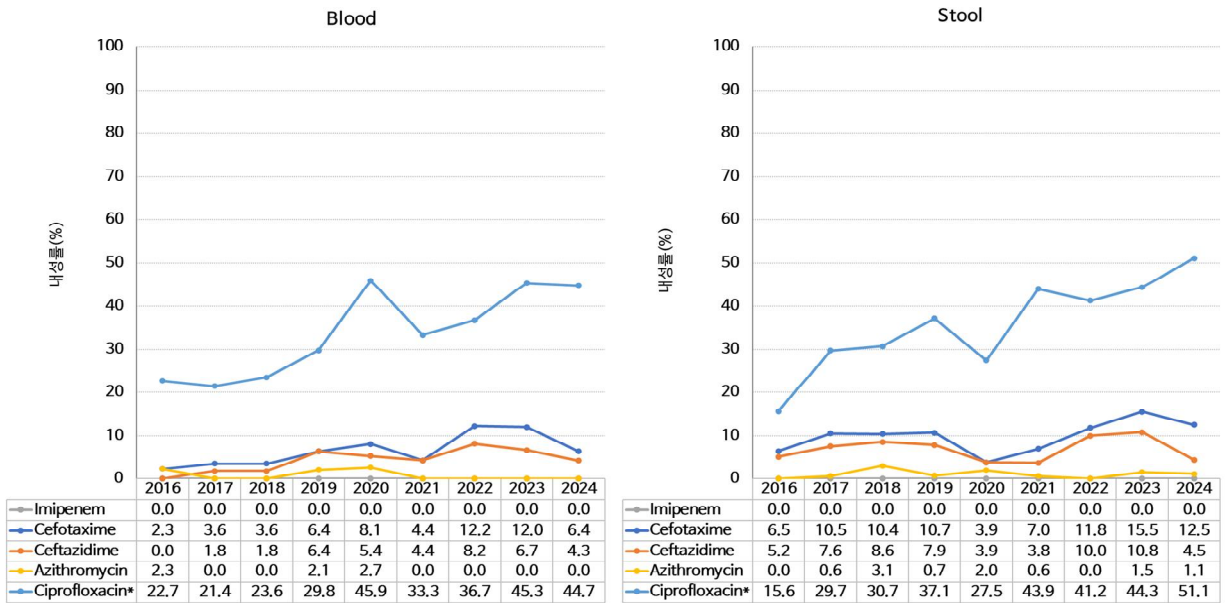


그림 1-64 | 종합병원 혈액 및 대변 분리 *Salmonella* spp.의 검체별 내성률(%)



* Ciprofloxacin의 경우 내성률과 비감수성률(Non-susceptibility rate)에 대한 수치임

그림 1-65 | 종합병원 혈액 및 대변 분리 *Salmonella* spp.의 검체별 내성률 추이

2. 3. 9. 헤모필루스균속(*Haemophilus* spp.)

내성 현황 2023년부터 *Haemophilus* spp.에 대한 감시가 시작되었다. 2024년에는 총 107주를 수집하였으며 수집된 검체로는 혈액 검체 8주, 하부호흡기 검체 분리 98주, 뇌척수액 검체 1주였다. Ampicillin 내성률은 66.4%, AMC (Amoxicillin-clavulanate) 내성률은 13.1%로 전년과 유사하였으나, SXT (Trimethoprim-sulfamethoxazole) 내성률은 53.3%로 전년 대비 감소하였다. 반면, Rifampicin 내성률은 0.9%로 전년 대비 증가하였다. Cefotaxime, Meropenem에 대한 내성 균주는 확인되지 않았다. (표 1-20)

표 1-20 | 종합병원 혈액, 하부호흡기 및 뇌척수액 분리 *Haemophilus* spp. 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
(N)	-	-	-	-	-	-	-	118	107
● Chloramphenicol	-	-	-	-	-	-	-	0.8	0.9
● Ampicillin	-	-	-	-	-	-	-	66.1	66.4
● AMC ^a	-	-	-	-	-	-	-	13.6	13.1
● Penicillin	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
● SXT ^b	-	-	-	-	-	-	-	61.9	53.3
● Tetracycline	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
● Meropenem	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
● Cefuroxime	-	-	-	-	-	-	-	31.4	-
● Cefotaxime	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
● Ceftriaxone	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
● Cefepime	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-
● Ciprofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
● Levofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
● Rifampicin	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.9

^a AMC: Amoxicillin-clavulanate

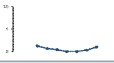
^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

2. 3. 10. 클로스트리디오이데스 디피실균(*Clostridioides difficile*)

내성 현황 Fluoroquinolone 계열 항균제인 Moxifloxacin에 대한 내성률은 2018년에 비해 감소하여 2024년에는 22.1%로 나타났다. 또한 β -lactam 계열 항균제인 Ampicillin에 대한 내성률은 9.6%, 2세대 Cephalosporin 계열 항균제인 Cefotetan 내성률은 17.3%, Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem 내성률은 23.6%로 나타났다. *C. difficile* 장염 감염증의 치료 항균제인 Metronidazole과 Vancomycin에 대한 내성균주는 2018년부터 현재까지 수집되지 않았다. (표 1-21, 그림 1-66, 1-67, 1-68)

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

표 1-21 | 종합병원 대변 분리 *C. difficile* 항균제 내성률(%)

항균제명	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
(N)	-	-	410	305	229	227	270	301	207	
● Chloramphenicol	-	-	1.2	0.7	0.4	0.0	0.0	0.3	1.0	
● Metronidazole	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
● Clindamycin	-	-	68.3	70.5	76.0	72.7	84.1	83.4	95.2	
● Ampicillin	-	-	11.5	20.0	42.4	23.8	22.2	18.9	9.6	
● Tetracycline	-	-	16.6	14.4	15.3	10.1	11.1	17.9	15.4	
● Imipenem	-	-	44.1	48.2	37.6	58.6	38.9	24.3	23.6	
● Cefotetan	-	-	33.2	25.9	20.1	22.5	14.1	15.3	17.3	
● Moxifloxacin	-	-	44.4	39.3	34.1	34.4	25.2	25.9	22.1	
● Vancomycin	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
● Rifaximin	-	-	16.8	13.1	11.8	11.9	7.4	6.3	3.8	

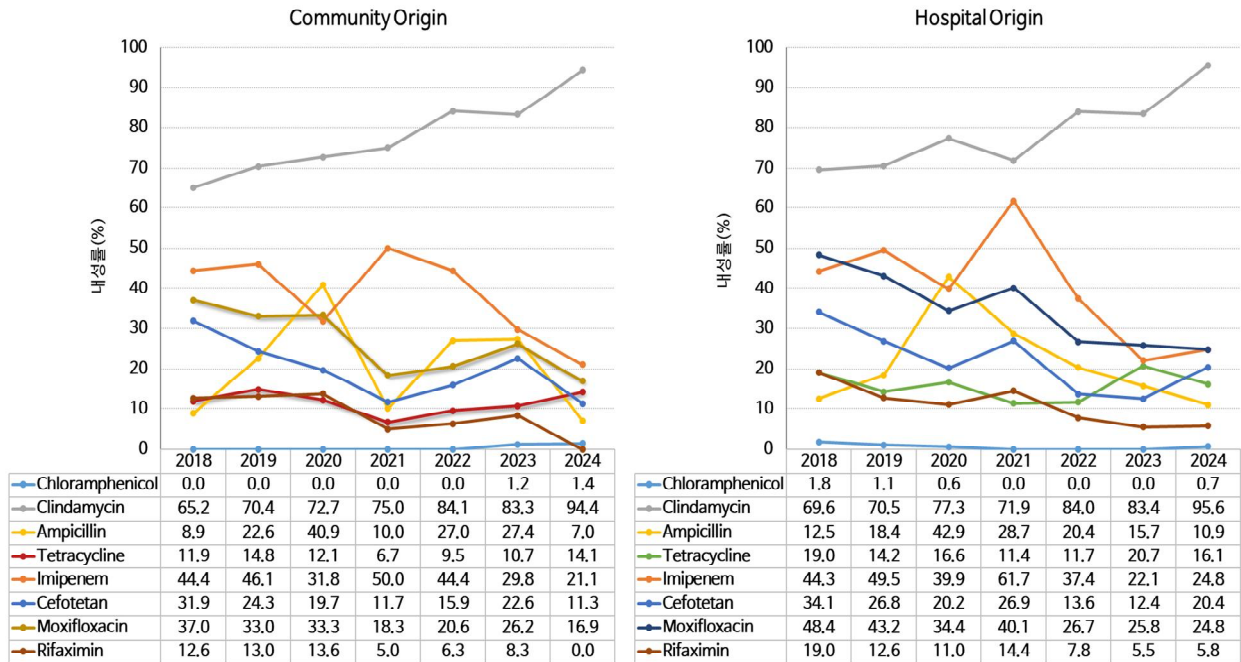


그림 1-66 | 종합병원 대변 분리 *C. difficile* 감염구분별 내성률 추이

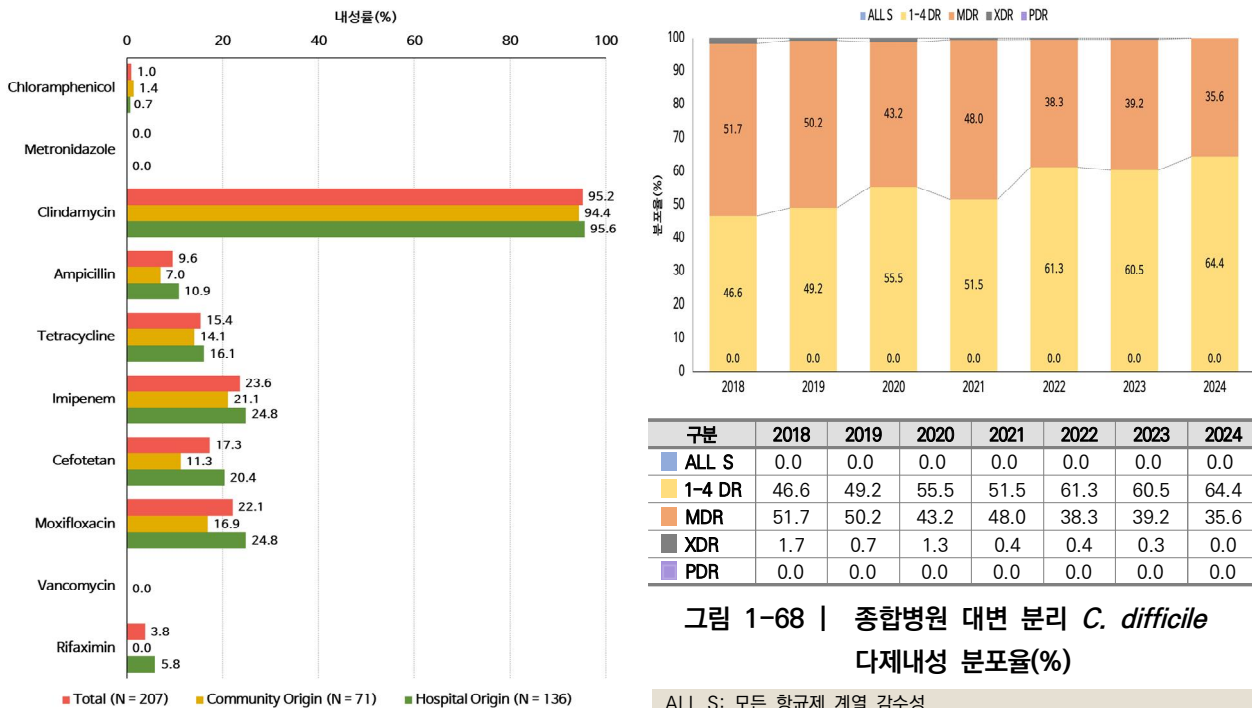


그림 1-67 | 2024년 종합병원 대변 분리 *C. difficile* 감염구분별 내성률(%)

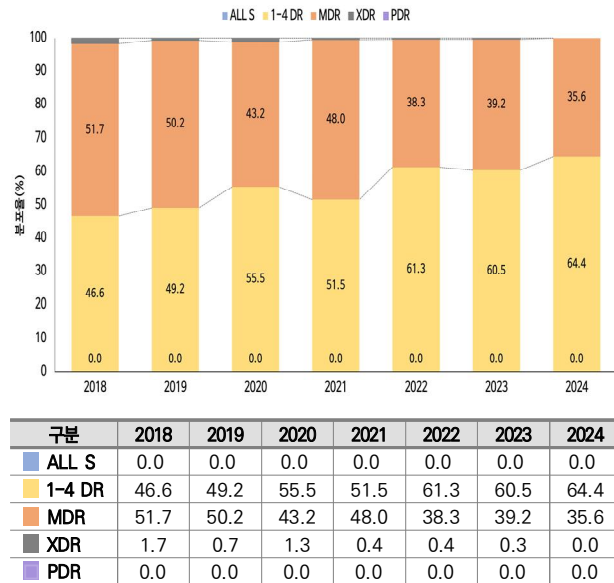


그림 1-68 | 종합병원 대변 분리 *C. difficile* 다제내성 분포율(%)

ALL S: 모든 항균제 계열 감수성
 1-4 DR: 1~4개 항균제 계열만 비감수성
 MDR: 5개 이상의 항균제 계열 비감수성
 XDR: 1~2개 항균제 계열만 감수성, 나머지 모두 비감수성
 PDR: 모든 항균제 계열 비감수성

2. 3. 11. 세균성이질균속(*Shigella* spp.)

2024년 종합병원 수집센터에서 *Shigella* spp.는 수집되지 않았다.

2. 3. 12. 임균(*Neisseria gonorrhoeae*)

2024년 종합병원 수집센터에서 *N. gonorrhoeae*는 수집되지 않았다.

2. 3. 13. 수막구균(*Neisseria meningitidis*)

2024년 종합병원 수집센터에서 *N. meningitidis*는 수집되지 않았다.

2. 3. 14. 칸디다균속(*Candida* spp.)

내성 현황 2024년도 1년간 10개 권역 수집센터에서 수집한 혈액에서 분리된 *Candida* spp.은 총 407주이었다. 균속 분포를 확인하였을 때, *Candida albicans*가 162주로 가장 흔하게 분리되었고 *Candida tropicalis*가 93주로 두 번째로 많았다. 이는 이전까지 *Candida glabrata*가 두 번째로 많이 분리되었던 지난 결과와는 다른 양상이었다. 그 이후로 *Candida parapsilosis* 65주, *Candida glabrata* 62주 순이었다. 또한, *Candida auris*는 13주 분리되어 점차 증가하는 양상을 보였다. (표 1-22)

수집된 *Candida* spp.을 대상으로 항진균제 감수성 검사를 시행하였고, 그 결과를 균종에 따라 CLSI 또는 CDC 판정 기준을 사용하여 내성, 중간 내성 또는 용량 의존 감수성, 감수성으로 판정하였고 내성, 중간 내성 또는 용량 의존 감수성을 보인 균주는 비감수성으로 간주하였다. Fluconazole 내성 판정 대상인 396주 중 Fluconazole 내성을 보인 균주는 총 21주(*C. auris* 11주, *C. tropicalis* 4주, *C. albicans* 2주, *C. parapsilosis* 2주, *C. glabrata* 1주, *C. krusei* 1주)로 내성률은 5.3%, 용량 의존 감수성은 총 66주(*C. glabrata* 61주, *C. tropicalis* 3주, *C. albicans* 1주, *C. parapsilosis* 1주)로 16.7%이었다. Voriconazole 내성 판정 대상이 되는 320주 중 내성 균주는 *C. tropicalis* 1주가 있었고, 중간 내성이 13주(*C. tropicalis* 9주, *C. parapsilosis* 2주, *C. albicans* 2주)로 중간 내성률은 4.1%이었다.

내성 기전 Fluconazole 내성 또는 비감수성을 보이는 *Candida* spp.을 대상으로 내성 연관 유전자(PDR1 또는 ERG11)를 검사하였다. Fluconazole 내성을 보인 *C. glabrata* 1주를 대상으로 PDR1 검사를 시행한 결과 F322S 변이가 확인되었다. Fluconazole 비감수성 *C. auris* 11주, *C. tropicalis* 7주, *C. albicans* 3주, *C. parapsilosis* 3주에 대해 ERG11 돌연변이 검사를 시행한 결과, 내성과 연관된 변이가 *C. auris* 10주(Y132F), *C. parapsilosis* 2주(Y132F), *C. tropicalis* 2주(F145L 또는 Y257H), *C. albicans* 1주(K143R)에서 관찰되었다.

Echinocandin 계열 항진균제 검사는 Anidulafungin, Caspofungin, Micafungin에 대해 시행하였다. Echinocandin 계열 항진균제 내성을 판정할 수 있는 398주 중 Anidulafungin, Caspofungin, Micafungin 비감수성 균주는 없었다.

C. auris 13주를 대상으로 multilocus sequencing typing을 이용해 clade를 감별한 결과 11주는 clade I, 2주는 clade II였다. Clade I *C. auris* 11 균주는 총 3개의 수집센터에서 수집되었고, 그중 9주는 1개의 수집센터에서 수집되었다.

표 1-22 | 종합병원 혈액 분리 *Candida* spp.의 균종별 분리 건수 및 항진균제 내성률(%)과 비감수성률(%)

종명	분리 건수					2024년 항진균제 내성률(비감수성률) ^a					
	2020 (N=356)	2021 (N=410)	2022 (N=442)	2023 (N=483)	2024 (N=407)	Fluconazole	Voriconazole	Micafungin	Caspofungin ^b	Anidulafungin	Amphotericin B
<i>C. albicans</i>	172	176	201	204	162	1.2 (1.9)	0 (1.2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	ND (ND)
<i>C. glabrata</i>	57	76	87	103	62	1.6 (100)	ND (ND)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	ND (ND)
<i>C. tropicalis</i>	61	74	72	85	93	4.3 (7.5)	1.1 (10.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	ND (ND)
<i>C. parapsilosis</i>	46	62	60	65	65	3.1 (4.6)	0 (3.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	ND (ND)
<i>C. lusitanae</i>	4	5	5	8	3	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)
<i>C. auris</i> ^c	0	1	7	5	13	84.6 (84.6)	ND (ND)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	84.6 (84.6)
<i>C. guilliermondii</i>	10	2	0	4	2	ND (ND)	ND (ND)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	ND (ND)
<i>C. krusei</i>	2	3	3	3	1	100 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	ND (ND)
<i>C. orthopsilosis</i>	0	2	3	2	1	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)
<i>C. metapsilosis</i>	0	3	0	2	2	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)
<i>C. intermedia</i>	0	0	0	1	0	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)
<i>Cyberlindnera fabianii</i>	1	3	2	0	0	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)
<i>C. dubliniensis</i>	1	2	1	0	0	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)
<i>C. utilis</i>	0	0	1	0	0	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)
<i>C. haemulonii</i>	1	0	0	0	2	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)
<i>C. bracarensis</i>	1	0	0	0	0	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)
<i>C. pelliculosa</i>	0	1	0	0	0	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)
<i>C. catenulata</i>	0	0	0	0	1	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)	ND (ND)
<i>C. parapsin</i> ^d	0	0	0	1	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 항진균제 감수성 검사에서 caspofungin에 비감수성인 경우, FKS 유전자 확인을 통해 내성 여부를 판정함^c *C. auris*는 CLSI에서 적용할 수 있는 clinical breakpoint가 없으므로 미국 CDC의 tentative breakpoint를 적용함^d *C. parapsin*이 추가되어 2023년 전체 균 분리건수(N)의 변동 사항을 반영함

3

주요 항균제 내성균의 내성률 현황 비교

2024 국내 항균제 내성균 조사

3

주요 항균제 내성균의 내성률 현황 비교

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

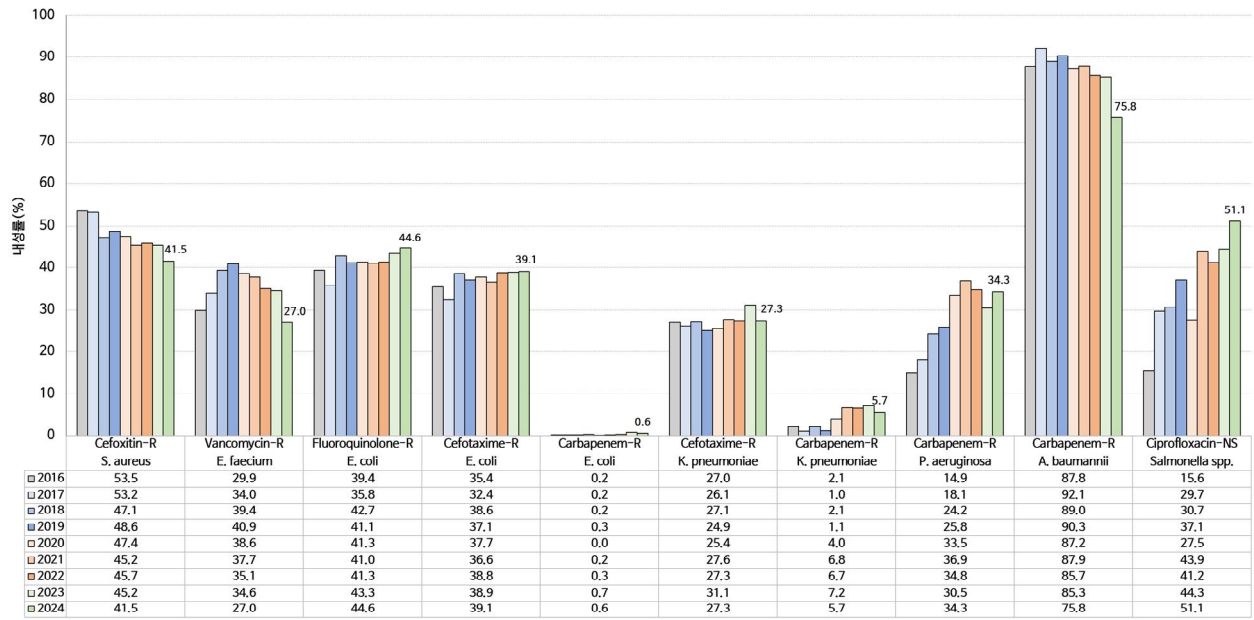
Methicillin (Cefoxitin) 내성 *S. aureus* (MRSA)는 2000년대 초반에는 약 70.0% 정도로 보고되었으나, 지속적으로 감소하는 경향을 보였으며, Kor-GLASS 감시체계가 시작된 이후, 2016년 53.5%, 2018년 47.1%, 2022년 45.7%로 감소하는 경향을 보여주고 있고, 2024년에는 41.5%로 나타나면서 지속적으로 감소되고 있다. MRSA의 감소는 전 세계적인 경향과 유사하며, 적극적인 집락화 예방 처치 및 손위생 등의 감염관리 관리 강화에 따른 결과로 판단된다.

Vancomycin 내성 *E. faecium* (VREFM)은 2016년 29.9%에서 매년 증가하여 2019년 40.9%로 가장 높았으며, 이후 지속적으로 감소하고 있으며 2024년에는 27.0%로 감시 이후 가장 낮았다. VREFM은 CPE의 증가, 코로나 19(COVID-19) 팬데믹 등으로 격리 우선 순위가 낮아졌으며, 현재는 격리하지 않는 의료기관이 증가하고 있다. VREFM 감염의 경우 치료에 효과적인 항균제가 제한적이기 때문에 치명률 및 사망률이 높은 것으로 알려져 있다. VREFM의 확산 여부에 대해 지속적으로 모니터링하여야 한다.

혈액 분리 *E. coli*의 Fluoroquinolone 계열 항균제 및 Cefotaxime 내성률은 증가하고 있으며, 2024년에도 각각 44.6%, 39.1%로 증가하였다. 반면, 혈액 분리 *K. pneumoniae*의 Cefotaxime 내성률은 감소하여 2022년과 유사한 수준인 27.3%로 나타났다. *E. coli*에서의 CTX-M-27 생성 균주의 증가에 따른 Cefotaxime 내성률 증가는 지속적인 관심이 필요하며, KPC-2 생성 *E. coli*의 증가 역시 지속적인 주의를 기울여야 한다. *K. pneumoniae*에서는 Carbapenem 계열 항균제 내성률이 감소하였으나, HO 감염 균주에서의 내성률이 여전히 매우 높기 때문에 원내 내성균 확산 방지에 노력을 기울여야 할 것으로 생각된다. CPE는 전 세계적으로 중요도가 가장 높은 다제내성균으로, 국내에는 치료 항균제가 도입되어 있지 않아 Colistin 등의 약제만이 치료에 사용되고 있다. 내성률의 증가 속도가 매우 빠르기 때문에 치료 항균제의 도입 등의 적극적인 대책이 필요할 것으로 생각된다.

병원 감염에서 중요한 병원균인 *P. aeruginosa*의 Carbapenem 계열 항균제 내성률도 증가하고 있으며, GES, NDM 등 다양한 종류의 carbapenemase를 생성하는 균주들의 빈도가 증가하고 있기 때문에 다클론성 확산을 지속적으로 모니터링하여야 한다. *A. baumannii*에서 Carbapenem 계열 항균제 내성률은 전년에 비하여 감소하였다.

Salmonella spp.는 대변 분리 균주에 대한 내성률로 Ciprofloxacin 비감수성 *Salmonella*는 세균성 장염의 항균제 치료 실패의 원인이 된다. Ciprofloxacin 비감수성은 지속적으로 증가하여 2016년에는 15.6%였으나 2024년에는 51.1%로 높게 나타났다. Ciprofloxacin 비감수성은 특정 혈청형과의 연관성이 높으며, 이에 대한 대책이 필요할 것으로 판단된다. (그림 1-69)



* *Salmonella* spp.는 대변 분리 균주의 Ciprofloxacin 비감수성률에 대한 수치임

그림 1-69 | 2016~2024년 Kor-GLASS 균종별 주요 항균제 내성률(%)

제 2 장

KARMS

Korean Antimicrobial Resistance
Monitoring system, 2024

2024 국내 항균제 내성 정보 모니터링

요약문

국내 의료기관(중소병원 · 요양병원 · 의원)의 내성률과 내성 현황을 분석하기 위해 2007~2009년도에는 2개의 임상시험검체분석기관에서, 2010년도부터는 5개의 임상시험검체분석기관에서 내성 정보를 수집하여 항균제 내성 추이를 분석하였다. 2022년도 연보부터는 의료기관별로 수집되는 검체의 임상 정보 분석을 통해 연령별, 월별, 성별 검체 분리 현황을 분석하여 의료기관 종별에 따라 어떤 차이가 있는지 확인하고 있다. 2024년 연보부터는 분석 대상 병원군 4종을 확대하였으며, 전체 검체 대상으로 내성률을 산출하였을 뿐만 아니라 병원군에 따른 주요 임상 검체별 내성률을 별도로 산출하여 Kor-GLASS에서 산출되는 내성률과 비교 가능하도록 하였다.

2024년 1월부터 12월까지 임상시험검체분석기관에 의뢰된 검체 중 병원군이 분리된 건수는 중소병원 145,740건, 요양병원 58,568건, 의원 241,937건으로 확인되었다. 중소병원의 주요 분리원은 요 검체 82,229건(56.4%), 하부호흡기 분리 검체 25,023건(17.2%), 창상 검체 16,698건(11.5%) 순으로 많았으며, 요양병원의 주요 분리원은 하부호흡기 분리 검체 20,509건(35.0%), 요 검체 17,175건(29.3%), 대변 검체 9,766건(16.7%) 순으로 많았다. 의원의 경우 주요 분리원은 요 검체가 210,195건(86.9%)으로 대부분을 차지하였으며, 요도·자궁경부 도말 검체 13,483건(5.6%), 창상 검체 7,630건(3.2%)으로 확인되었다.

S. aureus 황색포도알균의 내성률은 2023년과 비교하였을 때, 전반적으로 증가하거나 유사한 수준을 유지하였다. Methicillin 계열 항균제인 Oxacillin 내성 황색포도알균(MRSA) 내성률은 중소병원, 요양병원, 의원에서 각각 51.4%, 84.0%, 32.1%로 나타나면서 2023년 49.7%, 83.2%, 29.2% 대비 모든 의료기관 종별에서 증가한 것으로 나타났다.

E. faecalis 일반적으로 장알균 감염에 사용되는 항균제인 Ampicillin 내성률은 중소병원 0.8%, 요양병원 2.5%, 의원 0.2%로 나타났으며, 2023년 0.5%, 1.0%, 0.1%과 비교하였을 때 모든 의료기관 종별에서 증가하였고 특히 요양병원에서 증가율이 크게 나타났다. 다제내성 그람양성균 치료에 중요한 항균제인 Vancomycin에 대한 내성률은 중소병원 1.3%, 요양병원 14.8%, 의원 0.3%로 나타났다.

E. faecium 장알균 중에서도 특히 *E. faecium*의 항균제 내성률은 높은 편이므로 지속적으로 내성률 변화를 관찰할 필요가 있는 균주이다. 특히 일반적으로 장알균 감염에 사용되는 항균제인 Ampicillin의 내성률은 중소병원, 요양병원, 의원에서 각각 94.9%, 97.1%, 82.8%로 2023년 95.0%, 97.1%, 80.6% 내성률과 유사하게 높은 수준을 유지하였다. 또한 다제내성 그람양성균 치료에 중요한 항균제인 Vancomycin 내성률은 중소병원 44.1%, 요양병원 77.0%, 의원 62.8%이며, 중소병원 및 요양병원의 내성률은 전년 대비 감소하였다.

S. pneumoniae 폐렴사슬알균 치료에 쓰이는 주요 항균제인 Penicillin G 내성률은 중소병원, 요양병원, 의원에서 각각 16.4%, 73.8%, 15.2%로 2023년 17.1%, 73.6%, 15.7% 내성률과 비교하였을 때 유사한 수준으로 유지하거나 감소하였다. 폐렴사슬알균의 경우 수집되는 균주 수가 적어 해석에 유의할 필요가 있다. 기관지염, 폐렴 등 호흡기 감염 치료에 사용되는 Macrolide 계열 항균제인 Erythromycin 내성률은 중소병원, 요양병원 및 의원에서 각각 92.1%, 95.5%, 96.4%로 높은 수준을 유지하고 있다.

E. coli 그람음성균 치료에 주로 사용되는 3세대 Cephalosporin 계열 항균제에 해당하는 Cefotaxime과 Ceftazidime의 내성률은 중소병원에서 38.3%, 18.1%로 나타나면서 2023년 36.9%, 17.3%에 비해 내성률이 증가하였다. 요양병원에서는 각 77.8%, 51.5%로 전년과 유사한 수준을 유지하였으며 의원에서는 각 22.5%, 7.2%로 나타나면서 2023년 19.9%, 6.4%에 비해 증가하였다. 또한, 호흡기 및 요로감염 치료에 사용되는 Fluoroquinolone 계열 항균제인 Ciprofloxacin의 내성률은 중소병원, 요양병원 및 의원에서 각각 53.3%, 84.3%, 41.2%로 확인되었다.

K. pneumoniae 3세대 Cephalosporin 계열 항균제에 해당하는 Cefotaxime과 Ceftazidime 항균제의 내성률은 중소병원에서 각 47.7%, 42.1%, 요양병원에서 각 86.6%, 80.8%로 2023년 대비 유사한 수준을 유지하였으며, 의원에서는 각 29.5%, 22.6%로 나타나면서 2023년 24.0%, 20.2% 대비 증가하였다. 다제내성균 치료에 쓰이는 광범위 항균제인 Carbapenem 계열 항균제 중 Imipenem 및 Ertapenem에 대한 내성률이 중소병원에서 각각 17.4%, 18.4%, 요양병원에서 52.3%, 56.8%, 의원에서 10.4%, 11.3%로 나타났다. 특히 의원에서 내성률이 2023년 6.5%, 9.8%에 비해 증가 폭이 가장 크게 나타난 것으로 확인하였다.

E. cloacae Cefotaxime과 Ceftazidime 내성률은 중소병원에서는 각 27.9%, 23.8%로 2023년과 유사한 수준을 유지하였다. 반면 요양병원에서는 각 57.4%, 49.3%로 나타나면서 2023년 60.6%, 51.5% 대비 감소하였으며, 의원에서 내성률은 각 30.6%, 15.1%로 2023년 25.3%, 14.6% 대비 증가한 것으로 나타났다. Imipenem 내성률은 중소병원, 요양병원 및 의원에서 각각 3.6%, 22.0%, 1.3%로 전년 대비 모든 의료기관 종별에서 증가하였으며, 요양병원의 내성률이 여전히 높은 상황이다.

P. aeruginosa Cephalosporin 계열 항균제 중 그람음성균 치료에 주로 사용되는 Ceftazidime (3세대)과 광범위 항균제로 사용되는 Cefepime (4세대)의 내성률은 중소병원에서 27.3%, 23.0%로 2023년 28.4%, 25.8% 대비 감소하였다. 또한 요양병원에서는 38.7%, 31.3%, 의원에서는 14.0%, 11.3%로 나타나면서 Cefepime의 경우 모든 의료기관 종별에서 감소한 수치를 보였다. 광범위 항균제로 녹농균 치료에도 사용되는 Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem과 Meropenem의 내성률은 중소병원에서 39.6%, 33.0%로 2023년 40.0%, 34.8% 대비 감소하였고, 요양병원에서는 각 59.1%, 51.8%로 유사한 수준을 유지하였다. 또한 의원에서는 23.3%, 17.3%로 나타나면서 전년 24.1%, 19.2% 대비 감소하였다.

A. baumannii 광범위 항균제로 알려진 Carbapenem 계열 항균제 Imipenem과 Meropenem의 내성률은 중소병원 각 80.9%, 63.4%, 요양병원에서 각 89.6%, 84.6%로 높은 수치를 보였으며 Imipenem 내성률은 전년 대비 증가하였으나 Meropenem 내성률은 감소하였다. 의원에서는 각 36.5%, 26.5%로 나타나면서 2023년 41.1%, 32.3% 대비 두 항균제의 내성률이 모두 감소하였다.

Salmonella spp. 2024년부터 수집 균주 확대에 따라 신규 추가된 균종으로 Ampicillin 항균제 내성률이 중소병원 24.3%, 요양병원 23.1%, 의원 23.1%로 나타났다. 3세대 Cephalosporin 계열 항균제인 Cefotaxime 내성률은 중소병원 9.3%, 의원 20.0%로 나타났으나, 요양병원을 포함한 모든 의료기관의 균 수집 건수가 적어 해석에 유의할 필요가 있다.

Shigella spp. 2024년부터 수집 균주 확대에 따라 신규 추가된 균종으로, 중소병원에서 9건 분리되었으며 그중 8주에서 Ampicillin 내성이 확인되었다. 요양병원 및 의원에서는 수집되지 않았다.

N. gonorrhoeae 2024년부터 수집 균주 확대에 따라 신규 추가된 균종으로, 중소병원, 요양병원 및 의원에서는 수집되지 않았다.

H. influenzae 2024년부터 수집 균주 확대에 따라 신규 추가된 균종으로 Ampicillin 항균제 내성률이 중소병원 64.1%, 요양병원 42.3%, 의원 59.3%로 나타났다. SXT (Trimethoprim-sultamethoxazole) 항균제 내성률은 중소병원 52.7%, 요양병원 65.4%, 의원 44.2%로 나타났으나 모든 의료기관 종별에서 수집된 균주 수가 적어 해석에 유의할 필요가 있다.

N. meningitidis 2024년부터 수집 균주 확대에 따라 신규 추가된 균종으로, 중소병원에서 1건 분리되었다. 요양병원 및 의원에서는 수집되지 않았다.

※ KARMS에서 분석되는 자료는 국내 의료기관의 항균제 내성률 변화 추이를 관찰하기 위해 임상시험검체분석기관을 통해 대상 의료기관(중소병원, 요양병원 및 의원)의 내성 정보 검사 결과를 일괄로 수집하여 분석한 것으로, 단순한 내성률 수치보다는 전체적인 경향을 파악하는데 활용될 수 있음

※ 내성률 분석은 2024년 발간된「CLSI M100, 34th Edition」기준으로 분석함



서론

2024 국내 항균제 내성 정보 모니터링

1

서론

1. 1. 배경

2009년 국내에서 인도를 다녀온 스웨덴인에서 카바페넴(Carbapenem) 내성 NDM-1 생성 장내세균이 처음 분리된 이후 인도, 파키스탄, 영국, 미국, 일본 등에 이어 우리나라에서도 카바페넴 내성 그람음성균 등 다제내성균 감염 사례가 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 내성 연보(Annual Report)를 발간하여 의료인과 국민에게 신뢰성 있는 내성 정보를 산출하여 제공하고 있다. 이에 2011년에 발간한 『2009년 국가 항균제 내성 정보 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, 임상시험검체분석기관 등 유관기관 전문가들의 협조를 통해 전국 다기관 네트워크(종합병원-직접 항균제 감수성 검사 시행, 중소병원, 요양병원, 의원-임상시험검체분석기관에서 항균제 감수성 검사 시행)에서 주요 의료 관련 감염병 원인균에 대한 내성 정보를 수집하여 내성률을 산출하고 제공하였으며, 2016년부터는 국내 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS) 도입으로 중복되는 종합병원을 제외한 전국 중소병원, 요양병원 및 의원의 내성률을 임상시험검체분석기관의 의뢰 결과를 토대로 분석하여 연보 형태로 제공하고 있다.

1. 2. 국내 항균제 내성 정보 모니터링(KARMS) 구축

국내 최초의 종합병원 항균제 내성(Antimicrobial resistance, AMR) 감시 시스템인 KARMS는 2002년도에 질병관리본부(現 질병관리청) 기획과제로 시작되었고, 2003년~2007년 식품의약품안전처 용역 기간을 거쳐 2008년부터 다시 질병관리본부(現 질병관리청)에서 국가 지원 감시체계를 시작하였다. 2009년부터는 국내 종합병원과 중소병원, 요양병원, 의원의 주요 병원균 내성 현황 및 추이 정보를 연보 형태로 발간하였으며, 2016년부터 국제 기준에 맞춰 시작한 새로운 감시 시스템인 국내 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS) 사업을 운영하게 되면서, 2017년 연보부터는 종합병원 균주 수집과 내성을 분석을 포함하고 임상시험검체분석기관에 의뢰된 균주의 감수성 결과자료를 바탕으로 한 전국 중소병원, 요양병원 및 의원의 항균제 내성 현황 및 추이에 대한 정보를 제공하고 있다.

1. 3. 국내 항균제 내성 정보 모니터링(KARMS) 구성 및 운영

KARMS는 국내 의료기관 내 감염 주요 원인균의 항균제 내성 정보를 분석하는 사업으로서, 2024년부터 수집 대상 균종을 확대(5종)하여 국내 병원 내 감염 주요 원인균 14종(*S. aureus*, *E. faecium*, *E. faecalis*, *S. pneumoniae*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *E. cloacae*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, ^{추가}*Salmonella* spp., ^{추가}*Shigella* spp., ^{추가}*N. gonorrhoeae*, ^{추가}*H. influenzae*, ^{추가}*N. meningitidis*)에 대한 정보를 임상시험검체분석기관을 통해 자동화기기를 활용하여 검사한 항균제 감수성 검사 결과자료를 수집하고 있다. 2024년도 항균제 내성 정보는 중소병원 997개소, 요양병원 562개소, 의원 3,781개소에서 의뢰된 검사 결과를 수집하여 분석하였다. 일부 병원에서 중복으로 임상시험검체분석기관에 의뢰가 가능하기 때문에 중복 건수가 포함될 수 있어 동일 병원 3개월 내 중복 분리주를 제외하고 데이터를 수집하였다. (그림 2-1)



그림 2-1 | 국가 항균제 내성균 내성 정보 모니터링(KARMS) 운영 체계

2

국내 항균제 내성 정보
조사결과
(중소병원 · 요양병원 · 의원)

2024 국내 항균제 내성 정보 모니터링

2

국내 항균제 내성 정보 조사결과(중소병원·요양병원·의원)

2. 1. 의료기관 종별 수집 현황

검체의 종류가 다양하여, 이를 검체 유형별로 범주화한 후 의료기관별 검체 수집 현황을 집계하였다. 요 검체의 비율이 309,599건(69.4%)으로 가장 많았고, 하부호흡기 분리 검체 50,176건(11.2%), 창상 검체 27,836건(6.2%), 요도·자궁경부 도말 검체 15,651건(3.5%), 대변 검체 15,366건(3.4%), 혈액 검체 9,966건(2.2%) 순으로 수집되었다. (표 2-1, 2-2)

표 2-1 | 수집 대상 검체

검체명	세부 검체명
혈액	Blood
요	Random Urine, Urine, Urine (VB1, VB3)
하부호흡기	Bronchoalveolar Lavage, Sputum, Bronchial Washing, Bronchial Brushing
상부호흡기	Throat, Nasal swab, Nasal discharge, Nasopharyngeal swab, Pharyngeal
대변	Stool, Rectal swab
요도·자궁경부 도말	Vaginal-rectal swab, Vagina swab, Semen, Cervical swab
체액	Joint fluid, Pleural fluid, Gastric fluid, Fluid
창상	Pus, Abscess, Wound, Pus (open, close)

중소병원 2024년 중소병원 항균제 내성 정보는 약 997개 기관(2023년 약 1,041개 기관)에서 의뢰된 검사 결과를 수집하여 분석하였으며 총 145,740건의 검체를 대상으로 내성 정보가 수집되었다. 내성 정보를 분석한 결과 주요 분리원은 요 검체 82,229건(56.4%), 하부호흡기 분리 검체 25,023건(17.2%), 창상 검체 16,698건(11.5%), 혈액 검체 7,074건(4.9%) 순으로 확인되었다.

요양병원 2024년 요양병원 항균제 내성 정보는 약 562개 기관(2023년 약 605개 기관)에서 의뢰된 검사 결과를 수집하여 분석하였으며 총 58,568건의 검체를 대상으로 내성 정보가 수집되었다. 내성 정보를 분석한 결과 주요 분리원은 하부호흡기 분리 검체 20,509건(35.0%), 요 검체 17,175건(29.3%), 대변 검체 9,766건(16.7%), 창상 검체 3,508건(6.0%), 혈액 검체 2,620건(4.5%) 순으로 확인되었다.

의원 2024년 의원 항균제 내성 정보는 약 3,781개 기관(2023년 약 3,290개 기관)에서 의뢰된 검사 결과를 수집하여 분석하였으며 총 241,937건의 검체를 대상으로 내성 정보가 수집되었다. 내성 정보를 분석한 결과 주요 분리원은 요 검체 210,195건(86.9%), 요도·자궁경부 도말 검체 13,483건(5.6%), 창상 검체 7,630건(3.2%) 순으로 확인되었다.

표 2-2 | 2024년 KARMS 의료기관 종별 및 검체별 수집 현황

수집 현황		중소병원	요양병원	의원	합계
의료기관 수(개소)		997	562	3,781	5,340
균 분리 건수(건)		145,740	58,568	241,937	446,245
검체명	혈액	7,074	2,620	272	9,966
	요	82,229	17,175	210,195	309,599
	상부호흡기	1,006	1,571	133	2,710
	하부호흡기	25,023	20,509	4,644	50,176
	요도·자궁경부 도말	2,128	40	13,483	15,651
	대변	4,363	9,766	1,237	15,366
	창상	16,698	3,508	7,630	27,836
	체액	1,720	149	903	2,772
	뇌척수액	4	1	0	5
	미확인	1	0	10	11
	기타	5,494	3,229	3,430	12,153

주요 수집 균종 14종의 분리 건수는 *E. coli* 244,385건(54.8%)으로 가장 많이 수집되었으며, *E. faecalis* 51,403건(11.5%), *K. pneumoniae* 51,347건(11.5%), *P. aeruginosa* 30,774건(6.9%), *S. aureus* 27,181건(6.1%) 순으로 확인되었다. (표 2-3)

표 2-3 | 2024년 KARMS 균종별 수집 현황

균종명	중소병원	요양병원	의원	합계	
<i>S. aureus</i>	15,561	3,700	7,920	27,181	(6.1%)
<i>E. faecalis</i>	12,422	2,023	36,958	51,403	(11.5%)
<i>E. faecium</i>	7,664	6,305	2,538	16,507	(3.7%)
<i>S. pneumoniae</i>	231	67	114	412	(0.1%)
<i>E. coli</i>	64,149	12,731	167,505	244,385	(54.8%)
<i>K. pneumoniae</i>	20,248	13,839	17,260	51,347	(11.5%)
<i>E. cloacae</i>	3,911	1,217	3,116	8,244	(1.8%)
<i>P. aeruginosa</i>	14,240	12,199	4,335	30,774	(6.9%)
<i>A. baumannii</i>	5,843	6,448	1,850	14,141	(3.2%)
<i>Salmonella</i> spp.	1,306	13	255	1,574	(0.4%)
<i>Shigella</i> spp.	9	0	0	9	(0.0%)
<i>N. gonorrhoeae</i>	0	0	0	0	(0.0%)
<i>H. influenzae</i>	155	26	86	267	(0.1%)
<i>N. meningitidis</i>	1	0	0	1	(0.0%)
합계	145,740	58,568	241,937	446,245	(100.0%)

2. 1. 1. 연령별 검체 분리 현황

중소병원 수집 건수는 연령이 증가하면서 대체로 증가하는 경향이 있으며, 75~84세군에서 총 32,359건으로 가장 많았다. 요 검체는 모든 연령에서 가장 많은 비율로 수집되고 있으며, 특히 1세 미만군에서는 총 2,112건 중 요 검체가 1,905건으로 90.2%를 차지하였고, 1~4세군에서는 총 5,520건 중 요 검체가 4,957건으로 89.8%를 차지하였다. 연령이 증가하면서 혈액 및 하부호흡기 분리 검체의 비율이 증가하는 경향을 나타내며, 65~74세군에서 큰 폭으로 증가하는 것을 확인하였다. (그림 2-2)

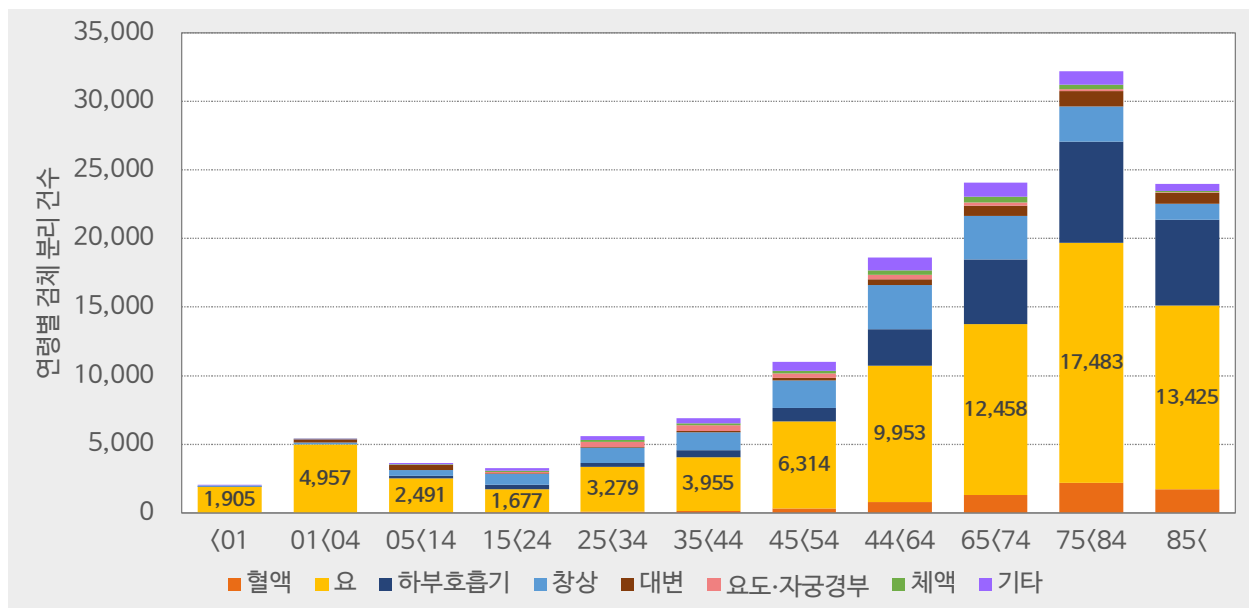


그림 2-2 | 중소병원 연령대별 검체 분리 건수

요양병원 수집 건수는 요양병원의 특성상 연령이 낮은 군에서는 수집 건수가 적었고, 35~44세군에서 673건으로 전반적으로 연령이 증가하면서 대체로 증가하였다. 75~84세군에서 총 19,094건으로 가장 많았다. 각 연령별 수집 검체는 하부호흡기 분리 검체에서 가장 높은 비율로 수집되었으며, 75~84세군에서 큰 폭으로 증가하는 것을 확인하였다. (그림 2-3)

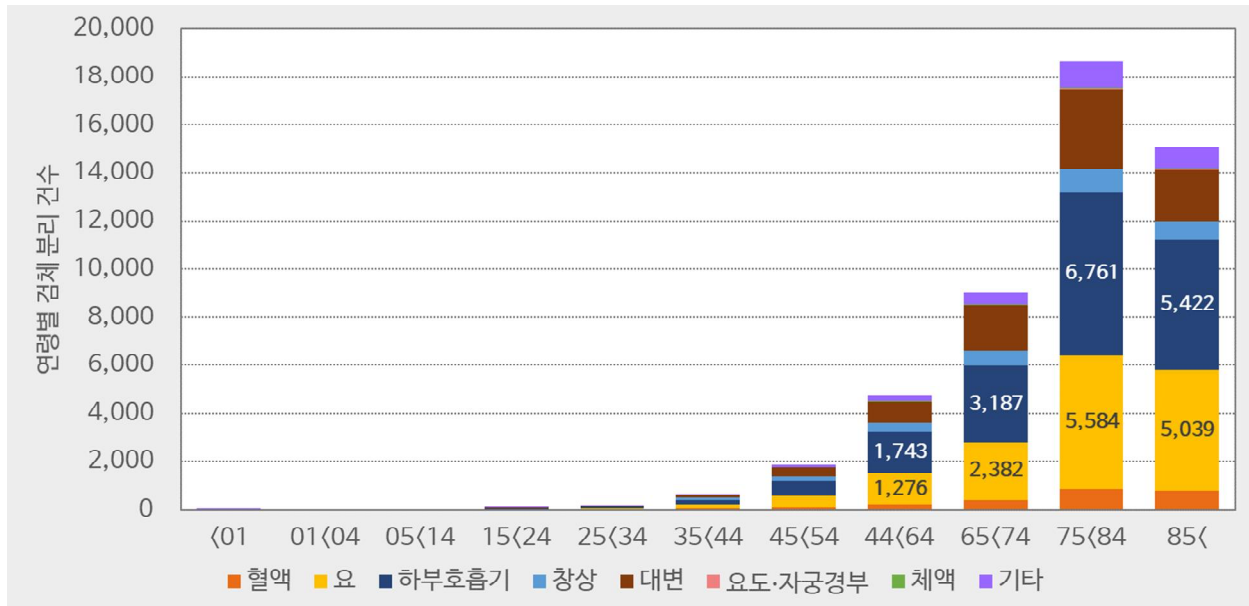


그림 2-3 | 요양병원 연령대별 검체 분리 건수

의원 25~74세군까지 중간 연령에서 수집 건수가 가장 많이 나타났으며, 75~84세군부터 수집 건수가 감소하는 것으로 나타났다. 중소병원 및 요양병원의 연령이 증가함에 따라 수집 건수가 증가하는 양상과는 다르게 보였다. 특히 모든 연령에서 요 검체의 비율이 매우 높은 것을 확인하였다. (그림 2-4)

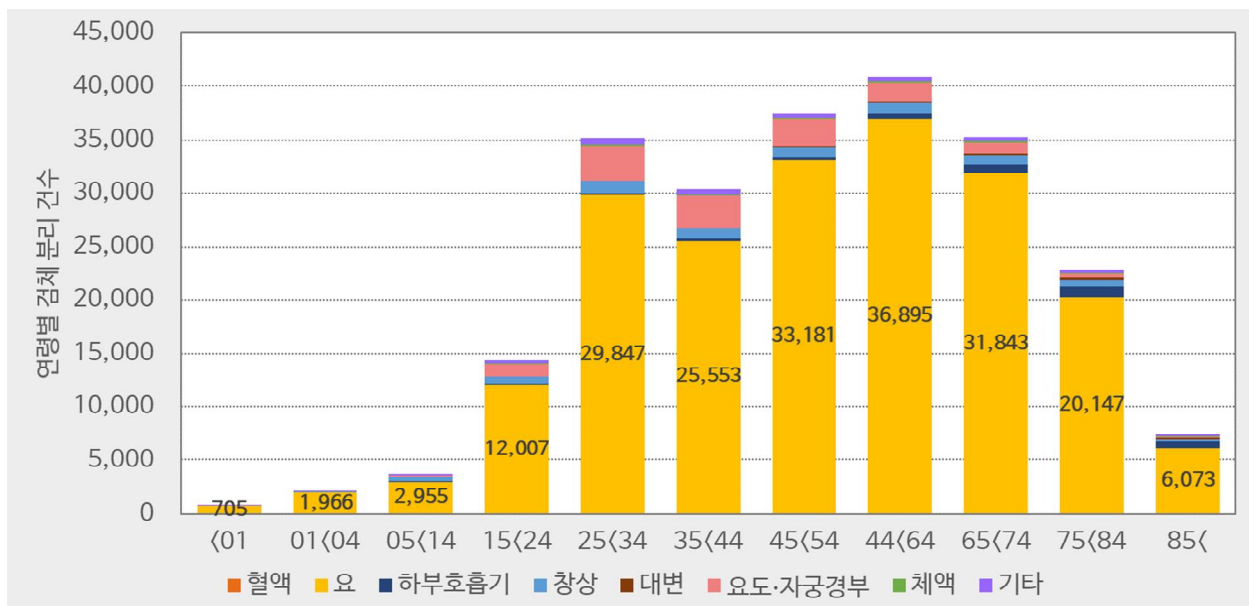


그림 2-4 | 의원 연령대별 검체 분리 건수

2. 1. 2. 월별 검체 분리 현황

중소병원 1년 동안 수집된 검체를 월별로 나누었을 때 수집 건수가 가장 적은 월은 2월(10,474건), 수집 건수가 가장 많은 월은 8월(14,644건)로 나타났다. 내성 정보의 월별 수집 건수는 다소 차이가 있었으나 매월 수집되는 검체의 비율은 요 검체(평균 6,852건)가 가장 많았고, 그 외 하부호흡기 분리 검체(평균 2,085건), 창상 검체(평균 1,391건), 대변 검체(평균 364건) 순으로 수집되었다. (그림 2-5)

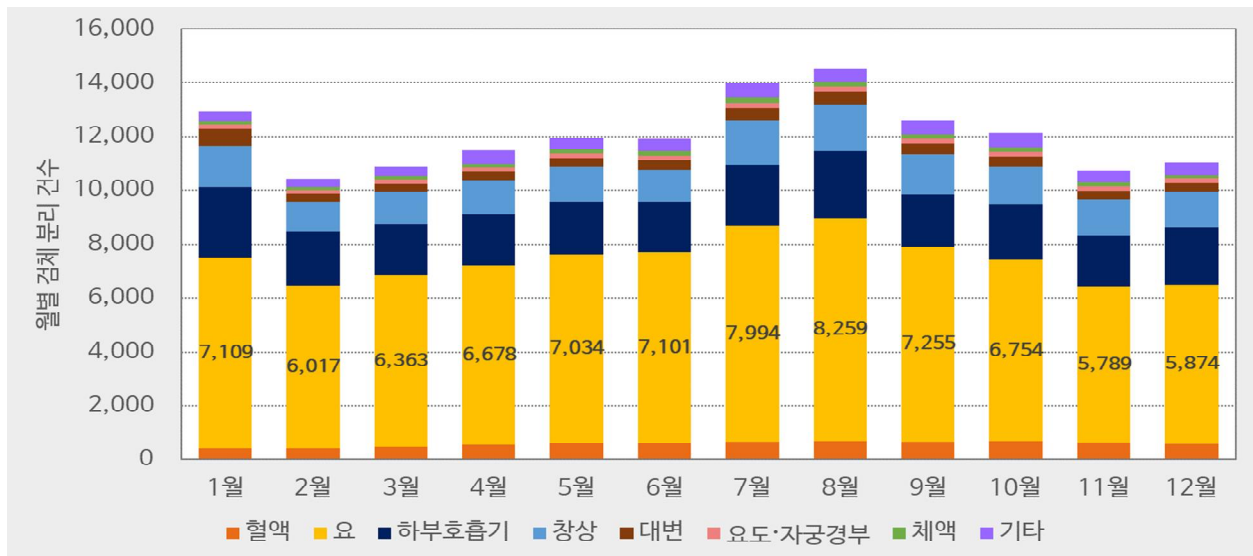


그림 2-5 | 중소병원 월별 검체 분리 건수

병원균의 특성 그람양성균(*S. aureus*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *S. pneumoniae*) 및 그람음성균(*E. coli*, *K. pneumoniae*, *E. cloacae*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*)으로 나누어 월별 분리 건수를 확인해 볼 때, 그람양성균의 경우 2월(2,610건)에 가장 적은 수가 분리되었고, 8월(3,295건)에 가장 많은 수가 분리되었다. 마찬가지로 그람음성균의 경우에도 2월(7,803건)의 분리 건수가 가장 적고, 8월(11,117건)에 가장 많은 수가 분리되었다. (그림 2-6)

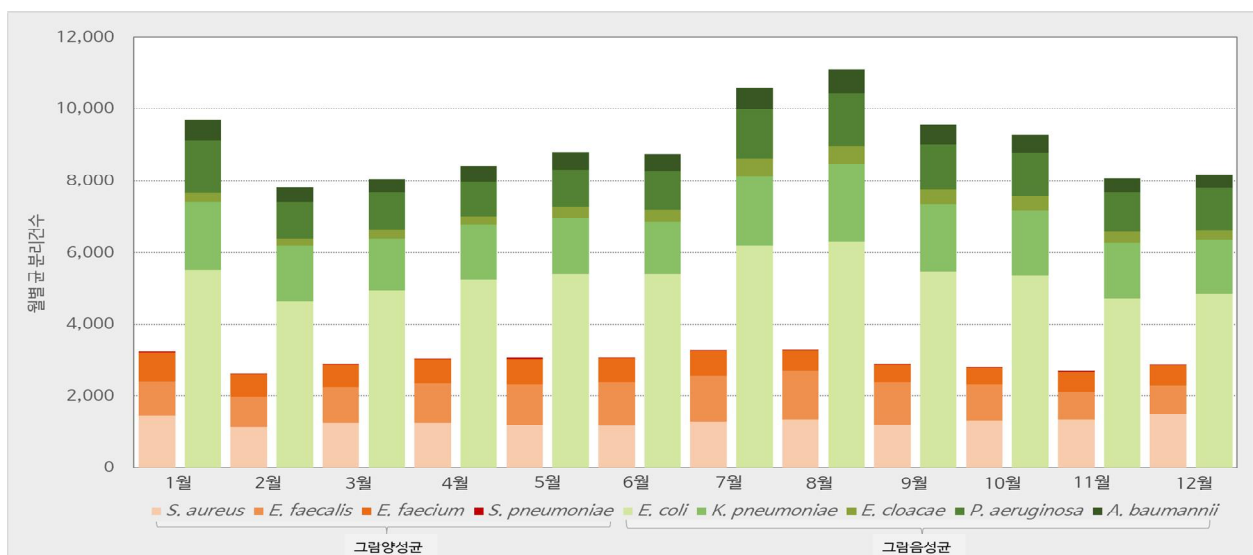


그림 2-6 | 중소병원 월별 그람양성균 및 그람음성균 분리 건수

요양병원 1년 동안 수집된 검체를 월별로 나누었을 때 수집 건수가 가장 적은 월은 6월(4,175건), 수집 건수가 가장 많은 월은 1월(7,828건)로 나타났다. 내성 정보의 월별 수집 건수는 1월에서 가장 큰 증가폭을 나타내었다. 1월을 제외한 2~12월의 수집 건수는 대부분 비슷하였고, 수집되는 검체의 비율은 하부호흡기 분리 검체(평균 1,709건)가 가장 많았고, 그 외 요 검체(평균 1,431건), 대변 검체(평균 813건), 창상 검체(평균 292건) 순으로 분리되었다. (그림 2-7)

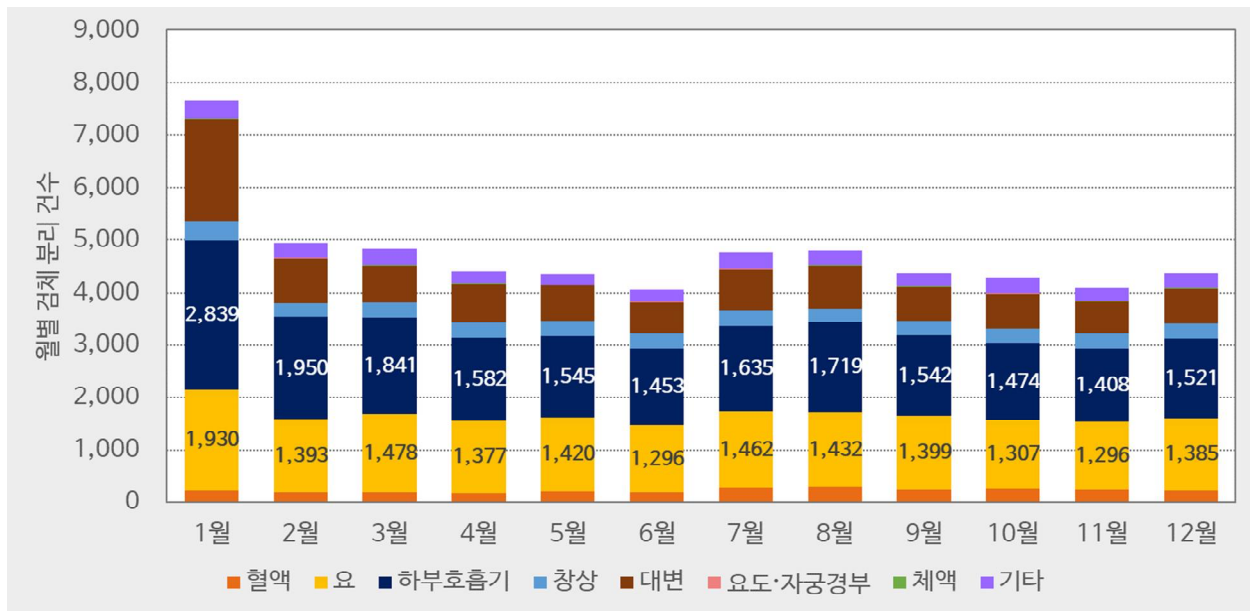


그림 2-7 | 요양병원 월별 검체 분리 건수

병원균의 특성 그람양성균의 경우 1월(1,738건)에 가장 분리 건수가 많았고, 그 외 2~12월의 분리 건수는 대부분 비슷하였다. 그람음성균도 1월(6,085건)이 가장 많았고, 11월(3,305건), 6월(3,365건)에 적은 수가 분리되었다. (그림 2-8)

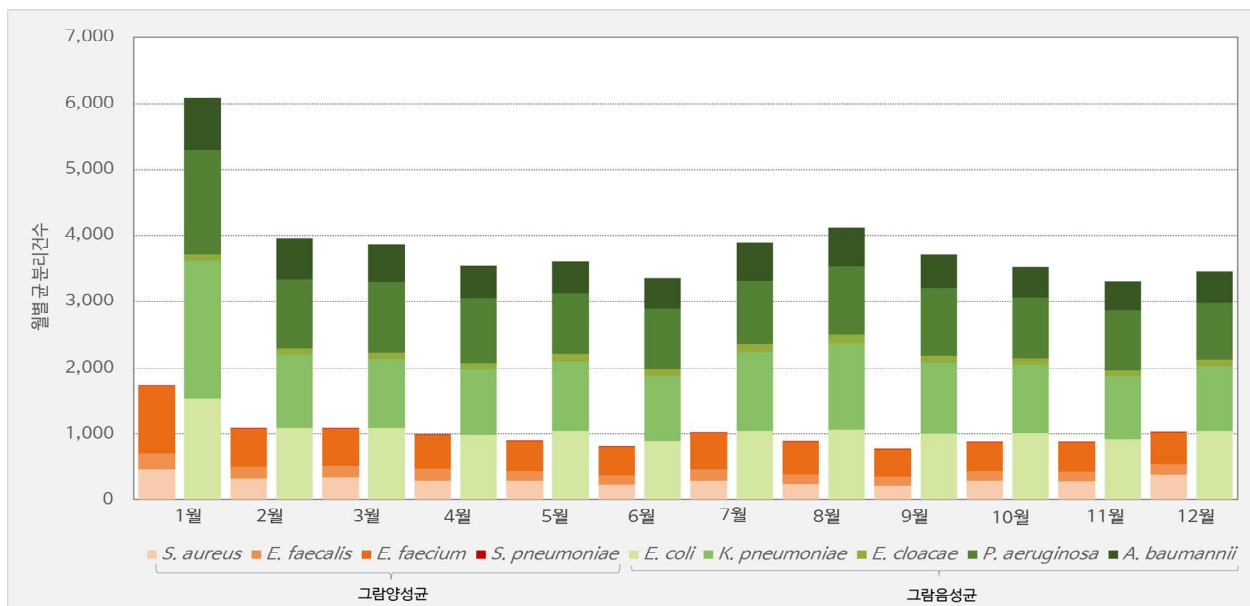


그림 2-8 | 요양병원 월별 그람양성균 및 그람음성균 분리 건수

의원 1년 동안 수집된 검체를 월별로 나누었을 때 수집 건수가 가장 적은 월은 2월(17,143건), 수집 건수가 가장 많은 월은 8월(24,079건)로 나타났다. 내성 정보의 월별 수집 건수는 다소 차이가 있었으나, 매월 수집되는 검체의 비율은 요 검체(평균 17,516건)가 가장 많았고, 그 외 요도·자궁경부 도말 검체(평균 1,431건), 창상 검체(평균 635건), 하부호흡기 분리 검체(평균 387건)순으로 분리되었다. (그림 2-9)

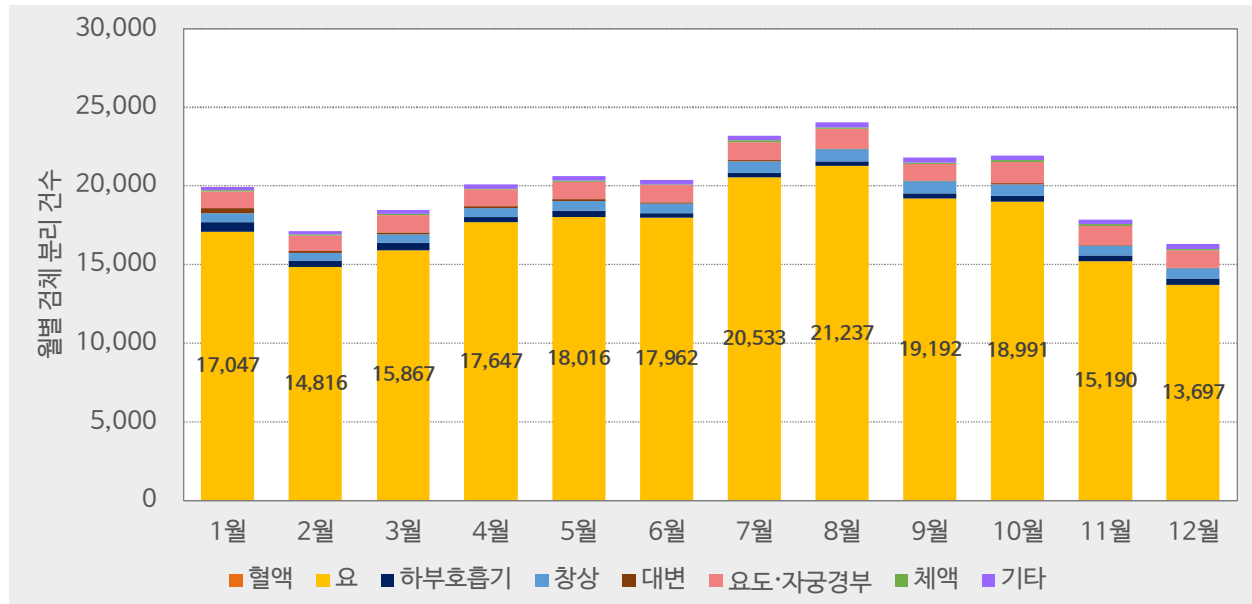


그림 2-9 | 의원 월별 검체 분리 건수

병원균의 특성 그람양성균의 경우 7월(4,609건)이 분리 건수가 가장 많았고, 12월(2,812건)에 가장 적었다. 그람음성균의 경우에도 8월(19,491건)이 가장 많았고, 12월(13,481건)에 적은 수가 분리되었다. 요 검체 의뢰가 많은 만큼, 대장균의 분리 건수가 가장 많았다. (그림 2-10)

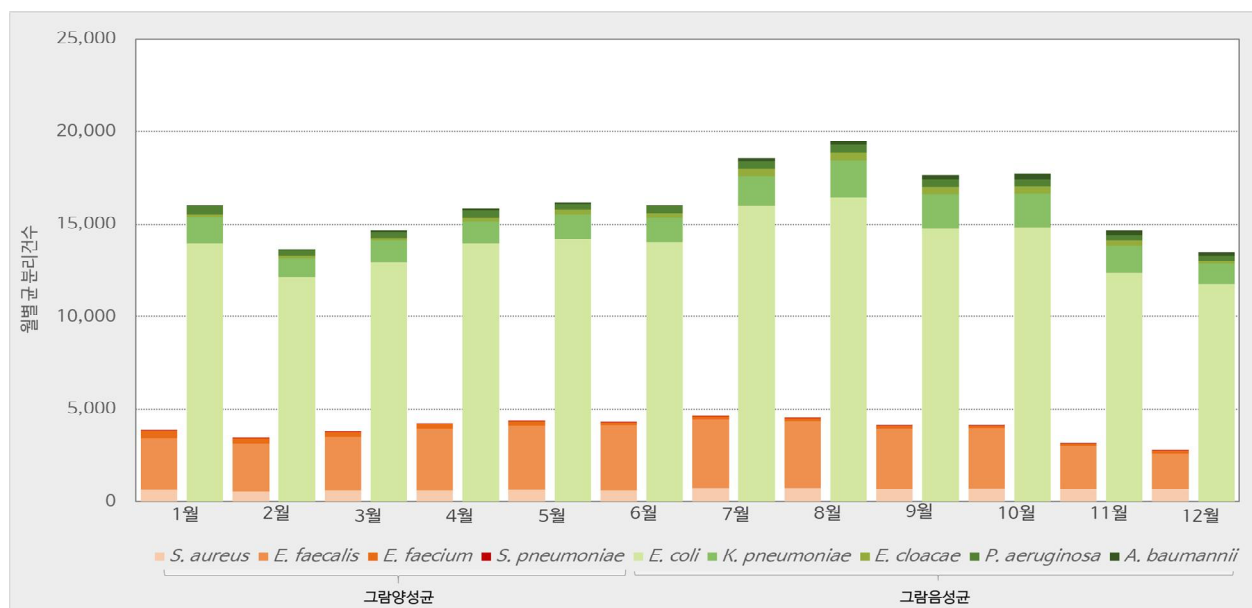


그림 2-10 | 의원 월별 그람양성균 및 그람음성균 분리 건수

2. 1. 3. 성별 검체 분리 현황

중소병원 혈액 분리 검체의 성별 분포를 확인하였을 때 *E. coli*의 분리 건수가 가장 많았고, 남성보다 여성의 분리 건수가 약 2.9배 높게 나타나면서 다른 균종에 비해 성별 간 차이가 가장 크게 나타났다. *E. faecalis*, *P. aeruginosa* 균종에서는 여성보다 남성에서 더 많이 분리되었으며, 그 외 균주는 남성 및 여성 성별 간의 차이는 나타나지 않았다.

하부호흡기 분리 검체에서 *K. pneumoniae*의 분리 건수가 많았고, 여성보다 남성에서 더 많이 분리되었다.

요 분리 검체의 성별 분포의 경우 *E. coli*, *K. pneumoniae* 두 균종 모두 남성보다 여성에서 더 많이 분리되었다. (그림 2-11)

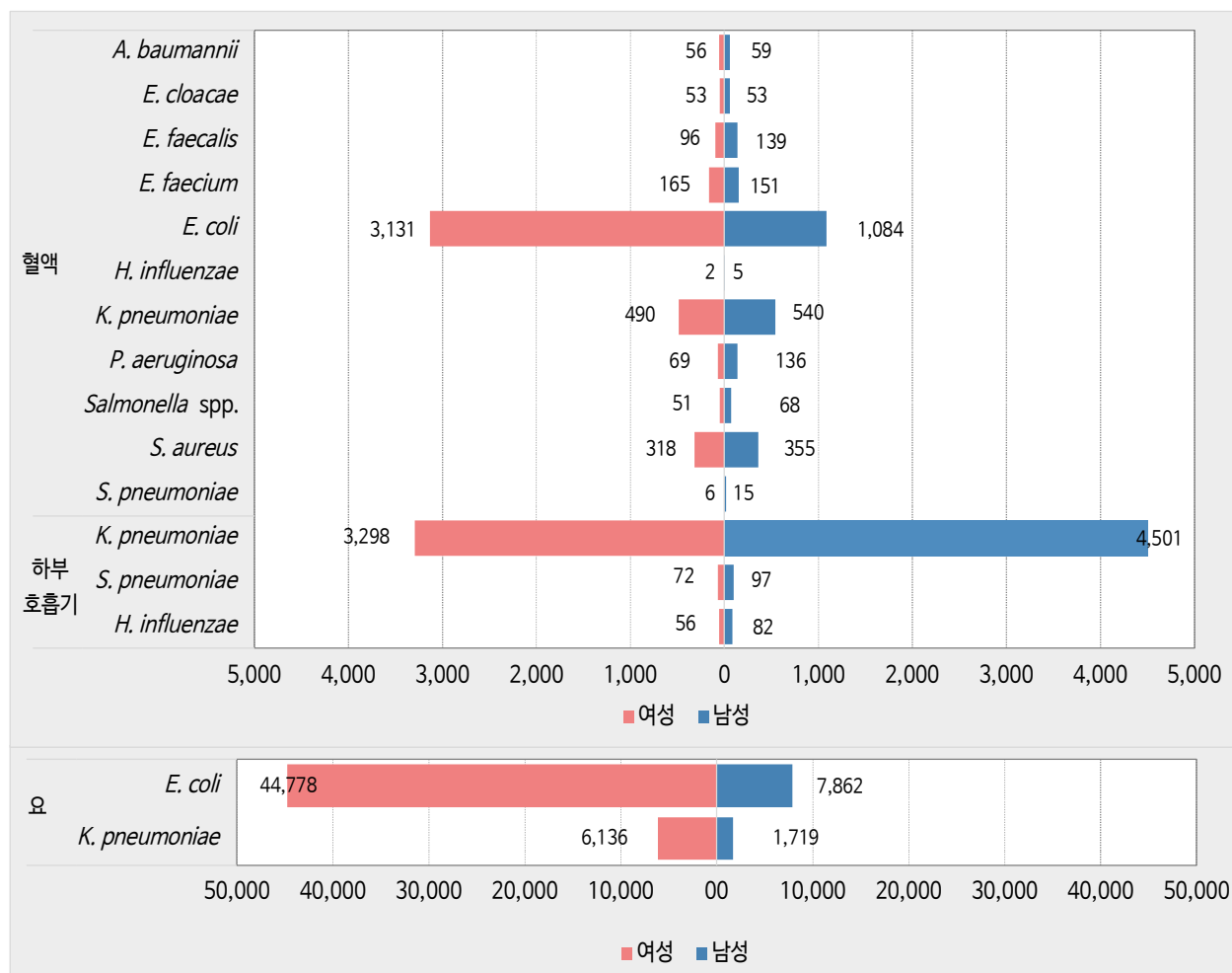


그림 2-11 | 중소병원 성별 검체 분리 건수

요양병원 혈액 분리 검체의 성별 분포를 확인하였을 때 *E. coli*의 분리 건수가 가장 많았으며 남성보다 여성의 분리 건수가 약 2배 높게 나타났고, 그 외 균주에서는 남성과 여성 성별 간의 차이가 나타나지 않았다.

하부호흡기 분리 검체에서 *K. pneumoniae*의 분리 건수가 많았고, 여성보다 남성에서 더 많이 분리되었다.

요 분리 검체의 성별 분포의 경우 *E. coli*, *K. pneumoniae* 두 균종 모두 남성보다 여성에서 더 많이 분리되었다. (그림 2-12)

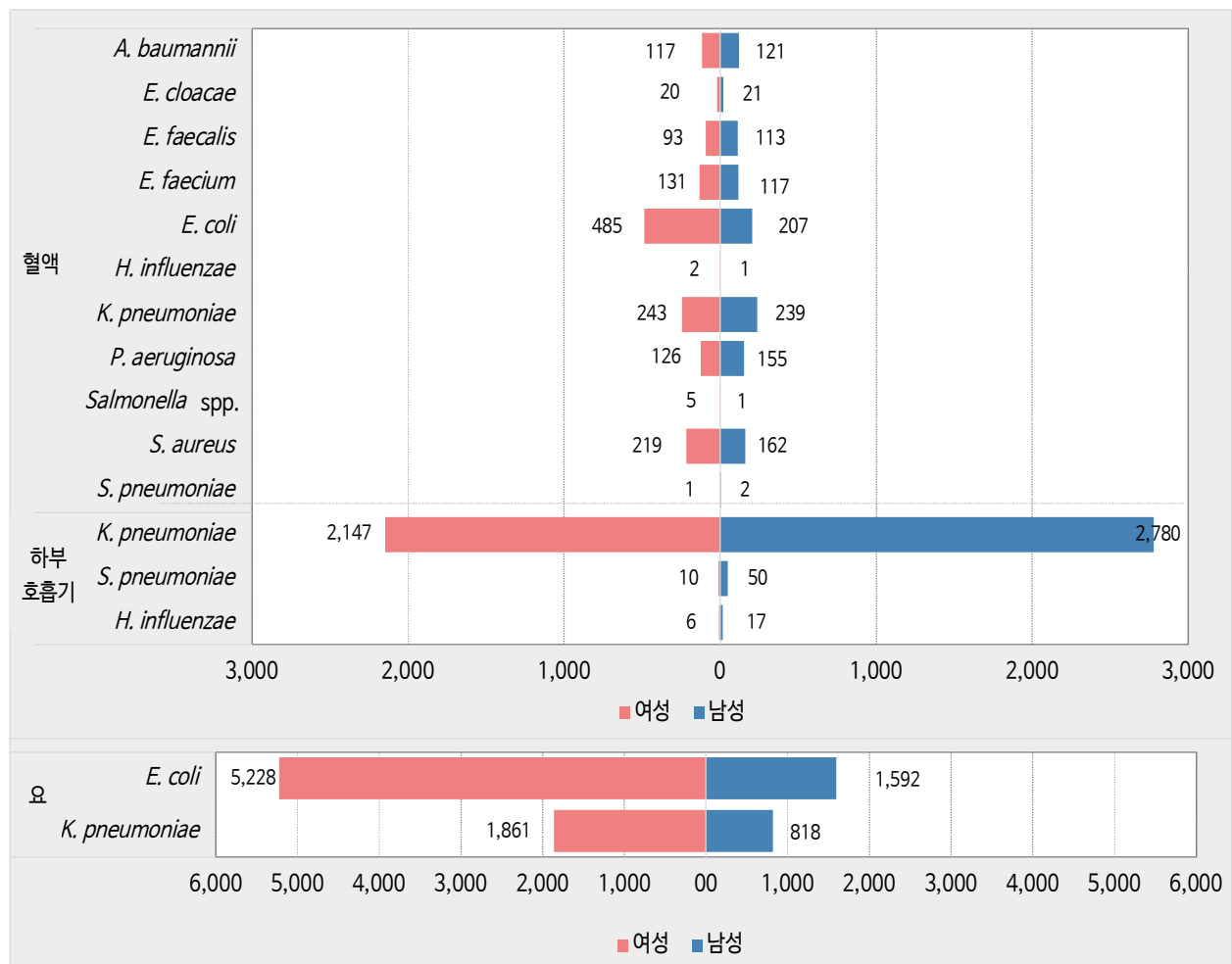


그림 2-12 | 요양병원 성별 검체 분리 건수

의원 혈액 분리 검체의 성별 분포를 확인하였을 때 *E. coli*는 여성에서 많이 분리되었으나 그 외 균주는 남성과 여성 성별 간의 차이가 나타나지 않았다. 다만, 의원의 혈액 검체에서 분리된 병원균의 분리 건수가 265건으로 매우 적어 해석에 유의할 필요가 있다.

하부호흡기 분리 검체에서 *K. pneumoniae*의 분리 건수가 많았고, 여성보다 남성에서 더 많이 분리되었다.

요 분리 검체의 성별 분포의 경우 *E. coli*, *K. pneumoniae* 두 균종 모두 남성보다 여성에서 더 많이 분리되었다. *E. coli* 균종의 경우, 남성보다 여성에서 약 9.1배 높게 분리되면서 성별 간 분리를 차이가 크게 나타났다. (그림 2-13)

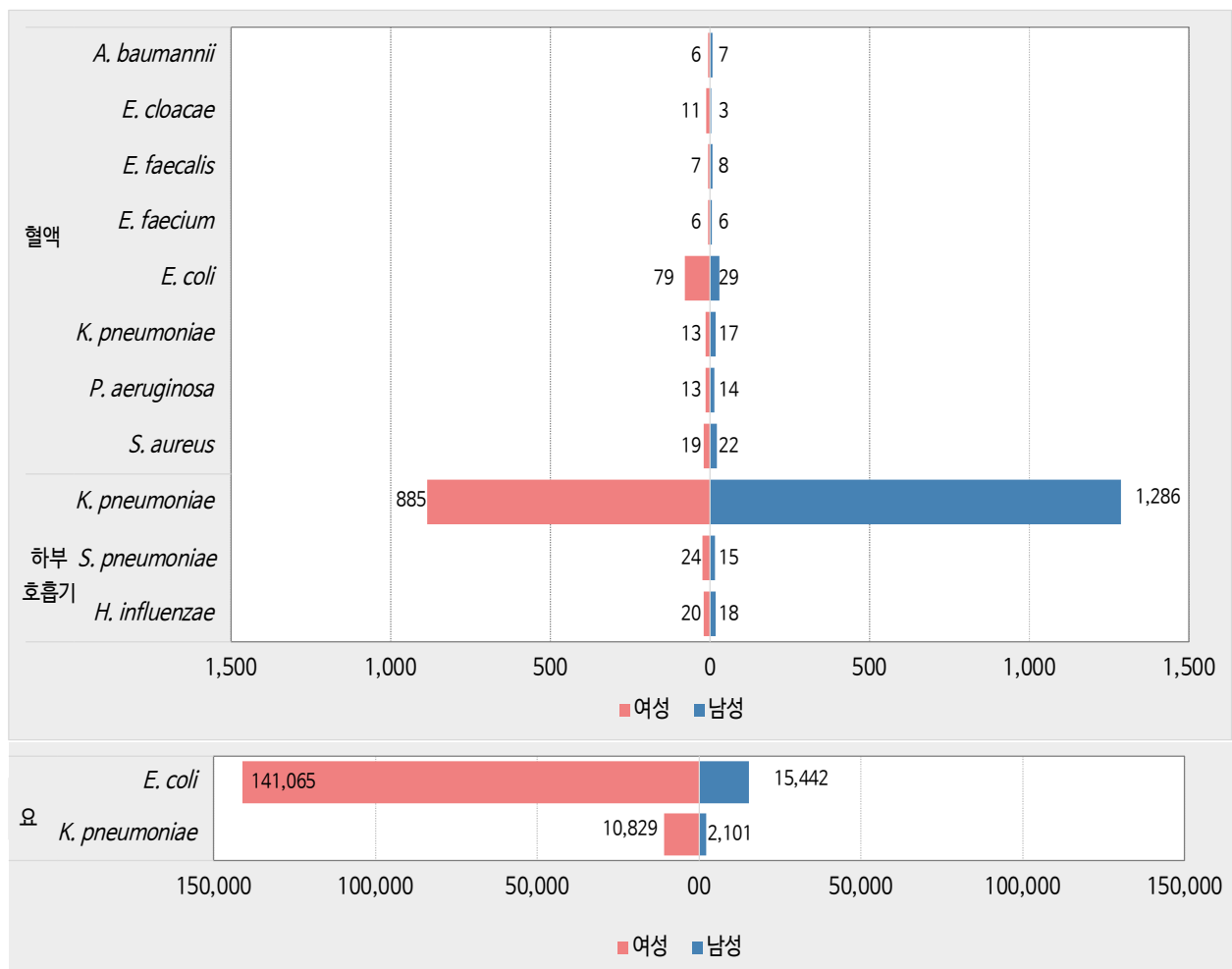


그림 2-13 | 의원 성별 검체 분리 건수

2. 2. 균종별 항균제 내성 현황

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

중소병원 균혈증, 폐렴 등을 일으키는 의료 관련 감염의 주요 원인균으로 2024년 주요 분리원은 창상(48.5%), 하부호흡기(24.0%), 체액(6.2%), 혈액(4.3%), 검체 순으로 확인되었다. Oxacillin 내성률은 51.4%로 나타났으며, Cefoxitin 항균제 내성 검사* 결과로 확인한 Methicillin 내성 포도알균(MRSA)는 52.4%로 확인되었다. (표 2-4)

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

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

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
○ Mupirocin	11.6 (N=11,083)	10.4 (N=8,170)	11.6 (N=11,366)	13.9 (N=13,834)	15.0 (N=11,589)	17.9 (N=11,473)	17.8 (N=9,709)	16.6 (N=8,850)	18.2 (N=4,897)	— ^b	
● Gentamicin	35.8 (N=11,124)	29.4 (N=8,452)	30.3 (N=11,589)	30.4 (N=14,983)	25.1 (N=13,504)	27.4 (N=13,436)	28.8 (N=16,143)	26.2 (N=16,335)	24.6 (N=16,611)	34.8 (N=15,561)	
● Oxacillin	59.1 (N=11,122)	53.6 (N=8,215)	50.7 (N=9,885)	53.4 (N=12,050)	53.9 (N=13,502)	52.9 (N=13,430)	55.0 (N=16,143)	52.3 (N=16,335)	49.7 (N=16,609)	51.4 (N=13,131)	
● Penicillin G	94.0 (N=8,497)	91.5 (N=8,302)	92.4 (N=9,727)	93.3 (N=13,834)	91.4 (N=11,589)	90.8 (N=13,436)	89.6 (N=16,144)	88.3 (N=15,552)	87.3 (N=16,612)	88.0 (N=9,124)	
● Clindamycin	30.0 (N=10,927)	24.9 (N=8,124)	24.3 (N=11,384)	26.6 (N=14,743)	19.9 (N=13,301)	19.5 (N=13,223)	19.5 (N=15,958)	17.0 (N=16,177)	14.0 (N=16,394)	35.2 (N=15,205)	
● Rifampin	2.8 (N=11,124)	3.6 (N=8,218)	3.0 (N=11,589)	3.3 (N=14,983)	1.8 (N=13,505)	2.0 (N=13,436)	2.5 (N=16,144)	2.5 (N=15,553)	1.6 (N=16,611)	1.7 (N=15,557)	
● Tetracycline	35.8 (N=11,115)	28.7 (N=8,295)	27.4 (N=11,577)	30.9 (N=14,980)	22.5 (N=13,489)	22.8 (N=13,420)	22.6 (N=16,126)	20.5 (N=15,530)	15.1 (N=16,594)	15.0 (N=15,561)	
● SXT ^c	5.9 (N=11,126)	5.6 (N=8,536)	4.2 (N=11,587)	4.4 (N=14,983)	4.4 (N=13,506)	5.2 (N=13,436)	4.6 (N=16,143)	4.1 (N=15,553)	3.7 (N=16,611)	3.3 (N=15,561)	
● Ciprofloxacin	40.4 (N=11,113)	36.9 (N=8,507)	38.1 (N=11,575)	42.1 (N=14,979)	34.9 (N=13,487)	38.8 (N=13,419)	42.1 (N=16,128)	40.7 (N=16,311)	36.2 (N=16,593)	34.7 (N=15,561)	
● Vancomycin ^d	0.0 (N=11,125)	0.0 (N=8,302)	0.0 (N=11,589)	0.0 (N=14,983)	0.0 (N=13,507)	0.0 (N=13,437)	0.0 (N=16,144)	0.0 (N=16,335)	0.0 (N=16,610)	0.0 (N=15,560)	
● Erythromycin	48.5 (N=10,918)	41.3 (N=8,121)	42.1 (N=11,382)	42.8 (N=14,743)	40.6 (N=13,301)	35.7 (N=13,221)	35.0 (N=15,957)	32.0 (N=16,175)	32.0 (N=16,385)	38.8 (N=15,205)	
● Linezolid	0.1 (N=11,126)	0.1 (N=8,304)	0.1 (N=11,589)	0.1 (N=14,983)	0.1 (N=13,506)	0.1 (N=13,437)	0.1 (N=16,144)	0.0 (N=16,335)	0.4 (N=16,611)	0.5 (N=15,557)	
● QDA ^e	0.1 (N=11,126)	0.4 (N=8,281)	0.0 (N=11,589)	0.1 (N=14,983)	0.1 (N=13,505)	0.1 (N=13,436)	0.0 (N=16,144)	0.0 (N=15,553)	0.0 (N=9,091)	— ^b	

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

^b 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

^c SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^d 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%), 2023(0.0%), 2024(0.0%)

^e QDA: Quinupristin-dalfopristin

혈액 분리 황색포도알균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, Oxacillin(49.2%), Erythromycin(36.4%), Clindamycin(33.6%), Gentamicin(27.4%), Tetracycline(11.4%) 내성률은 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 더 낮은 수치를 보였다. 반면, Penicillin G(88.7%), Ciprofloxacin(40.1%), Rifampin(2.7%)은 전체 검체 대상 내성률에 비해 더 높은 수치를 보였다. (그림 2-14)

하부호흡기 검체 분리 황색포도알균의 항균제 내성률을 산출하였을 때, Gentamicin(23.3%), Tetracycline(13.5%) 내성률은 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 더 낮은 수준을 보였다. 반면, Oxacillin(59.0%), Penicillin G(90.0%), Ciprofloxacin(48.5%)은 전체 검체 대상 내성률에 비해 더 높은 수준을 보였다. (그림 2-14)

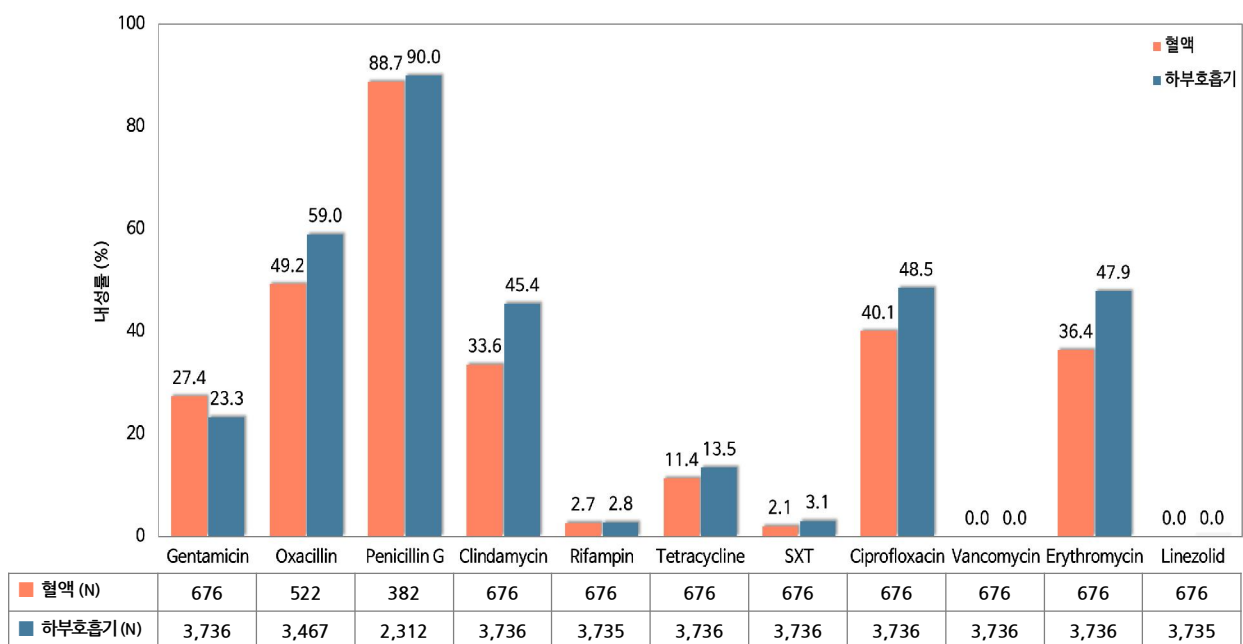


그림 2-14 | 중소병원 검체별 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

요양병원 주요 분리원은 하부호흡기(52.1%), 창상(15.5%), 혈액(10.5%) 검체 순으로 확인되었다. Oxacillin 내성률은 84.0%로 나타났으며, Cefoxitin 항균제 내성 검사* 결과로 확인한 Methicillin 내성 황색포도알균(MRSA)는 80.4%로 확인되어 2023년 대비 감소하였다. Erythromycin(64.2%), Clindamycin(61.2%), Gentamicin(48.5%), Rifampin(4.9%) 항균제의 경우 2023년 대비 내성률이 증가하였으며, 그 외 항균제 내성률은 전년과 유사하거나 감소하였다. Fluoroquinolone 계열 항균제인 Ciprofloxacin의 내성률은 78.6%로 감소하였으나 여전히 높은 수준을 유지하고 있다. (표 2-5)

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

표 2-5 | 요양병원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
○ Mupirocin	15.6 (N=2,213)	18.1 (N=1,529)	20.8 (N=1,759)	23.1 (N=1,708)	26.1 (N=1,470)	27.9 (N=1,772)	29.7 (N=1,705)	31.2 (N=1,502)	34.5 (N=768)	— ^b	
● Gentamicin	49.4 (N=2,213)	47.5 (N=1,581)	45.5 (N=1,804)	41.5 (N=1,821)	42.7 (N=1,990)	43.5 (N=2,529)	43.8 (N=2,974)	44.3 (N=3,217)	45.7 (N=3,098)	48.5 (N=3,700)	
● Oxacillin	80.3 (N=2,214)	77.9 (N=1,540)	80.1 (N=1,619)	78.3 (N=1,344)	86.0 (N=1,994)	82.5 (N=2,527)	85.0 (N=2,975)	85.1 (N=3,217)	83.2 (N=3,097)	84.0 (N=3,171)	
● Penicillin G	97.1 (N=1,580)	95.9 (N=1,556)	96.9 (N=1,426)	97.7 (N=1,708)	97.1 (N=1,470)	96.1 (N=2,530)	96.6 (N=2,975)	96.1 (N=3,037)	96.1 (N=3,099)	96.3 (N=1,471)	
● Clindamycin	38.0 (N=2,156)	35.6 (N=1,515)	31.8 (N=1,759)	28.4 (N=1,794)	28.6 (N=1,939)	27.5 (N=2,455)	23.8 (N=2,923)	23.4 (N=3,152)	22.9 (N=3,023)	61.2 (N=3,615)	
● Rifampin	6.3 (N=2,214)	4.2 (N=1,540)	4.3 (N=1,804)	4.5 (N=1,822)	3.2 (N=1,994)	2.5 (N=2,529)	3.2 (N=2,975)	3.3 (N=3,038)	3.1 (N=3,099)	4.9 (N=3,697)	
● Tetracycline	42.2 (N=2,214)	37.2 (N=1,556)	31.4 (N=1,804)	29.3 (N=1,822)	24.7 (N=1,992)	21.3 (N=2,530)	17.9 (N=2,974)	17.3 (N=3,037)	16.2 (N=3,097)	12.6 (N=3,700)	
● SXT ^c	2.4 (N=2,213)	4.8 (N=1,599)	5.2 (N=1,804)	5.2 (N=1,821)	6.2 (N=1,994)	7.5 (N=2,529)	7.3 (N=2,974)	8.0 (N=3,038)	6.9 (N=3,098)	6.5 (N=3,700)	
● Ciprofloxacin	71.0 (N=2,213)	70.6 (N=1,596)	75.4 (N=1,804)	78.2 (N=1,820)	80.3 (N=1,993)	78.8 (N=2,529)	79.1 (N=2,973)	79.9 (N=3,214)	79.7 (N=3,098)	78.6 (N=3,700)	
● Vancomycin ^d	0.0 (N=2,214)	0.0 (N=1,557)	0.0 (N=1,804)	0.0 (N=1,822)	0.0 (N=1,994)	0.0 (N=2,530)	0.0 (N=2,975)	0.0 (N=3,217)	0.0 (N=3,098)	0.0 (N=3,700)	
● Erythromycin	63.5 (N=2,156)	56.1 (N=1,514)	56.5 (N=1,759)	58.1 (N=1,794)	61.7 (N=1,939)	54.4 (N=2,455)	52.0 (N=2,923)	52.7 (N=3,151)	56.5 (N=3,023)	64.2 (N=3,615)	
● Linezolid	0.0 (N=2,214)	0.0 (N=1,557)	0.0 (N=1,804)	0.1 (N=1,822)	0.4 (N=1,994)	0.1 (N=2,530)	0.0 (N=2,975)	0.1 (N=3,217)	0.0 (N=3,099)	0.0 (N=3,697)	
● QDA ^e	0.1 (N=2,214)	0.5 (N=1,554)	0.1 (N=1,804)	0.2 (N=1,822)	0.2 (N=1,994)	0.0 (N=2,530)	0.1 (N=2,975)	0.1 (N=3,038)	0.0 (N=1,841)	— ^b	

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

^b 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

^c SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^d 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%), 2023(0.0%), 2024(0.0%)

^e QDA: Quinupristin-dalfopristin

혈액 분리 황색포도알균의 항균제 내성률은 Rifampin(4.9%), Vancomycin(0.0%), Linezolid(0.0%)를 제외한 다른 항균제에서 모두 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 높은 수치를 보였다. Oxacillin 내성 황색포도알균의 경우 전체 검체 항균제 내성률은 84.0%, 혈액 분리 군주에서는 85.7%로 더 높은 수치를 나타냈다. (그림 2-15)

하부호흡기 검체 분리 황색포도알균의 SXT(6.7%) 항균제의 내성률은 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 소폭 증가하였으며, 그 외 다른 항균제에서는 모두 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 낮은 수치를 보였다. Oxacillin 내성 황색포도알균의 경우 전체 검체 항균제 내성률은 84.0%, 하부호흡기 검체 분리 군주에서는 80.9%로 더 낮은 수치를 나타냈다. (그림 2-15)

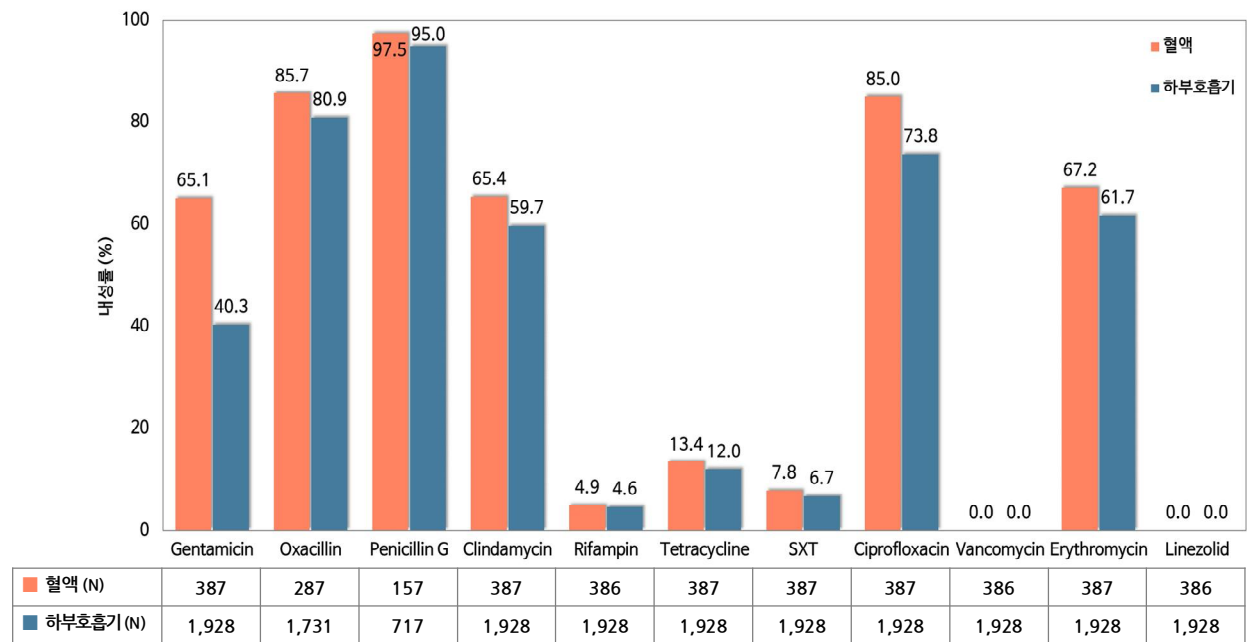


그림 2-15 | 요양병원 검체별 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

의원 주요 분리원은 창상(51.2%), 소변(12.0%), 체액(6.8%), 요도·자궁경부 도말(6.6%) 검체 순으로 확인되었다. Oxacillin 내성률은 32.1%로 2023년도 대비 증가하였으며 중소 및 요양병원에 비해 낮은 내성률을 유지했다. Cefoxitin 항균제 내성 검사* 결과로 확인한 메티실린 내성 황색포도알균(MRSA)는 32.6%로 확인되었다. 대부분 항균제의 내성률이 전년 대비 증가 또는 유사한 수준을 유지하였다. (표 2-6)

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

표 2-6 | 의원 분리 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
○ Mupirocin	7.5 (N=4,297)	10.1 (N=3,637)	13.7 (N=4,412)	16.2 (N=5,285)	14.6 (N=5,865)	12.2 (N=5,543)	8.3 (N=3,757)	8.8 (N=3,826)	10.9 (N=1,973)	— ^b	
● Gentamicin	21.5 (N=4,301)	21.9 (N=3,746)	20.5 (N=4,485)	21.2 (N=5,847)	20.2 (N=6,871)	16.7 (N=6,663)	13.9 (N=6,079)	12.9 (N=6,399)	13.6 (N=6,589)	13.4 (N=7,920)	
● Oxacillin	42.5 (N=4,300)	38.3 (N=3,669)	37.4 (N=3,926)	34.9 (N=4,622)	39.8 (N=6,870)	34.0 (N=6,661)	31.1 (N=6,079)	29.2 (N=6,397)	29.2 (N=6,589)	32.1 (N=6,607)	
● Penicillin G	91.2 (N=2,962)	89.3 (N=3,710)	88.8 (N=3,937)	89.1 (N=5,284)	87.1 (N=5,865)	85.1 (N=6,663)	82.0 (N=6,080)	81.1 (N=5,926)	80.8 (N=6,588)	82.1 (N=3,901)	
● Clindamycin	16.0 (N=4,204)	12.5 (N=3,615)	9.6 (N=4,379)	10.2 (N=5,672)	9.3 (N=6,730)	9.6 (N=6,493)	8.2 (N=5,893)	6.7 (N=6,172)	7.9 (N=6,181)	29.4 (N=7,122)	
● Rifampin	1.8 (N=4,302)	1.8 (N=3,670)	1.2 (N=4,485)	1.1 (N=5,849)	1.0 (N=6,871)	1.2 (N=6,662)	0.7 (N=6,080)	0.5 (N=5,926)	0.6 (N=6,588)	0.7 (N=7,917)	
● Tetracycline	21.5 (N=4,303)	20.9 (N=3,710)	16.6 (N=4,486)	18.3 (N=5,848)	16.6 (N=6,866)	13.6 (N=6,660)	13.0 (N=6,074)	11.9 (N=5,915)	11.8 (N=6,563)	13.5 (N=7,920)	
● SXT ^c	3.3 (N=4,302)	4.5 (N=3,784)	3.1 (N=4,486)	3.2 (N=5,848)	3.7 (N=6,871)	3.6 (N=6,662)	3.2 (N=6,079)	2.4 (N=5,926)	2.5 (N=6,589)	2.3 (N=7,920)	
● Ciprofloxacin	26.5 (N=4,302)	24.6 (N=3,763)	24.1 (N=4,483)	26.5 (N=5,848)	24.0 (N=6,866)	23.1 (N=6,660)	19.3 (N=6,073)	18.2 (N=6,387)	18.2 (N=6,564)	19.0 (N=7,920)	
● Vancomycin ^d	0.0 (N=4,302)	0.0 (N=3,710)	0.0 (N=4,485)	0.0 (N=5,849)	0.0 (N=6,871)	0.0 (N=6,663)	0.0 (N=6,080)	0.0 (N=6,399)	0.0 (N=6,588)	0.0 (N=7,919)	
● Erythromycin	36.3 (N=4,199)	30.0 (N=3,615)	31.4 (N=4,378)	29.8 (N=5,671)	32.4 (N=6,730)	25.4 (N=6,493)	22.3 (N=5,892)	21.1 (N=6,171)	22.7 (N=6,161)	33.5 (N=7,124)	
● Linezolid	0.1 (N=4,303)	0.1 (N=3,710)	0.1 (N=4,486)	0.1 (N=5,949)	0.1 (N=6,871)	0.1 (N=6,663)	0.0 (N=6,080)	0.1 (N=6,399)	0.2 (N=6,589)	0.2 (N=7,918)	
● QDA ^e	0.0 (N=4,303)	0.4 (N=3,687)	0.0 (N=4,486)	0.0 (N=5,849)	0.0 (N=6,871)	0.0 (N=6,663)	0.1 (N=6,080)	0.0 (N=5,925)	0.0 (N=3,348)	— ^b	

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

^b 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

^c SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^d 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%), 2023(0.0%), 2024(0.0%)

^e QDA: Quinupristin-dalfopristin

혈액 분리 의원의 혈액 분리 황색포도알균의 분리 건수가 적어 해석에 유의할 필요가 있다. Penicillin G(68.4%) 항균제의 내성률은 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 낮지만, 그 외 항균제 내성률은 모두 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 높은 수치를 보였다.

하부호흡기 검체 분리 황색포도알균의 Oxacillin(39.6%), Penicillin G(84.0%), Clindamycin(34.8%), Ciprofloxacin(26.4%) 항균제의 내성률은 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 높게 나타났으며, 그 외 다른 항균제에서는 낮거나 유사한 수준을 유지하였다. (그림 2-16)

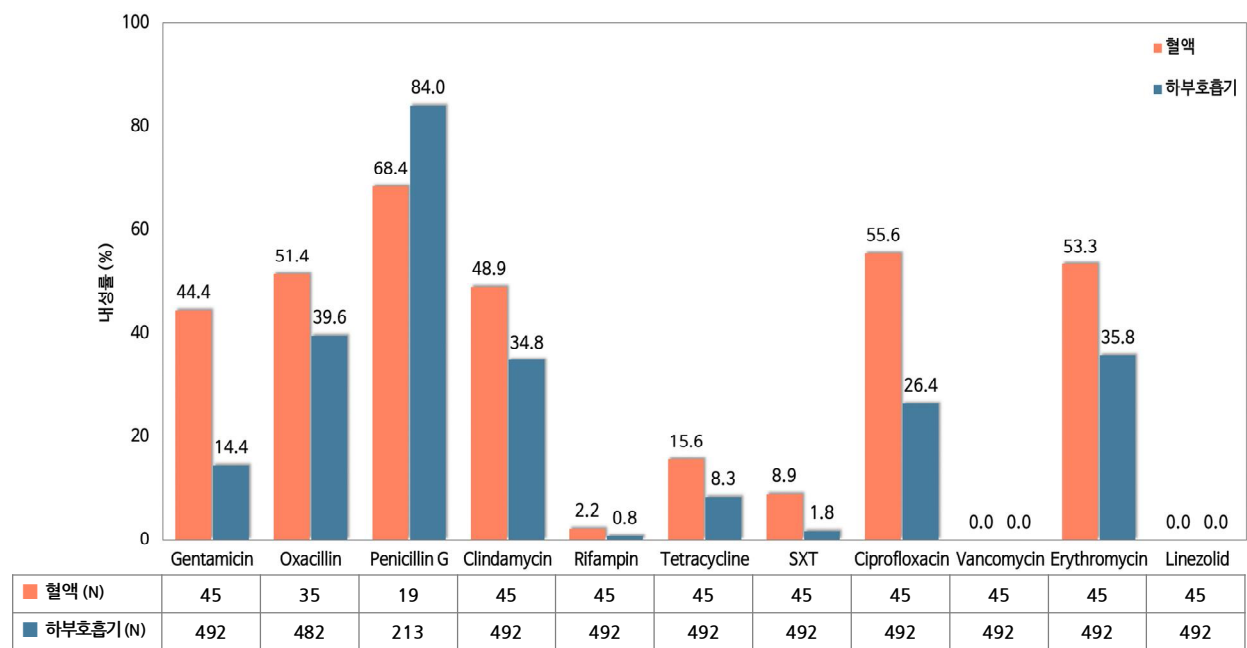


그림 2-16 | 의원 검체별 *S. aureus* 항균제 내성률(%)

2. 2. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.)

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

Enterococcus faecalis

중소병원 주요 분리원은 요(79.9%), 창상(8.9%), 요도·자궁경부 도말(4.1%) 검체 순으로 확인되었다. Ampicillin 내성률은 2023년 대비 증가하였으나, 여전히 1% 미만을 유지하고 있는 것으로 나타났다. Aminoglycoside 계열 항균제인 Gentamicin-High (고농도)와 Streptomycin-High (고농도)의 내성률은 전년 대비 증가하여 각각 50.7%, 14.2%로 나타났다. (표 2-7)

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

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Gentamicin-High ^b	64.4 (N=6,149)	63.0 (N=5,191)	61.6 (N=8,020)	58.9 (N=10,607)	57.4 (N=9,278)	55.0 (N=9,381)	53.2 (N=12,946)	49.7 (N=12,486)	43.6 (N=13,379)	50.7 (N=12,402)	
● Ampicillin	0.6 (N=6,777)	4.3 (N=5,985)	0.7 (N=8,585)	1.0 (N=11,113)	0.3 (N=10,269)	0.3 (N=10,485)	0.1 (N=13,976)	0.2 (N=14,325)	0.5 (N=13,387)	0.8 (N=12,422)	
● Tetracycline	89.7 (N=6,631)	87.8 (N=5,659)	87.5 (N=8,058)	87.4 (N=10,554)	87.0 (N=9,713)	85.7 (N=9,907)	85.9 (N=13,378)	85.1 (N=12,914)	85.8 (N=11,913)	86.7 (N=10,068)	
● Streptomycin-High ^b	17.6 (N=6,759)	18.4 (N=5,758)	18.4 (N=8,565)	17.8 (N=11,078)	16.7 (N=10,249)	16.1 (N=9,367)	15.0 (N=13,927)	14.1 (N=13,393)	12.3 (N=13,360)	14.2 (N=12,386)	
● Vancomycin	2.4 (N=6,778)	1.9 (N=5,805)	1.2 (N=8,583)	1.7 (N=11,113)	0.8 (N=10,280)	1.2 (N=9,277)	1.3 (N=13,977)	0.8 (N=14,319)	1.2 (N=13,385)	1.3 (N=12,422)	
● Ciprofloxacin	33.1 (N=6,626)	31.4 (N=5,898)	29.5 (N=8,057)	27.5 (N=10,553)	23.4 (N=9,711)	22.9 (N=9,905)	21.6 (N=13,380)	21.6 (N=13,811)	22.1 (N=11,920)	20.9 (N=10,130)	
● Linezolid	0.2 (N=6,777)	0.4 (N=5,803)	0.4 (N=8,584)	0.4 (N=11,112)	0.6 (N=10,282)	0.7 (N=10,485)	0.7 (N=13,979)	0.7 (N=14,325)	1.1 (N=13,387)	1.8 (N=12,420)	

^a 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석
^b 임상시험검체분석기관 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

혈액 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률을 산출하였을 때, 전체 검체 대상 내성률에 비해 Ampicillin(1.7%), Ciprofloxacin(25.0%), Gentamicin-High(58.1%), Linezolid(2.6%) 항균제에서 높게 나타났다. 반면 그 외 항균제 내성률은 전체 검체 대상 내성률에 비해 낮게 나타났으며, 특히 Tetracycline(37.5%) 항균제에서 내성률 차이가 가장 크게 나타났다.

요 분리 모든 항균제에서 전체 검체 대상 내성률과 유사하게 나타났다. (그림 2-17)

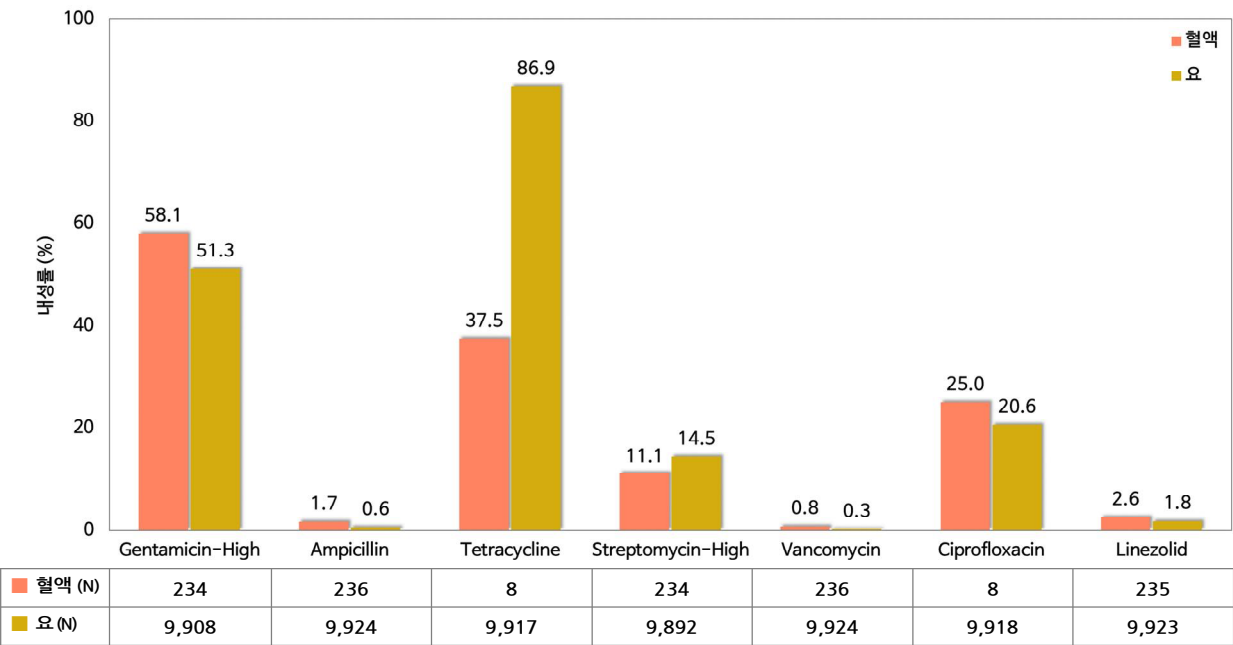


그림 2-17 | 중소병원 검체별 *E. faecalis* 항균제 내성률(%)

요양병원 주요 분리원은 요(50.1%), 대변(11.6%), 혈액(10.3%) 검체 순으로 확인되었다. 전반적인 내성률은 전년과 유사한 수준을 유지하였으나, Ampicillin 및 Gentamicin-High (고농도) 내성률은 각각 2.5%, 71.1%로 2023년 대비 증가하였다. (표 2-8)

표 2-8 | 요양병원 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
Gentamicin-High ^b	72.4 (N=811)	75.0 (N=628)	80.0 (N=629)	62.2 (N=833)	73.2 (N=869)	75.0 (N=1,041)	75.8 (N=1,305)	76.3 (N=1,597)	68.1 (N=1,930)	71.1 (N=2,017)	
Ampicillin	0.7 (N=935)	3.5 (N=752)	0.7 (N=721)	1.1 (N=912)	0.9 (N=1,043)	0.8 (N=1,300)	0.4 (N=1,566)	0.6 (N=1,745)	1.0 (N=1,933)	2.5 (N=2,023)	
Tetracycline	92.8 (N=891)	91.8 (N=718)	92.5 (N=644)	90.9 (N=734)	91.6 (N=901)	93.2 (N=1,107)	93.3 (N=1,314)	91.3 (N=1,334)	92.7 (N=1,327)	91.4 (N=1,044)	
Streptomycin-High ^b	22.0 (N=931)	21.1 (N=730)	21.5 (N=717)	15.0 (N=912)	21.2 (N=1,032)	17.9 (N=1,032)	16.5 (N=1,547)	18.2 (N=1,682)	17.7 (N=1,923)	17.9 (N=2,015)	
Vancomycin	9.9 (N=935)	6.6 (N=740)	9.0 (N=720)	20.1 (N=911)	10.9 (N=1,048)	13.0 (N=958)	15.9 (N=1,567)	14.1 (N=1,743)	16.0 (N=1,933)	14.8 (N=2,023)	
Ciprofloxacin	79.6 (N=891)	71.5 (N=736)	76.7 (N=644)	71.8 (N=734)	76.4 (N=901)	79.7 (N=1,106)	77.3 (N=1,313)	76.1 (N=1,382)	74.8 (N=1,327)	72.6 (N=1,047)	
Linezolid	0.0 (N=935)	0.7 (N=740)	0.4 (N=721)	0.2 (N=912)	0.4 (N=1,048)	0.5 (N=1,300)	0.3 (N=1,567)	0.3 (N=1,745)	0.3 (N=1,933)	0.1 (N=2,023)	

^a 2021년부터 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과 산출을 위해 WHO 제공 WHONET을 활용하여 분석
^b 임상시험검체분석기관 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

혈액 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률 산출하였을 때, Gentamicin-High (고농도) 내성률이 78.3%로 전체 검체 대상 내성률에 비해 높게 나타났다. 그 외 항균제에서는 낮거나 유사한 수준을 유지하였으며, Ciprofloxacin 및 Tetracycline 항균제 내성률의 경우 분리 건수가 적어 해석에 유의할 필요가 있다.

요 분리 Vancomycin 항균제의 내성률은 3.4%로 전체 검체 대상 내성률에 비해 낮게 나타났으며, 그 외 항균제 내성률은 전체 검체 대상 내성률과 유사한 수준을 유지하였다. (그림 2-18)

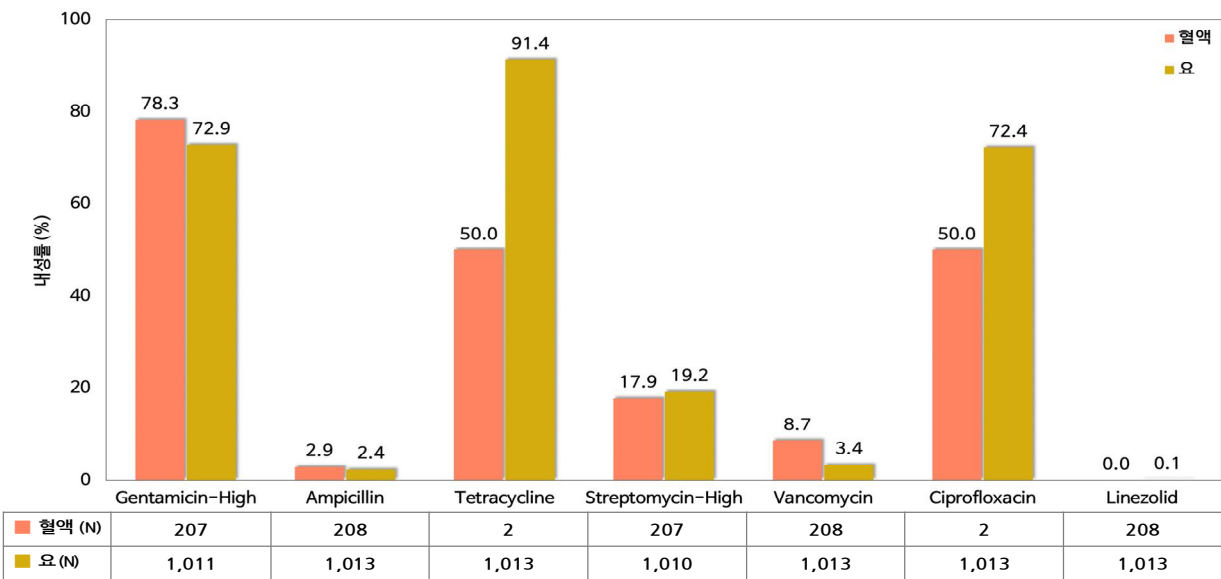


그림 2-18 | 요양병원 검체별 *E. faecalis* 항균제 내성률(%)

의원 주요 분리원은 요(85.2%), 요도·자궁경부 도말(11.2%), 창상(1.4%) 검체 순으로 확인되었다. Ampicillin 내성률은 0.2%로 2023년 대비 증가하였으나 지속적으로 낮은 수치를 유지하고 있다. Gentamicin-High (고농도) 내성률이 전년 대비 증가하여 47.2%를 나타냈으며, 그 외 대부분 항균제 내성률은 유사한 수준을 유지하였다. (표 2-9)

표 2-9 | 의원 분리 *E. faecalis* 항균제 내성률(%)

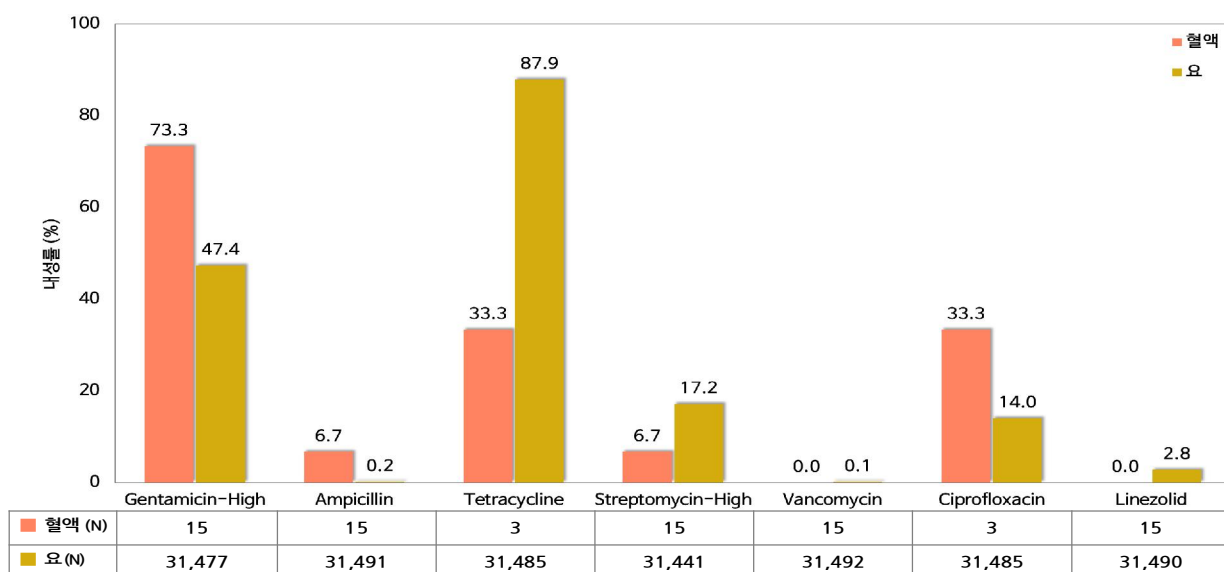
항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
Gentamicin-High ^b	53.7 (N=6,291)	55.7 (N=5,944)	62.3 (N=9,199)	56.5 (N=14,688)	53.8 (N=16,926)	51.1 (N=19,961)	48.9 (N=25,381)	46.8 (N=28,547)	43.6 (N=32,255)	47.2 (N=36,934)	
Ampicillin	0.2 (N=6,644)	3.4 (N=6,706)	0.1 (N=9,633)	0.2 (N=15,494)	0.1 (N=17,982)	0.1 (N=21,168)	0.0 (N=26,329)	0.0 (N=30,736)	0.1 (N=32,268)	0.2 (N=36,957)	
Tetracycline	88.0 (N=6,510)	86.9 (N=6,298)	87.3 (N=9,214)	88.8 (N=14,810)	87.6 (N=17,218)	87.6 (N=20,411)	86.6 (N=25,246)	86.6 (N=28,369)	87.4 (N=29,888)	87.9 (N=31,692)	
Streptomycin-High ^b	19.5 (N=6,630)	20.1 (N=6,391)	37.5 (N=9,623)	20.0 (N=15,468)	20.0 (N=17,959)	20.2 (N=19,944)	19.1 (N=26,273)	17.4 (N=29,652)	16.0 (N=32,225)	17.2 (N=36,892)	
Vancomycin	1.4 (N=6,640)	1.0 (N=6,423)	1.0 (N=9,632)	0.3 (N=15,494)	0.4 (N=17,994)	0.3 (N=19,629)	0.3 (N=26,328)	0.1 (N=30,733)	0.3 (N=32,264)	0.3 (N=36,958)	
Ciprofloxacin	12.1 (N=6,509)	12.7 (N=6,600)	10.2 (N=9,211)	10.5 (N=14,809)	9.6 (N=17,215)	9.5 (N=20,410)	10.1 (N=25,242)	11.1 (N=29,400)	13.5 (N=29,899)	14.1 (N=31,649)	
Linezolid	0.6 (N=6,641)	0.4 (N=6,424)	0.6 (N=9,634)	1.0 (N=15,494)	1.0 (N=17,994)	1.0 (N=21,168)	1.3 (N=26,328)	1.8 (N=30,736)	2.0 (N=32,269)	2.6 (N=36,956)	

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

^b 임상시험검체분석기관 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

혈액 분리 *E. faecalis* 분리 건수는 15건으로 균주 수가 적어 해석에 유의할 필요가 있다. Ampicillin, Ciprofloxacin, Gentamicin-High (고농도) 항균제 내성률은 각각 6.7%, 33.3%, 73.3%로 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다. (그림 2-19)

요 분리 모든 항균제 내성률은 전체 검체 대상 내성률과 유사한 수준을 유지하였다.

그림 2-19 | 의원 검체별 *E. faecalis* 항균제 내성률(%)

Enterococcus faecium

중소병원 주요 분리원은 요(67.2%), 대변(18.1%), 혈액(4.1%) 검체 순으로 확인되었다. Ampicillin과 Ciprofloxacin 내성률은 각각 94.9%, 95.2%로 2023년 대비 유사한 수준으로 나타났으며, 지속적으로 높은 내성률을 유지하고 있다. Gentamicin-High (고농도) 내성률은 39.7%로 지속적으로 감소하고 있는 반면 Streptomycin-High (고농도) 및 Tetracycline 내성률은 증가하여 각각 9.7%, 29.3%로 나타났다. (표 2-10)

표 2-10 | 중소병원 분리 E. faecium 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Gentamicin-High ^b	50.5 (N=3,505)	51.3 (N=2,938)	53.7 (N=4,549)	51.2 (N=8,658)	46.9 (N=4,636)	47.7 (N=5,255)	50.1 (N=8,691)	47.3 (N=8,605)	41.2 (N=9,068)	39.7 (N=7,644)	
● Ampicillin	93.5 (N=3,830)	91.8 (N=3,374)	93.6 (N=4,896)	94.5 (N=9,075)	93.6 (N=5,267)	93.6 (N=5,897)	94.9 (N=9,561)	94.4 (N=9,407)	95.0 (N=9,088)	94.9 (N=7,664)	
● Tetracycline	35.8 (N=3,770)	33.3 (N=3,194)	29.4 (N=4,081)	30.8 (N=7,192)	23.2 (N=4,752)	19.3 (N=5,035)	17.1 (N=8,403)	21.2 (N=7,941)	25.1 (N=7,563)	29.3 (N=5,359)	
● Streptomycin-High ^b	18.6 (N=3,817)	15.6 (N=3,243)	13.2 (N=4,874)	11.1 (N=9,034)	10.7 (N=5,246)	8.4 (N=5,232)	7.8 (N=9,515)	9.2 (N=9,042)	8.9 (N=9,043)	9.7 (N=7,610)	
● Vancomycin	29.0 (N=3,833)	25.8 (N=3,277)	38.6 (N=4,896)	61.7 (N=9,075)	44.4 (N=5,266)	51.4 (N=5,895)	60.8 (N=9,561)	52.9 (N=9,404)	48.5 (N=9,089)	44.1 (N=7,663)	
● Ciprofloxacin	93.7 (N=3,769)	90.9 (N=3,330)	92.8 (N=4,083)	94.7 (N=7,191)	93.2 (N=4,752)	93.5 (N=5,033)	94.7 (N=8,406)	94.8 (N=8,270)	95.2 (N=7,567)	95.2 (N=5,378)	
● Linezolid	0.1 (N=3,831)	0.2 (N=3,278)	0.2 (N=4,896)	0.1 (N=9,075)	0.4 (N=5,267)	0.2 (N=5,897)	0.1 (N=9,561)	0.2 (N=9,407)	0.2 (N=9,089)	0.3 (N=7,662)	
● QDA ^c	2.9 (N=3,722)	2.8 (N=2,898)	3.6 (N=4,875)	5.2 (N=9,075)	5.1 (N=5,265)	6.2 (N=5,897)	6.5 (N=9,559)	4.9 (N=9,078)	8.1 (N=5,514)	- ^d	

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

^b 임상시험검체분석기관 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

^c QDA: Quinupristin-dalfopristin

^d 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

혈액 분리 *E. faecium* 항균제 내성률은 모든 항균제에서 전체 검체 대상 내성률에 비해 낮거나 유사하게 나타났다. (그림 2-20)

요 분리 Vancomycin 내성률은 29.6%로 전체 검체 대상 내성률에 비해 낮게 나타났으며, 그 외 항균제 내성률에서는 높거나 유사하게 나타났다.

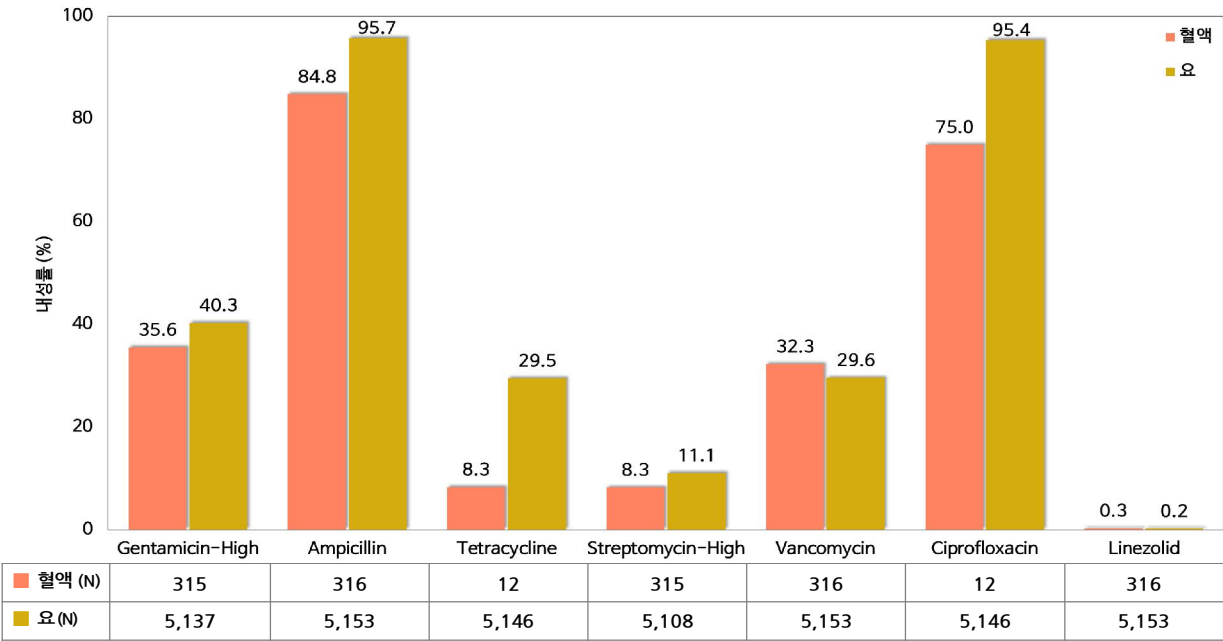
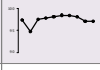
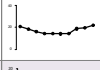
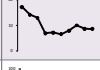
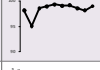
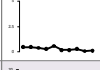
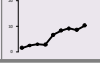


그림 2-20 | 중소병원 검체별 *E. faecium* 항균제 내성률(%)

요양병원 주요 분리원은 대변(51.6%), 요(32.6%), 혈액(3.9%) 검체 순으로 확인되었다. Tetracycline 항균제 내성률은 22.0%로 증가, Vancomycin 내성률은 77.0%, Gentamicin-High (고농도) 내성률은 47.6%로 나타나면서 전년 대비 감소하였고, 그 외 항균제의 전반적인 내성률은 유사한 수준을 유지하였다. (표 2-11)

표 2-11 | 요양병원 분리 *E. faecium* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Gentamicin-High ^b	66.6 (N=1,670)	60.2 (N=688)	51.4 (N=1,055)	54.5 (N=2,705)	53.0 (N=2,046)	54.7 (N=2,859)	57.7 (N=4,864)	52.9 (N=5,811)	49.0 (N=5,847)	47.6 (N=6,290)	
● Ampicillin	97.4 (N=1,770)	94.8 (N=811)	97.6 (N=1,145)	97.8 (N=2,787)	98.2 (N=2,524)	98.5 (N=3,651)	98.4 (N=5,657)	98.1 (N=6,055)	97.1 (N=5,860)	97.1 (N=6,304)	
● Tetracycline	20.9 (N=1,738)	18.3 (N=774)	16.4 (N=795)	14.5 (N=2,105)	14.6 (N=1,805)	14.1 (N=2,474)	14.5 (N=3,492)	18.8 (N=3,072)	19.7 (N=3,117)	22.0 (N=2,208)	
● Streptomycin-High ^b	17.2 (N=1,762)	14.2 (N=779)	12.9 (N=1,138)	6.9 (N=2,774)	7.1 (N=2,502)	6.5 (N=2,842)	7.9 (N=5,625)	10.0 (N=5,908)	8.6 (N=5,821)	8.6 (N=6,271)	
● Vancomycin	84.4 (N=1,770)	64.6 (N=791)	73.7 (N=1,145)	89.7 (N=2,787)	84.7 (N=2,524)	85.7 (N=3,649)	88.6 (N=5,657)	83.9 (N=6,055)	79.4 (N=5,857)	77.0 (N=6,305)	
● Ciprofloxacin	98.2 (N=1,738)	95.1 (N=811)	98.6 (N=795)	99.0 (N=2,105)	99.4 (N=1,804)	99.1 (N=2,475)	99.2 (N=3,495)	98.6 (N=3,173)	98.2 (N=3,117)	99.0 (N=2,208)	
● Linezolid	0.5 (N=1,769)	0.5 (N=791)	0.4 (N=1,145)	0.3 (N=2,787)	0.6 (N=2,524)	0.2 (N=3,651)	0.2 (N=5,657)	0.3 (N=6,055)	0.1 (N=5,860)	0.1 (N=6,305)	
● QDA ^c	1.5 (N=1,763)	2.4 (N=764)	2.9 (N=1,143)	2.7 (N=2,787)	6.6 (N=2,522)	8.3 (N=3,651)	9.1 (N=5,655)	8.6 (N=5,955)	10.3 (N=3,404)	- ^d	

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

^b 임상시험검체분석기관 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

^c QDA: Quinupristin-dalfopristin

^d 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

혈액 분리 *E. faecium* 항균제 내성률 산출하였을 때, 대부분의 항균제에서 전체 검체 대상 내성률에 비해 낮은 수치를 보였다. 특히 Vancomycin 내성률은 전체 검체 대상 내성률이 77.0%인 반면, 혈액 분리 균주의 내성률은 43.8%로 내성률 간의 큰 차이를 보였다. 이는 전체 검체 내 포함된 대변 검체의 높은 Vancomycin 내성률에 영향을 받았을 것으로 생각된다. (그림 2-21)

요 분리 Vancomycin 항균제의 내성률은 57.6%로 전체 검체 대상 내성률인 77.0%에 비해 큰 차이를 보였다. 그 외 항균제 내성률은 전체 검체 대상 내성률과 유사한 수준을 유지하였다.

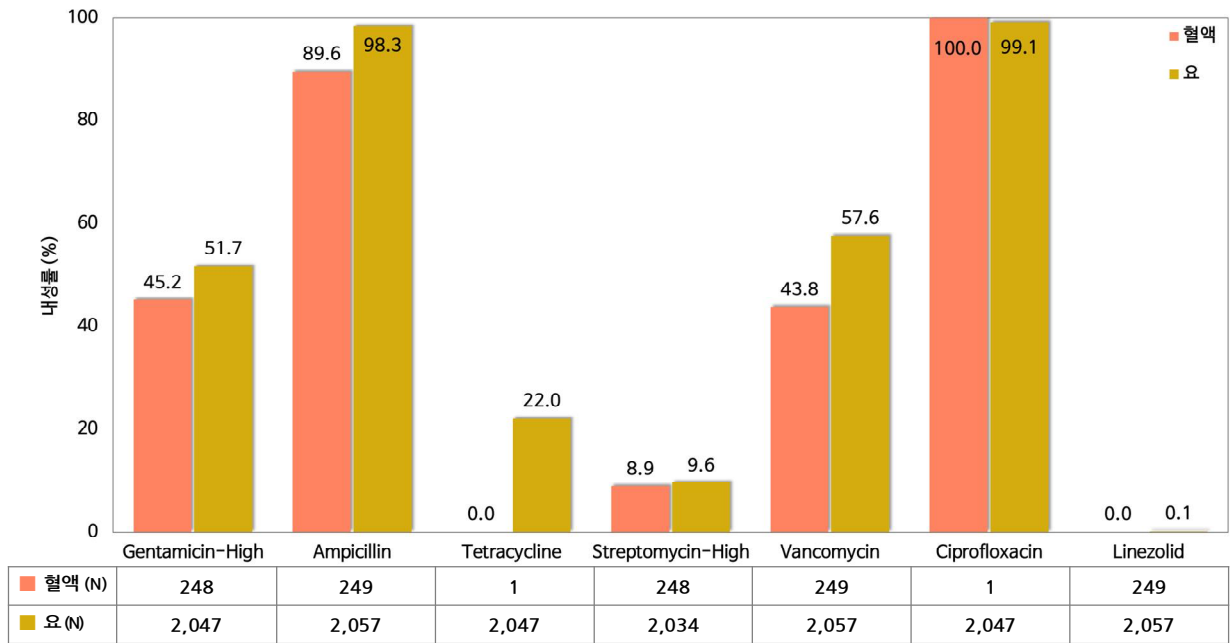


그림 2-21 | 요양병원 검체별 *E. faecium* 항균제 내성률(%)

의원 주요 분리원은 요(60.4%), 대변(22.7%), 하부호흡기(4.3%) 검체 순으로 확인되었다. Ciprofloxacin, Linezolid 항균제 내성률을 제외한 모든 항균제에서 2023년 대비 내성률이 증가한 것으로 나타났다. (표 2-12)

표 2-12 | 의원 분리 *E. faecium* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Gentamicin-High ^b	52.4 (N=1,084)	47.8 (N=578)	46.4 (N=1,071)	46.8 (N=2,254)	45.0 (N=1,874)	41.5 (N=1,338)	39.4 (N=1,591)	28.3 (N=901)	33.6 (N=2,256)	36.6 (N=2,533)	
● Ampicillin	84.9 (N=1,147)	79.9 (N=728)	82.8 (N=1,156)	86.5 (N=2,349)	84.8 (N=1,985)	77.2 (N=1,459)	77.1 (N=1,685)	62.0 (N=1,048)	80.6 (N=2,260)	82.8 (N=2,538)	
● Tetracycline	30.8 (N=1,134)	27.2 (N=670)	30.1 (N=1,092)	24.5 (N=2,143)	24.1 (N=1,950)	20.4 (N=1,414)	18.7 (N=1,625)	31.4 (N=919)	27.1 (N=2,108)	28.4 (N=1,965)	
● Streptomycin-High ^b	17.3 (N=1,146)	16.1 (N=666)	15.5 (N=1,152)	10.8 (N=2,195)	9.6 (N=1,982)	10.8 (N=1,338)	11.1 (N=1,683)	16.6 (N=981)	9.7 (N=2,250)	10.9 (N=2,521)	
● Vancomycin	63.7 (N=1,148)	49.0 (N=675)	48.7 (N=1,155)	61.4 (N=2,349)	62.2 (N=1,985)	52.8 (N=1,459)	54.4 (N=1,685)	23.8 (N=1,048)	59.4 (N=2,260)	62.8 (N=2,538)	
● Ciprofloxacin	85.4 (N=1,134)	78.3 (N=736)	82.4 (N=1,092)	86.8 (N=2,143)	85.7 (N=1,950)	78.8 (N=1,414)	78.4 (N=1,625)	63.1 (N=983)	81.8 (N=2,109)	81.5 (N=1,965)	
● Linezolid	0.5 (N=1,147)	0.6 (N=675)	0.3 (N=1,155)	0.2 (N=2,349)	0.8 (N=1,985)	0.1 (N=1,459)	0.2 (N=1,685)	0.6 (N=1,048)	0.4 (N=2,260)	0.4 (N=2,538)	
● QDA ^c	3.2 (N=1,130)	2.6 (N=649)	3.1 (N=1,155)	4.5 (N=2,349)	6.3 (N=1,985)	7.3 (N=1,459)	4.6 (N=1,685)	3.6 (N=984)	11.1 (N=1,068)	- ^d	

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

^b 임상시험검체분석기관 자동화장비 분석 결과에 따라 내성률 산출

^c QDA: Quinupristin-dalfopristin

^d 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

혈액 분리 *E. faecium*의 분리 건수는 12건으로 분리 균주 수가 적어 해석에 유의할 필요가 있다. Tetracycline, Ciprofloxacin, Linezolid 내성을 보이는 균주는 발견되지 않았으며, Ampicillin 내성을 보이는 균주는 8건으로 확인되었다. (그림 2-22)

요 분리 대부분 항균제에서 전체 검체 대상 내성률에 비해 낮거나 유사한 수준을 유지한 반면, Streptomycin-High (고농도) 및 Linezolid 항균제 내성률은 각각 12.7%, 0.7%로 높게 나타났다.

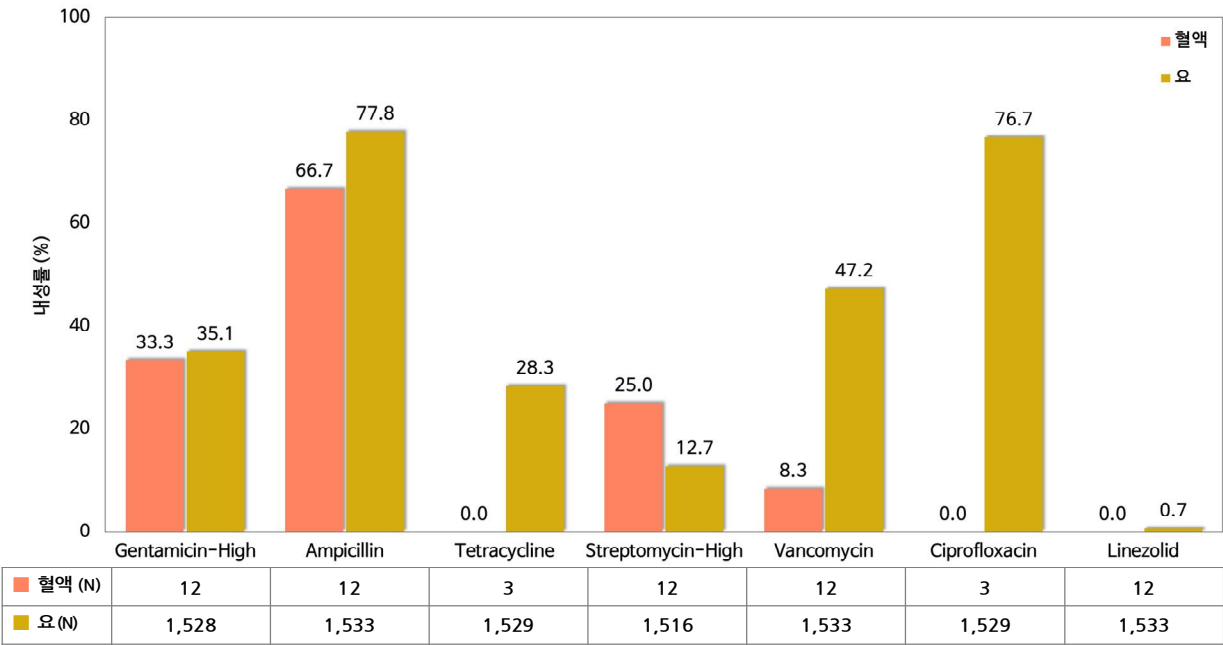


그림 2-22 | 의원 검체별 *E. faecium* 항균제 내성률(%)

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

중소병원 폐렴사슬알균은 세균성 폐렴의 가장 흔한 원인균으로 지역 사회 획득 폐렴, 균혈증, 뇌수막염, 중이염, 부비강염 등을 일으키는 주요 병원균으로, 주요 분리원은 하부호흡기(73.6%), 창상(10.4%), 혈액(9.1%) 검체 순으로 확인되었다. Penicillin G 내성률은 16.4%로 나타나면서 전년 대비 감소하였다. Erythromycin 내성률은 92.1%로 전년 대비 증가하면서 여전히 높은 내성률을 보였고, Tetracycline, SXT 내성률은 각각 81.8%, 40.3%로 나타났다. (표 2-13)

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

항균제명	2015 %, N	2016 %, N	2017 %, N	2018 %, N	2019 %, N	2020 %, N	2021 ^a %, N	2022 %, N	2023 %, N	2024 %, N	내성률 추이곡선
● Penicillin G	8.5 (N=247)	7.3 (N=329)	11.8 (N=364)	10.1 (N=347)	9.5 (N=338)	17.5 (N=166)	15.9 (N=82)	17.8 (N=174)	17.1 (N=228)	16.4 (N=226)	
● Tetracycline	79.1 (N=511)	78.1 (N=421)	75.8 (N=538)	79.5 (N=497)	76.9 (N=503)	70.2 (N=168)	75.0 (N=88)	76.9 (N=169)	80.4 (N=235)	81.8 (N=231)	
● SXT ^b	47.9 (N=511)	48.0 (N=425)	43.3 (N=538)	44.8 (N=498)	42.5 (N=506)	47.6 (N=168)	48.3 (N=87)	47.9 (N=169)	46.0 (N=235)	40.3 (N=231)	
● Vancomycin	0.0 (N=511)	0.0 (N=420)	0.0 (N=538)	0.0 (N=498)	0.0 (N=506)	0.0 (N=168)	0.0 (N=88)	0.0 (N=176)	0.0 (N=236)	0.0 (N=231)	
● Rifampin ^c	-	-	-	-	-	1.8 (N=163)	3.1 (N=64)	2.1 (N=95)	0.6 (N=157)	0.5 (N=218)	
● Erythromycin	84.9 (N=510)	86.0 (N=413)	83.6 (N=529)	87.1 (N=496)	86.2 (N=507)	86.3 (N=168)	89.8 (N=88)	85.7 (N=175)	91.0 (N=234)	92.1 (N=229)	

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

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^c 자동화장비 패널 변경으로 2020년부터 감수성 검사 결과 추가

혈액 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률을 산출하였을 때, Rifampin (4.8%) 항균제 내성률이 전체 검체 대상 내성률에 비해 높게 나타났으며, 그 외 다른 항균제는 모두 낮거나 유사한 수치로 나타났다.

하부호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률은 모든 항균제에서 전체 검체 대상 내성률에 비해 유사한 수준으로 나타났으나, Tetracycline (85.3%), SXT (44.7%) 항균제에서는 더 높은 수치로 나타났다. (그림 2-23)

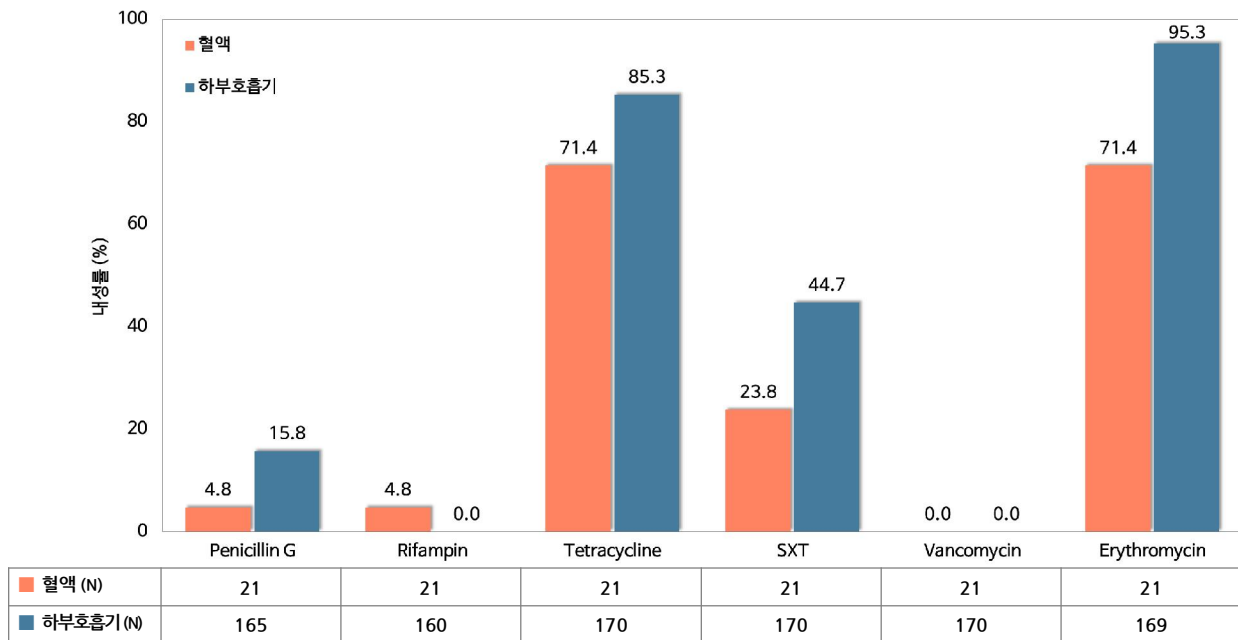


그림 2-23 | 중소병원 검체별 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

요양병원 주요 분리원은 하부호흡기(89.6%), 창상(4.5%), 혈액(4.5%) 검체 순으로 확인되었다. Penicillin G 항균제 내성률은 73.8%로 유사한 수준을 유지하였으며, Erythromycin 내성률은 95.5%로 전년 대비 증가하면서 여전히 높은 내성률을 보였다. Tetracycline, SXT 내성률은 또한 각각 70.1%, 91.0%로 나타나면서 전년 대비 증가하였다. (표 2-14)

표 2-14 | 요양병원 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015 %, N	2016 %, N	2017 %, N	2018 %, N	2019 %, N	2020 %, N	2021 ^a %, N	2022 %, N	2023 %, N	2024 %, N	내성률 추이곡선
● Penicillin G	44.9 (N=69)	25.0 (N=68)	43.6 (N=55)	58.5 (N=53)	59.5 (N=79)	66.7 (N=96)	65.1 (N=43)	77.9 (N=68)	73.6 (N=53)	73.8 (N=65)	
● Tetracycline	80.4 (N=143)	73.8 (N=84)	77.1 (N=70)	66.7 (N=75)	54.1 (N=98)	65.3 (N=95)	58.7 (N=46)	45.5 (N=66)	67.9 (N=53)	70.1 (N=67)	
● SXT ^b	77.6 (N=143)	66.7 (N=84)	74.3 (N=70)	76.0 (N=75)	77.8 (N=99)	83.3 (N=96)	84.8 (N=46)	87.9 (N=66)	84.9 (N=53)	91.0 (N=67)	
● Vancomycin	0.0 (N=143)	0.0 (N=84)	0.0 (N=70)	0.0 (N=75)	0.0 (N=99)	0.0 (N=97)	0.0 (N=46)	0.0 (N=68)	0.0 (N=53)	0.0 (N=67)	
● Rifampin ^c	-	-	-	-	-	3.2 (N=95)	6.7 (N=45)	3.0 (N=69)	2.0 (N=50)	1.6 (N=61)	
● Erythromycin	91.5 (N=142)	86.9 (N=84)	88.6 (N=70)	92.0 (N=75)	85.9 (N=99)	90.5 (N=95)	91.3 (N=46)	91.3 (N=69)	94.3 (N=53)	95.5 (N=67)	

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

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^c 자동화장비 패널 변경으로 2020년부터 감수성 검사 결과 추가

혈액 분리 주요 분리원이 하부호흡기 검체이기 때문에 혈액 분리 균주 수가 너무 적어 내성률 해석에 유의할 필요가 있다. 혈액 분리 건수는 3건이며, 그중 1건에서 Tetracycline 내성을 나타냈고, 2건에서 Penicillin G 내성을 나타냈다. Erythromycin 및 SXT 항균제에서는 3건 모두 내성을 나타냈다.

하부호흡기 검체 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률은 모든 항균제에서 전체 검체 대상 내성률과 유사한 수준을 유지하였다. (그림 2-24)

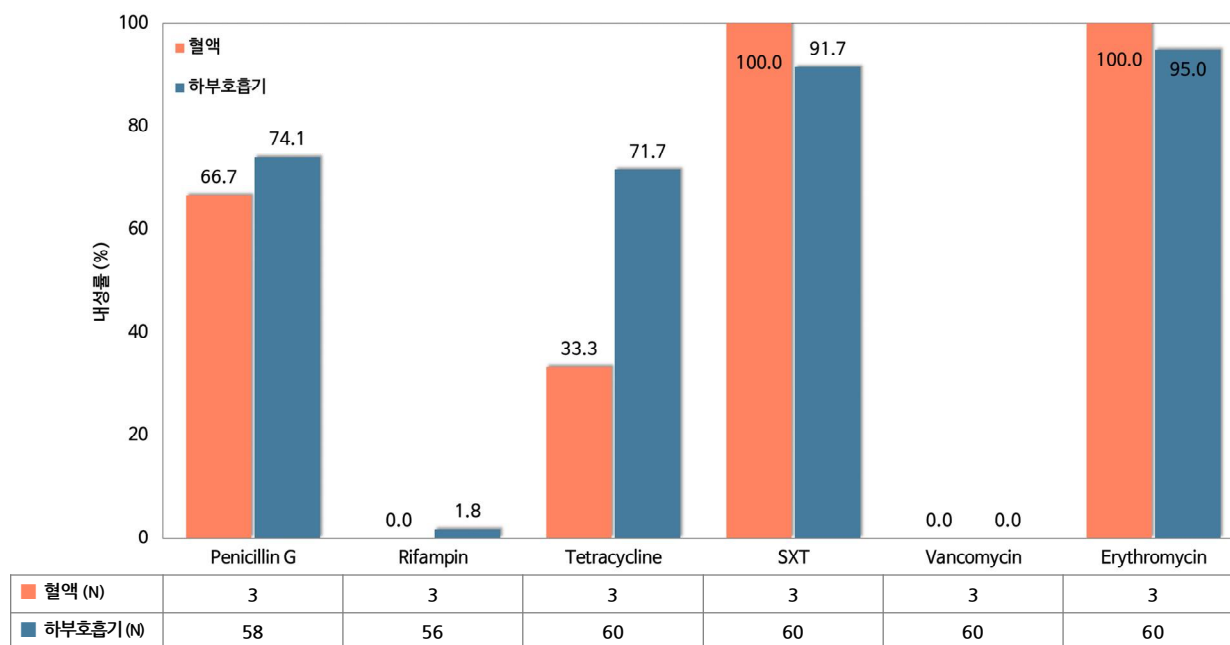


그림 2-24 | 요양병원 검체별 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

의원 주요 분리원은 하부호흡기(34.2%), 창상(33.3%), 체액(4.4%), 요(3.5%) 검체 순으로 확인되었다. Penicillin G 항균제 내성률은 15.2% 나타나면서 2023년 대비 감소하였다. Erythromycin, Tetracycline 내성률은 각각 96.4%, 83.3%로 높은 내성률을 나타내며, 그 외 Rifampin, SXT, Vancomycin 내성률은 전년 대비 유사한 수준으로 유지하고 있다. (표 2-15)

표 2-15 | 의원 분리 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Penicillin G	1.8 (N=57)	8.3 (N=84)	4.6 (N=87)	6.4 (N=78)	7.6 (N=118)	6.5 (N=62)	18.2 (N=22)	21.7 (N=46)	15.7 (N=70)	15.2 (N=112)	
● Tetracycline	69.3 (N=88)	80.4 (N=102)	78.9 (N=133)	85.0 (N=113)	85.6 (N=167)	81.2 (N=64)	87.5 (N=24)	86.4 (N=44)	81.0 (N=79)	83.3 (N=114)	
● SXT ^b	42.0 (N=88)	45.1 (N=102)	36.8 (N=133)	41.2 (N=114)	41.5 (N=171)	50.0 (N=64)	45.8 (N=24)	56.8 (N=44)	41.8 (N=79)	41.2 (N=114)	
● Vancomycin	0.0 (N=88)	0.0 (N=102)	0.0 (N=133)	0.0 (N=114)	0.0 (N=171)	0.0 (N=64)	0.0 (N=24)	0.0 (N=49)	0.0 (N=79)	0.0 (N=114)	
● Rifampin ^c	-	-	-	-	-	0.0 (N=64)	4.8 (N=21)	0.0 (N=32)	0.0 (N=74)	0.0 (N=103)	
● Erythromycin	79.5 (N=88)	87.1 (N=101)	86.5 (N=133)	92.1 (N=114)	92.4 (N=171)	88.9 (N=63)	100 (N=24)	93.6 (N=47)	97.3 (N=74)	96.4 (N=111)	

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

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^c 자동화장비 패널 변경으로 2020년부터 감수성 검사 결과 추가

혈액 분리 혈액 분리 균주 수가 너무 적어 항균제 내성률 해석에 유의할 필요가 있다. 혈액 분리 건수는 2건이며, 그중 1건에서는 Penicillin G, Tetracycline, SXT 항균제에 내성을 보였고, Erythromycin 항균제에서는 2건 모두 내성을 보였다.

하부호흡기 검체 분리 모든 항균제 내성률이 전체 검체 대상 내성률에 비해 낮거나 유사한 수준을 유지하였으며, 그중 Erythromycin 및 Tetracycline 항균제의 내성률도 유사한 수준을 유지하였으나 높은 내성률을 나타내고 있다. (그림 2-25)

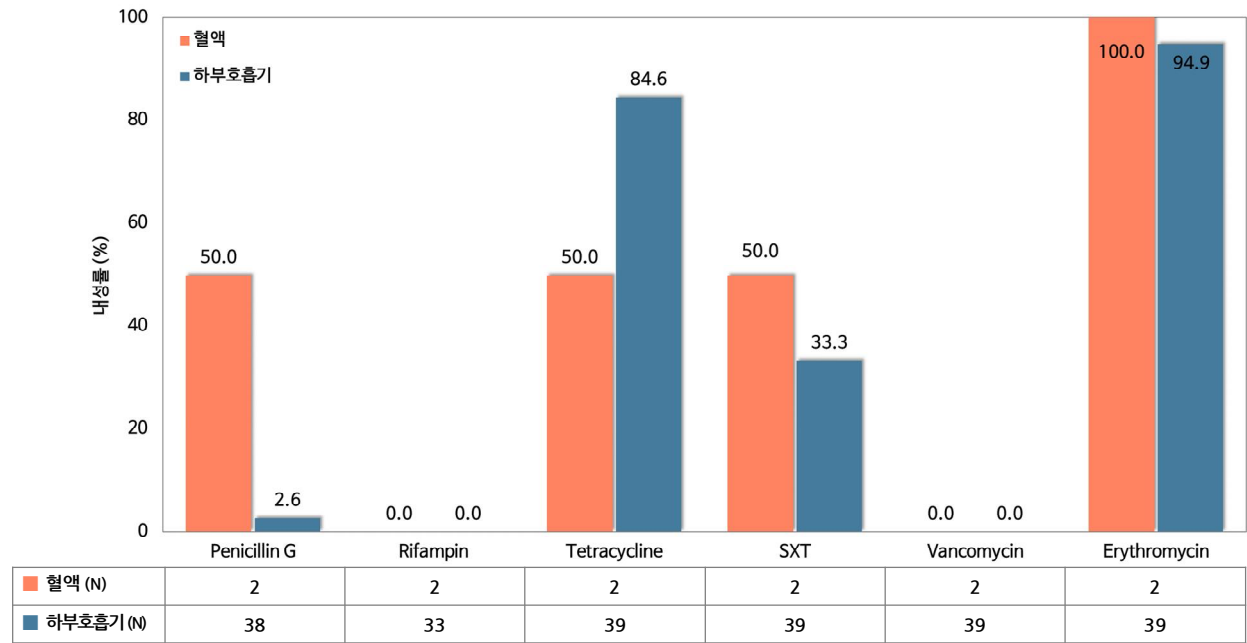


그림 2-25 | 의원 검체별 *S. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

2. 2. 4. 대장균(*Escherichia coli*)

중소병원 대장균은 지역 사회 또는 원내 요로감염에서 가장 흔하게 분리되는 그람음성균으로 2000년대부터 의료 환경 내에서 extended-spectrum β -lactamase (ESBL) 생성균의 발생 및 확산이 문제가 되고 있다. 주요 분리원은 요(82.4%), 혈액(6.6%), 하부호흡기(3.2%) 검체 순으로 확인되었다. 대부분의 항균제 내성률은 2023년과 유사한 수준을 유지하였으나, Aminoglycoside 계열 항균제인 Amikacin 내성률과 4세대 Cephalosporin 계열 항균제인 Cefepime 내성률이 각각 3.0%, 21.5%로 증가하였다. (표 2-16)

표 2-16 | 중소병원 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Amikacin	0.8 (N=31,178)	0.9 (N=24,270)	0.6 (N=36,302)	4.1 (N=51,008)	0.5 (N=48,371)	0.6 (N=32,153)	0.7 (N=62,191)	0.7 (N=66,306)	0.6 (N=66,168)	3.0 (N=64,136)	
● Gentamicin	32.2 (N=31,178)	31.2 (N=24,460)	31.2 (N=36,301)	31.3 (N=51,008)	28.8 (N=48,370)	29.3 (N=32,151)	28.1 (N=62,190)	26.0 (N=66,303)	25.8 (N=66,161)	25.3 (N=64,138)	
● Ampicillin	73.7 (N=31,171)	71.6 (N=24,285)	71.8 (N=36,297)	74.5 (N=51,005)	70.7 (N=48,369)	70.2 (N=32,142)	68.5 (N=62,185)	68.7 (N=66,303)	71.1 (N=66,164)	72.6 (N=64,141)	
● SXT ^b	39.3 (N=31,161)	38.6 (N=24,577)	38.1 (N=36,290)	40.1 (N=51,004)	39.0 (N=48,365)	38.4 (N=32,146)	36.3 (N=62,171)	35.4 (N=61,013)	36.3 (N=66,160)	37.2 (N=64,142)	
● Imipenem	0.1 (N=31,215)	0.9 (N=24,453)	0.5 (N=36,292)	2.8 (N=51,008)	1.0 (N=48,364)	1.4 (N=32,145)	1.9 (N=62,182)	2.0 (N=66,299)	1.5 (N=66,102)	1.5 (N=64,051)	
● Meropenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7 (N=34,246)	1.5 (N=64,141)	
● Ertapenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8 (N=61,588)	1.7 (N=64,139)	
● Cefoxitin	10.0 (N=31,173)	9.6 (N=24,159)	9.4 (N=27,617)	12.3 (N=51,004)	9.7 (N=48,369)	9.1 (N=32,125)	8.8 (N=62,188)	9.1 (N=66,305)	10.1 (N=36,450)	- ^d	
● Cefotaxime	37.6 (N=31,217)	36.8 (N=24,351)	37.0 (N=36,301)	41.0 (N=51,005)	36.3 (N=48,369)	36.7 (N=32,150)	35.7 (N=62,189)	35.1 (N=49,805)	36.9 (N=66,123)	38.3 (N=58,781)	
● Ceftazidime	18.4 (N=31,216)	17.6 (N=24,342)	17.3 (N=36,301)	21.2 (N=51,008)	16.7 (N=48,370)	17.5 (N=32,151)	16.7 (N=62,191)	16.2 (N=66,305)	17.3 (N=66,165)	18.1 (N=64,138)	
● Cefepime	13.6 (N=31,219)	10.9 (N=24,339)	11.0 (N=36,301)	13.3 (N=51,009)	9.8 (N=48,371)	9.8 (N=32,147)	9.9 (N=62,190)	9.5 (N=66,304)	14.3 (N=66,128)	21.5 (N=64,057)	
● Ciprofloxacin ^e	51.4 (N=31,178)	47.7 (N=24,572)	47.9 (N=36,302)	56.5 (N=51,008)	46.2 (N=48,369)	54.0 (N=32,146)	53.3 (N=62,185)	52.0 (N=66,306)	53.3 (N=66,161)	53.3 (N=64,136)	
● Aztreonam	22.7 (N=22,509)	22.9 (N=16,713)	23.1 (N=27,610)	25.6 (N=39,191)	22.4 (N=39,358)	22.2 (N=24,332)	22.2 (N=52,990)	21.8 (N=57,212)	22.6 (N=31,891)	- ^d	

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

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^c 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항균제 내성률 추가

^d 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

^e 2007~2009 ciprofloxacin, 2010~2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013~2024 ciprofloxacin

※ 「CLSI M100, 34th Edition」에 따른 Amikacin 항생제 감수성 시험 내성 판독 기준 변경
(2016~2023년) S: ≤16, R: ≥64 (μg/mL) → (2024년~) S: ≤4, I: =8, R: ≥16 (μg/mL)

혈액 분리 *E. coli* 항균제 내성률을 산출하였을 때, Cephalosporin 계열 항균제인 Cefotaxime (45.1%), Ceftazidime (22.0%), Cefepime (29.8%)에서 모두 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다. 반면에 Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem (0.4%), Meropenem (0.4%), Ertapenem (0.5%)에서는 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 낮게 나타났다. (그림 2-26)

요 분리 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률과 유사하거나 낮은 내성률을 보였다.

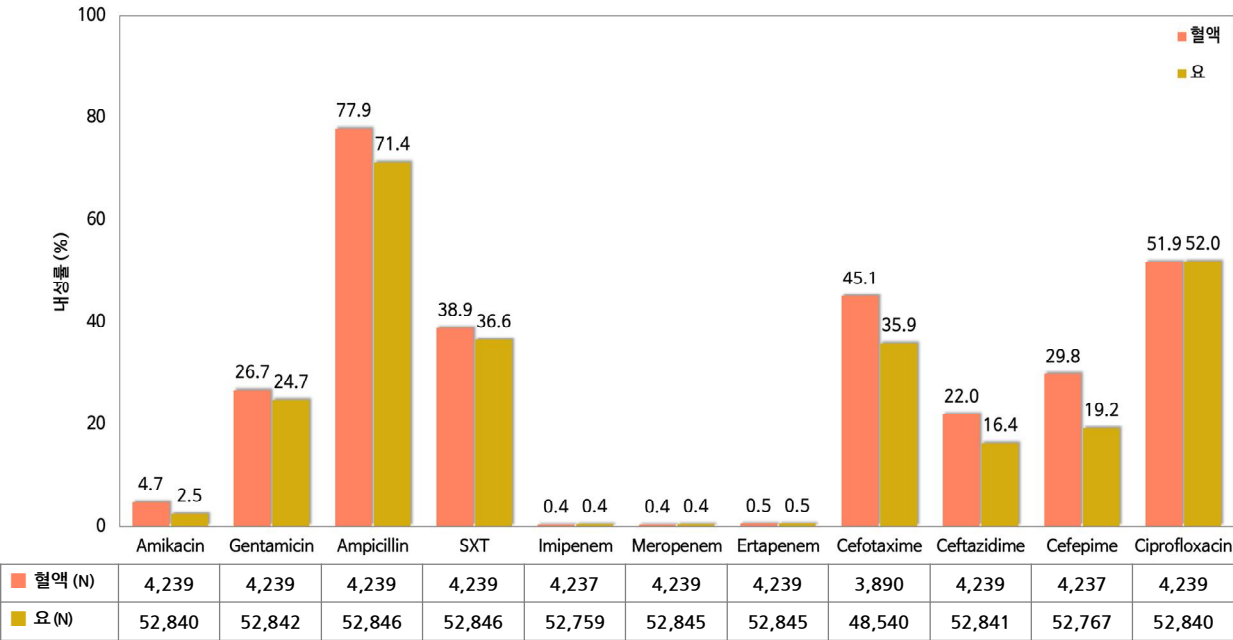


그림 2-26 | 중소병원 검체별 *E. coli* 항균제 내성률(%)

요양병원 주요 분리원은 요(54.7%), 대변(15.7%), 하부호흡기(12.4%) 검체 순으로 확인되었다. Amikacin 및 Cefepime 항균제 내성률이 각각 12.1%, 55.8%로 2023년 대비 증가하였고, 그 외 항균제에서는 전년과 유사한 수준을 보였다. 여전히 중소병원, 의원에 비해 높은 내성률을 나타내고 있다. Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem 내성률은 각각 19.4%, 19.3%, 22.1%로 나타났다. (표 2-17)

표 2-17 | 요양병원 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015 %, N	2016 %, N	2017 %, N	2018 %, N	2019 %, N	2020 %, N	2021 ^a %, N	2022 %, N	2023 %, N	2024 %, N	내성률 추이곡선
● Amikacin	2.7 (N=6,039)	2.0 (N=4,697)	2.6 (N=4,869)	11.4 (N=5,924)	2.8 (N=5,885)	2.8 (N=6,617)	3.0 (N=9,814)	3.0 (N=10,903)	4.2 (N=10,945)	12.1 (N=12,724)	
● Gentamicin	44.9 (N=6,039)	43.5 (N=4,728)	43.7 (N=4,869)	43.0 (N=5,924)	43.4 (N=5,885)	44.1 (N=6,616)	41.3 (N=9,814)	41.3 (N=10,901)	38.7 (N=10,945)	36.5 (N=12,725)	
● Ampicillin	86.7 (N=6,038)	83.4 (N=4,689)	86.5 (N=4,869)	88.8 (N=5,923)	88.3 (N=5,886)	90.2 (N=6,612)	89.7 (N=9,812)	90.6 (N=10,902)	90.5 (N=10,944)	90.3 (N=12,728)	
● SXT ^b	45.8 (N=6,037)	45.2 (N=4,764)	45.2 (N=4,867)	48.4 (N=5,920)	47.9 (N=5,884)	49.0 (N=6,614)	48.8 (N=9,803)	49.1 (N=10,357)	49.2 (N=10,946)	48.6 (N=12,727)	
● Imipenem	0.1 (N=6,041)	1.0 (N=4,745)	0.7 (N=4,868)	4.4 (N=5,924)	6.2 (N=5,883)	10.3 (N=6,614)	15.2 (N=9,810)	18.2 (N=10,899)	18.3 (N=10,921)	19.4 (N=12,694)	
● Meropenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	17.7 (N=5,750)	19.3 (N=12,722)	
● Ertapenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	22.5 (N=9,983)	22.1 (N=12,722)	
● Cefoxitin	16.7 (N=6,038)	14.1 (N=4,654)	15.1 (N=3,480)	18.2 (N=5,922)	18.7 (N=5,882)	20.2 (N=6,611)	21.5 (N=9,813)	22.7 (N=10,902)	23.0 (N=6,132)	- ^d	
● Cefotaxime	64.2 (N=6,042)	60.6 (N=4,711)	67.7 (N=4,868)	70.5 (N=5,924)	71.9 (N=5,882)	74.9 (N=6,614)	76.0 (N=9,813)	76.8 (N=9,792)	76.9 (N=10,934)	77.8 (N=10,670)	
● Ceftazidime	37.4 (N=6,042)	35.5 (N=4,711)	40.9 (N=4,869)	43.3 (N=5,924)	44.3 (N=5,881)	48.1 (N=6,616)	49.8 (N=9,814)	51.9 (N=10,900)	51.9 (N=10,945)	51.5 (N=12,727)	
● Cefepime	28.8 (N=6,041)	24.9 (N=4,711)	29.0 (N=4,869)	31.9 (N=5,924)	31.5 (N=5,883)	32.8 (N=6,617)	34.4 (N=9,813)	35.2 (N=10,903)	44.8 (N=10,934)	55.8 (N=12,684)	
● Ciprofloxacin ^e	81.4 (N=6,039)	75.3 (N=4,764)	81.4 (N=4,869)	85.6 (N=5,924)	83.0 (N=5,885)	86.6 (N=6,616)	86.8 (N=9,814)	86.5 (N=10,903)	85.7 (N=10,942)	84.3 (N=12,728)	
● Aztreonam	45.9 (N=3,976)	43.1 (N=3,293)	52.1 (N=3,479)	55.4 (N=4,309)	57.6 (N=4,236)	60.8 (N=4,774)	61.9 (N=7,738)	62.3 (N=8,451)	64.3 (N=5,178)	- ^d	

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

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^c 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항균제 내성률 추가

^d 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

^e 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2024 ciprofloxacin

※ 「CLSI M100, 34th Edition」에 따른 Amikacin 항생제 감수성 시험 내성 판독 기준 변경
(2016~2023년) S: ≤16, R: ≥64 (μg/mL) → (2024년~) S: ≤4, I: =8, R: ≥16 (μg/mL)

혈액 분리 *E. coli* 항균제 내성률을 산출하였을 때, 다른 항균제에 비해 특히 Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem (5.1%), Meropenem (5.2%), Ertapenem (5.4%)에서 전체 검체 대상 항균제 내성률에 낮은 수치를 나타냈다. (그림 2-27)

요 분리 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률과 유사하거나 낮은 내성률을 보였다. 혈액 분리 균주의 내성률과 마찬가지로 Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem (4.8%), Meropenem (4.7%), Ertapenem (5.4%)에서 전체 검체 대상 항균제 내성률에 낮은 수치로 큰 차이를 보였다.

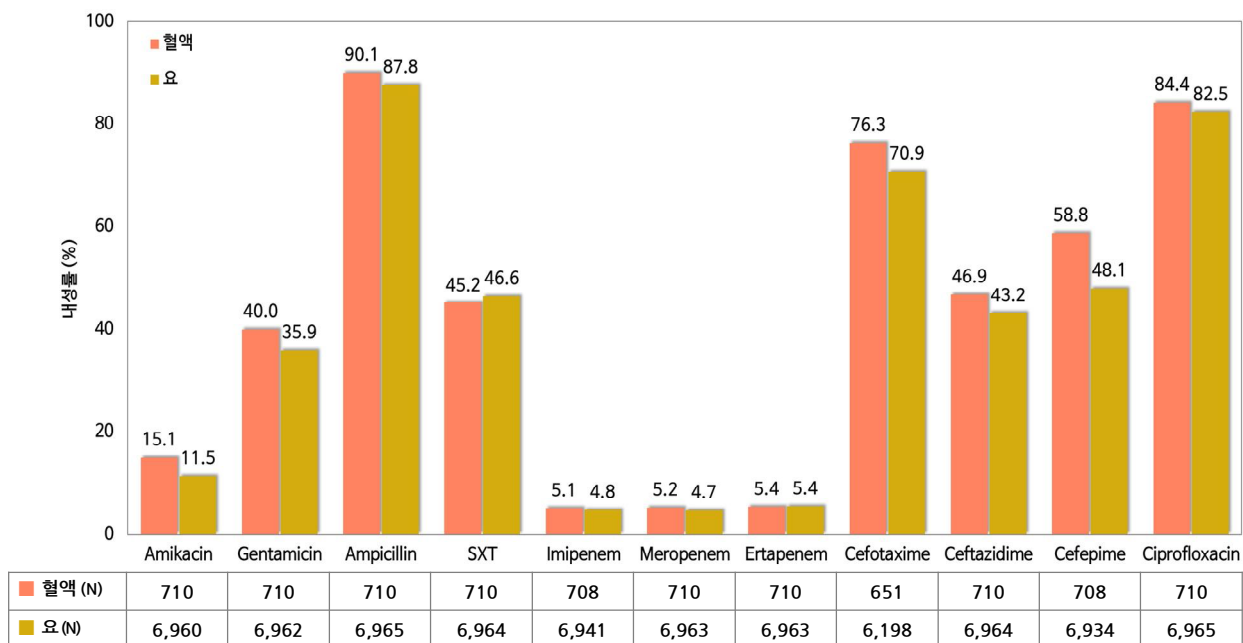


그림 2-27 | 요양병원 검체별 *E. coli* 항균제 내성률(%)

의원 주요 분리원은 요(94.1%), 요도·자궁경부 도말(4.3%), 창상(0.7%) 검체 순으로 확인되었으며, 매년 의원 분리 *E. coli* 균주 수가 증가하고 있다. Amikacin 및 Cefepime 내성률이 2023년에 비해 증가하여 각각 0.7%, 9.2%로 나타났고, 그 외 대부분의 항균제에서는 유사한 수준을 유지하였다. SXT 항균제를 제외한 모든 항균제에서 중소병원 및 요양병원보다 낮은 내성률을 보였다. Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem 내성률은 각각 0.3%, 0.3%, 0.4%로 나타났다. (표 2-18)

표 2-18 | 의원 분리 *E. coli* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Amikacin	0.4 (N=30,452)	0.4 (N=24,430)	0.8 (N=40,327)	1.6 (N=70,251)	0.2 (N=82,810)	0.3 (N=104,150)	0.1 (N=107,804)	0.1 (N=128,438)	0.1 (N=130,059)	0.7 (N=167,499)	
● Gentamicin	25.5 (N=30,452)	25.8 (N=24,617)	25.9 (N=40,328)	26.1 (N=70,250)	25.2 (N=82,810)	25.2 (N=104,146)	22.4 (N=107,804)	21.4 (N=128,436)	21.9 (N=130,060)	22.2 (N=167,498)	
● Ampicillin	64.0 (N=30,448)	62.9 (N=24,505)	63.3 (N=40,327)	64.6 (N=70,250)	63.6 (N=82,807)	63.2 (N=104,142)	58.6 (N=107,800)	58.7 (N=128,433)	61.8 (N=130,059)	64.0 (N=167,501)	
● SXT ^b	36.1 (N=30,448)	35.5 (N=24,751)	35.9 (N=40,323)	37.3 (N=70,248)	37.6 (N=82,802)	36.4 (N=104,141)	32.5 (N=107,787)	31.9 (N=121,420)	33.9 (N=130,051)	34.5 (N=167,500)	
● Imipenem	0.0 (N=30,458)	0.5 (N=24,610)	0.0 (N=40,329)	0.3 (N=70,250)	0.3 (N=82,808)	0.5 (N=104,144)	0.1 (N=107,801)	0.0 (N=128,434)	0.2 (N=130,011)	0.3 (N=167,406)	
● Meropenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2 (N=64,736)	0.3 (N=167,498)	
● Ertapenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2 (N=123,876)	0.4 (N=147,500)	
● Cefoxitin	5.6 (N=30,448)	5.7 (N=24,364)	6.3 (N=33,291)	6.4 (N=70,250)	5.7 (N=82,809)	6.1 (N=104,122)	4.6 (N=107,803)	4.9 (N=128,435)	6.1 (N=71,492)	- ^d	
● Cefotaxime	19.4 (N=30,458)	21.2 (N=24,573)	22.0 (N=40,328)	23.1 (N=70,250)	22.9 (N=82,806)	23.7 (N=104,145)	18.2 (N=107,805)	18.0 (N=102,548)	19.9 (N=130,023)	22.5 (N=134,586)	
● Ceftazidime	7.2 (N=30,460)	8.1 (N=24,522)	8.2 (N=40,329)	8.4 (N=70,252)	8.2 (N=82,809)	8.8 (N=104,145)	5.5 (N=107,805)	5.2 (N=128,435)	6.4 (N=130,052)	7.2 (N=167,495)	
● Cefepime	4.6 (N=30,460)	4.5 (N=24,522)	4.0 (N=40,329)	4.3 (N=70,252)	4.0 (N=82,811)	4.5 (N=104,142)	2.3 (N=107,804)	2.2 (N=128,437)	4.9 (N=130,021)	9.2 (N=167,406)	
● Ciprofloxacin ^e	37.5 (N=30,451)	36.6 (N=24,708)	35.2 (N=40,326)	41.4 (N=70,250)	35.5 (N=82,809)	43.1 (N=104,142)	39.9 (N=107,803)	39.0 (N=128,437)	41.1 (N=130,059)	41.2 (N=167,499)	
● Aztreonam	10.2 (N=24,706)	12.0 (N=19,097)	12.3 (N=32,996)	12.9 (N=59,124)	12.8 (N=72,904)	13.8 (N=94,665)	9.1 (N=96,773)	8.7 (N=115,549)	9.3 (N=65,310)	- ^d	

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

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^c 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항균제 내성률 추가

^d 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

^e 2007-2009 ciprofloxacin, 2010-2011 levofloxacin, 2012 levofloxacin+ciprofloxacin, 2013-2024 ciprofloxacin

※ 「CLSI M100, 34th Edition」에 따른 Amikacin 항생제 감수성 시험 내성 판독 기준 변경

(2016~2023년) S: ≤16, R: ≥64 (μg/mL) → (2024년~) S: ≤4, I: =8, R: ≥16 (μg/mL)

혈액 분리 분리 균주 수는 111건으로 요 검체에 비해 분리율이 낮아 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 더 높은 수치로 확인되었다. (그림 2-28)

요 분리 *E. coli*의 주요 분리 검체로 전체 검체 대상 항균제 내성률과 유사한 수준을 보였다.

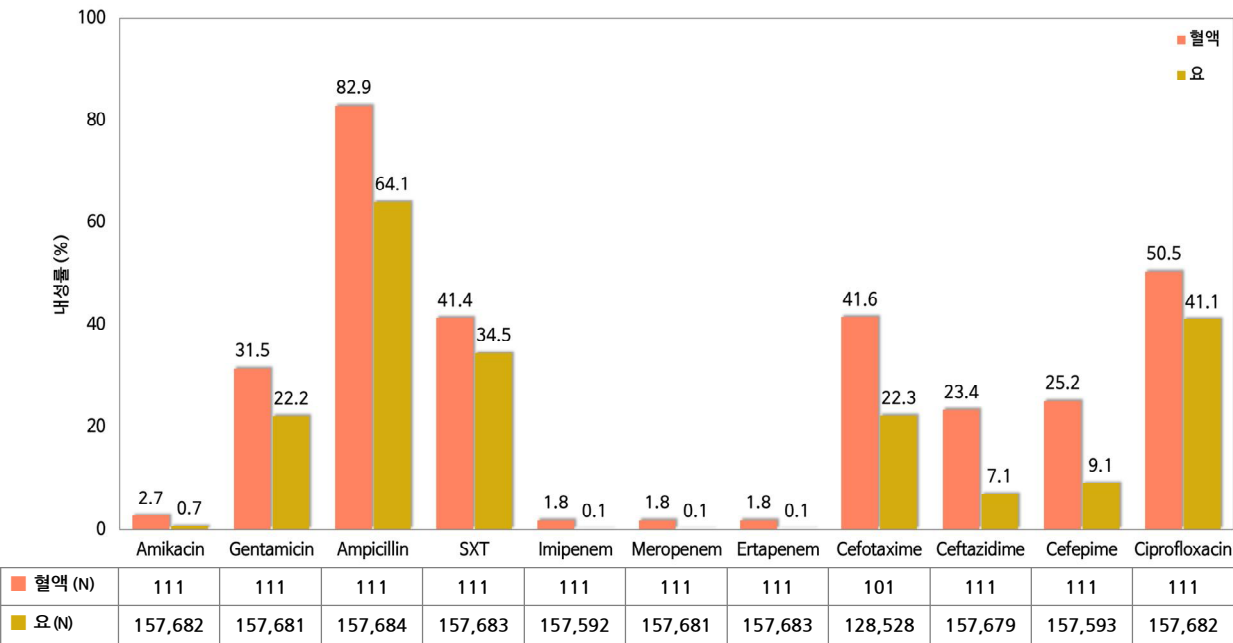


그림 2-28 | 의원 검체별 *E. coli* 항균제 내성률(%)

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

중소병원 폐렴막대균은 면역력이 저하된 환자에게 잘 감염되고 그람음성균에 의한 폐렴, 요로감염의 주요 원인균이다. 주요 분리원은 하부호흡기(38.9%), 요(38.9%), 대변(5.7%), 창상(5.7%) 검체 순으로 확인되었다. Cephalosporin 계열 항균제인 Cefotaxime, Ceftazidime, Cefepime의 내성률은 각각 47.7%, 42.1%, 40.9%로 Cefepime의 내성률이 매년 증가하는 것으로 나타났다. Carbapenem 계열 항균제 내성률은 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에서 각각 17.4%, 17.7%, 18.4%로 나타나면서 Meropenem 내성률은 전년 대비 감소한 것으로 나타났다. (표 2-19)

표 2-19 | 중소병원 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Amikacin	10.7 (N=13,730)	7.6 (N=9,389)	6.8 (N=13,155)	7.0 (N=17,106)	3.6 (N=15,568)	3.8 (N=14,404)	2.6 (N=20,835)	1.7 (N=21,894)	0.8 (N=22,316)	5.4 (N=20,246)	
● Gentamicin	25.6 (N=13,729)	24 (N=9,526)	20.3 (N=13,154)	26.7 (N=17,105)	19.7 (N=15,567)	23.5 (N=14,402)	24.6 (N=20,834)	23.0 (N=21,894)	22.1 (N=22,315)	21.3 (N=20,248)	
● SXT ^b	27.6 (N=13,729)	28.1 (N=9,593)	24.9 (N=13,152)	34.6 (N=17,106)	26.8 (N=15,566)	32.9 (N=14,401)	36.2 (N=20,831)	35.3 (N=20,826)	33.5 (N=22,316)	33.1 (N=20,248)	
● Imipenem	1.4 (N=13,732)	3.3 (N=9,485)	3.8 (N=13,152)	17.5 (N=17,106)	7.9 (N=15,557)	13.5 (N=14,379)	19.4 (N=20,819)	18.8 (N=21,884)	16.4 (N=22,287)	17.4 (N=20,245)	
● Meropenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	18.1 (N=11,651)	17.7 (N=20,248)	
● Ertapenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	17.6 (N=21,147)	18.4 (N=20,246)	
● Cefoxitin	19.0 (N=13,725)	17.2 (N=9,227)	13.8 (N=10,022)	25.1 (N=17,106)	17.0 (N=15,564)	20.9 (N=14,400)	25.5 (N=20,834)	24.0 (N=21,893)	21.7 (N=11,872)	- ^d	
● Cefotaxime	46.0 (N=13,732)	43.1 (N=9,441)	40.8 (N=13,154)	51.4 (N=17,106)	38.4 (N=15,566)	46.0 (N=14,403)	50.0 (N=20,833)	48.8 (N=15,121)	47.1 (N=22,310)	47.7 (N=18,204)	
● Ceftazidime	42.3 (N=13,732)	37.5 (N=9,430)	36.8 (N=13,155)	47.7 (N=17,106)	33.6 (N=15,566)	41.5 (N=14,404)	45.4 (N=20,834)	44.1 (N=21,896)	43.0 (N=22,315)	42.1 (N=20,242)	
● Cefepime	24.7 (N=13,732)	22.8 (N=9,431)	23.3 (N=13,155)	31.7 (N=17,106)	22.9 (N=15,565)	30.3 (N=14,403)	33.1 (N=20,834)	32.6 (N=21,895)	35.5 (N=22,308)	40.9 (N=20,232)	
● Ciprofloxacin ^e	40.8 (N=13,729)	37.9 (N=9,582)	36.4 (N=13,156)	47.9 (N=17,106)	33.4 (N=15,567)	49.3 (N=14,399)	52.9 (N=20,830)	50.9 (N=21,892)	48.7 (N=22,309)	47.2 (N=20,246)	
● Aztreonam	39.6 (N=9,824)	36.0 (N=6,644)	33.9 (N=10,025)	40.3 (N=11,804)	31.1 (N=12,616)	38.1 (N=11,442)	43.7 (N=17,629)	43.2 (N=19,038)	42.6 (N=10,728)	- ^d	

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

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^c 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항균제 내성률 추가

^d 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

^e 2007~2009 Ciprofloxacin, 2010~2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013~2024 Ciprofloxacin

※ 「CLSI M100, 34th Edition」에 따른 Amikacin 항생제 감수성 시험 내성 판독 기준 변경
(2016~2023년) S: ≤16, R: ≥64 (μg/mL) → (2024년~) S: ≤4, I: =8, R: ≥16 (μg/mL)

혈액 분리 항균제 내성률을 산출하였을 때, 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 더 낮은 것으로 확인되었다. (그림 2-29)

하부호흡기 검체 분리 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률과 유사하거나 낮은 내성률을 보였으나, 다른 분리 군주에 비해 하부호흡기 분리 군주에서 Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem (15.5%), Meropenem (15.8%), Ertapenem (16.2%)로 내성률이 높은 것으로 확인되었다.

요 분리 전체 검체 대상 항균제 내성률과 유사하거나 낮은 내성률을 보였으나, SXT (34.3%) 항균제에서 다른 검체 분리 군주에 비해 높은 내성률이 나타났다.

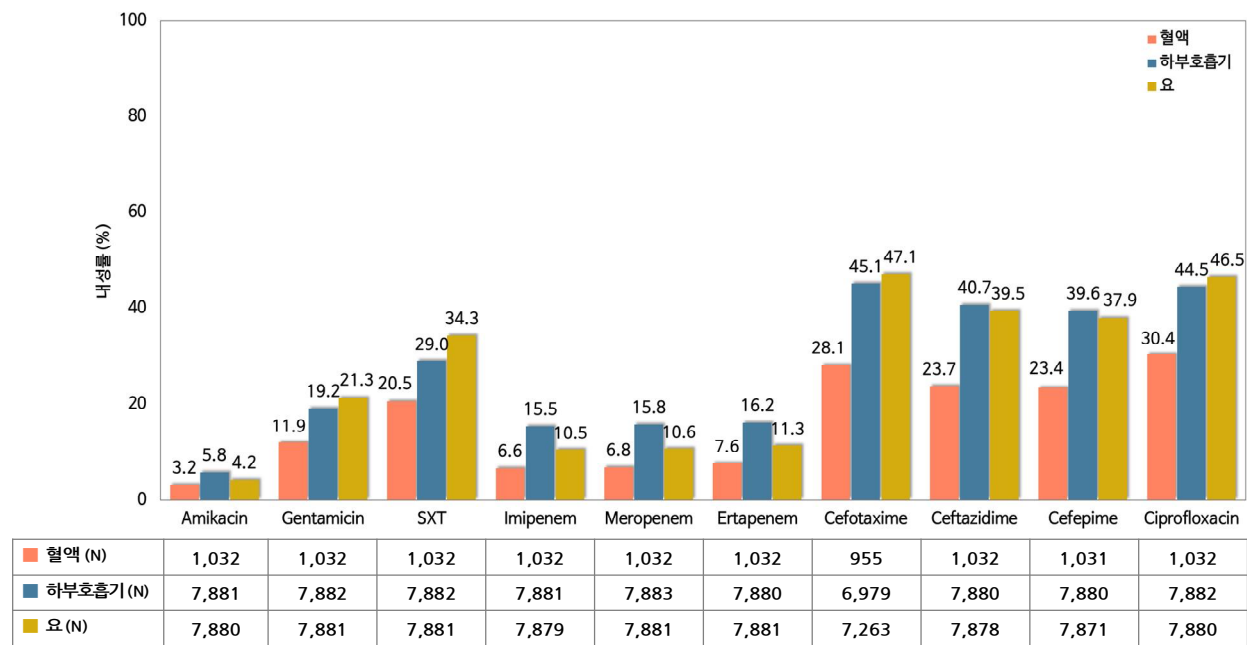


그림 2-29 | 중소병원 검체별 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

요양병원 주요 분리원은 하부호흡기(36.3%), 대변(29.3%), 요(19.6%) 검체 순으로 확인되었다. Cephalosporin 계열 항균제인 Cefotaxime, Ceftazidime, Cefepime의 내성률은 각각 86.6%, 80.8%, 79.4%로 Cefotaxime과 Cefepime의 내성률이 매년 증가하는 것으로 나타났다. Carbapenem 계열 항균제 내성률은 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에서 각각 52.3%, 53.3%, 56.8% 나타나면서 전년 대비 증가한 것으로 나타났다. (표 2-20)

표 2-20 | 요양병원 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Amikacin	15.2 (N=4,986)	11.0 (N=3,474)	9.0 (N=3,676)	6.2 (N=3,123)	4.6 (N=5,044)	5.9 (N=6,603)	4.5 (N=9,495)	3.9 (N=12,176)	3.1 (N=12,176)	16.2 (N=13,839)	
● Gentamicin	35.7 (N=4,986)	30.3 (N=3,506)	29.8 (N=3,676)	31.2 (N=3,123)	33.3 (N=5,044)	38.8 (N=6,603)	40.2 (N=9,495)	42.3 (N=12,176)	44.8 (N=12,175)	44.9 (N=13,835)	
● SXT ^b	40.7 (N=4,986)	39.0 (N=3,527)	40.8 (N=3,676)	44.5 (N=3,123)	49.0 (N=5,043)	56.9 (N=6,603)	62.5 (N=9,495)	63.3 (N=11,598)	63.0 (N=12,173)	61.3 (N=13,839)	
● Imipenem	1.1 (N=4,986)	2.7 (N=3,500)	4.0 (N=3,676)	12.9 (N=3,123)	15.8 (N=5,042)	30.6 (N=6,598)	41.3 (N=9,488)	46.7 (N=12,171)	48.3 (N=12,164)	52.3 (N=13,826)	
● Meropenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	51.6 (N=5,795)	53.3 (N=13,836)	
● Ertapenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	54.7 (N=11,755)	56.8 (N=13,835)	
● Cefoxitin	30.8 (N=4,984)	26.2 (N=3,437)	26.5 (N=2,808)	29.7 (N=3,122)	34.1 (N=5,043)	42.8 (N=6,600)	49.0 (N=9,494)	51.9 (N=12,176)	52.0 (N=6,785)	- ^d	
● Cefotaxime	70.2 (N=4,986)	62.5 (N=3,489)	66.5 (N=3,676)	67.8 (N=3,123)	70.6 (N=5,044)	78.2 (N=6,602)	82.8 (N=9,495)	84.5 (N=10,698)	85.2 (N=12,173)	86.6 (N=11,392)	
● Ceftazidime	66.9 (N=4,986)	56.5 (N=3,484)	61.5 (N=3,676)	62.5 (N=3,123)	65.5 (N=5,044)	73.1 (N=6,603)	78.0 (N=9,495)	80.6 (N=12,176)	80.8 (N=12,177)	80.8 (N=13,836)	
● Cefepime	36.4 (N=4,986)	30.9 (N=3,484)	35.9 (N=3,676)	39.1 (N=3,123)	42.4 (N=5,044)	51.9 (N=6,603)	55.3 (N=9,495)	60.3 (N=12,176)	67.7 (N=12,173)	79.4 (N=13,824)	
● Ciprofloxacin ^e	63.6 (N=4,986)	57.5 (N=3,523)	62.3 (N=3,676)	64.3 (N=3,123)	65.7 (N=5,044)	83.6 (N=6,602)	86.2 (N=9,495)	86.9 (N=12,176)	86.2 (N=12,174)	85.3 (N=13,839)	
● Aztreonam	67.5 (N=3,550)	57.1 (N=2,650)	62.4 (N=2,808)	61.4 (N=2,270)	67.9 (N=3,928)	76.1 (N=5,362)	78.6 (N=7,731)	82.1 (N=10,201)	84.3 (N=6,369)	- ^d	

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

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^c 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항균제 내성률 추가

^d 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

^e 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2024 Ciprofloxacin

※ 「CLSI M100, 34th Edition」에 따른 Amikacin 항생제 감수성 시험 내성 판독 기준 변경
(2016~2023년) S: ≤16, R: ≥64 (μg/mL) → (2024년~) S: ≤4, I: =8, R: ≥16 (μg/mL)

혈액 분리 항균제 내성률을 산출하였을 때, 전체적인 내성률이 중소병원 및 의원보다 높게 나타났다. 대부분 항균제에서 혈액 분리 군주의 내성률이 다른 검체 분리 내성률보다 높았으나, Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem (46.0%), Meropenem (49.1%), Ertapenem (50.5%)에서는 내성률이 낮은 것으로 확인되었다. (그림 2-30)

하부호흡기 검체 분리 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률과 유사하거나 낮게 나타났다.

요 분리 전체 검체 대상 항균제 내성률과 유사하거나 낮은 내성률을 보였으며, 다른 검체 분리 군주 대비 Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem (35.4%), Meropenem (36.2%), Ertapenem (39.1%) 내성률이 가장 낮게 나타났다.

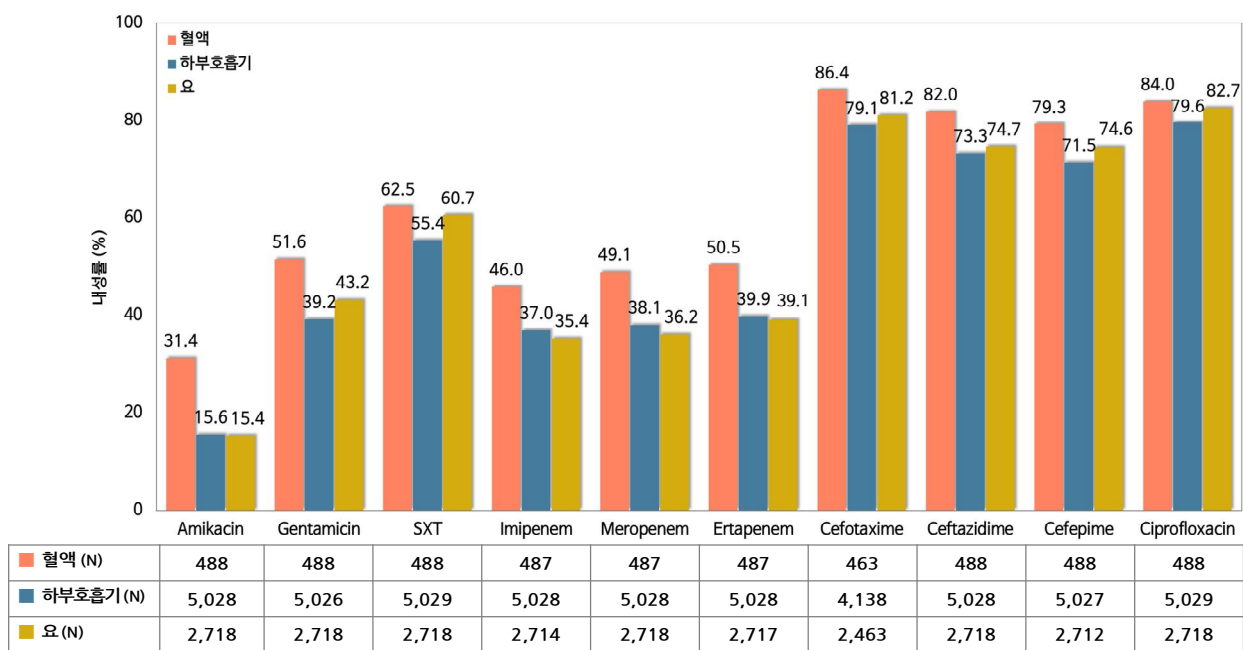


그림 2-30 | 요양병원 검체별 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

의원 주요 분리원은 요(75.5%), 하부호흡기(12.7%), 요도·자궁경부 도말(5.3%) 검체 순으로 확인되었으며, 분리 건수가 2023년 대비 약 41.2% 증가하였다. 대부분의 항균제에서 중소병원 및 요양병원보다 낮은 내성률을 나타냈다. Cephalosporin 계열 항균제인 Cefotaxime, Ceftazidime, Cefepime의 내성률은 각각 29.5%, 22.6%, 21.3%로 전년 대비 증가하였다. Carbapenem 계열 항균제 내성률 또한 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에서 각각 10.4%, 10.8%, 11.3%로 나타나면서 전년 대비 증가한 것으로 확인되었다. (표 2-21)

표 2-21 | 의원 분리 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Amikacin	5.2 (N=3,569)	2.3 (N=3,504)	1.3 (N=4,935)	2.5 (N=7,180)	2.7 (N=9,520)	3.0 (N=9,120)	5.0 (N=10,617)	1.2 (N=11,507)	1.8 (N=12,223)	4.0 (N=17,260)	
● Gentamicin	15.0 (N=3,569)	12.4 (N=3,618)	10.2 (N=4,935)	14.1 (N=7,180)	13.4 (N=9,521)	13.2 (N=9,120)	15.8 (N=10,615)	10.8 (N=11,507)	14.0 (N=12,226)	14.4 (N=17,260)	
● SXT ^b	20.5 (N=3,569)	19.9 (N=3,677)	16.9 (N=4,935)	23.3 (N=7,179)	22.4 (N=9,521)	21.0 (N=9,120)	22.1 (N=10,617)	17.7 (N=10,817)	22.9 (N=12,226)	24.2 (N=17,260)	
● Imipenem	0.5 (N=3,570)	2.0 (N=3,574)	1.1 (N=4,935)	8.7 (N=7,180)	5.6 (N=9,521)	5.3 (N=9,119)	3.2 (N=10,616)	1.0 (N=11,506)	6.5 (N=12,221)	10.4 (N=17,251)	
● Meropenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	9.8 (N=6,976)	10.8 (N=17,260)	
● Ertapenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	7.4 (N=11,850)	11.3 (N=17,260)	
● Cefoxitin	11.7 (N=3,569)	7.9 (N=3,480)	6.8 (N=4,308)	16.0 (N=7,180)	14.5 (N=9,521)	12.1 (N=9,118)	9.8 (N=10,617)	6.0 (N=11,506)	10.5 (N=5,621)	- ^d	
● Cefotaxime	25.8 (N=3,570)	22.6 (N=3,567)	18.5 (N=4,935)	27.2 (N=7,180)	23.2 (N=9,521)	22.2 (N=9,120)	23.2 (N=10,617)	16.8 (N=8,908)	24.0 (N=12,220)	29.5 (N=13,602)	
● Ceftazidime	21.2 (N=3,570)	18.2 (N=3,541)	13.8 (N=4,935)	24.3 (N=7,180)	18.8 (N=9,521)	17.7 (N=9,120)	15.2 (N=10,617)	11.5 (N=11,507)	20.2 (N=12,226)	22.6 (N=17,259)	
● Cefepime	11.2 (N=3,570)	9.8 (N=3,541)	7.6 (N=4,935)	12.9 (N=7,179)	11 (N=9,521)	10.9 (N=9,120)	8.8 (N=10,617)	5.5 (N=11,507)	14.0 (N=12,220)	21.3 (N=17,244)	
● Ciprofloxacin ^e	22.3 (N=3,569)	19.6 (N=3,651)	15.4 (N=4,935)	26.2 (N=7,180)	20.5 (N=9,521)	27.0 (N=9,119)	26.4 (N=10,617)	19.8 (N=11,506)	27.4 (N=12,221)	29.0 (N=17,260)	
● Aztreonam	24.4 (N=3,043)	21.4 (N=2,962)	16.1 (N=4,273)	25.9 (N=6,265)	20.9 (N=8,691)	17.5 (N=8,398)	16.9 (N=9,867)	13.4 (N=10,587)	15.0 (N=5,248)	- ^d	

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

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^c 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항균제 내성률 추가

^d 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

^e 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2024 Ciprofloxacin

※ 「CLSI M100, 34th Edition」에 따른 Amikacin 항생제 감수성 시험 내성 판독 기준 변경
(2016~2023년) S: ≤16, R: ≥64 (μg/mL) → (2024년~) S: ≤4, I: =8, R: ≥16 (μg/mL)

혈액 분리 하부호흡기, 요 검체에 비해 *K. pneumoniae*의 분리 건수가 30건으로 적은 수가 분리되어 내성률의 해석에 유의할 필요가 있으며, 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 높은 내성률을 나타냈다. (그림 2-31)

하부호흡기 검체 분리 다른 검체의 내성률에 비해 높은 내성률을 보이며, 특히 Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem의 내성률은 40.1%로 높게 나타나면서 전체 검체 대상 내성률에 비해 경우 약 3.9배 차이가 나는 것으로 확인되었다.

요 분리 주요 분리원으로 전체 검체 대상 항균제 내성률과 유사한 수준을 보였다.

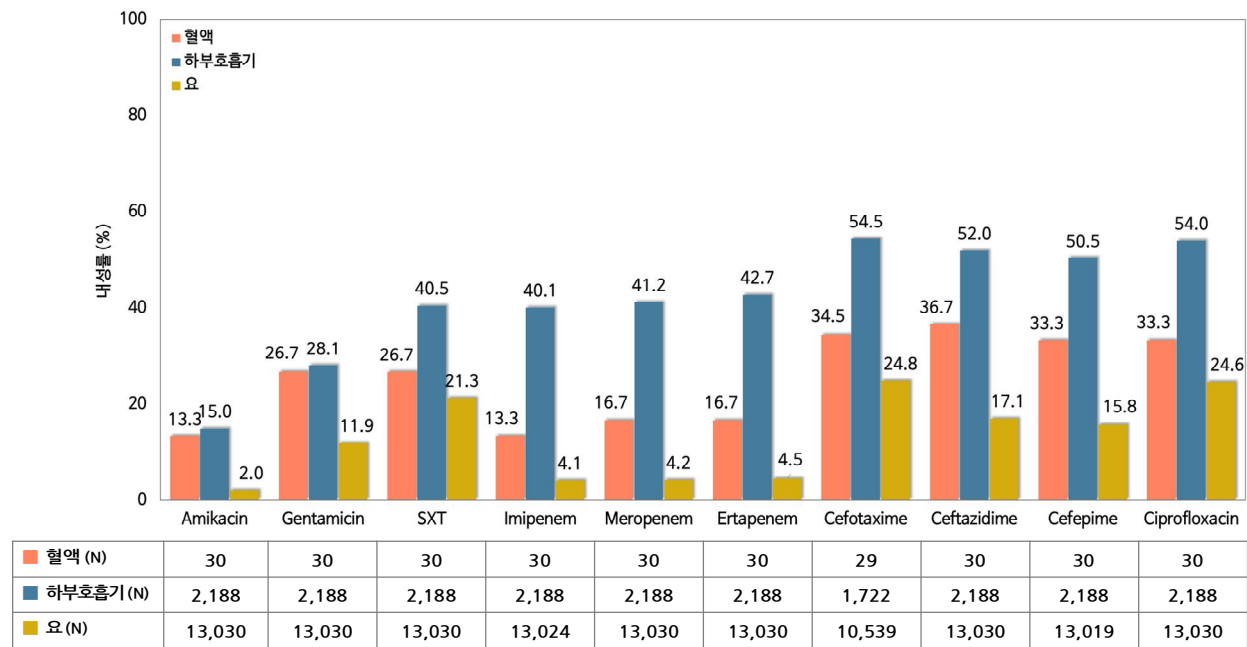


그림 2-31 | 의원 검체별 *K. pneumoniae* 항균제 내성률(%)

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

중소병원 엔테로박터균은 면역력이 저하된 환자들에 잘 감염되고 중환자실 장기입원 환자들에서 감염을 일으켜 이환율과 사망률을 높인다. 또한 지역 사회 감염의 원인균으로 요로감염, 피부감염 등을 유발한다. 중소병원의 주요 분리원은 창상(29.2%), 하부호흡기(28.7%), 요(24.7%) 검체 순으로 확인되었다. Aminoglycoside 계열 항균제인 Amikacin 및 Gentamicin 내성률은 각각 2.0%, 7.4%로 2023년 대비 증가한 것으로 나타났다. Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem 내성률은 각각 3.6%, 3.6%, 3.9%로 전년 대비 증가하였다. (표 2-22)

표 2-22 | 중소병원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Amikacin	1.0 (N=2,596)	1.4 (N=2,065)	3.1 (N=2,629)	2.2 (N=3,238)	0.9 (N=3,360)	1.7 (N=2,889)	1.1 (N=3,395)	0.8 (N=3,206)	0.4 (N=3,621)	2.0 (N=3,911)	
● Gentamicin	7.8 (N=2,596)	8.7 (N=2,093)	9.1 (N=2,630)	12.7 (N=3,238)	5.4 (N=3,361)	6.4 (N=2,889)	6.5 (N=3,395)	6.1 (N=3,207)	7.0 (N=3,621)	7.4 (N=3,911)	
● SXT ^b	14.0 (N=2,596)	16.2 (N=2,154)	11.7 (N=2,630)	15.5 (N=3,238)	11.4 (N=3,361)	12.1 (N=2,494)	14.0 (N=3,394)	13.4 (N=2,989)	13.0 (N=3,621)	13.1 (N=3,911)	
● Imipenem	0.3 (N=2,601)	1.9 (N=2,134)	1.6 (N=2,630)	2.7 (N=3,238)	1.2 (N=3,361)	2.0 (N=2,887)	2.6 (N=3,392)	3.6 (N=3,207)	2.7 (N=3,614)	3.6 (N=3,907)	
● Meropenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3 (N=2,082)	3.6 (N=3,911)	
● Ertapenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5 (N=3,466)	3.9 (N=3,911)	
● Cefotaxime	25.8 (N=2,601)	26.0 (N=2,075)	24.0 (N=2,630)	30.2 (N=3,237)	21.3 (N=3,360)	24.0 (N=2,889)	28.6 (N=3,395)	29.5 (N=2,144)	27.8 (N=3,620)	27.9 (N=3,381)	
● Ceftazidime	20.7 (N=2,601)	19.5 (N=2,074)	19.1 (N=2,629)	25.2 (N=3,238)	17.0 (N=3,361)	20.3 (N=2,889)	24.3 (N=3,395)	25.5 (N=3,207)	24.3 (N=3,620)	23.8 (N=3,911)	
● Cefepime	8.1 (N=2,596)	6.2 (N=2,074)	7.1 (N=2,630)	10.0 (N=3,238)	6.8 (N=3,361)	8.1 (N=2,889)	9.1 (N=3,395)	8.9 (N=3,207)	10.5 (N=3,618)	11.3 (N=3,907)	
● Ciprofloxacin ^d	9.7 (N=2,596)	13.0 (N=2,153)	9.1 (N=2,130)	14.9 (N=3,238)	9.9 (N=3,360)	20.2 (N=2,889)	22.3 (N=3,394)	21.5 (N=3,207)	21.0 (N=3,619)	19.6 (N=3,911)	
● Aztreonam	20.5 (N=2,006)	20.8 (N=1,549)	19.0 (N=2,130)	23.8 (N=2,745)	16.0 (N=2,958)	19.4 (N=2,494)	24.3 (N=3,012)	25.1 (N=3,102)	24.2 (N=1,539)	- ^e	

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

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^c 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항균제 내성률 추가

^d 2007~2009 Ciprofloxacin, 2010~2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013~2024 Ciprofloxacin

^e 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

※ 「CLSI M100, 34th Edition」에 따른 Amikacin 항생제 감수성 시험 내성 판독 기준 변경
(2016~2023년) S: ≤16, R: ≥64 (μg/mL) → (2024년~) S: ≤4, I: =8, R: ≥16 (μg/mL)

혈액 분리 하부호흡기 분리, 요 검체에 비해 *E. cloacae*의 분리 건수가 106건으로 적은 수가 분리되어 내성률의 해석에는 유의할 필요가 있으며, SXT, Carbapenem 계열, Cefepime, Ciprofloxacin 항균제 내성률은 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다. (그림 2-32)

하부호흡기 검체 분리 Gentamicin, Cefotaxime, Ciprofloxacin 항균제에서는 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 높은 수치로 나타났으며, 그 외 항균제에서는 유사하거나 낮은 수준을 유지하였다.

요 분리 대부분 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 높게 나타났다.

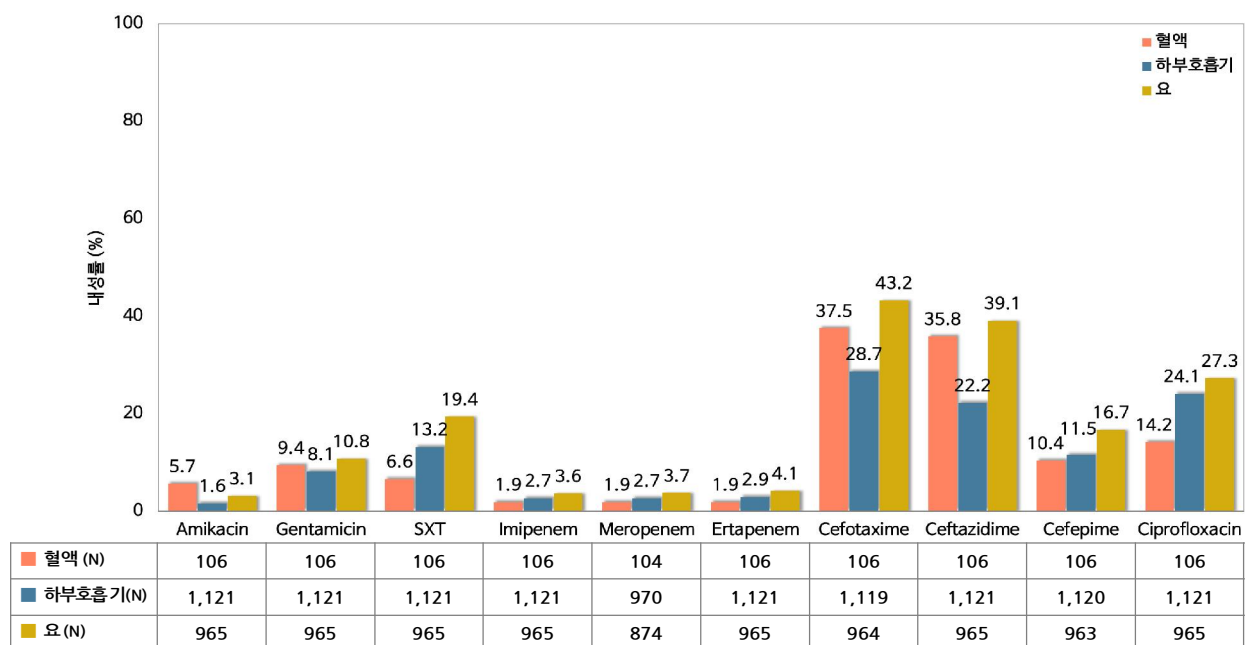


그림 2-32 | 중소병원 검체별 *E. cloacae* 항균제 내성률(%)

요양병원 주요 분리원은 하부호흡기(52.3%), 대변(17.2%), 요(13.1%) 검체 순으로 확인되었다. Cephalosporin 계열 항균제인 Cefotaxime, Ceftazidime, Cefepime 내성률은 각각 57.4%, 49.3%, 33.1%로 Cefepime의 내성률은 2023년 대비 증가한 것을 확인하였다. Aminoglycoside 계열 항균제인 Amikacin, Gentamicin 내성률의 경우 각각 5.4%, 22.2%로 전년 대비 증가하였다. Carbapenem 계열 항균제 내성률의 경우 Imipenem, Meropenem, Ertapenem에서 각각 22.0%, 21.9%, 22.7%로 나타나 증가하거나 유사한 수준을 유지하였으며, 여전히 다른 의료기관 종별에 비해 높은 내성률을 나타내고 있다. (표 2-23)

표 2-23 | 요양병원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Amikacin	0.7 (N=412)	2.1 (N=362)	1.1 (N=273)	1.3 (N=311)	1.6 (N=439)	2.3 (N=526)	3.0 (N=730)	1.7 (N=698)	0.7 (N=965)	5.4 (N=1,217)	
● Gentamicin	14.3 (N=412)	14.9 (N=364)	16.5 (N=273)	25.4 (N=311)	13.4 (N=439)	19.0 (N=526)	21.0 (N=730)	21.2 (N=698)	21.2 (N=965)	22.2 (N=1,217)	
● SXT ^b	29.8 (N=412)	33.2 (N=365)	31.9 (N=273)	35.4 (N=311)	30.3 (N=439)	38.1 (N=526)	36.8 (N=730)	37.5 (N=662)	37.6 (N=965)	35.1 (N=1,217)	
● Imipenem	0.9 (N=412)	0.3 (N=363)	2.6 (N=273)	5.8 (N=311)	3.9 (N=439)	12.4 (N=526)	17.1 (N=730)	13.5 (N=698)	18.0 (N=960)	22.0 (N=1,212)	
● Meropenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	22.0 (N=528)	21.9 (N=1,213)	
● Ertapenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	19.6 (N=925)	22.7 (N=1,214)	
● Cefotaxime	43.2 (N=412)	36.8 (N=362)	38.8 (N=273)	46.9 (N=311)	38.7 (N=439)	50.6 (N=526)	56.0 (N=730)	51.0 (N=698)	60.6 (N=961)	57.4 (N=940)	
● Ceftazidime	32.7 (N=412)	23.2 (N=362)	27.1 (N=273)	33.9 (N=310)	31.0 (N=439)	39.5 (N=526)	46.4 (N=730)	43.8 (N=698)	51.5 (N=965)	49.3 (N=1,217)	
● Cefepime	16.5 (N=412)	9.1 (N=362)	10.6 (N=273)	20.6 (N=311)	14.8 (N=439)	18.8 (N=526)	24.7 (N=730)	20.6 (N=698)	29.7 (N=962)	33.1 (N=1,210)	
● Ciprofloxacin ^d	23.5 (N=412)	24.2 (N=365)	22.8 (N=215)	26.7 (N=311)	23.0 (N=439)	52.7 (N=526)	55.9 (N=730)	54.0 (N=698)	54.4 (N=965)	52.9 (N=1,217)	
● Aztreonam	31.0 (N=293)	22.2 (N=279)	26.0 (N=215)	36.0 (N=242)	31.2 (N=349)	41.3 (N=458)	42.1 (N=625)	40.3 (N=653)	44.8 (N=435)	- ^e	

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

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^c 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항균제 내성률 추가

^d 2007-2009 Ciprofloxacin, 2010-2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013-2024 Ciprofloxacin

^e 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

※ 「CLSI M100, 34th Edition」에 따른 Amikacin 항생제 감수성 시험 내성 판독 기준 변경
(2016~2023년) S: ≤16, R: ≥64 (μg/mL) → (2024년~) S: ≤4, I: =8, R: ≥16 (μg/mL)

혈액 분리 하부호흡기, 요 검체에 비해 *E. cloacae*의 분리 건수가 41건으로 적은 수가 분리되어 내성률의 해석에는 유의할 필요가 있으며, SXT 항균제를 제외한 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률과 낮거나 비슷한 수준을 유지하였다. (그림 2-33)

하부호흡기 검체 분리 대부분 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 낮게 나타났다.

요 분리 Imipenem (9.4%), Meropenem (8.1%), Ertapenem (10.6%) 내성률은 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 낮게 나타났으며, 그 외 다른 항균제 내성률은 높거나 유사하게 나타났다.

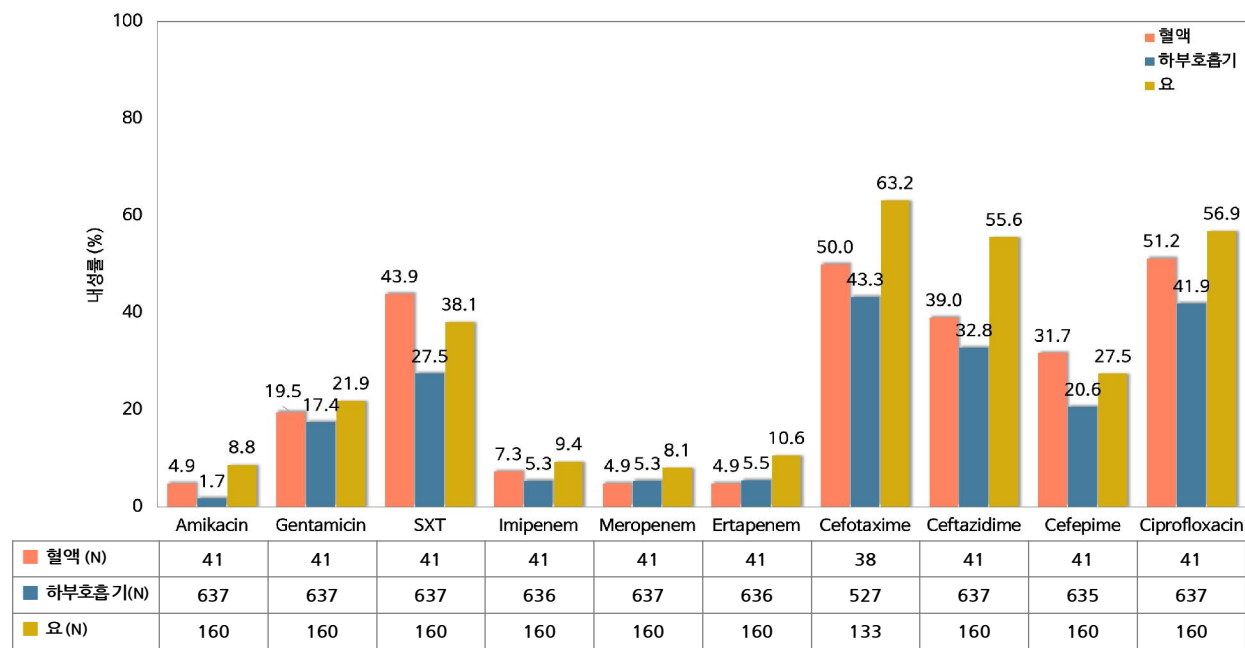


그림 2-33 | 요양병원 검체별 *E. cloacae* 항균제 내성률(%)

의원 주요 분리원은 요(76.8%), 창상(8.3%), 하부호흡기(6.9%) 순으로 확인되었다. Cephalosporin 계열 항균제인 Cefotaxime, Ceftazidime, Cefepime 내성률은 각각 30.6%, 15.1%, 5.6%로 2023년 대비 증가한 것을 확인하였다. Aminoglycoside 계열 항균제인 Amikacin, Gentamicin 내성률의 경우 각각 11.9%, 18.7%로 전년 대비 증가하였다. Carbapenem 항균제인 Imipenem, Meropenem, Ertapenem 내성률은 각각 1.3%, 1.3%, 1.5%로 나타났다. (표 2-24)

표 2-24 | 의원 분리 *E. cloacae* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Amikacin	0.6 (N=1,231)	42.7 (N=1,313)	49.3 (N=1,797)	33.5 (N=1,784)	17.1 (N=1,951)	18.6 (N=1,886)	17.5 (N=1,864)	17.2 (N=1,775)	4.1 (N=1,789)	11.9 (N=3,115)	
● Gentamicin	13.8 (N=1,231)	44.7 (N=1,319)	50.6 (N=1,797)	37.4 (N=1,784)	19.0 (N=1,951)	20.6 (N=1,886)	21.1 (N=1,864)	20.8 (N=1,775)	12.1 (N=1,789)	18.7 (N=3,116)	
● SXT ^b	23.0 (N=1,000)	47.1 (N=1,335)	51.6 (N=1,797)	35.3 (N=1,784)	20.6 (N=1,951)	26.2 (N=1,711)	25.2 (N=1,864)	25.4 (N=1,671)	16.4 (N=1,788)	20.9 (N=3,116)	
● Imipenem	1.0 (N=1,231)	0.8 (N=1,333)	0.1 (N=1,796)	0.2 (N=1,784)	0.9 (N=1,950)	0.4 (N=1,886)	0.4 (N=1,864)	0.1 (N=1,775)	0.6 (N=1,784)	1.3 (N=3,110)	
● Meropenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0 (N=1,002)	1.3 (N=3,115)	
● Ertapenem ^c	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1 (N=1,706)	1.5 (N=3,115)	
● Cefotaxime	45.0 (N=1,231)	52.8 (N=1,317)	57.0 (N=1,797)	16.6 (N=1,784)	29.6 (N=1,951)	32.8 (N=1,886)	33.2 (N=1,864)	38.4 (N=1,499)	25.3 (N=1,788)	30.6 (N=2,573)	
● Ceftazidime	15.2 (N=1,231)	8.0 (N=1,317)	6.5 (N=1,797)	10.8 (N=1,784)	11.9 (N=1,951)	12.9 (N=1,886)	13.3 (N=1,864)	16.4 (N=1,775)	14.6 (N=1,789)	15.1 (N=3,116)	
● Cefepime	11.6 (N=1,231)	7.2 (N=1,317)	4.6 (N=1,797)	16.6 (N=1,784)	5.5 (N=1,951)	3.1 (N=1,886)	3.1 (N=1,864)	2.8 (N=1,774)	3.7 (N=1,788)	5.6 (N=3,112)	
● Ciprofloxacin ^d	11.4 (N=1,231)	44.5 (N=1,336)	54.8 (N=1,619)	34.6 (N=1,784)	16.9 (N=1,951)	33.0 (N=1,886)	28.0 (N=1,864)	30.8 (N=1,775)	20.4 (N=1,787)	32.4 (N=3,116)	
● Aztreonam	46.2 (N=1,076)	54.0 (N=1,158)	58.4 (N=1,618)	41.5 (N=1,503)	25.0 (N=1,717)	33.2 (N=1,711)	31.0 (N=1,683)	28.6 (N=1,705)	20.7 (N=784)	- ^e	

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

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

^c 자동화장비 패널 변경으로 2023년부터 항균제 내성률 추가

^d 2007~2009 Ciprofloxacin, 2010~2011 Levofloxacin, 2012 Levofloxacin+Ciprofloxacin, 2013~2024 Ciprofloxacin

^e 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

※ 「CLSI M100, 34th Edition」에 따른 Amikacin 항생제 감수성 시험 내성 판독 기준 변경
(2016~2023년) S: ≤16, R: ≥64 (μg/mL) → (2024년~) S: ≤4, I: =8, R: ≥16 (μg/mL)

혈액 분리 하부호흡기, 요 검체에 비해 *E. cloacae*의 분리 건수가 14건으로 적은 수가 분리되어 내성률의 해석에는 유의할 필요가 있으며, Cephalosporin 계열 항균제인 Cefotaxime, Ceftazidime, Cefepime 항균제와 Fluoroquinolone 계열 항균제인 Ciprofloxacin에서만 내성이 확인되었다. (그림 2-34)

하부호흡기 검체 분리 대부분 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 낮게 나타났으나, Cefepime (7.5%)과 Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem (5.1%), Meropenem (5.1%), Ertapenem (5.1%) 내성률은 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 높게 나타났다.

요 분리 Imipenem (0.5%), Meropenem (0.5%), Ertapenem (0.8%) 내성률은 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 낮게 나타났으며, 그 외 다른 항균제 내성률은 높거나 유사하게 나타났다.

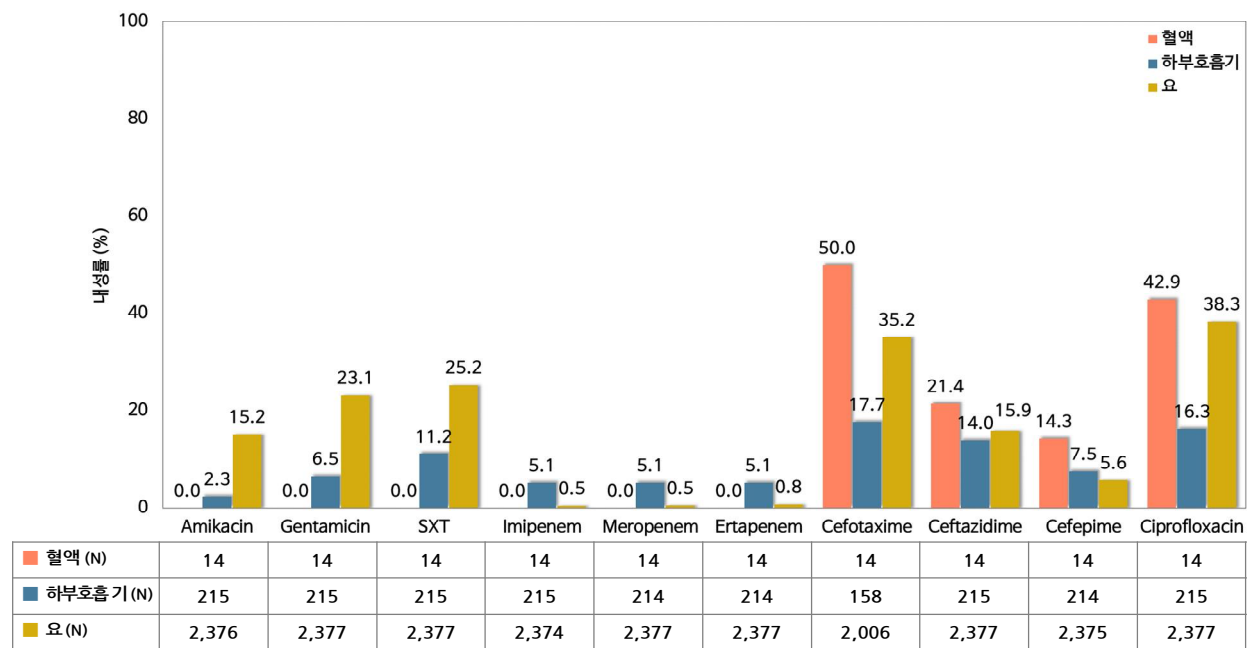


그림 2-34 | 의원 검체별 *E. cloacae* 항균제 내성률(%)

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

중소병원 녹농균은 비발효성 그람음성균으로서 자연계에 널리 존재하며, 특히 면역력이 저하된 환자에서 여러 감염증을 잘 일으키는 기회 감염균이며 의료 관련 감염의 주요 원인균이다. 중소병원의 주요 분리원은 하부호흡기(45.1%), 요(30.2%), 창상(16.4%) 검체 순으로 확인되었다. Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem, Meropenem에 대한 내성률은 각각 39.6%, 33.0%로 나타나면서 2023년 대비 감소하였다. (표 2-25)

표 2-25 | 중소병원 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015 %, N	2016 %, N	2017 %, N	2018 %, N	2019 %, N	2020 %, N	2021 ^a %, N	2022 %, N	2023 %, N	2024 %, N	내성률 추이곡선
● Amikacin	26.2 (N=13,146)	21.1 (N=8,070)	24.2 (N=6,961)	25.2 (N=11,710)	21.0 (N=6,848)	23.4 (N=10,640)	25.5 (N=14,885)	25.9 (N=10,488)	28.8 (N=10,475)	46.0 (N=4,605)	
● Gentamicin	34.5 (N=13,149)	27.9 (N=8,227)	30.6 (N=6,957)	30.4 (N=11,709)	24.8 (N=6,845)	28.4 (N=10,655)	31.0 (N=14,883)	30.9 (N=10,487)	28.7 (N=9,830)	25.1 (N=724)	
● Piperacillin	49.0 (N=9,692)	38.6 (N=5,891)	39.0 (N=6,962)	44.1 (N=11,699)	33.6 (N=6,843)	36.6 (N=6,701)	41.6 (N=10,399)	40.7 (N=10,485)	39.0 (N=5,526)	25.0 (N=4)	
● Imipenem	47.3 (N=13,134)	37.9 (N=8,116)	42.2 (N=6,945)	51.8 (N=11,680)	38.3 (N=6,833)	37.6 (N=10,660)	42.2 (N=14,877)	43.7 (N=10,466)	40.0 (N=15,539)	39.6 (N=14,236)	
● Meropenem	41.0 (N=13,114)	32.6 (N=7,943)	37.5 (N=6,949)	46.5 (N=11,682)	33.5 (N=6,833)	34.2 (N=10,653)	38.7 (N=14,876)	40.1 (N=10,478)	34.8 (N=15,554)	33.0 (N=14,227)	
● Ceftazidime	29.5 (N=13,149)	23.0 (N=8,095)	28.1 (N=6,961)	33.2 (N=11,707)	25.0 (N=6,848)	30.6 (N=10,660)	32.7 (N=14,883)	31.7 (N=10,488)	28.4 (N=15,552)	27.3 (N=14,237)	
● Cefepime	39.9 (N=9,692)	24.4 (N=8,098)	29.3 (N=6,963)	33.8 (N=11,712)	27.2 (N=6,850)	30.6 (N=10,646)	32.4 (N=14,884)	31.2 (N=10,489)	25.8 (N=15,558)	23.0 (N=14,222)	
● Ciprofloxacin ^b	52.6 (N=13,143)	43.6 (N=8,259)	47.5 (N=6,950)	53.5 (N=11,712)	40.9 (N=6,843)	45.9 (N=10,652)	49.7 (N=14,877)	50.0 (N=10,483)	44.4 (N=15,554)	42.1 (N=14,236)	
● Aztreonam	28.0 (N=13,097)	23.2 (N=8,052)	27.6 (N=6,934)	35.3 (N=11,665)	24.5 (N=6,816)	28.3 (N=10,639)	26.6 (N=14,846)	26.6 (N=10,458)	24.0 (N=8,035)	9.1 (N=11)	
● Colistin	1.8 (N=13,124)	0.9 (N=7,931)	1.0 (N=5,953)	2.2 (N=7,505)	0.7 (N=4,937)	1.5 (N=8,868)	0.4 (N=10,946)	0.8 (N=6,089)	4.2 (N=5,755)	- ^c	

^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, 2013-2024 Ciprofloxacin

^c 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

혈액 분리 *P. aeruginosa*의 항균제 내성률을 산출하였을 때, Cephalosporin 계열 항균제인 Ceftazidime, Cefepime 내성률이 각각 31.2%, 25.5%이며 또한 Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem, Meropenem 항균제 내성률은 각각 41.5%, 34.3%로 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 높게 나타났다. (그림 2-35)

하부호흡기 검체 분리 다른 검체 분리 항균제 내성률에 비해 하부호흡기 검체 분리 내성률이 낮은 편이며, 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 낮게 나타났다.

요 분리 대부분 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 높게 나타났다.

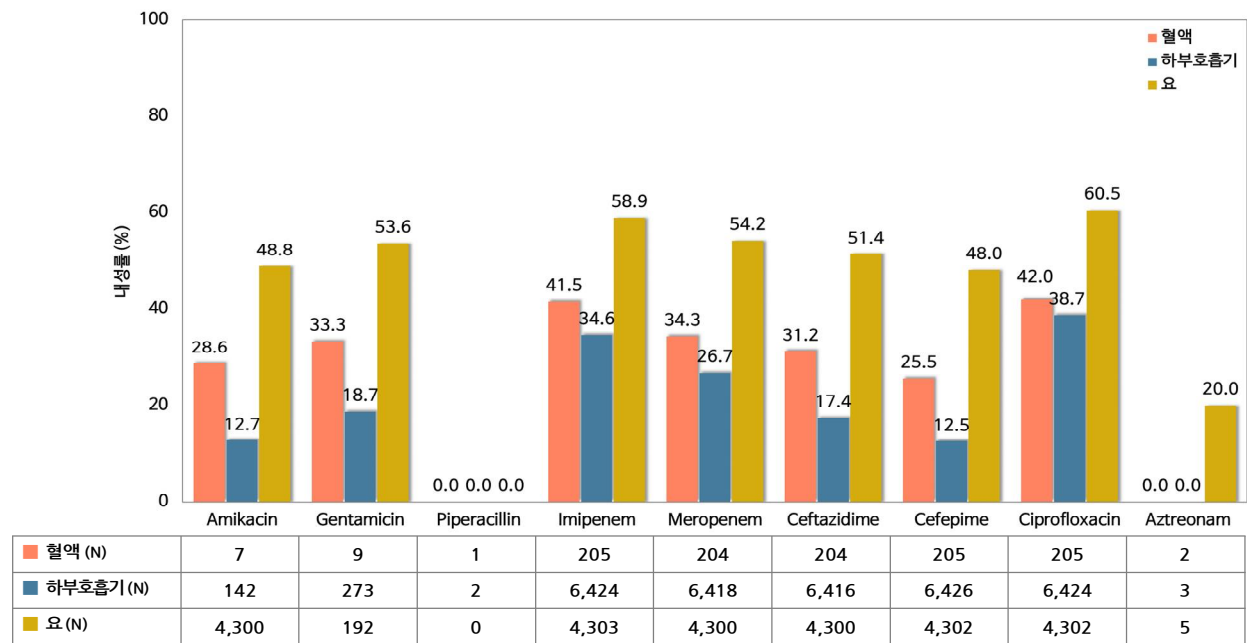


그림 2-35 | 중소병원 검체별 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

요양병원 주요 분리원은 하부호흡기(56.1%), 요(29.3%), 창상(6.6%) 검체 순으로 확인되었다. 항균제 내성률은 Aminoglycoside 계열 항균제인 Amikacin 내성률이 65.4%로 크게 증가하였고, 그 외 대부분 항균제에서는 2023년과 비슷한 내성률 양상을 보였다. Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem과 Meropenem의 내성률은 각각 59.1%와 51.8%로 전년도와 유사한 수준을 유지하였다. (표 2-26)

표 2-26 | 요양병원 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015 %, N	2016 %, N	2017 %, N	2018 %, N	2019 %, N	2020 %, N	2021 ^a %, N	2022 %, N	2023 %, N	2024 %, N	내성률 추이곡선
● Amikacin	21.8 (N=7,120)	21.2 (N=4,403)	19.9 (N=3,537)	23.6 (N=5,357)	24.3 (N=5,380)	27.6 (N=7,589)	30.9 (N=10,675)	33.2 (N=9,522)	41.7 (N=7,701)	65.4 (N=3,802)	
● Gentamicin	30.5 (N=7,120)	28.7 (N=4,436)	27.2 (N=3,537)	29.5 (N=5,356)	31.3 (N=5,378)	35.8 (N=7,608)	40.5 (N=10,673)	43.5 (N=9,520)	44.6 (N=6,627)	41.7 (N=1,066)	
● Piperacillin	43.4 (N=5,659)	40.0 (N=3,242)	39.8 (N=3,536)	43.9 (N=5,357)	43.9 (N=5,378)	46.7 (N=6,317)	48.6 (N=9,078)	52.8 (N=9,522)	53.6 (N=5,008)	100.0 (N=1)	
● Imipenem	43.2 (N=7,117)	40.7 (N=4,429)	41.7 (N=3,534)	46.6 (N=5,350)	47.3 (N=5,377)	47.2 (N=7,604)	50.7 (N=10,661)	55.3 (N=9,507)	58.7 (N=11,012)	59.1 (N=12,196)	
● Meropenem	36.3 (N=7,108)	35.7 (N=4,346)	35.3 (N=3,529)	41.9 (N=5,349)	40.6 (N=5,372)	43.3 (N=7,603)	46.9 (N=10,669)	50.6 (N=9,516)	51.8 (N=11,011)	51.8 (N=12,190)	
● Ceftazidime	23.6 (N=7,118)	23.9 (N=4,415)	22.3 (N=3,536)	25.5 (N=5,358)	27.8 (N=5,381)	31.8 (N=7,606)	33.1 (N=10,675)	35.5 (N=9,520)	38.1 (N=11,018)	38.7 (N=12,194)	
● Cefepime	36.6 (N=5,657)	25.9 (N=4,417)	25.3 (N=3,538)	27.4 (N=5,359)	30.5 (N=5,377)	32.6 (N=7,594)	33.8 (N=10,675)	36.4 (N=9,522)	35.2 (N=11,019)	31.3 (N=12,186)	
● Ciprofloxacin ^b	60.1 (N=7,120)	56.5 (N=4,455)	58.5 (N=3,538)	61.5 (N=5,359)	60.4 (N=5,377)	65.0 (N=7,601)	69.4 (N=10,673)	70.7 (N=9,519)	70.2 (N=11,021)	68.9 (N=12,198)	
● Aztreonam	22.4 (N=7,091)	22.8 (N=4,391)	24.5 (N=3,521)	27.4 (N=5,326)	26.6 (N=5,368)	28.9 (N=7,588)	26.9 (N=10,625)	27.3 (N=9,481)	27.7 (N=6,041)	50.0 (N=4)	
● Colistin	1.9 (N=7,102)	0.7 (N=4,327)	0.9 (N=3,321)	1.3 (N=4,017)	0.4 (N=4,276)	1.5 (N=6,516)	0.8 (N=9,724)	1.0 (N=8,059)	2.8 (N=5,146)	- ^c	

^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, 2013-2024 Ciprofloxacin

^c 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

혈액 분리 *P. aeruginosa*의 항균제 내성률을 산출하였을 때, Cephalosporin 계열 항균제인 Ceftazidime, Cefepime 내성률이 각각 52.4%, 48.8%이며, 또한 Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem, Meropenem 항균제 내성률은 각각 75.2%, 68.2%로 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 높게 나타났다. Aminoglycoside 계열 항균제인 Amikacin, Gentamicin 내성률은 각각 50.0%, 75.0%로 나타났으나 내성 정보가 부족하여 내성률 해석에 유의할 필요가 있다. (그림 2-36)

하부호흡기 검체 분리 다른 검체 분리 항균제 내성률에 비해 하부호흡기 검체 분리 내성률이 낮은 편이며, 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 낮게 나타났다.

요 분리 다른 검체 분리 군주의 내성률보다 요 분리 군주의 내성률이 더 높은 것을 확인하였다.

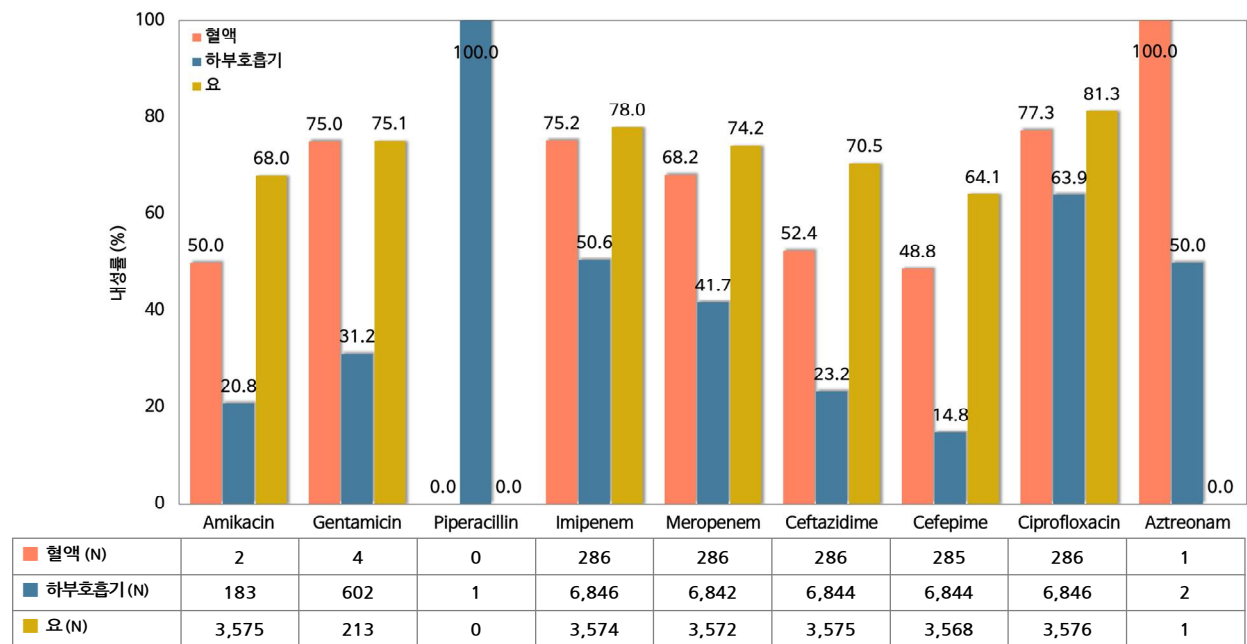


그림 2-36 | 요양병원 검체별 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

의원 주요 분리원은 요(51.8%), 하부호흡기(19.2%), 창상(18.5%) 검체 순으로 확인되었다. Aminoglycoside 계열 항균제인 Amikacin, Gentamicin 내성률은 17.2%, 34.6%로 2023년 대비 증가한 것으로 확인되었다. 반면 Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem과 Meropenem 내성률은 23.3%, 17.3%로 전년 대비 감소하였다. (표 2-27)

표 2-27 | 의원 분리 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015 %, N	2016 %, N	2017 %, N	2018 %, N	2019 %, N	2020 %, N	2021 ^a %, N	2022 %, N	2023 %, N	2024 %, N	내성률 추이곡선
● Amikacin	11.8 (N=2,442)	13.4 (N=1,769)	12.6 (N=1,076)	14.7 (N=1,882)	10.8 (N=1,804)	13.6 (N=3,090)	12.1 (N=4,144)	8.2 (N=2,279)	13.5 (N=2,424)	17.2 (N=2,383)	
● Gentamicin	22.0 (N=2,441)	22.0 (N=1,813)	18.7 (N=1,076)	18.2 (N=1,882)	16.4 (N=1,804)	20.9 (N=3,091)	17.1 (N=4,142)	12.6 (N=2,276)	21.2 (N=2,052)	34.6 (N=520)	
● Piperacillin	20.6 (N=1,229)	24.3 (N=922)	19.6 (N=1,076)	23.2 (N=1,881)	18.0 (N=1,804)	23.8 (N=1,989)	20.1 (N=3,396)	12.0 (N=2,276)	20.2 (N=1,106)	- ^c	
● Imipenem	24.1 (N=2,436)	25.4 (N=1,796)	20.9 (N=1,075)	24.5 (N=1,878)	17.3 (N=1,801)	21.0 (N=3,087)	17.9 (N=4,138)	14.7 (N=2,272)	24.1 (N=3,203)	23.3 (N=4,330)	
● Meropenem	18.8 (N=2,425)	21.6 (N=1,739)	16.7 (N=1,076)	19.6 (N=1,881)	12.9 (N=1,803)	20.8 (N=3,089)	16.8 (N=4,137)	10.8 (N=2,275)	19.2 (N=3,200)	17.3 (N=4,333)	
● Ceftazidime	13.1 (N=2,443)	13.5 (N=1,782)	10.4 (N=1,076)	13.1 (N=1,882)	9.7 (N=1,801)	17.8 (N=3,093)	13.0 (N=4,142)	7.6 (N=2,279)	13.9 (N=3,208)	14.0 (N=4,333)	
● Cefepime	25.8 (N=1,227)	15.3 (N=1,784)	12.9 (N=1,076)	14.5 (N=1,882)	11.3 (N=1,803)	18.3 (N=3,090)	13.1 (N=4,144)	9.0 (N=2,280)	13.3 (N=3,206)	11.3 (N=4,324)	
● Ciprofloxacin ^b	38.4 (N=2,443)	35.5 (N=1,827)	29.2 (N=1,076)	30.0 (N=1,882)	24.4 (N=1,801)	36.6 (N=3,090)	27.4 (N=4,143)	20.6 (N=2,277)	31.4 (N=3,208)	30.3 (N=4,334)	
● Aztreonam	15.5 (N=2,426)	17.4 (N=1,777)	15.7 (N=1,074)	16.0 (N=1,875)	12.4 (N=1,797)	21.9 (N=3,085)	14.6 (N=4,138)	8.7 (N=2,270)	16.5 (N=1,585)	33.3 (N=3)	
● Colistin	0.7 (N=2,436)	0.2 (N=1,734)	0.6 (N=860)	1.2 (N=925)	0.5 (N=1,034)	1.3 (N=2,131)	0.4 (N=2,011)	0.7 (N=1,315)	3.5 (N=1,123)	- ^c	

^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, 2013-2024 Ciprofloxacin

^c 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

혈액 분리 *P. aeruginosa* 혈액 분리 건수는 27건으로 적게 분리되어 해석에 유의할 필요가 있으나, Imipenem (29.6%), Ciprofloxacin (25.9%), Meropenem (22.2%) 순으로 항균제 내성률이 높게 나타났다. (그림 2-37)

하부호흡기 검체 분리 대부분 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 높게 나타났으나, Gentamicin (31.9%), Cefepime (8.3%) 항균제에서는 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 낮게 나타났다. 하부호흡기 검체 분리에서는 Ciprofloxacin (37.8%) 항균제의 내성률이 가장 높은 것으로 나타났다.

요 분리 대부분 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 높게 나타났으며, 특히 Gentamicin (39.5%), Ciprofloxacin (33.0%) 항균제 내성률이 다른 항균제에 비해 높은 내성률로 나타났다.

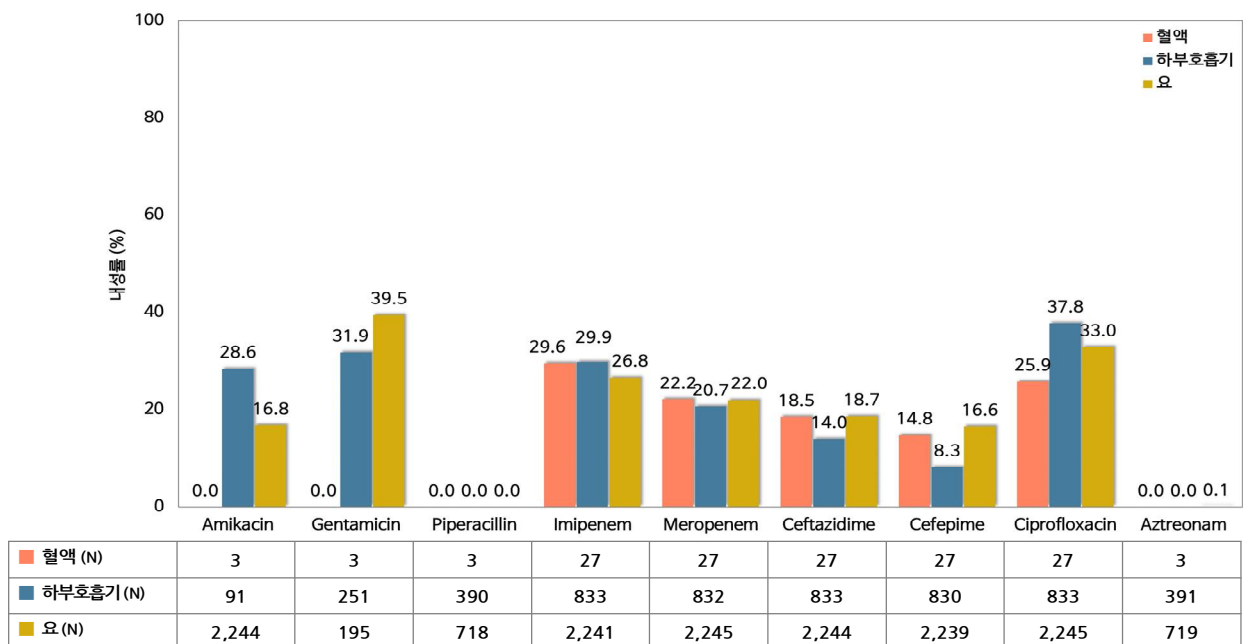


그림 2-37 | 의원 검체별 *P. aeruginosa* 항균제 내성률(%)

2. 2. 8. 아시네토박터 바우마니균(*Acinetobacter baumannii*)

중소병원 아시네토박터 바우마니균은 폐렴, 요로감염, 균혈증, 창상감염 등의 다양한 감염증을 유발하며 의료 관련 감염의 주요 원인균이다. 주요 분리원은 하부호흡기(55.7%), 창상(21.9%), 요(10.2%) 검체 순으로 확인되었다. Aminoglycoside 계열 항균제인 Amikacin 내성률은 52.0%, Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem 내성률은 80.9%로 나타나면서 2023년 대비 내성률이 증가하였다. Fluoroquinolone 계열 항균제인 Ciprofloxacin 내성률은 67.1%로 전년 대비 감소한 것으로 확인되었다. (표 2-28)

표 2-28 | 중소병원 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Amikacin	40.7 (N=3,866)	32.5 (N=2,333)	39.7 (N=2,006)	39.0 (N=2,727)	31.1 (N=1,799)	33.2 (N=1,431)	33.4 (N=1,864)	33.2 (N=1,703)	43.0 (N=2,343)	52.0 (N=4,280)	
● Gentamicin	63.6 (N=8,014)	56.2 (N=5,179)	53.9 (N=6,382)	63.0 (N=10,454)	47.9 (N=6,273)	52.3 (N=4,866)	58.6 (N=6,990)	58.3 (N=7,389)	55.9 (N=6,299)	55.9 (N=5,843)	
● Piperacillin	71.2 (N=7,379)	65.8 (N=4,980)	65.8 (N=6,379)	73.9 (N=10,454)	59.5 (N=6,274)	64.6 (N=4,867)	75.1 (N=6,990)	77.4 (N=7,389)	68.0 (N=6,294)	61.1 (N=5,843)	
● Imipenem	69.3 (N=7,728)	61.1 (N=5,200)	63.4 (N=6,381)	72.0 (N=10,453)	57.7 (N=6,274)	62.8 (N=4,866)	73.5 (N=6,988)	75.6 (N=7,387)	72.1 (N=5,935)	80.9 (N=4,657)	
● Meropenem	67.8 (N=7,999)	63.2 (N=4,994)	63.8 (N=6,380)	72.3 (N=10,453)	58.0 (N=6,270)	63.3 (N=4,866)	73.9 (N=6,990)	75.8 (N=7,388)	67.8 (N=6,297)	63.4 (N=5,843)	
● Ceftazidime	68.4 (N=8,014)	62.0 (N=5,161)	63.5 (N=6,382)	72.1 (N=10,454)	58.1 (N=6,273)	62.5 (N=4,867)	72.2 (N=6,990)	73.6 (N=7,389)	64.8 (N=6,299)	57.7 (N=5,843)	
● Cefepime	69.1 (N=7,915)	63.3 (N=5,161)	65.7 (N=6,382)	73.5 (N=10,454)	59.4 (N=6,274)	63.6 (N=4,863)	73.2 (N=6,990)	76.4 (N=7,389)	67.5 (N=4,538)	55.8 (N=3,200)	
● Ciprofloxacin ^b	73.6 (N=8,012)	68.9 (N=5,225)	69.9 (N=6,375)	76.5 (N=10,451)	62.6 (N=6,272)	67.8 (N=4,865)	76.8 (N=6,985)	78.2 (N=7,387)	71.8 (N=6,229)	67.1 (N=5,843)	
● Colistin	0.4 (N=7,463)	0.5 (N=4,962)	0.4 (N=5,693)	0.2 (N=8,325)	0.4 (N=5,199)	0.5 (N=3,984)	0.2 (N=5,000)	0.5 (N=5,054)	0.2 (N=2,415)	- ^c	

^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, 2013-2024 Ciprofloxacin

^c 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

혈액 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률을 산출하였을 때, Imipenem (83.5%), Ciprofloxacin (69.0%) 항균제 내성률이 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 높게 나타났으며 특히 Imipenem 항균제 내성률이 가장 높은 것으로 확인하였다. 그 외 항균제 내성률은 낮거나 유사한 수준으로 나타났다. (그림 2-38)

하부호흡기 검체 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률을 산출하였을 때, Imipenem (81.3%), Meropenem (64.5%), Cefepime (59.0%), Amikacin (53.5%)로 전체 검체 대상 항균제 내성률보다 높게 나타났으며, 그 외 항균제 내성률은 유사한 수준으로 확인되었다.

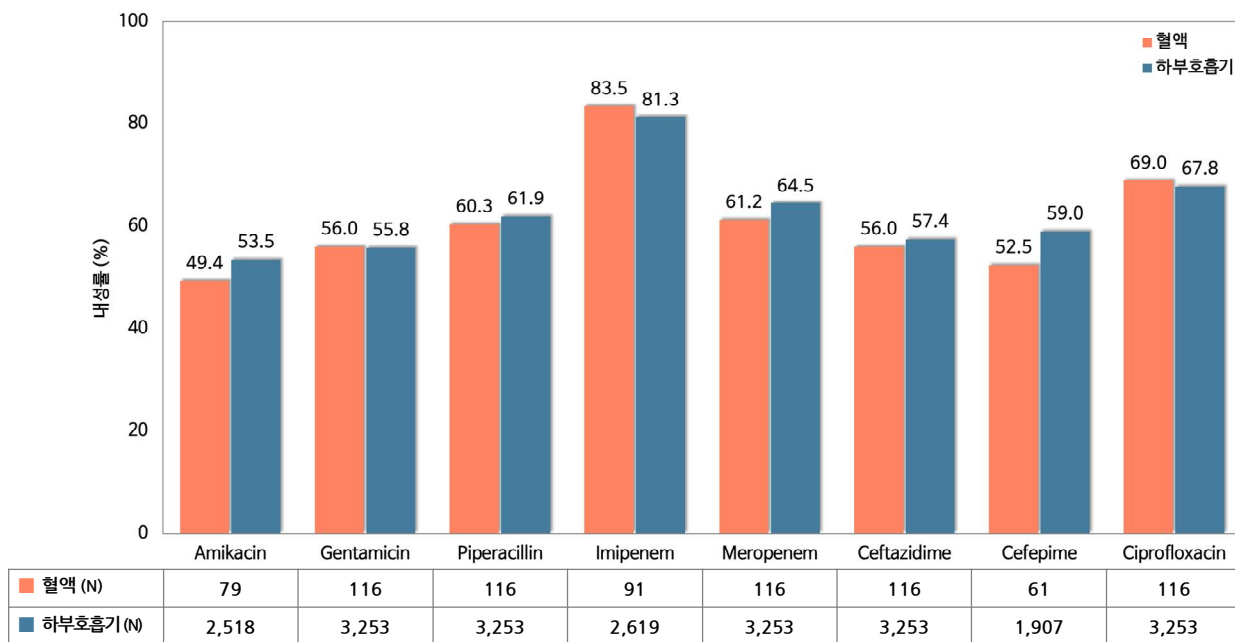


그림 2-38 | 중소병원 검체별 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

요양병원 주요 분리원은 하부호흡기(66.7%), 창상(12.3%), 요(8.9%) 검체 순으로 확인되었다. 모든 항균제에서 높은 내성률을 보였으며, 특히 Amikacin 항균제 내성률이 2023년부터 크게 증가하기 시작하면서 올해도 전년 대비 증가한 73.6%로 나타났다. Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem, Meropenem 내성률은 각각 89.6%, 84.6%로 전년 대비 유사하거나 낮게 나타났다. 또한 Fluoroquinolone 계열 항균제인 Ciprofloxacin 내성률은 88.9%로 전년 대비 감소한 것으로 확인되었다. (표 2-29)

표 2-29 | 요양병원 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Amikacin	51.4 (N=2,217)	43.2 (N=1,212)	49.3 (N=1,129)	47.2 (N=1,316)	47.1 (N=1,498)	46.5 (N=1,723)	46.4 (N=2,346)	44.2 (N=2,486)	58.5 (N=2,318)	73.6 (N=3,375)	
● Gentamicin	76.5 (N=3,821)	70.1 (N=2,498)	72.6 (N=2,769)	72.8 (N=3,436)	47.9 (N=6,273)	72.3 (N=3,770)	71.6 (N=5,194)	72.7 (N=6,226)	73.7 (N=5,964)	76.2 (N=6,447)	
● Piperacillin	86.6 (N=3,531)	82.9 (N=2,429)	87.4 (N=2,769)	88.0 (N=3,439)	87.1 (N=3,470)	87.8 (N=3,770)	89.7 (N=5,195)	91.6 (N=6,226)	88.7 (N=5,964)	85.6 (N=6,446)	
● Imipenem	82.4 (N=3,731)	77.2 (N=2,494)	83.6 (N=2,769)	84.9 (N=3,439)	84.8 (N=3,472)	86.0 (N=3,770)	87.9 (N=5,196)	90.2 (N=6,224)	89.1 (N=5,891)	89.6 (N=6,183)	
● Meropenem	81.5 (N=3,814)	78.9 (N=2,432)	83.9 (N=2,769)	85.4 (N=3,437)	85.4 (N=3,469)	86.1 (N=3,770)	88.4 (N=5,195)	90.6 (N=6,223)	87.6 (N=5,964)	84.6 (N=6,447)	
● Ceftazidime	85.0 (N=3,821)	78.7 (N=2,492)	84.5 (N=2,769)	84.8 (N=3,440)	85.6 (N=3,472)	85.8 (N=3,769)	86.3 (N=5,195)	88.1 (N=6,226)	84.8 (N=5,964)	80.8 (N=6,448)	
● Cefepime	84.0 (N=3,795)	78.8 (N=2,492)	85.4 (N=2,769)	86.2 (N=3,440)	85.8 (N=3,472)	86.1 (N=3,766)	87.9 (N=5,196)	90.4 (N=6,226)	87.8 (N=3,997)	81.6 (N=1,908)	
● Ciprofloxacin ^b	90.3 (N=3,821)	86.2 (N=2,502)	90.6 (N=2,769)	90.8 (N=3,436)	90.1 (N=3,468)	91.6 (N=3,768)	92.2 (N=5,195)	93.6 (N=6,222)	91.7 (N=5,964)	88.9 (N=6,447)	
● Colistin	0.6 (N=3,547)	0.6 (N=2,419)	0.7 (N=2,678)	0.7 (N=3,072)	0.4 (N=3,124)	0.3 (N=3,431)	0.5 (N=4,739)	0.4 (N=5,440)	0.5 (N=2,967)	- ^c	

^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, 2013-2024 Ciprofloxacin

^c 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

혈액 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률을 산출하였을 때, Cefepime을 제외한 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 높게 나타났다. (그림 2-39)

하부호흡기 검체 분리 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 낮게 나타났다.

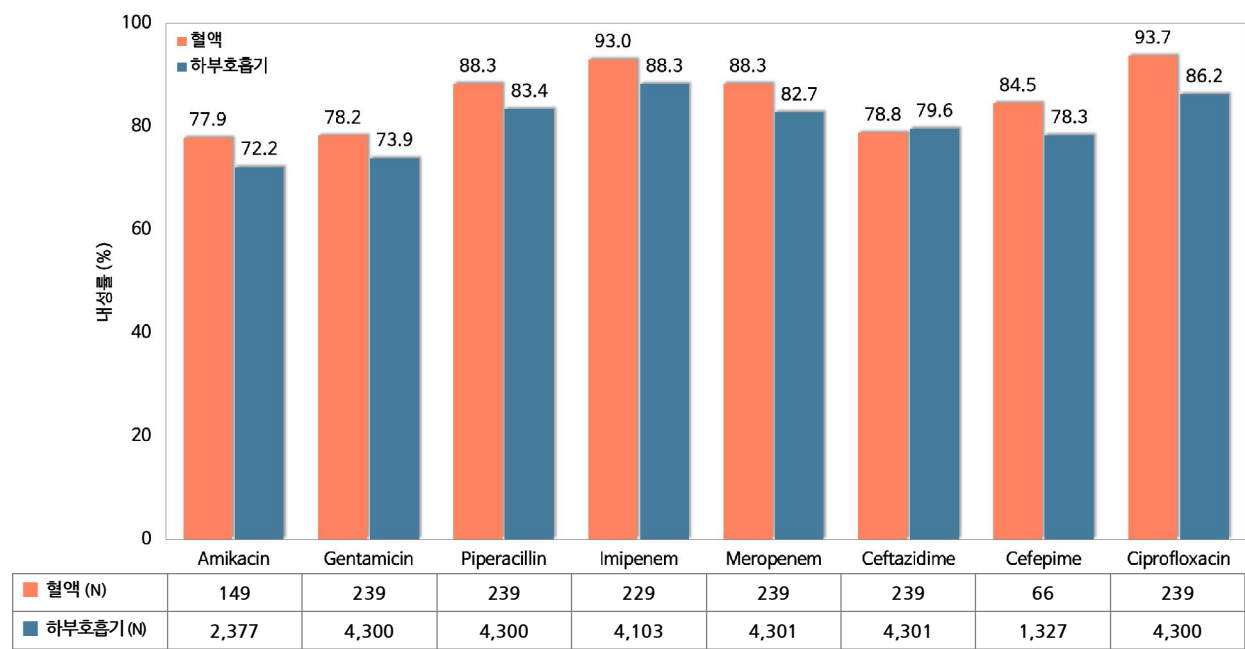


그림 2-39 | 요양병원 검체별 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

의원 주요 분리원은 요(42.5%), 요도·자궁경부 도말(24.6%), 하부호흡기(18.7%) 검체 순으로 확인되었다. 의원의 항균제 내성률은 중소병원 및 요양병원에 비해 낮게 나타났으며, Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem, Meropenem 내성률은 각각 36.5%, 26.5%로 전년 대비 감소한 것으로 나타났다. 또한 Fluoroquinolone 계열 항균제인 Ciprofloxacin 내성률은 41.9%로 전년 대비 감소한 것으로 확인되었다. (표 2-30)

표 2-30 | 의원 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^a	2022	2023	2024	내성률 추이곡선
	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	%, N	
● Amikacin	43.5 (N=513)	19.9 (N=246)	27.0 (N=141)	25.7 (N=148)	22.8 (N=180)	20.4 (N=157)	42.1 (N=95)	22.0 (N=141)	22.2 (N=266)	22.8 (N=627)	
● Gentamicin	54.1 (N=1,337)	37.6 (N=1,106)	42.6 (N=1,089)	34.1 (N=1,550)	29.5 (N=1,634)	34.5 (N=1,161)	37.4 (N=888)	24.0 (N=854)	31.5 (N=1,042)	32.2 (N=1,850)	
● Piperacillin	54.1 (N=1,114)	37.8 (N=1,066)	47.4 (N=1,088)	45.5 (N=1,550)	48.7 (N=1,633)	47.1 (N=1,161)	45.8 (N=888)	30.4 (N=854)	32.3 (N=1,042)	23.8 (N=1,850)	
● Imipenem	56.4 (N=1,258)	35.4 (N=1,120)	44.9 (N=1,088)	43.8 (N=1,550)	47.1 (N=1,634)	45.6 (N=1,161)	42.0 (N=888)	27.2 (N=854)	41.1 (N=884)	36.5 (N=1,404)	
● Meropenem	55.5 (N=1,334)	36.4 (N=1,077)	45.4 (N=1,089)	44.2 (N=1,549)	47.1 (N=1,631)	45.7 (N=1,161)	43.0 (N=888)	28.1 (N=854)	32.3 (N=1,041)	26.5 (N=1,850)	
● Ceftazidime	56.6 (N=1,337)	34.4 (N=1,103)	45.5 (N=1,089)	44.1 (N=1,550)	47.3 (N=1,634)	45.4 (N=1,161)	42.9 (N=888)	28.7 (N=854)	30.1 (N=1,042)	21.3 (N=1,850)	
● Cefepime	56.1 (N=1,312)	35.6 (N=1,104)	47.7 (N=1,089)	44.7 (N=1,550)	47.8 (N=1,634)	45.4 (N=1,161)	43.0 (N=888)	28.9 (N=854)	31.2 (N=660)	24.4 (N=585)	
● Ciprofloxacin ^b	61.6 (N=1,337)	46.0 (N=1,132)	53.8 (N=1,089)	48.3 (N=1,549)	52.0 (N=1,634)	49.9 (N=1,161)	49.4 (N=887)	49.2 (N=853)	49.0 (N=1,042)	41.9 (N=1,850)	
● Colistin	0.4 (N=1,131)	0.8 (N=1,064)	1.0 (N=966)	0.2 (N=1,208)	0.5 (N=1,332)	0.5 (N=729)	1.0 (N=395)	0.6 (N=518)	0.5 (N=184)	- ^c	

^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, 2013~2024 Ciprofloxacin

^c 항균제 감수성 분석 장비(VITEK II)의 항균제 패널 변경으로 인해 감수성 시험 미시행으로 내성률 산출 불가

혈액 분리 *A. baumannii* 항균제 내성률을 산출하였을 때, 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 높게 나타났으며, Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem (63.6%), Meropenem (53.8%) 내성률이 가장 높은 것으로 확인되었다. 다만 의원에서의 혈액 분리 건수가 적어 해석에 유의할 필요가 있다. (그림 2-40)

하부호흡기 검체 분리 혈액 분리 내성률과 마찬가지로 모든 항균제에서 전체 검체 대상 항균제 내성률에 비해 높게 나타났으며, Amikacin (27.1%), Cefepime (26.9%)을 제외한 항균제의 내성률이 혈액 분리 내성률보다 높은 것을 확인하였다.

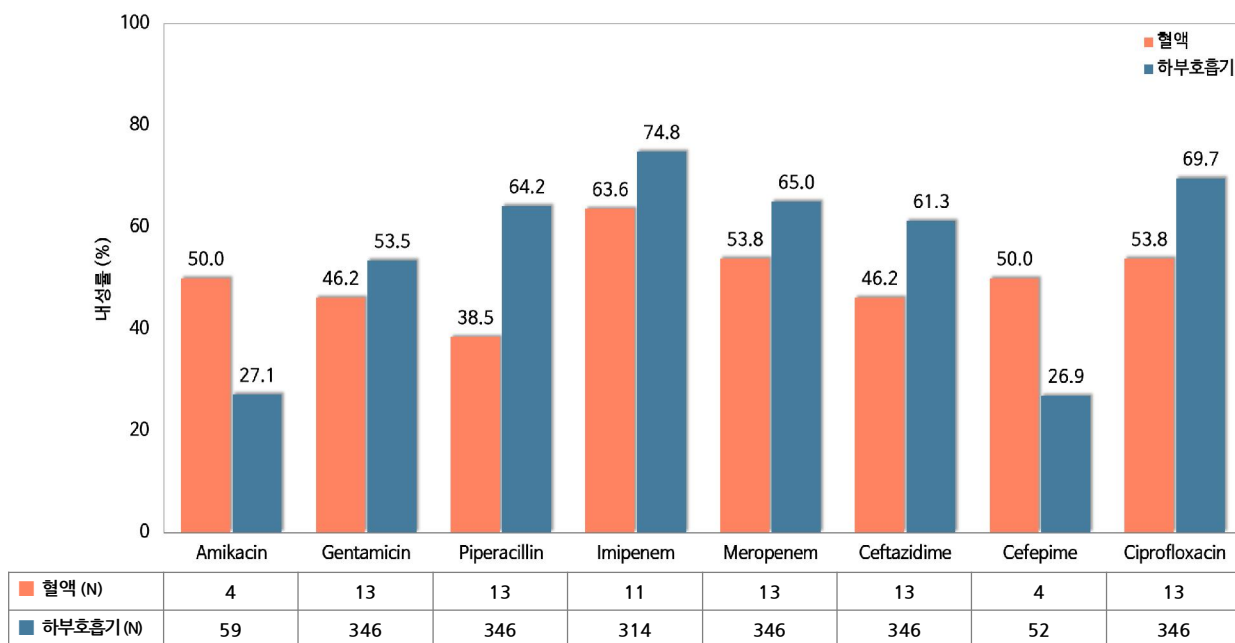


그림 2-40 | 의원 검체별 *A. baumannii* 항균제 내성률(%)

2. 2. 9. 살모넬라균속(*Salmonella* spp.)²⁴년 추가 균종

중소병원 2024년부터 수집 균주 확대에 따라 신규 추가된 균종으로 주요 분리원은 대변(84.5%), 혈액(9.1%) 검체 순으로 확인되었다. 항균제 감수성 시험(AST)을 수행한 일부 항균제 Ampicillin, SXT, Ciprofloxacin 내성률은 각각 24.3%, 7.1%, 6.6%로 나타났다. (표 2-31)

요양병원 분리 건수는 13건으로 중소병원, 의원에 비해 적은 수가 분리되어 해석에 유의할 필요가 있으며, Ampicillin 및 Ciprofloxacin 내성률이 각각 23.1%, 15.4%로 나타났다.

의원 주요 분리원은 대변(62.0%), 요(34.5%) 검체 순으로 확인되었다. 항균제 감수성 시험(AST)을 수행한 일부 항균제 Ampicillin, SXT, Ciprofloxacin 내성률은 각각 23.1%, 6.3%, 9.4%로 나타났다.

표 2-31 | 의료기관 종별 *Salmonella* spp. 항균제 내성률(%)

항균제명	중소병원	요양병원	의원
	%, N	%, N	%, N
● Amikacin	100.0 (N=7)	-	12.4 (N=105)
● Gentamicin	100.0 (N=7)	-	100.0 (N=13)
● Ampicillin	24.3 (N=1,306)	23.1 (N=13)	23.1 (N=255)
● SXT ^a	7.1 (N=1,306)	0.0 (N=13)	6.3 (N=255)
● Imipenem	0.0 (N=7)	-	0.0 (N=13)
● Cefotaxime	9.3 (N=172)	0.0 (N=6)	20.0 (N=70)
● Ceftazidime	2.2 (N=179)	0.0 (N=6)	7.1 (N=84)
● Ciprofloxacin	6.6 (N=1,306)	15.4 (N=13)	9.4 (N=255)

^a SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

2. 2. 10. 헤모필루스 인플루엔자(*Haemophilus influenzae*)^{24년 추가 균종}

중소병원 2024년부터 수집 균주 확대에 따라 신규 추가된 균종으로, 주요 분리원은 하부호흡기(86.1%), 혈액(8.5%) 검체 순으로 확인되었다. Ampicillin, SAM (Ampicillin-sulbactam), SXT (Trimethoprim-sulfamethoxazole), Cefuroxime 항균제 내성률은 64.1%, 52.7%, 52.7%, 56.1% 순으로 높게 나타났다.

요양병원 분리 균주 수가 26건으로 적게 분리되었으며, 검체별 분리 건수는 하부호흡기 23건, 혈액 3건으로 확인되었다. 분리 균주 수가 적어 해석에 유의할 필요가 있으나, SXT 항균제 내성률이 65.4%로 가장 높게 나타났다.

의원 주요 분리원은 하부호흡기(14.9%), 요도·자궁경부(12.2%), 창상(5.1%) 검체 순으로 확인되었다. 중소병원의 내성률과 유사하게 Ampicillin, SAM, Cefuroxime 항균제 내성률이 각각 59.3%, 53.5%, 56.8% 순으로 높게 나타났다. (표 2-32, 그림 2-41)

표 2-32 | 의료기관 종별 *H. influenzae* 항균제 내성률(%)

항균제명	중소병원	요양병원	의원
	%, N	%, N	%, N
● Chloramphenicol	2.9 (N=173)	6.3 (N=16)	2.5 (N=81)
● Ampicillin	64.1 (N=220)	42.3 (N=26)	59.3 (N=86)
● SAM ^a	52.7 (N=220)	30.8 (N=26)	53.5 (N=86)
● Tetracycline	8.1 (N=173)	12.5 (N=16)	4.9 (N=81)
● SXT ^b	52.7 (N=220)	65.4 (N=26)	44.2 (N=86)
● Cefuroxime	56.1 (N=173)	50.0 (N=16)	56.8 (N=81)
● Cefotaxime	15.5 (N=220)	11.5 (N=26)	3.5 (N=86)
● Levofloxacin	2.1 (N=47)	40.0 (N=10)	0.0 (N=5)

^a SAM: Ampicillin-sulbactam

^b SXT: Trimethoprim-sulfamethoxazole

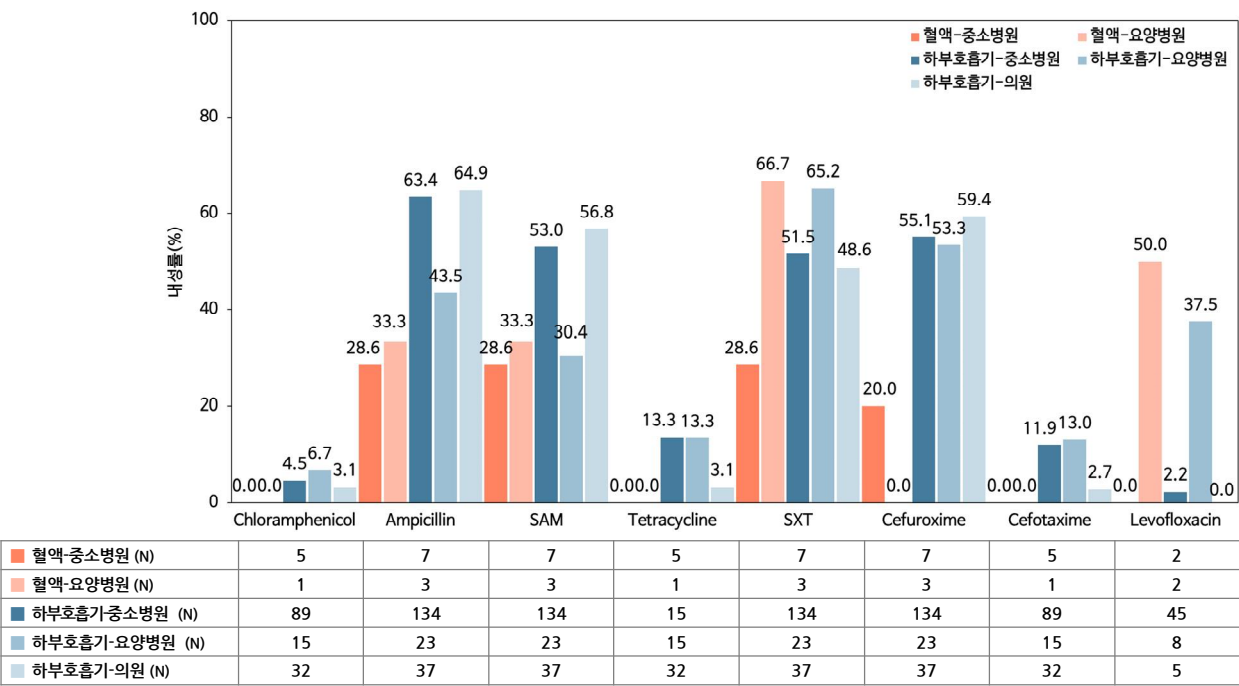


그림 2-41 | 의료기관 종별 및 검체별 *H. influenzae* 항균제 내성률(%)

2. 2. 11. 세균성이질균속(*Shigella* spp.)^{24년 추가 균종}

2024년부터 수집 균주 확대에 따라 신규 추가된 균종으로, 중소병원에서 9건 분리되었으며, 모두 대변 검체 분리 균주로 확인되었다. 수집된 균주 9주 중 Ampicillin 8주, Ciprofloxacin 1주, SXT 5주에서 내성을 확인하였다. 요양병원 및 의원에서는 수집되지 않았다.

2. 2. 12. 임균(*Neisseria gonorrhoeae*)^{24년 추가 균종}

2024년부터 수집 균주 확대에 따라 신규 추가된 균종으로, 중소병원, 요양병원 및 의원에서는 수집되지 않았다.

2. 2. 13. 수막구균(*Neisseria meningitidis*)^{24년 추가 균종}

2024년부터 수집 균주 확대에 따라 신규 추가된 균주로, 중소병원에서 혈액 검체에서 1건 분리되었다. Cefotaxime, Chloramphenicol, Ciprofloxacin, Meropenem 항균제에 감수성을 확인하였다.

제 3 장

통합 내성 분석

Kor-GLASS 및 KARMS 통합
주요 항균제 내성 분석



서론

1

서론

1. 1. 배경

항생제 내성(Antimicrobial Resistance, AMR)은 국내외에서 심각한 공중보건 문제 중 하나로 대두되고 있다. 항생제 내성균의 증가는 환자의 치료 실패율 증가, 입원 기간 장기화, 의료비 및 사회경제적 질병부담의 확대 등 다양한 문제를 초래하고 있다. 국내에서도 주요 내성균의 발생이 증가하고 있어 이를 정확하게 파악하고 대응하기 위한 국가 차원의 항생제 내성 감시체계 구축 및 운영의 중요성이 더욱 강조되고 있다.

국내 운영 중인 감시체계 중 Kor-GLASS는 WHO GLASS의 4가지 원칙(대표성 · 특화성 · 중앙화 · 현지화)에 따라 운영되며 국가간 비교가 가능한 항생제 내성률을 산출하고 있다. 특히 분리된 균주를 전수 수집하고 임상 정보를 확보할 수 있어 심층적인 내성 연구 및 정책 수립에 활용하고 있다. 하지만 구조적 특성상 감시체계에 참여하는 의료기관을 확대하기가 어려워 폭넓게 항생제 내성 현황을 폭넓게 파악하기 어려운 한계가 있다.

KARMS는 임상시험검체분석기관을 통해 다양한 규모의 의료기관에서 분리된 균주의 내성 정보를 수집하고 있다. 이를 통해 국내 의료기관에서 나타나는 전반적인 항생제 내성 현황을 폭넓게 파악할 수 있다. 하지만 균주 수집을 통한 특성 조사나 해당 균주에 대한 임상 정보를 확보하기에는 어렵다는 한계가 있다.

이번 연보에서는 Kor-GLASS 및 KARMS의 내성 정보를 상호보완적으로 활용하여 국내 권역별 주요 항생제 내성 현황을 종합적으로 분석함으로써, 국가의 항생제 내성 감시 및 대응 역량을 강화하고 향후 국가 대책 마련에 실질적인 도움을 줄 수 있기를 기대한다. (표 3-1)

표 3-1 | 2024년 Kor-GLASS 및 KARMS 운영 체계 비교

감시체계	Kor-GLASS	KARMS
법적 근거	감염병예방법 제17조(실태조사) 및 시행규칙 제15조(실태조사의 방법 및 절차 등)	
감시 대상	종합병원(10개소, 요양병원 별도 운영)	중소병원(997개소) · 요양병원(562개소) · 의원(3,781개소)
대상 균종 ¹⁾	균종 15종*	균종 14종**
대상 검체 ²⁾	6종	모든 검체
항균제 감수성 시험	Kor-GLASS 운영 지침에 따라 표준화된 시험법으로 직접 수행	자동화 분석 장비
수집 건수	10,426건	446,245건
균주 수집	전수 수집	미수집

¹⁾ 대상 균주: *S. aureus*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. coli*, *S. pneumoniae*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *H. influenzae*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *N. meningitidis*, *N. gonorrhoeae*, *C. difficile**, *Candida* spp.*, *E. cloacae***

²⁾ 대상 검체: 혈액, 요, 대변, 하부호흡기, 요도, 자궁경부 도말, 뇌척수액(6종)

2

권역별 주요 항균제 내성 현황

2

권역별 주요 항균제 내성 현황

2. 1. 권역별 주요 항균제 내성 현황

국내 운영 중인 항균제 내성 감시체계인 Kor-GLASS 및 KARMS 내성 정보를 활용하여 모든 의료기관 종별(종합병원, 중소병원 및 의원) 통합 내성률을 분석하였다. 대상 균종은 법정감염병 6종에 대한 혈액 분리 균주만을 분석하였고, 전국 17개 시도를 6개 권역*으로 구분하여 권역별 내성률 현황을 비교하였다. (표 3-2, 3-3, 그림 3-1)

표 3-2 | 통합 내성률 분석 정보

[통합 내성률 분석 정보]

- 분석 대상: 2024년 Kor-GLASS (종합병원) 및 KARMS (중소병원 및 의원) 내성 정보
- 분석 균종: 법정감염병 6종
- 분석 검체: 혈액 분리 균주
- 권역 구분: 수도권(서울, 인천, 경기), 강원권(강원), 충청권(대전, 세종, 충북, 충남), 경북권(대구, 경북), 경남권(부산, 울산, 경남), 호남권(광주, 전남, 전북, 제주)

표 3-3 | 혈액 분리 권역별 주요 항균제 내성률(%)

항균제 내성 균종	권역별 Kor-GLASS 및 KARMS 통합 내성률						
	전권역	수도권	강원권	충청권	경북권	경남권	호남권
Methicillin-R <i>S. aureus</i> (MRSA)^a							
Cefoxitin(or Oxacillin)-R <i>S. aureus</i>	45.3 (N=1,171)	46.5 (N=415)	50.8 (N=63)	46.5 (N=101)	36.2 (N=141)	42.6 (N=136)	47.3 (N=315)
Vancomycin-R <i>Enterococcus</i> spp. (VRE)							
Vancomycin-R <i>E. faecium</i>	29.0 (N=710)	32.0 (N=225)	24.6 (N=57)	25.5 (N=51)	34.8 (N=115)	35.3 (N=85)	20.9 (N=177)
Vancomycin-R <i>E. faecalis</i>	0.4 (N=472)	0.7 (N=153)	0.0 (N=27)	0.0 (N=34)	1.2 (N=81)	0.0 (N=62)	0.0 (N=115)
Carbapenem-R <i>Enterobacterales</i> (CRE)							
Imipenem-R <i>E. coli</i>	0.4 (N=6,709)	0.2 (N=2,508)	0.4 (N=275)	0.3 (N=392)	0.6 (N=1,115)	0.6 (N=999)	0.4 (N=1,420)
Ertapenem-R <i>E. coli</i>	0.6 (N=6,711)	0.4 (N=2,509)	0.4 (N=275)	0.5 (N=392)	0.8 (N=1,115)	1.0 (N=1,000)	0.5 (N=1,420)
Imipenem-R <i>K. pneumoniae</i>	5.3 (N=2,123)	6.3 (N=758)	3.7 (N=109)	4.3 (N=139)	4.1 (N=319)	8.1 (N=296)	3.6 (N=502)
Ertapenem-R <i>K. pneumoniae</i>	6.4 (N=2,123)	7.5 (N=758)	5.5 (N=109)	5.0 (N=139)	4.1 (N=319)	9.1 (N=296)	5.0 (N=502)
Third-generation^a, Fourth-generation Cephalosporins-R <i>Enterobacterales</i>							
Cefotaxime-R <i>E. coli</i>	42.8 (N=6,352)	42.7 (N=2,429)	41.8 (N=275)	43.3 (N=383)	41.9 (N=986)	43.7 (N=930)	43.1 (N=1,349)
Ceftazidime-R <i>E. coli</i>	18.5 (N=6,711)	19.5 (N=2,509)	18.5 (N=275)	19.1 (N=392)	16.9 (N=1,115)	19.8 (N=1,000)	16.8 (N=1,420)
Cefepime-R <i>E. coli</i>	25.8 (N=6,709)	27.0 (N=2,509)	21.8 (N=275)	26.5 (N=392)	25.0 (N=1,114)	27.2 (N=999)	23.7 (N=1,420)
Cefotaxime-R <i>K. pneumoniae</i>	27.8 (N=2,045)	28.4 (N=747)	25.7 (N=109)	31.7 (N=139)	24.2 (N=285)	35.6 (N=278)	23.8 (N=487)
Ceftazidime-R <i>K. pneumoniae</i>	22.2 (N=2,123)	22.6 (N=758)	18.3 (N=109)	29.5 (N=139)	18.8 (N=319)	30.7 (N=296)	17.7 (N=502)
Cefepime-R <i>K. pneumoniae</i>	22.3 (N=2,122)	22.8 (N=758)	17.4 (N=109)	30.2 (N=139)	19.2 (N=318)	29.4 (N=296)	18.3 (N=502)
Carbapenem-R <i>P. aeruginosa</i> (CRPA)							
Imipenem-R <i>P. aeruginosa</i>	37.3 (N=485)	34.0 (N=153)	19.4 (N=31)	35.5 (N=31)	51.4 (N=70)	50.0 (N=72)	31.3 (N=128)
Meropenem-R <i>P. aeruginosa</i>	33.3 (N=484)	30.7 (N=153)	12.9 (N=31)	32.3 (N=70)	50.0 (N=72)	43.1 (N=72)	26.8 (N=127)
Carbapenem-R <i>A. baumannii</i> (CRAB)							
Imipenem-R <i>A. baumannii</i>	80.3 (N=238)	94.4 (N=54)	100.0 (N=12)	88.2 (N=17)	82.4 (N=34)	72.4 (N=58)	68.3 (N=63)
Meropenem-R <i>A. baumannii</i>	70.2 (N=265)	64.9 (N=74)	100.0 (N=12)	88.2 (N=17)	77.8 (N=36)	65.6 (N=61)	66.2 (N=65)

^a 2020년 UN에서 지정한 SDGs (Sustainable Development Goals) 지표 해당 균종

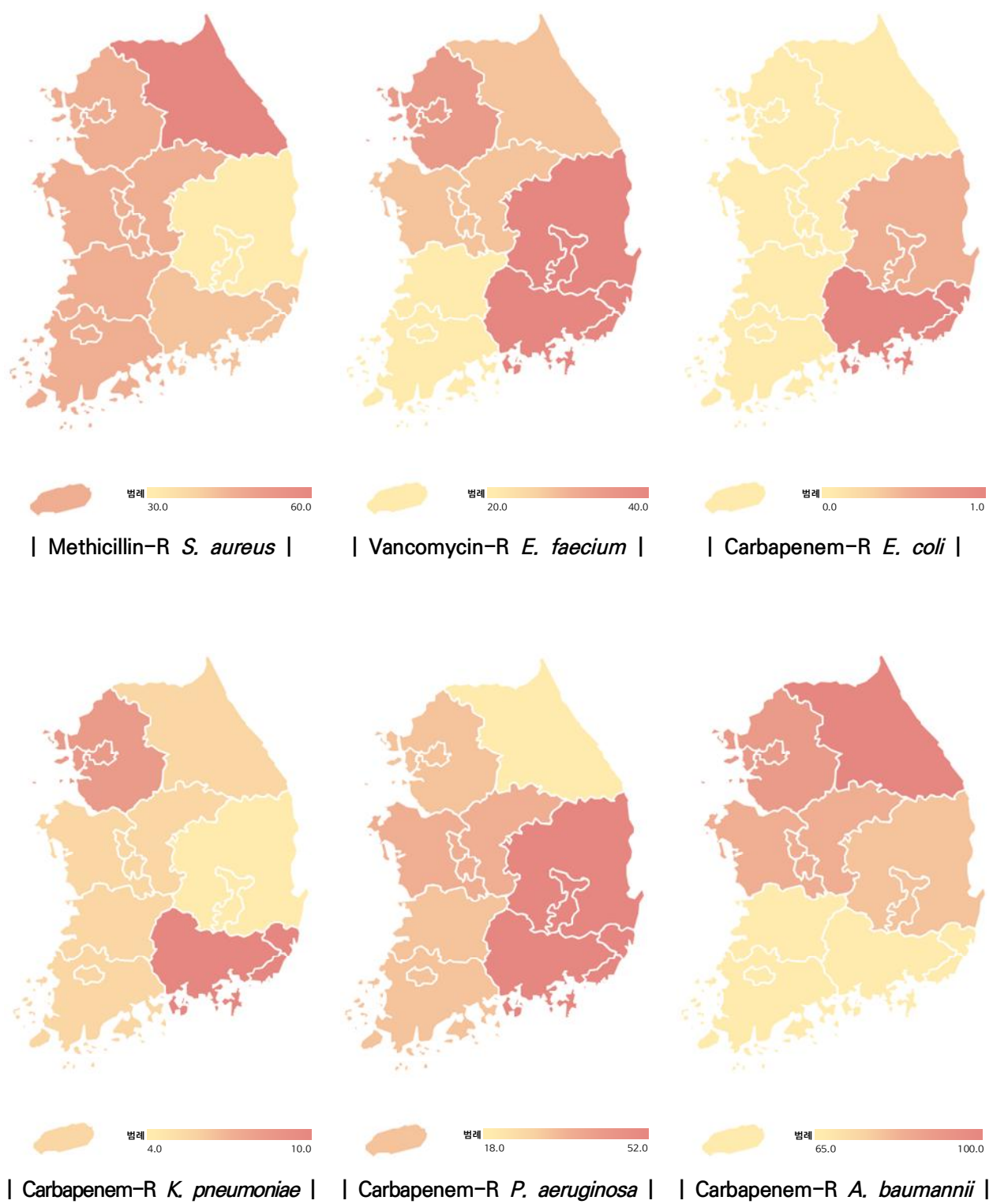


그림 3-1 | 권역별 주요 항균제 통합 내성률 현황

3

의료기관 종별 주요 항균제 내성 현황

3

의료기관 종별 주요 항균제 내성 현황

3. 1. 의료기관 종별 주요 항균제 내성 현황

의료기관 종별 주요 항균제 내성 현황을 분석하였으며, 분석 대상 검체 및 검사법에 차이가 있으므로 내성률 비교 분석에 유의할 필요가 있다. 종합병원의 경우 혈액 분리 균주의 내성률로 표준화된 시험법으로 산출한 결과인 반면, 중소병원, 요양병원 및 의원은 모든 검체에서 분리된 균주의 내성률로 임상시험검체분석기관에서 자동화 분석 장비를 통해 산출된 결과이다.

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

MRSA 2024년 황색포도알균의 Cefoxitin 또는 Oxacillin 내성률은 종합병원, 중소병원, 요양병원 및 의원에서 각각 41.5%, 51.4%, 84.0%, 32.1%로 나타났다. 종합병원을 제외한 다른 의료기관 종별에서 2023년 대비 증가하였으며, 특히 의원에서 증가율에 변화가 가장 크게 나타난 것으로 확인되었다. (그림 3-2)

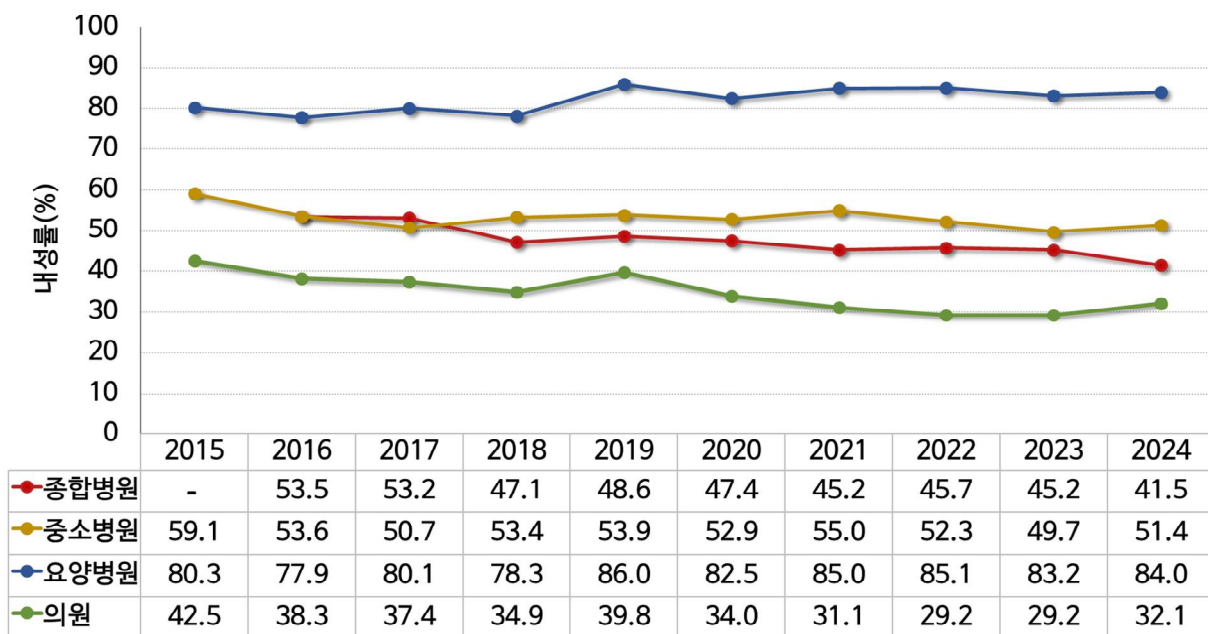


그림 3-2 | 의료기관 종별 Cefoxitin 또는 Oxacillin 내성 *S. aureus* (MRSA) 내성률(%)

3. 1. 2. 장알균(*Enterococcus* spp.)

VRE (*E. faecalis*) 2024년 Vancomycin 내성 *E. faecalis* 내성률은 중소병원 및 의원에서 각각 1.3%, 0.3%를 나타내면서 2023년과 유사한 수준을 유지하였다. 종합병원 및 요양병원에서는 0.0%, 14.8%로 전년 대비 감소한 것으로 확인되었다. (그림 3-3)

VRE (*E. faecium*) 2024년 Vancomycin 내성 *E. faecium* 내성률은 종합병원, 중소병원 및 요양병원에서 각각 27.0%, 44.1%, 77.0%로 전년 대비 감소한 반면, 의원에서는 62.8%로 전년 대비 증가한 것으로 나타났다. (그림 3-4)

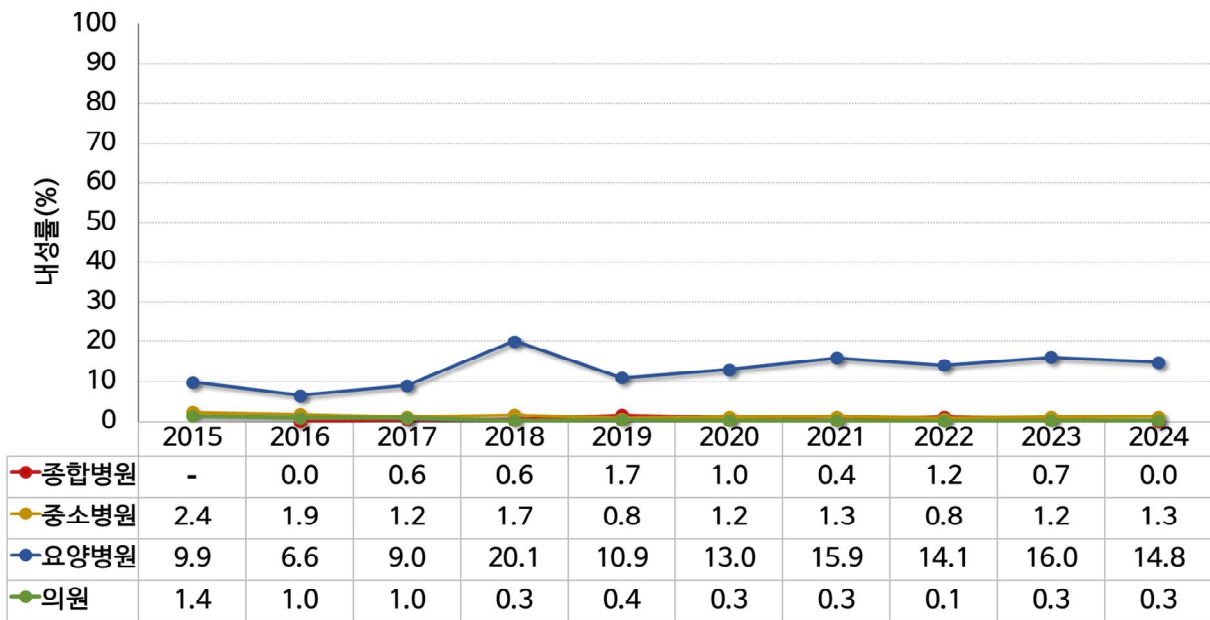


그림 3-3 | 의료기관 종별 Vancomycin 내성 *E. faecalis* 내성률(%)

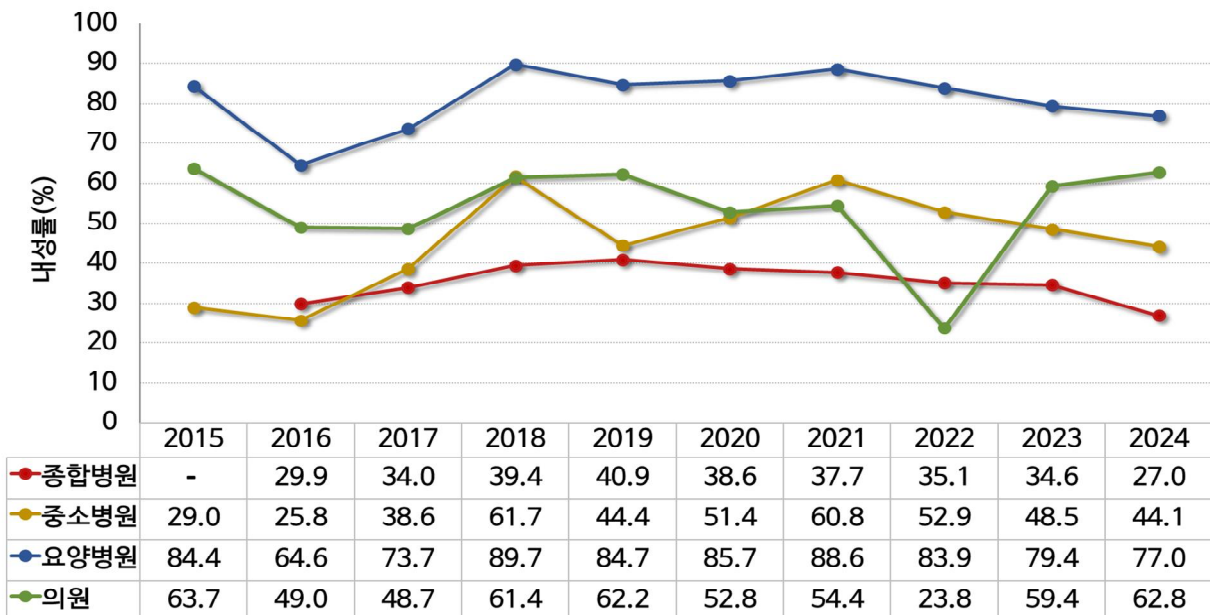


그림 3-4 | 의료기관 종별 Vancomycin 내성 *E. faecium* 내성률(%)

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

Penicillin G 내성 분석 2019년부터 2024년까지 6년에 대한 중소병원, 요양병원, 의원에서 분리한 폐렴사슬알균의 Penicillin G MIC 분포를 농도별로 구분하여 분석하였다. 2024년 Penicillin G의 MIC가 8 $\mu\text{g/mL}$ 로 내성인 비율은 중소병원 15.9%, 요양병원 73.8%, 의원 15.2%로 나타났다. (그림 3-5)

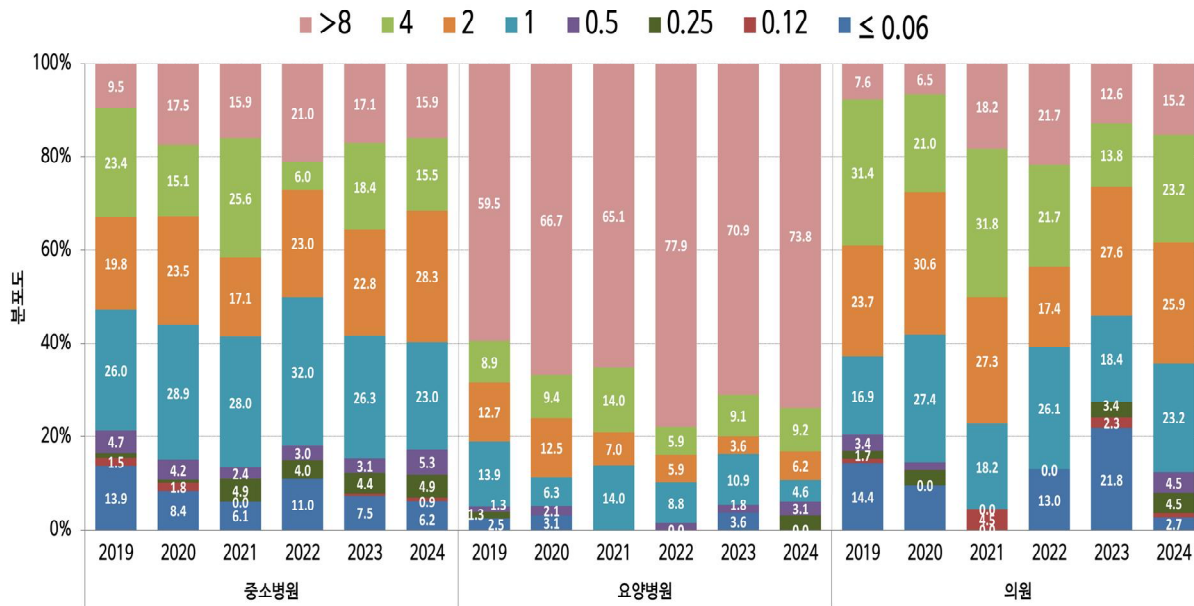


그림 3-5 | 의료기관 종별 *S. pneumoniae*의 'Penicillin G' 내성(MIC, 최소억제농도) 분포(%)

3. 1. 4. 대장균(*Escherichia coli*)

Third-generation Cephalosporins Resistance Cefotaxime 내성률은 모든 의료기관 종별에서 전년 대비 증가하였고, Ceftazidime 내성률의 경우 종합병원 및 요양병원은 전년 수준 유지, 중소병원 및 의원에서는 증가한 것으로 나타났다. 특히, Ceftazidime에 비해 Cefotaxime의 내성률이 높은 것으로 나타났으며, 요양병원에서 내성률이 높은 수준을 유지하고 있어 지속적인 관찰이 필요하다. 3세대 Cephalosporin 계열 항균제 내성률의 변화는 β -lactamase를 생성하는 유전자의 종류에 영향을 받으므로 내성률 변화에 주목할 필요가 있다. (그림 3-6, 3-7)

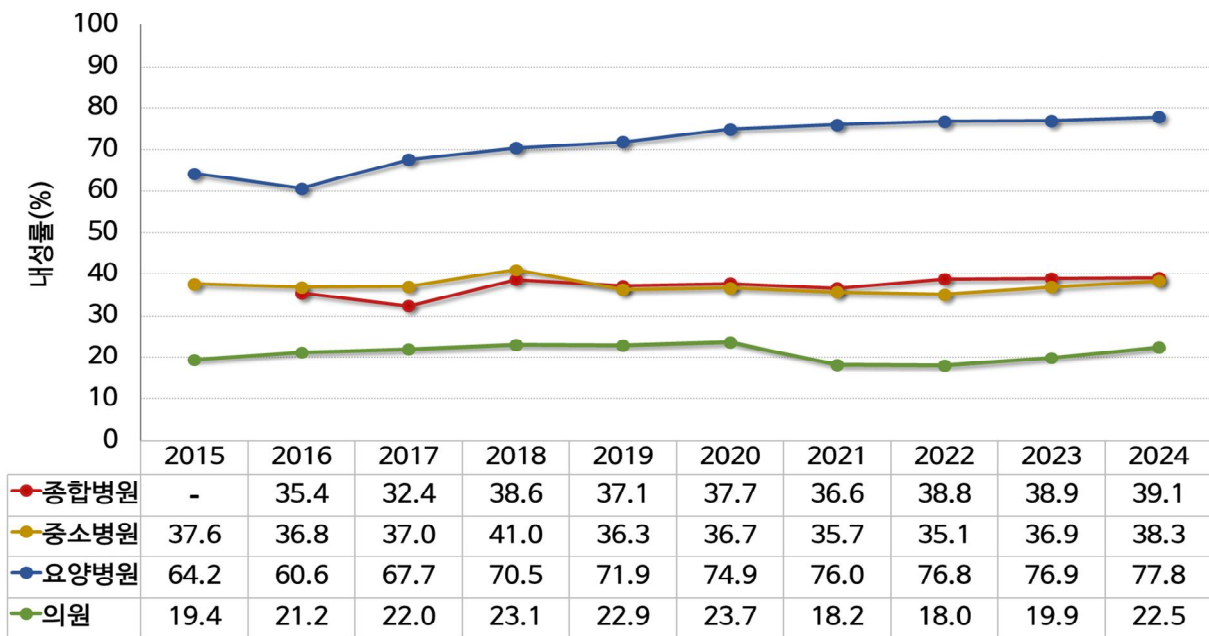


그림 3-6 | 의료기관 종별 Cefotaxime 내성 *E. coli* 내성률(%)

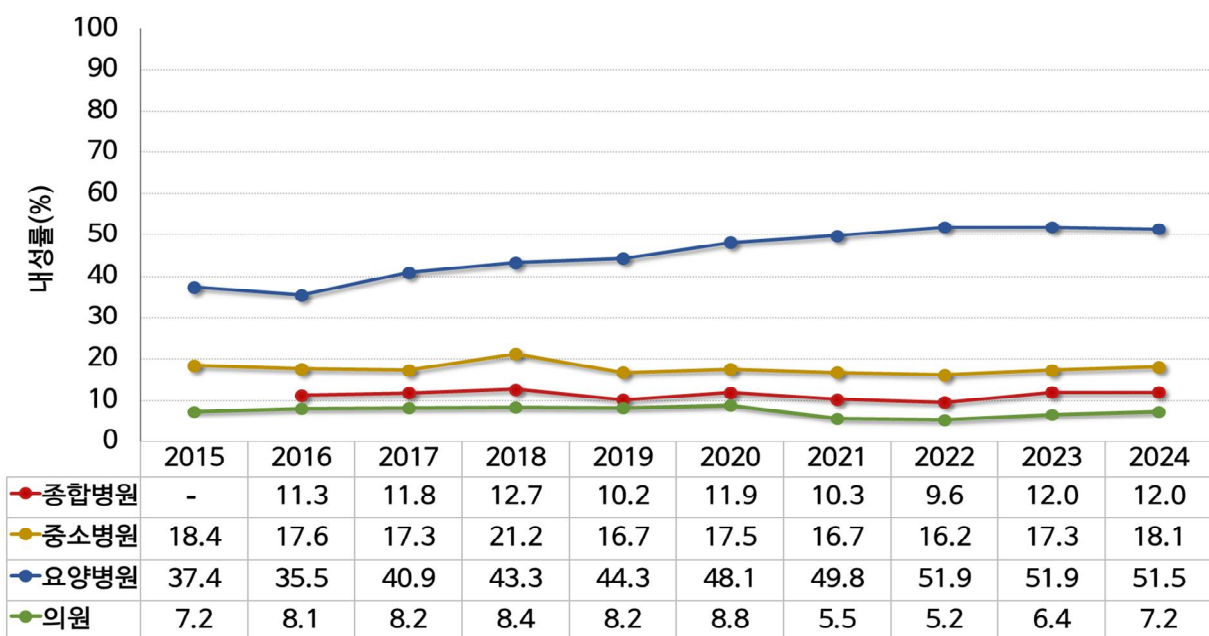


그림 3-7 | 의료기관 종별 Ceftazidime 내성 *E. coli* 내성률(%)

Carbapenem Resistance (CRE) 2024년 대장균의 Imipenem 내성률을 비교하였을 때 종합병원, 요양병원 및 의원에서 각각 0.4%, 19.4%, 0.3%로 소폭 증가하였으며 반면에 중소병원은 1.5%로 전년과 유사한 수준을 유지하였다. (그림 3-8)

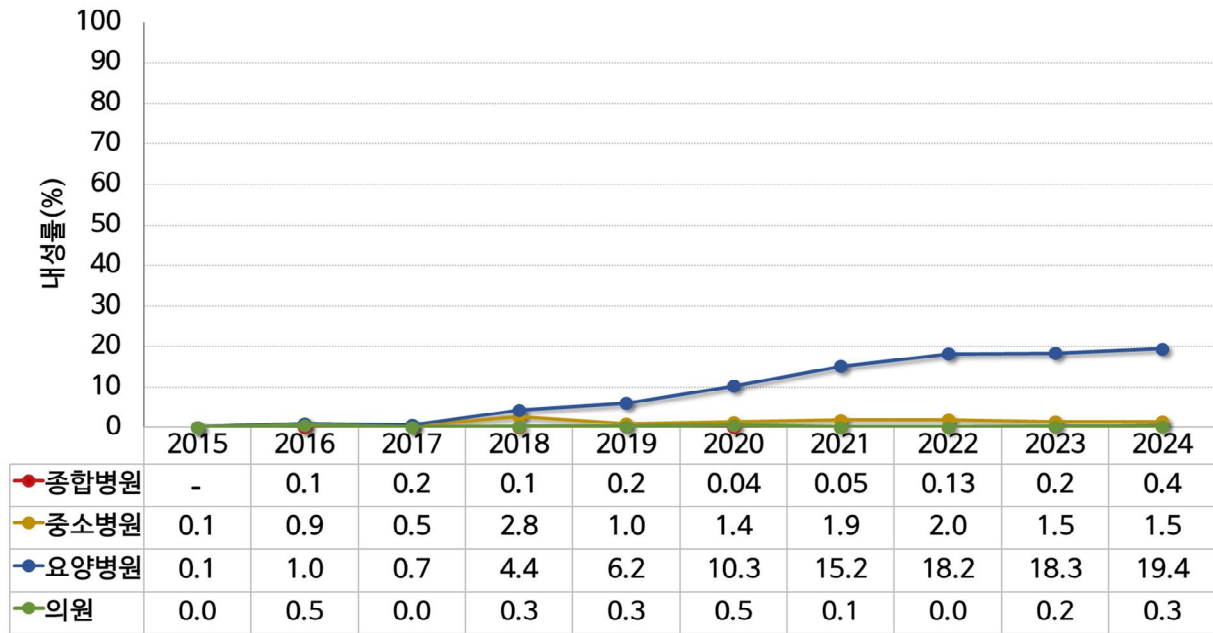


그림 3-8 | 의료기관 종별 Imipenem 내성 *E. coli* 내성률(%)

3. 1. 5. 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*)

Third-generation Cephalosporins Resistance 3세대 Cephalosporin 계열 항균제 내성은 주로 ESBL 생산에 의해 나타나므로 내성률 변화를 주시해야 한다. 의료기관 종별 내성률을 확인하였을 때, Cefotaxime의 경우 요양병원 및 의원에서는 전년 대비 증가하였고, 종합병원은 감소, 중소병원은 전년도와 유사한 수준을 유지하였다. Ceftazidime 내성률은 종합병원, 중소병원 및 의원에서 전년도와 유사하거나 감소하였고 의원에서는 증가한 것으로 나타났다. 타 의료기관 종별에 비해 요양병원에서 내성률이 높은 수준을 유지하고 있어 지속적인 관찰이 필요하다. (그림 3-9, 3-10)

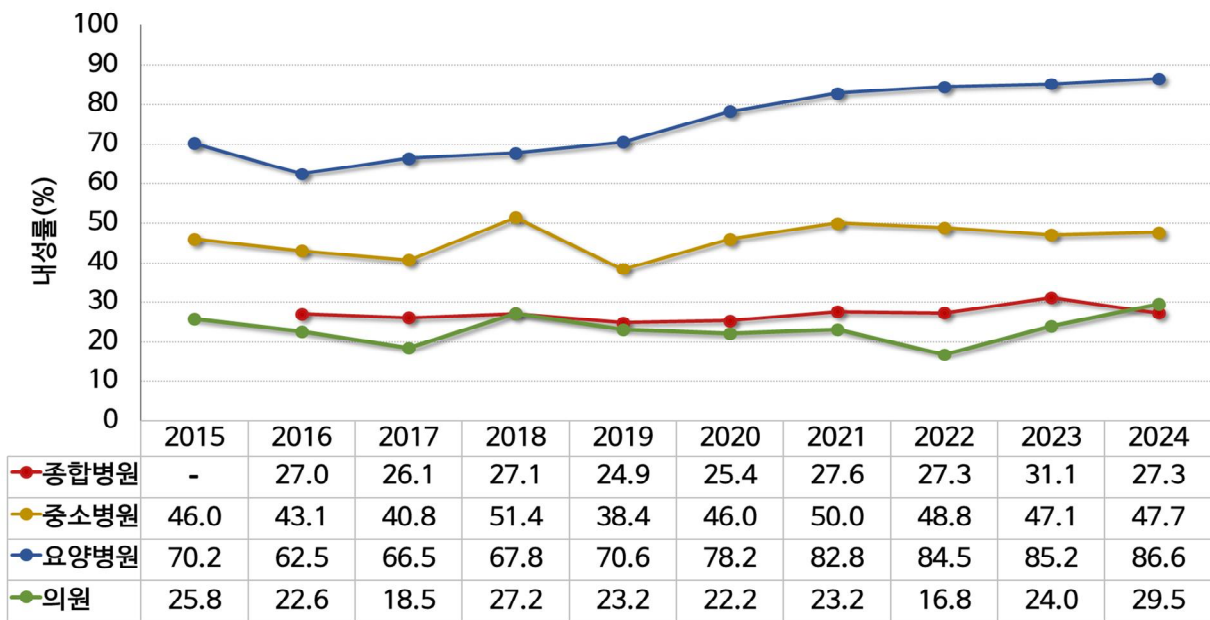


그림 3-9 | 의료기관 종별 Cefotaxime 내성 *K. pneumoniae* 내성률(%)

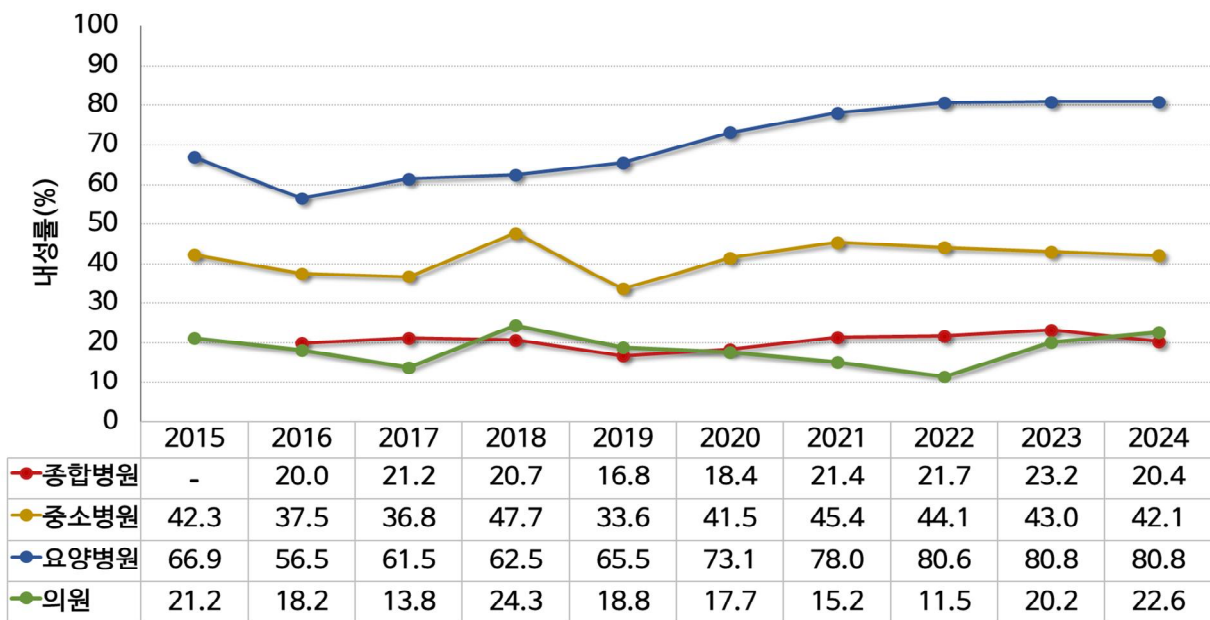


그림 3-10 | 의료기관 종별 Ceftazidime 내성 *K. pneumoniae* 내성률(%)

Carbapenem Resistance (CRE) 2024년 폐렴막대균의 Imipenem 내성률을 비교하였을 때, 종합병원에서는 3.9%로 전년 대비 감소하였으나 중소병원, 요양병원 및 의원에서는 각각 17.4%, 52.3%, 10.4%로 전년 대비 모두 증가한 것으로 나타났다. (그림 3-11)

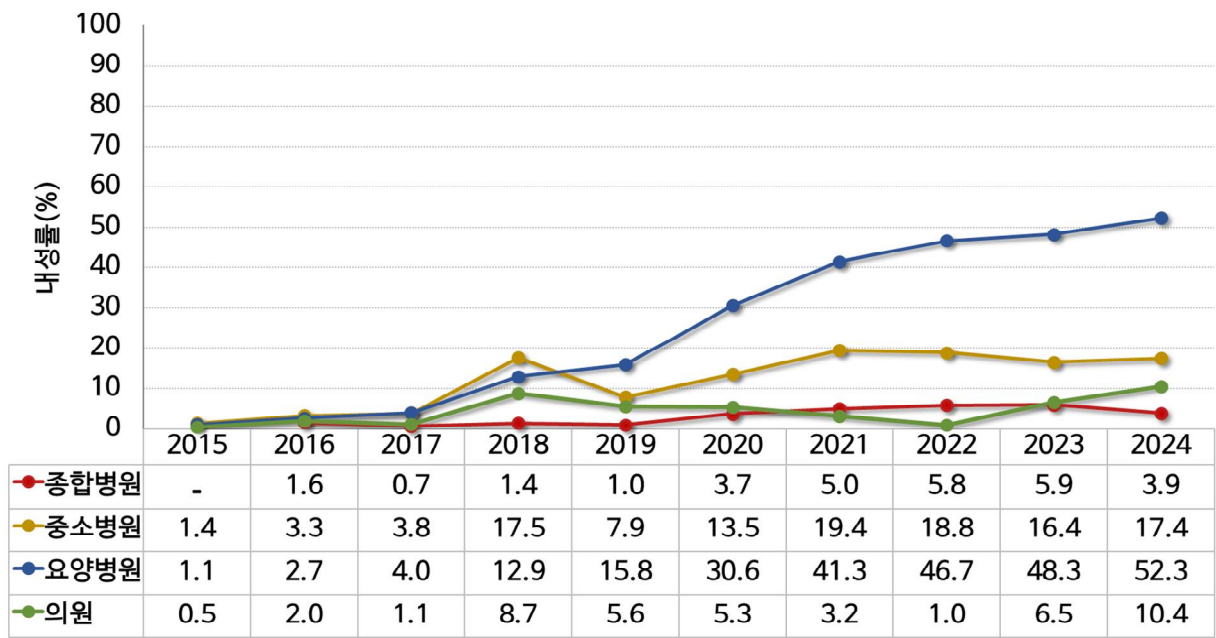


그림 3-11 | 의료기관 종별 Imipenem 내성 *K. pneumoniae* 내성률(%)

3. 1. 6. 엔테로박터균(*Enterobacter cloacae*)

Third-generation Cephalosporins Resistance Cefotaxime과 Ceftazidime에 대한 내성은 주로 ESBL 생산 등에 의해 나타나므로 내성률 변화를 주시해야 한다. 중소병원의 Cefotaxime, Ceftazidime 내성률은 각각 27.9%, 23.8%로 전년과 유사하거나 감소한 것으로 나타났다. 요양병원의 내성률은 각각 57.4%, 49.3%로 모두 전년에 비해 소폭 감소하였으며, 의원외의 경우 내성률이 각각 30.6%, 15.1%로 증가하였다. (그림 3-12, 3-13)

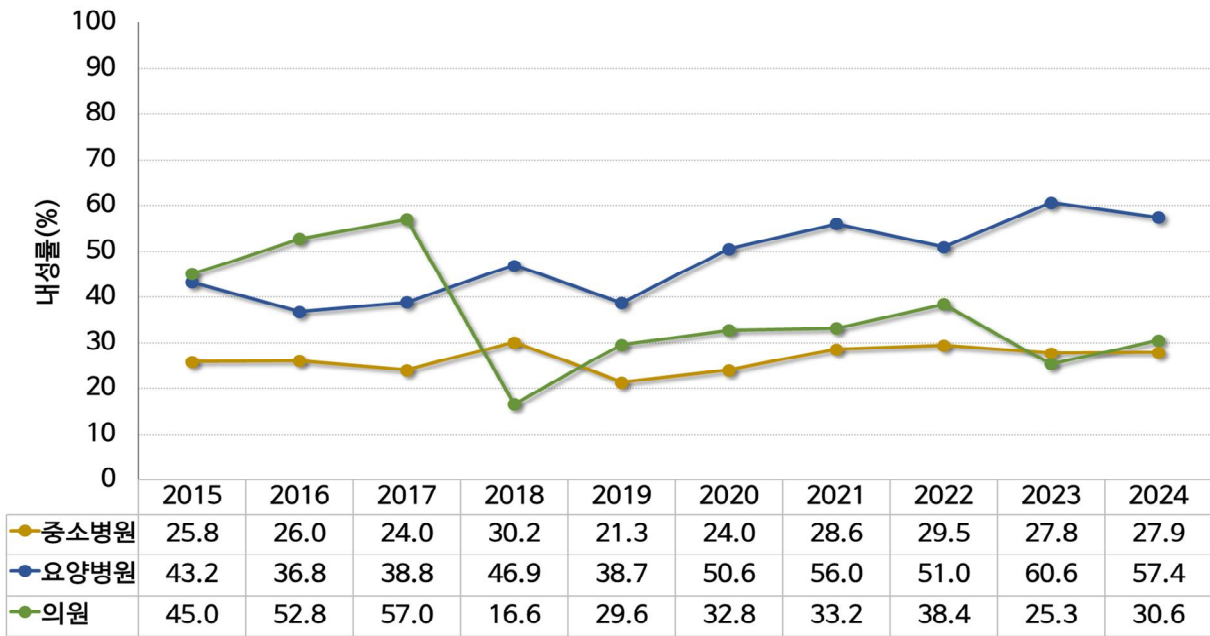


그림 3-12 | 의료기관 종별 Cefotaxime 내성 *E. cloacae* 내성률(%)

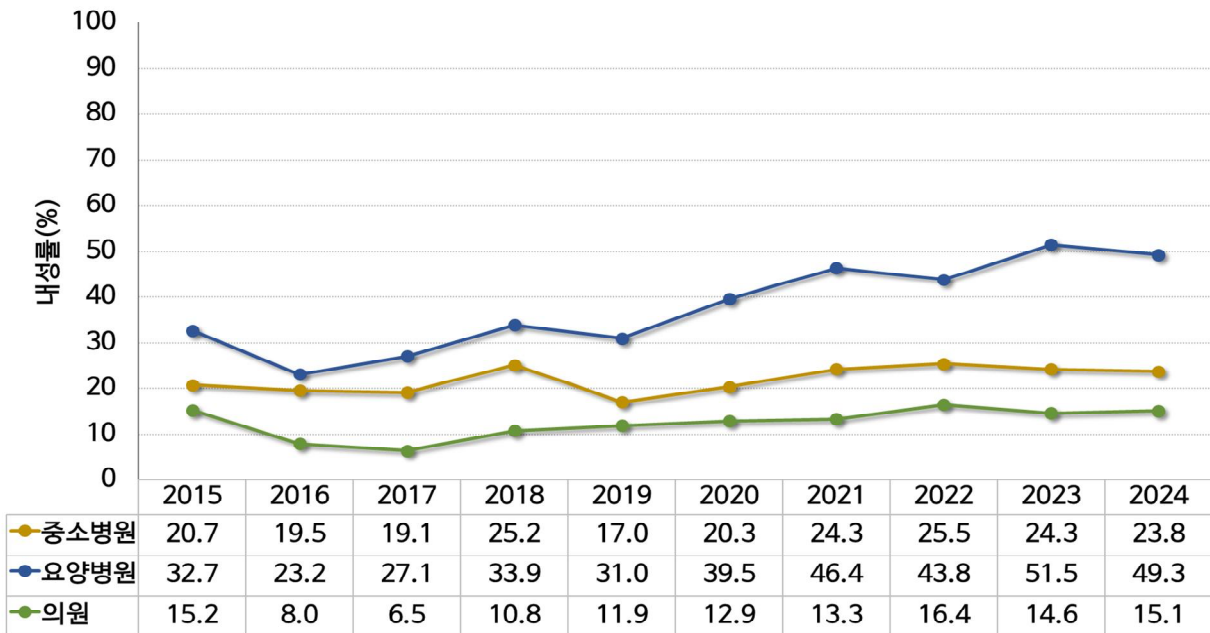


그림 3-13 | 의료기관 종별 Ceftazidime 내성 *E. cloacae* 내성률(%)

Carbapenem Resistance 2024년 엔테로박터균의 Imipenem 내성률을 비교하였다. 중소병원, 요양병원 및 의원에서 각각 3.6%, 22.0%, 1.3%로 모두 전년 대비 증가한 것으로 나타났다. (그림 3-14)

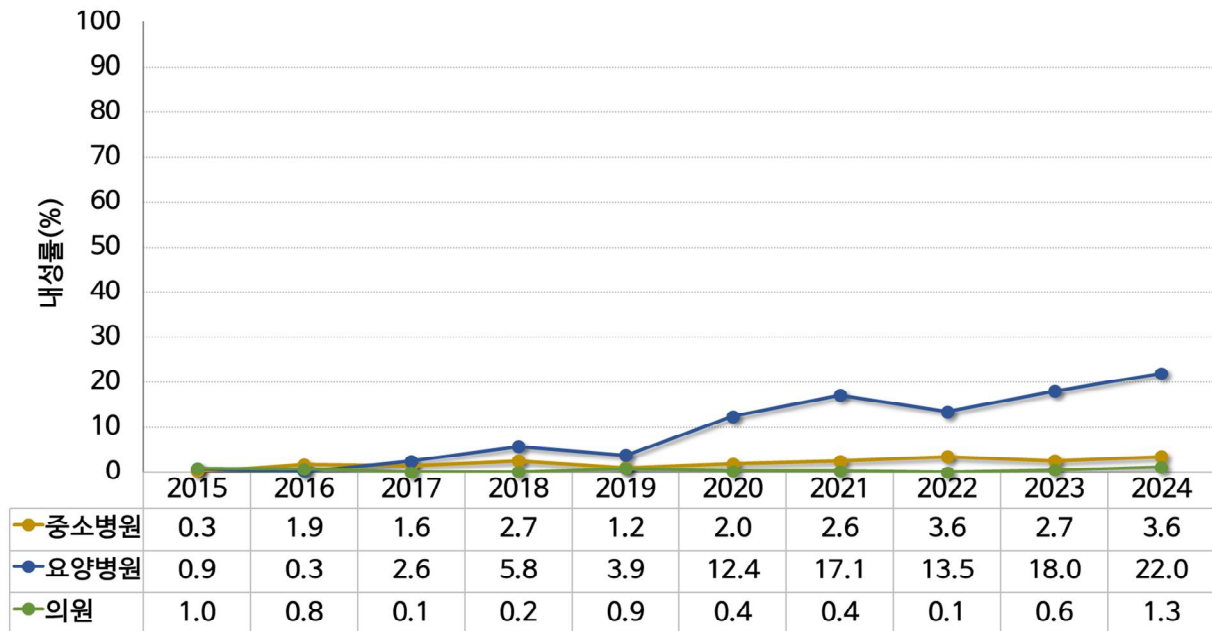


그림 3-14 | 의료기관 종별 Imipenem 내성 *E. cloacae* 내성률(%)

3. 1. 7. 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)

Carbapenem Resistance (CRPA) Imipenem 내성률은 종합병원 및 요양병원에서 전년 대비 증가하였고, 중소병원 및 의원에서는 감소한 것으로 나타났다. Meropenem 내성률은 종합병원에서 증가하였고 그 외 중소병원, 요양병원 및 의원에서는 유사한 수준을 유지하거나 감소한 것으로 나타났다. 특히 다른 의료기관 종에 비해 종합병원에서 전년 대비 내성률이 가장 크게 증가하였으며, 의료기관 종별 Imipenem과 Meropenem 내성률은 유사한 것으로 확인하였다. (그림 3-15, 3-16)

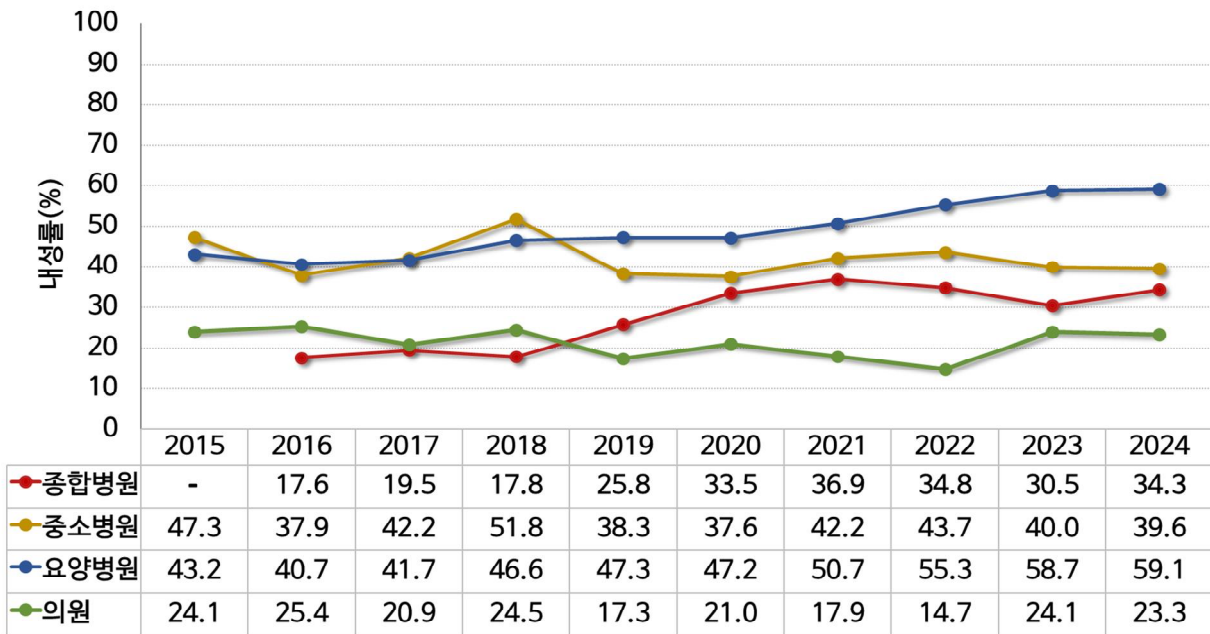


그림 3-15 | 의료기관 종별 Imipenem 내성 *P. aeruginosa* 내성률(%)

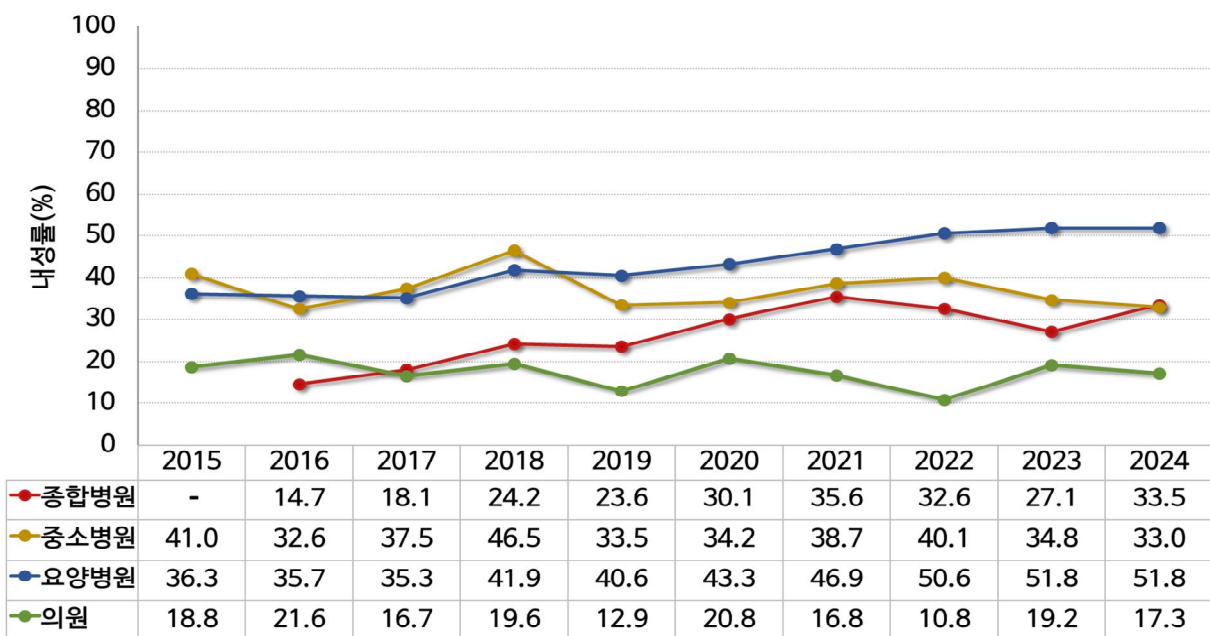


그림 3-16 | 의료기관 종별 Meropenem 내성 *P. aeruginosa* 내성률(%)

Multidrug-resistant *P. aeruginosa* (MRPA, 다제내성 녹농균)

Carbapenem 계열(Imipenem 또는 Meropenem), Aminoglycoside 계열(Amikacin 또는 Gentamicin), Fluoroquinolone 계열(Ciprofloxacin 또는 Levofloxacin) 등 3 계열의 항균제에 모두 내성(MDR)을 나타내는 녹농균은 2023년 종합병원, 중소병원, 요양병원 및 의원에서 각각 24.5%, 23.8%, 34.7%, 13.8%에서 2024년에는 25.5%, 24.8%, 42.5%, 15.1%로 모든 의료기관 종별에서 증가하였으며 특히 요양병원에서 증가율이 크게 나타났다. (그림 3-17)

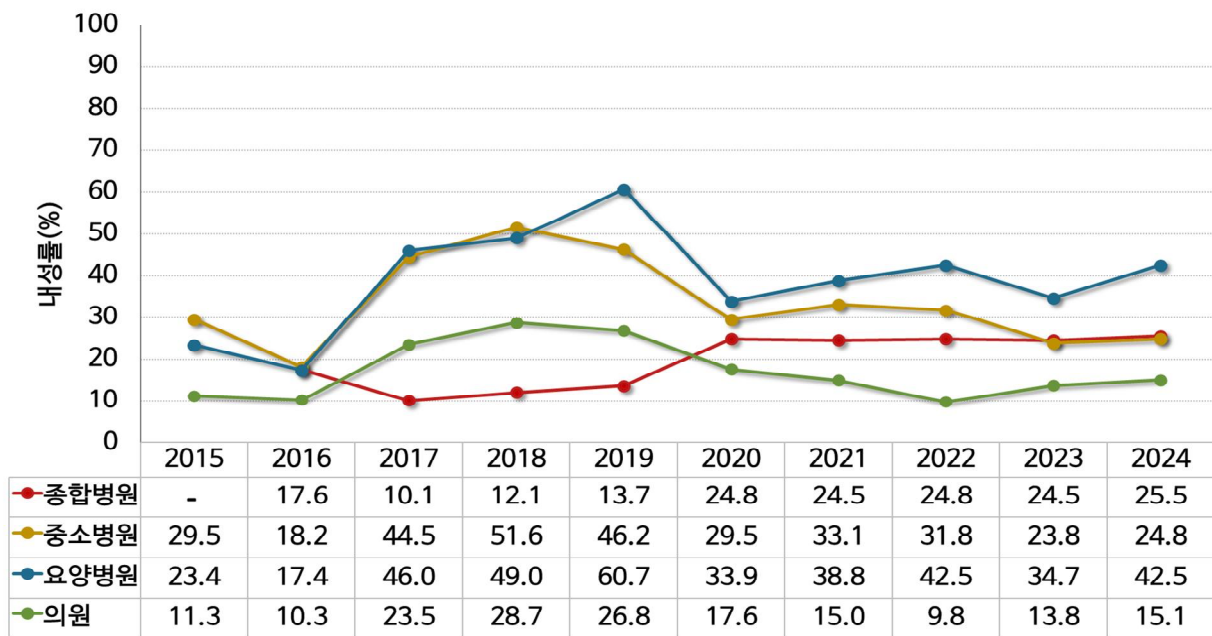


그림 3-17 | 의료기관 종별 다제내성 녹농균(MRPA) 내성률(%)

3. 1. 8. 아시네토박터 바우마니균(*Acinetobacter baumannii*)

Carbapenem Resistance (CRAB) 의료기관 종별 Carbapenem 계열 항균제인 Imipenem, Meropenem 내성률을 확인하였을 때, Imipenem 내성률은 종합병원 및 의원에서 전년 대비 감소하였고, 중소병원 및 요양병원에서는 전년 대비 증가한 것으로 나타났다. Meropenem 내성률은 모든 의료기관 종별에서 전년 대비 감소하였다. 의원을 제외한 모든 의료기관 종별에서 모두 내성률이 높은 수준을 나타내고 있다. (그림 3-18, 3-19)

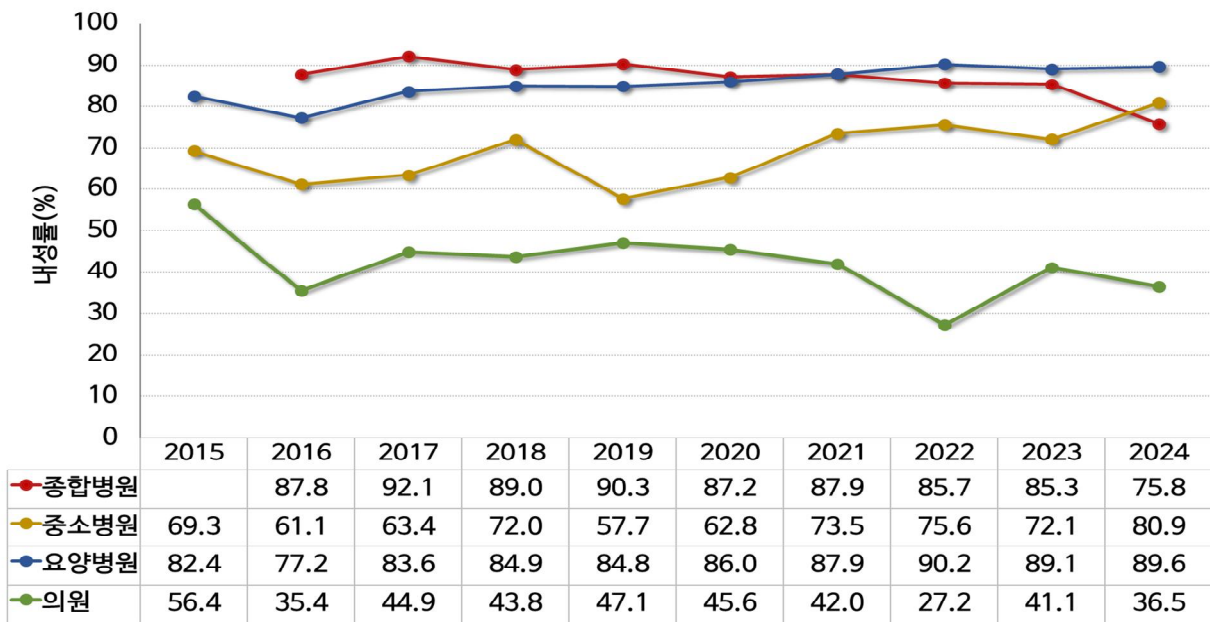


그림 3-18 | 의료기관 종별 Imipenem 내성 *A. baumannii* 내성률(%)

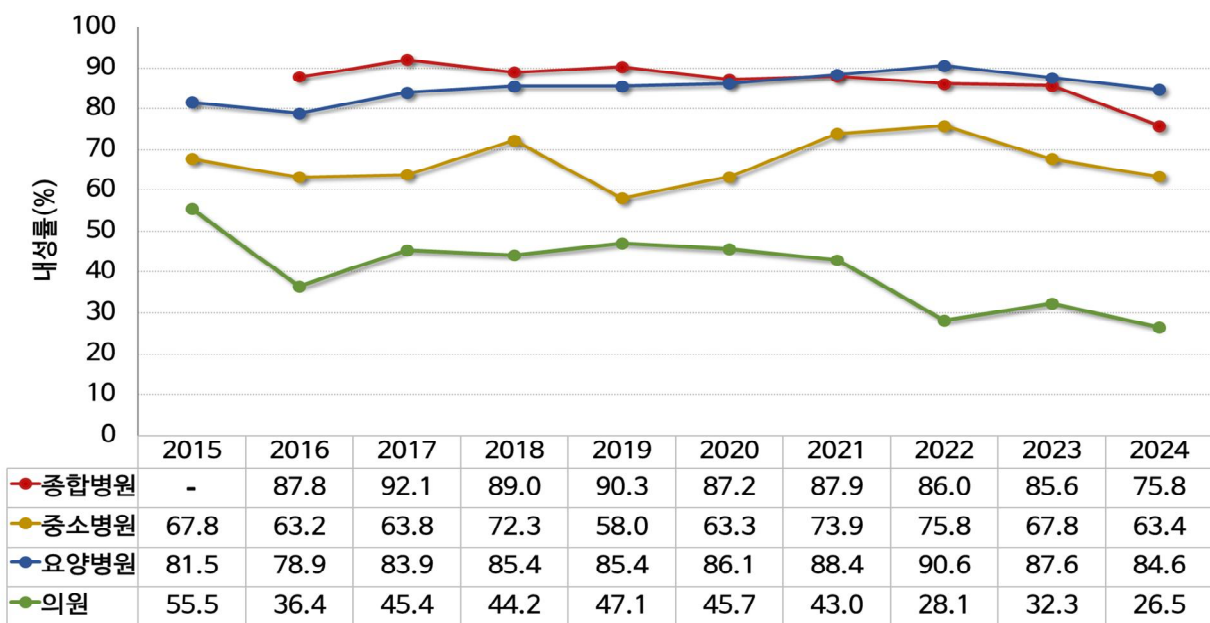


그림 3-19 | 의료기관 종별 Meropenem 내성 *A. baumannii* 내성률(%)

Multidrug-resistant *A. baumannii* (MRAB, 다제내성 아시네토박터 바우마니균)

Carbapenem 계열(Imipenem 또는 Meropenem), Aminoglycoside 계열(Amikacin 또는 Gentamicin), Fluoroquinolone 계열(Ciprofloxacin 또는 Levofloxacin) 등 3 계열의 항균제에 모두 내성(MDR)을 나타내는 *A. baumannii*는 2024년에 종합병원, 중소병원, 요양병원 및 의원에서 각각 67.1%, 57.0%, 78.9%, 23.9%로 나타나면서 요양병원은 전년 대비 증가하였다. 종합병원, 중소병원 및 의원에서는 전년 대비 비슷한 수준이거나 감소한 것으로 나타났다. (그림 3-20)

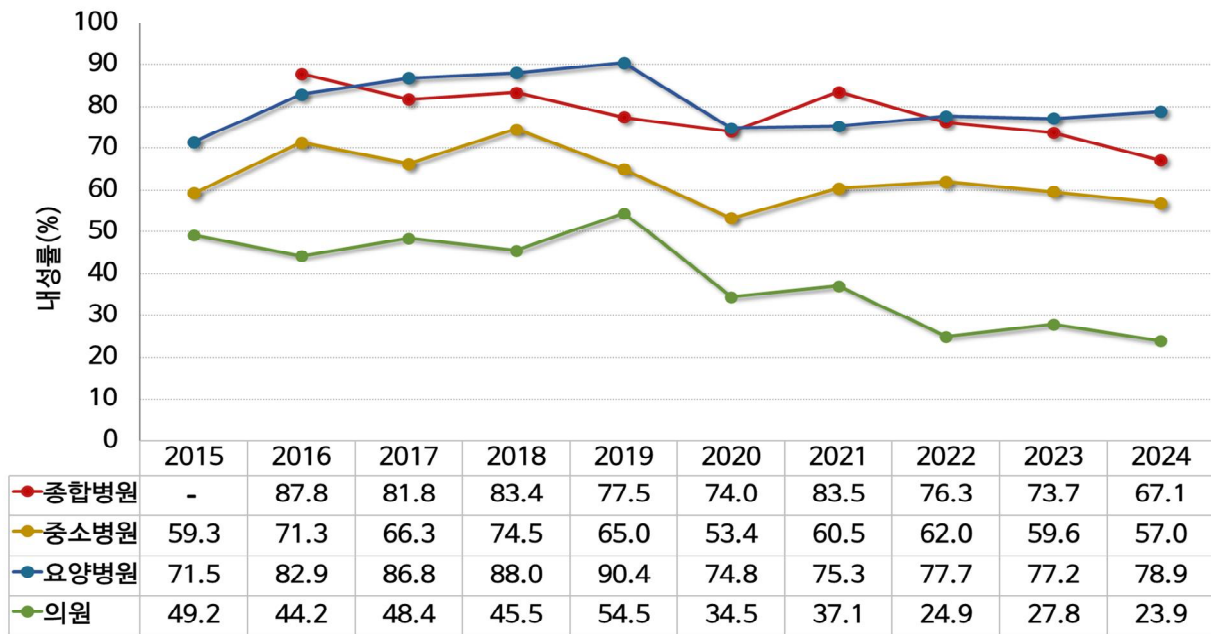


그림 3-20 | 의료기관 종별 다제내성 아시네토박터 바우마니균(MRAB) 내성률(%)

제 4 장

법정감염병 내성

Legal Coummunicable Disease causative bacteria
Antimicrobial Resistance Surveillance in Korea, 2024

2024 주요 법정감염병 내성 조사 · 분석

요약문

장내세균은 수인성·식품 매개 감염병 병원체감시사업(Enter-Net) 및 질병관리청 세균분석과에서 수집한 균주를 대상으로 항균제 내성을 분석하였다. 반코마이신 내성 황색포도알균(VRSA)와 카바페넴 내성 장내세균(CRE)은 2020년 1월 감염병 예방법 개정에 따라 제2급감염병으로 지정되어 전수감시체계가 운영되고 있다. 2024년 항생제 내성 분석은 시·도보건환경연구원에서 수집된 균주를 기반으로 분석하였다.

장내세균

Non-typhoidal *Salmonella* 비장티푸스성 살모넬라균의 Nalidixic acid 내성률은 2013년부터 감소 추세를 보여 약 10% 내성률을 보이다가 2023년에 42.4%로 증가하였으나, 2024년에 28.8%로 감소하는 추세를 보였다. Cefotaxime은 내성률 13.3%로 전년 대비 감소하는 것으로 확인되었으나 그중 *S. Typhimurium*에서 21.7%로 내성률 증가 추세가 확인되었다.

Salmonella Typhi 2024년에 확인동정된 8주 중 3주가 Nalidixic acid 항균제에 내성을 갖는 것으로 확인하였다.

Shigella spp. 2024년도에 확인된 *S. sonnei* 균주 9주 중 2주가 Ciprofloxacin에 내성을 가지며, 5주에서는 SXT (Trimethoprim/Sulfamethoxazole), 1주에서는 Tetracycline에 내성을 갖는 것을 확인하였다. *S. flexneri*은 Cefotaxime과 Tetracycline 내성을 갖는 1주가 확인되었다.

Campylobacter jejuni 2024년 분리주는 Macrolide계 항균제인 Azithromycin 내성은 1.3%으로 전년 대비 감소하고, Erythromycin에서 1.3% 내성률로 전년 대비 증가가 확인되었다. Tetracycline 내성은 2021년도에 36.9% 이후 감소 추세가 확인되었으나 2024년에 다시 43.6%로 증가하는 것을 확인하였다.

실험실 전수감시

VRSA 확인 진단으로 의뢰된 13주 중 1주가 반코마이신 중등도 내성 황색포도알균(Vancomycin Intermediate *Staphylococcus aureus*, VISA)으로 확인되었고 VRSA는 확인되지 않았다.

CRE 2024년 CRE/CPE 확인동정 의뢰된 49,975건 중 48,801건이 CRE로 확인되었으며, 43,888건이 CPE로 확인되었다. 2024년 국내에서 확인된 카바페넴분해효소 유전자형은 KPC형이 34,782건(79.3%)으로 가장 많았으며, NDM형은 4,976건(11.3%), OXA형은 3,415건(7.8%), IMP 25건, VIM형 10건, GES형이 2건 순으로 확인되었다.



서론

2024 법정감염병 내성 조사·분석

1

서론

1. 1. 배경

다제내성균 확산을 포함한 항균제 내성의 급증은 국내외 심각한 보건 위기로 인식되고 있다. 세계보건기구(WHO, World Health Organization)는 2000년 항생제 내성 증가를 국제적 위기로 규정하고, 회원국 간의 협력을 강화하며 항균제의 적정 사용을 촉진하기 위한 글로벌 전략을 채택하였다. 2011년에도 세계보건총회에서도 항생제 내성이 주요 의제로 다뤄졌으며, 2009년 보고된 NDM-1 생성 장내세균의 출현은 국제 사회의 경각심을 더욱 높이는 계기가 되었다. 이러한 흐름 속에서 유럽과 미국을 중심으로 의료 환경을 대상으로 한 감시체계가 본격적으로 운영하기 시작하였다.

우리나라 역시 2010년 12월 30일부터 “감염병의 예방 및 관리에 관한 법률 (이하 감염병 예방법)” 시행과 함께 반코마이신 내성 장알균(VRE, Vancomycin-resistant *Enterococci*), 메티실린 내성 황색포도알균(MRSA, Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*), 다제내성 녹농균(MRPA, Multi-drug resistant *Pseudomonas aeruginosa*), 다제내성 아시네토박터 바우마니균(MRAB, Multi-drug resistant *Acinetobacter baumannii*), 반코마이신 내성 황색포도알균(VRSA, Vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus*), 카바페넴 내성 장내세균목(CRE, Carbapenem-resistant *Enterobacterales*) 6종을 지정감염병으로 고시하여 주간 단위의 표본 감시를 실시하였다. 이후 2020년 1월 1일부터 시행된 “감염병 예방법”에 따라 VRSA와 CRE가 제2급감염병으로 변경되면서, 국가 차원의 전수감시체계가 운영되고 있다.

질병관리청은 장내세균 내성감시와 제2급감염병(VRSA, CRE) 전수감시 정보를 종합적으로 분석하여, 국내 항균제 내성균의 유행 향상, 항균제 내성의 특성과 역학 등을 체계적으로 평가하였다. 이러한 분석은 항생제 내성균의 연구 기반을 제공하고 내성균 관리의 질적 향상과 국가 차원의 대응 전략 수립에 기초 자료로 유용하게 활용될 수 있도록 하였다.

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 내성균 특성을 분석하였다. 또한, 반코마이신 내성 황색포도알균(VRSA)과 카바페넴 내성 장내세균목(CRE)은 2024년 시·도보건환경연구원으로 수집된 균주를 기반으로 항균제 내성 정보를 분석하였다.

2

법정감염병 원인균
(장내세균)

2024 법정감염병 내성 조사·분석

2

국내 항균제 내성 정보 조사결과: 장내세균

2. 1. 개 요

우리나라에서 설사 환자로부터 분리된 장내세균에서의 주요 항균제에 대한 내성은 병원체별로 차이를 보이기는 하나 전반적으로는 낮은 수준에서 유지 되어왔다. 그러나 1999년 세균성 이질의 대유행 시기에 ESBL (Extended Spectrum β Lactamase)을 생산하는 *Shigella sonnei*가 처음 분리된 이후, 2002년까지는 20여주의 ESBL생산 *S. sonnei*만 확인되었으나, 2004년 CTX-M-14형 ESBL을 생산하는 *S. sonnei* 집단발생이 보고되면서 지역사회 수준에서의 항균제 내성 감시의 중요성이 부각 되었다. 2004년에 발생한 ESBL 생산균주에 의한 집단사례는 질병관리본부(現 질병관리청)가 실험실 감시를 지속적으로 운영하고 있었기에 효과적인 대응이 가능했던 대표적 사례이다. 이는 항균제 내성균 감시 체계의 필요성을 명확히 보여준 중요한 사례로 평가된다. 최근에는 국내에서 분리되는 장내세균 중 다제내성균이 높은 비율로 확인되고 있으며, 특히 cefotaxime 및 ciprofloxacin에 대한 내성률이 증가하고 있어 이에 대한 실험실 감시의 역할과 중요성은 더욱 강조되고 있다.

2. 2. 장내세균 내성 현황

2. 2. 1. 장티푸스균(*Salmonella Typhi*)

2024년 국내에서 분리된 *S. Typhi* 8주로 Ampicillin, Gentamicin, Cefotaxime, Ciprofloxacin, SXT (Trimethoprim-Sulfamethoxazole) 항균제에는 모두 감수성을 보였고 이 중 3주가 Nalidixic acid 항균제에 내성을 갖는 것으로 확인되었다. 특히 Cefotaxime 내성균은 2018년 확인된 이후 2021년에는 확인되지 않았으나 2022, 2023년에 재출현하였으나 2024년에는 확인되지 않았다. (표 4-1, 그림 4-1)

표 4-1 | 장티푸스균(*S. Typhi*) 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
(N)	43	16	21	23	11	4	2	7	4	8
Ampicillin	4.7	0.0	0.0	4.3	9.1	25.0	50.0	57.1	25.0	0.0
Gentamicin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cefotaxime	0.0	0.0	0.0	4.3	9.1	25.0	0.0	57.1	25.0	0.0
Nalidixic acid	25.6	25.0	47.6	13.3	0.0	25.0	50.0	71.4	0.0	37.5
Ciprofloxacin	0.0	25.0	42.9	13.3	0.0	25.0	0.0	57.1	0.0	0.0
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	0.0	31.3	0.0	4.3	0.0	25.0	0.0	57.1	0.0	0.0

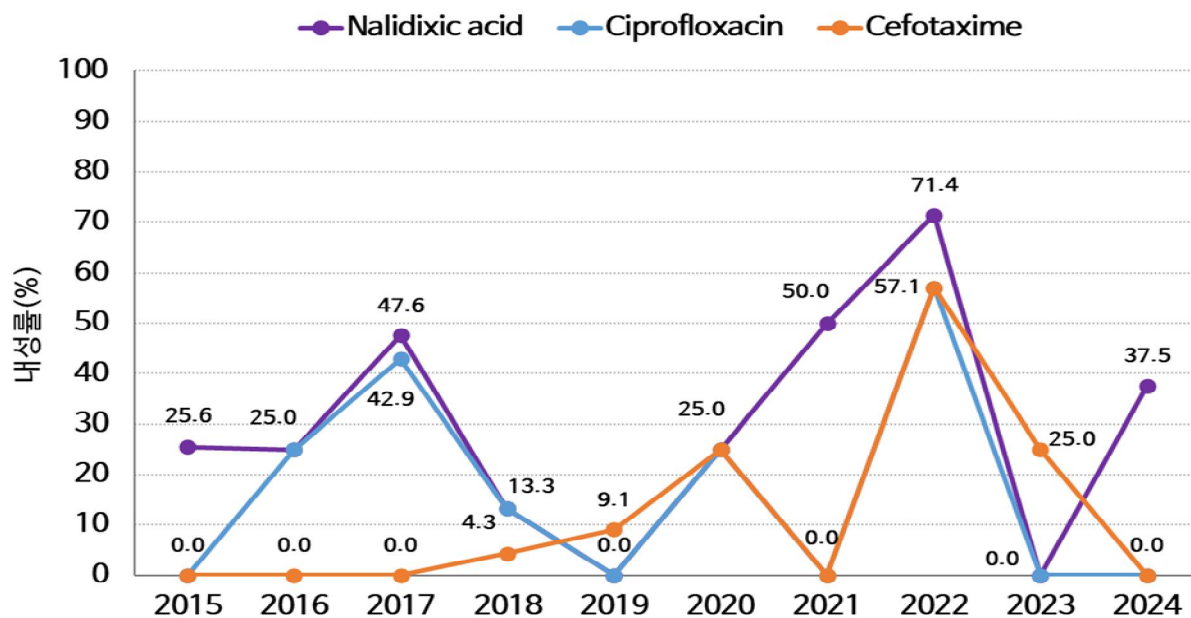


그림 4-1 | 연도별 장티푸스균(*S. Typhi*) 항균제 내성률(%)

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

비장티푸스성 살모넬라균은 *S. Typhi*와 *S. Paratyphi*를 제외한 살모넬라 혈청형을 의미한다. 2024년 우리나라에서 분리된 주요 혈청형은 *S. Enteritidis* 및 *S. I 4,[5],12:i:*가 49.3%로 가장 많았고, *S. Typhimurium* 9.3%, *S. Infantis* 7.3%, *S. Thompson* 4.8% 순으로 분리되고 있다. 이러한 분포 양상은 다른 산업화 국가에서 보고된 경향과 유사한 양상을 보이며, 분리 비율이 높은 특정 혈청형들이 전체 비장티푸스성 살모넬라균의 항균제 내성률에 직접적인 영향을 미치고 있는 것으로 확인된다.

Nalidixic acid 내성률은 2022년도 까지 약 10.0% 수준을 유지하다가 2023년에 42.4%로 증가하였으나, 2024년에 28.8%로 다시 감소한 것으로 확인되었다 (표 4-2)

2024년 Cefotaxime 내성률도 전체 비장티푸스성 살모넬라균의 13.3%로 전년 대비 감소한 것으로 확인되었다. 그러나 주요 혈청형인 *S. Typhimurium*에서는 21.7%로 내성률이 오히려 증가 추세를 보였다. Cefotaxime 내성의 주요 원인기전인 ESBL 분포도 혈청형별 우세 유형의 차이가 확인되었다. *S. Enteritidis*는 대부분 *bla*_{CTX-M-15} 유형을, *S. Typhimurium*은 *bla*_{CTX-M-55}, *S. Infantis*에서 *bla*_{CTX-M-65} 유형의 ESBL이 가장 높은 비율을 차지하였다. (그림 4-2, 4-3)

표 4-2 | 비장티푸스성 살모넬라균(Non-typhoidal *Salmonella*)의 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
(N)	360	331	905	440	557	358	410	313	465	618
Ampicillin	30.0	32.9	32.4	12.5	33.9	26.0	14.7	34.5	30.1	30.9
Gentamicin	1.9	3.9	4.6	2.7	2.9	5.3	2.9	1.6	3.4	5.2
Cefotaxime	3.6	4.1	8.4	5.5	3.1	9.8	4.7	18.2	15.9	13.3
Nalidixic acid	9.7	8.2	10.4	10.0	9.7	7.3	10.6	8.3	42.4	28.8
Ciprofloxacin	1.7	8.2	10.4	4.5	2.5	2.5	5.3	1.6	2.4	5.2
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	5.8	4.5	7.4	5.5	10.1	9.2	7.1	7.7	13.1	12.9

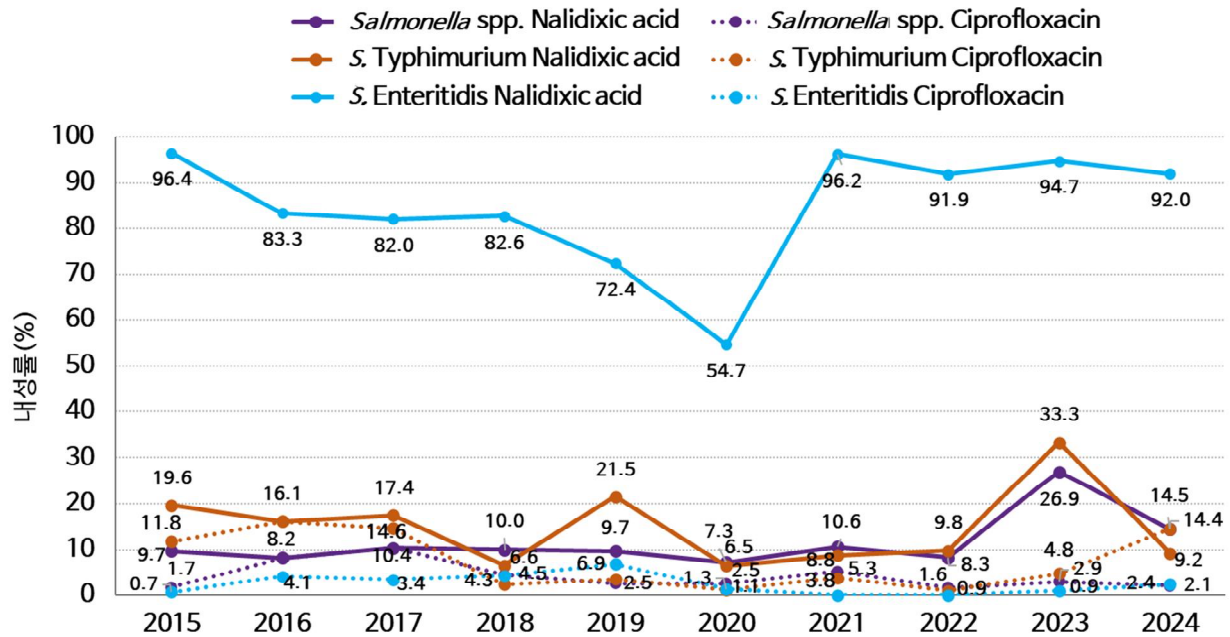


그림 4-2 | Non-typhoidal *Salmonella*의 Nalidixic acid 및 Ciprofloxacin 항균제 내성률 추이

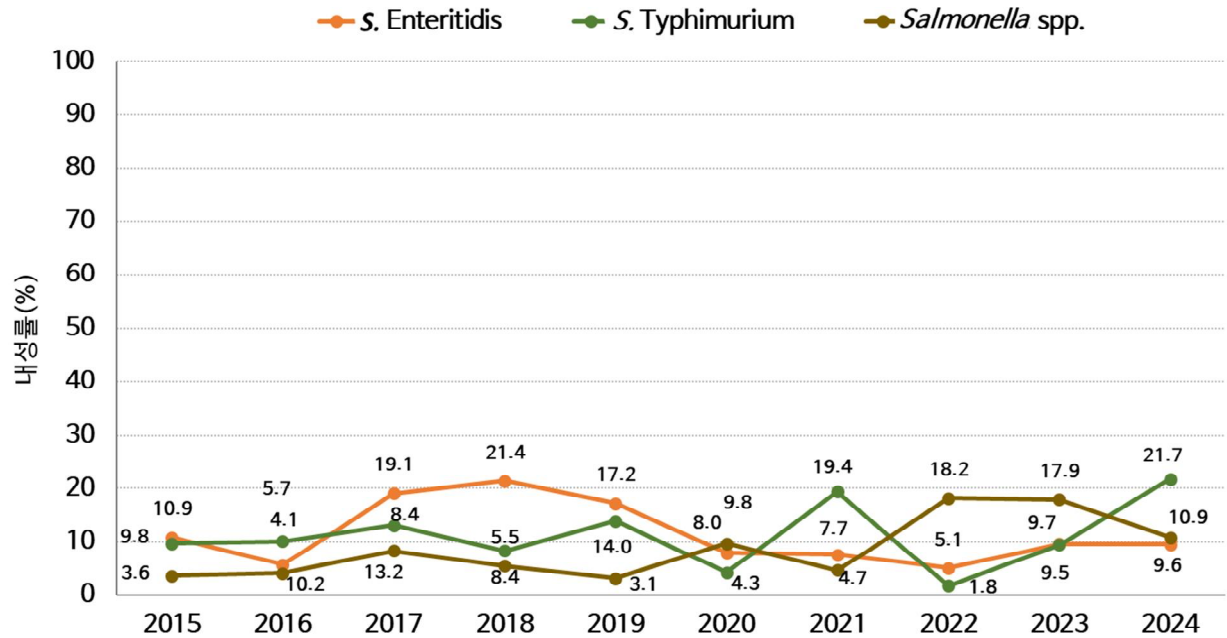


그림 4-3 | Non-typhoidal *Salmonella*의 Cefotaxime 항균제 내성률 추이

2. 2. 3. 세균성이질균(*Shigella* spp.)

우리나라에서 분리되는 세균성이질균은 대부분 *S. sonnei*와 *S. flexneri* 균으로 1998년에서 2005년 사이에 대규모 유행을 일으켰으나 2006년 이후 그 발생은 크게 감소하였다. 그러나 일부 항균제에 대해서는 여전히 높은 내성률을 나타냈다. *S. sonnei*의 경우, 1999년에 처음으로 Cefotaxime에 대한 감수성 저하 또는 내성이 확인되었으며, 2004~2005년 CTX-M-14 유형 ESBL을 생산하는 균주에 의한 대규모 집단발생이 확인되었다. 최근에는 *S. sonnei*와 *S. flexneri* 모두에서 Cefotaxime 내성주가 꾸준히 분리되고 있으며, 과거와 달리 대부분 bla_{CTX-M15} 유형의 ESBL을 생산이 확인되었다. 2016년도 까지 Cefotaxime에 대한 내성률은 10% 이하로 감소 추세를 보였으나 2017년과 2018년에 다시 증가하였다. 2019년에는 다시 큰 폭으로 감소하였다가 2020년에 재차 증가하였다. 2023년에 분리된 해외여행 이력이 있는 집단발생 분리주는 모두 다제내성이 확인되었다. 2024년도에 확인된 균주 총 10주였으며, 이 중 2주가 Ciprofloxacin에, 6주는 Trimethoprim/Sulfamethoxazole에, 2주는 Tetracycline에 각각 내성을 보였다. (표 4-3, 그림 4-4)

표 4-3 | *S. sonnei* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
(N)	27	20	14	57	44	12	0	0	14	9
Ampicillin	22.2	20.0	21.4	22.8	15.9	33.3	0.0	0.0	100.0	0.0
Gentamicin	0.0	5.0	14.3	8.8	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Cefotaxime	7.4	5.0	21.4	22.8	9.1	16.7	0.0	0.0	100.0	0.0
Ciprofloxacin	44.4	40.0	0.0	28.1	11.4	50.0	0.0	0.0	100.0	22.2
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	0.0	90.0	71.4	94.7	95.5	83.3	0.0	0.0	100.0	55.6
Chloramphenicol	3.7	5.0	0.0	7.0	4.5	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Tetracycline	70.4	80.0	21.4	35.1	13.6	50.0	0.0	0.0	78.6	11.1

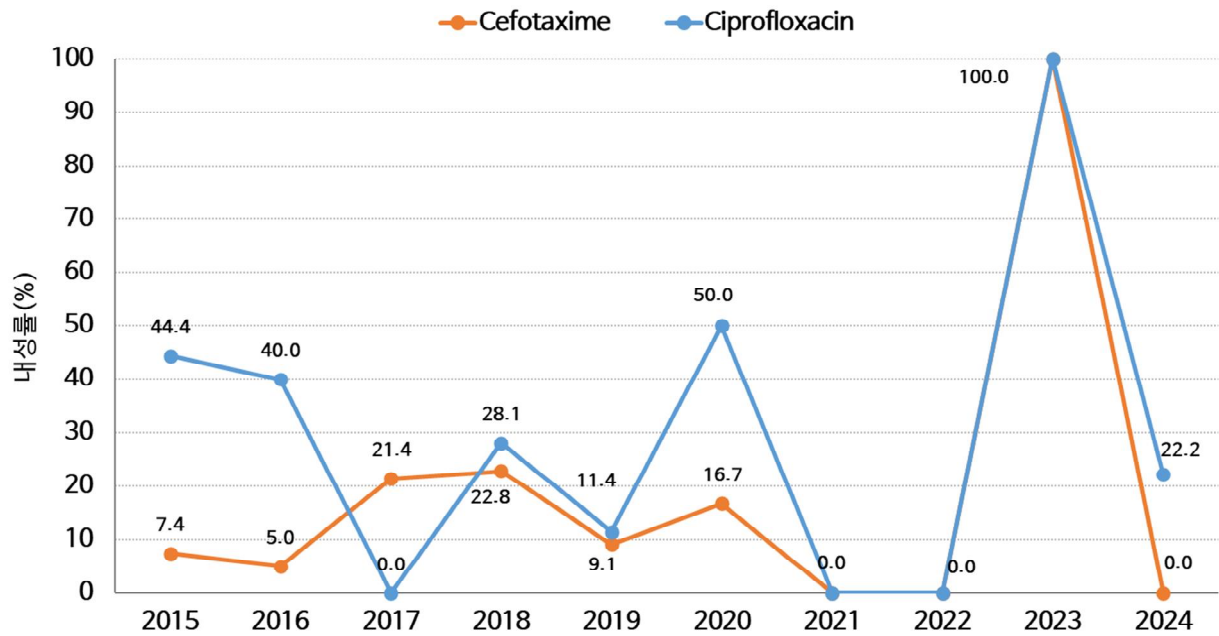
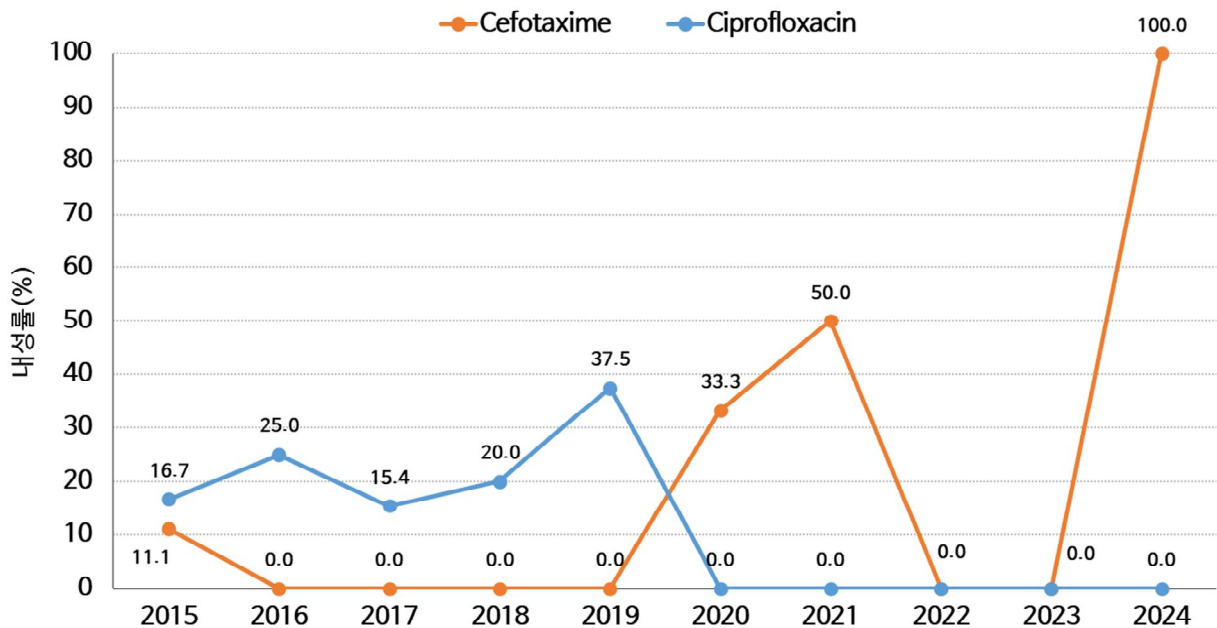


그림 4-4 | *S. sonnei* 균주의 Cefotaxime 및 Ciprofloxacin 항균제 내성률 추이

*S. flexneri*은 2024년에 1주가 확인되었다. Cefotaxime내성은 2015년에 11.1%로 큰 폭 상승한 이후 2016년부터는 계속 감수성이 유지되었다. 이후 2020년, 2021년, 2024년에 다시 내성주가 확인되었다. Ciprofloxacin 내성은 감소와 증가를 반복하다가 2017년도 이후 증가 추세를 보였으나, 2020년도부터는 확인되지 않았다. Tetracycline 내성률은 오랜 기간 100% 수준의 높은 내성률을 유지하였으며, 2018년에 일시적으로 감소하였다가 다시 증가하였다. 2023년에는 확인되지 않았지만 2024년에 다시 내성주가 분리되었다. (표 4-4, 그림 4-5)

표 4-4 | *S. flexneri* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
(N)	18	8	13	5	8	3	2	2	2	1
Ampicillin	61.1	75.0	69.2	60.0	62.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Gentamicin	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cefotaxime	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	50.0	0.0	0.0	100.0
Ciprofloxacin	16.7	25.0	15.4	20.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	0.0	75.0	76.9	100.0	50.0	66.7	50.0	50.0	0.0	100.0
Chloramphenicol	50.0	87.5	38.5	0.0	62.5	33.3	50.0	0.0	100	0.0
Tetracycline	100.0	100.0	69.2	20.0	62.5	100.0	100.0	100.0	0.0	100.0

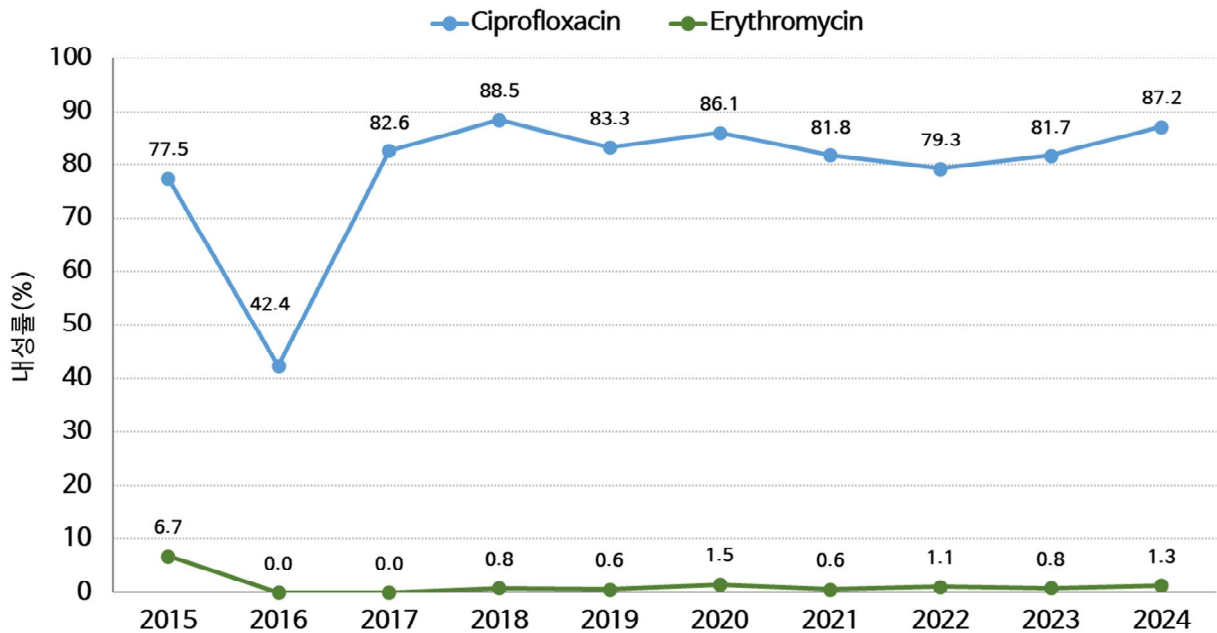
그림 4-5 | *S. flexneri* 균주의 Cefotaxime 및 Ciprofloxacin 항균제 내성률 추이

2. 2. 4. 캄필로박터 제주니균(*Campylobacter jejuni*)

국내에서 분리된 캄필로박터 균주들에서 Nalidixic acid, Ciprofloxacin 등 Fluoroquinolone 계열 항균제에 대한 내성률은 오랫동안 90% 내외로 매우 높은 수준을 유지하였다. 그러나 2015년 Ciprofloxacin 내성률이 77.5%로 큰 폭으로 감소하였고, 2016년에는 42.4%로 절반 이하 수준까지 떨어졌다. 이후 2017년 82.6%로 다시 증가한 뒤 지속적으로 80% 전후의 수준을 유지하고 있다. 2024년 분리주에서는 Macrolide계 항균제 내성이 관찰되었으며, Azithromycin 내성은 1.3%으로 전년 대비 감소한 반면 Erythromycin 내성은 1.3%로 전년 대비 증가하였다. Tetracycline 내성은 2013~2014년에는 60% 이상에서 2017년 14.5%까지 감소한 뒤 다시 증가하여 2021년 36.9%, 2022년 34.1%, 2023년 27.5%를 보였다. 그러나 2024년에는 43.6%로 재상승하였다. (표 4-5, 그림 4-6)

표 4-5 | *C. jejuni* 항균제 내성률(%)

항균제명	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
(N)	120	59	69	122	156	137	176	179	131	78
Gentamicin	4.2	3.4	2.5	1.4	1.3	0.7	0.0	1.1	0.8	1.3
Nalidixic acid	85.8	91.5	85.5	88.5	84.0	86.9	81.3	78.2	84.0	88.5
Ciprofloxacin	77.5	42.4	82.6	88.5	83.3	86.1	81.8	79.3	81.7	87.2
Telithromycin	5.8	3.4	1.4	0.8	16.0	5.1	-	-	-	-
Azithromycin	10.0	0.0	0.0	0.8	0.6	1.5	1.1	0.6	1.5	1.3
Erythromycin	6.7	0.0	0.0	0.8	0.6	1.5	0.6	1.1	0.8	1.3
Chloramphenicol	0.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
Tetracycline	31.7	42.4	14.5	25.4	21.2	27.7	36.9	34.1	27.5	43.6

그림 4-6 | *C. jejuni* 균주의 Ciprofloxacin 및 Erythromycin 항균제 내성률 추이

3

법정감염병 원인균
(VRSA/CRE)

2024 법정감염병 내성 조사·분석

3

국내 항균제 내성 정보 조사결과: 실험실 전수감시

3. 1. 개 요

질병관리청은 반코마이신 내성균을 조기에 발견하고 내성 확산을 차단하기 위해, 2001년부터 반코마이신 내성 황색포도알균(*Vancomycin Resistant Staphylococcus aureus*, VRSA)에 대한 실험실 표본 감시를 시행하였다. VRSA는 2008년 8월에 지정감염병으로 고시되었고, 2010년 12월에는 의료관련 감염증 표본감시 대상균으로 포함되었으며, 2017년 6월부터는 전수감시로 전환되었다.

카바페넴내성장내세균목(*Carbapenem-resistant Enterobacterales*, CRE)은 Imipenem, Meropenem, Doripenem, Ertapenem 등 Carbapenem계 항균제에 내성을 보이는 장내세균목으로 정의된다. ESBL (Extended-spectrum β -lactamase) 생성 그람음성균 확산에 따른 카바페넴계 항균제 사용 증가와 함께 내성균의 발생도 급격하게 증가하였다. CRE는 접촉을 통한 전파가 용이하고 사망률이 30~75%에 달해 국내외에서 새로운 공중보건 위협으로 인식되고 있다. 지금까지 보고된 카바페넴 분해효소(carbapenemase)는 KPC (*Klebsiella pneumoniae* carbapenemase), NDM (New Delhi metallo- β -lactamase), OXA-48 like (Oxacillinase-48-like β -lactamase), IMP (Imipenemase metallo- β -lactamase), VIM (Verona Integron-encoded metallo- β -lactamase) 등이 있다.

최근에는 KPC-2, NDM-1 등 카바페넴 분해효소를 생산하는 장내세균목이 전 세계적으로 확산되고 있으며, 국내에서도 카바페넴 분해효소 생산 장내세균목(*Carbapenemase-producing Enterobacterales*, CPE)이 지속적으로 확인되고 있다. 이에 따라 국가 차원의 감시 강화의 필요성이 점차 커지고 있다.

3. 2. VRSA/CRE 조사결과

3. 2. 1. 반코마이신내성황색포도알균(VRSA)

2024년 시도보건환경연구원 및 질병관리청으로 의뢰된 13주 중 1주에서 반코마이신 중등도 내성 황색포도알균(Vancomycin Intermediate Staphylococcus aureus, VISA)이 확인되었고, VRSA는 검출되지 않았다. 의뢰된 균주는 반코마이신 항균제에 대해 액체배지 미량희석법(Broth microdilution method)을 이용한 최소억제농도 (Minimal Inhibitory Concentration, MIC) 측정 결과 최종적으로 VISA로 확인되었다. (표 4-6)

표 4-6 | 국내 표본 및 전수감시를 통해 확인된 VISA 균주 수(2006~2024년)

연도	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
VISA 건수	0	1	6	15	7	16	20	2	7	35	38	3	7	5	9	3	2	2	1
조사 기간	〈-----12주-----〉								연중 (6월 1일 부터)	〈-----연중-----〉									

3. 2. 2. 카바페넴내성장내세균목(CRE)

2024년 전국에서 의뢰된 49,975건 중 48,801건이 CRE로 확인되었으며, 이 중 CPE는 43,888건이었다. CRE 감염증의 원인 병원체 분석 결과, *K. pneumoniae*가 67.4%로 가장 큰 비중을 차지하였고, 이어 *E. coli*(18.2%), *C. koseri*(4.3%), *E. cloacae*(2.1%), *C. freundii*(1.9%) 순으로 확인되었다.

CPE의 카바페넴 분해효소 유전자형 분석에서는 KPC형이 34,782건(79.3%)으로 가장 많았으며, 이 중 KPC-2가 34,305건(98.6%)을 차지했다. NDM형은 4,976건(11.3%) 이었으며, 이 중 NDM-1이 3,643건(73.2%)으로 확인되었다. OXA형은 3,415건(7.8%)으로, OXA-181이 3,013건(88.2%)을 차지하였다. 그 외 IMP형 25건, VIM형 10건, GES형 2건이 확인되었다. (그림 4-7)

CRE의 카바페넴계 항생제 4종(Imipenem, Meropenem, Doripenem, Ertapenem)에 대한 MIC 범위는 ≤0.5~>32 µg/mL였으며, MIC₅₀은 각각 4 µg/mL, 4 µg/mL, 4 µg/mL, 8 µg/mL로 확인되었다.

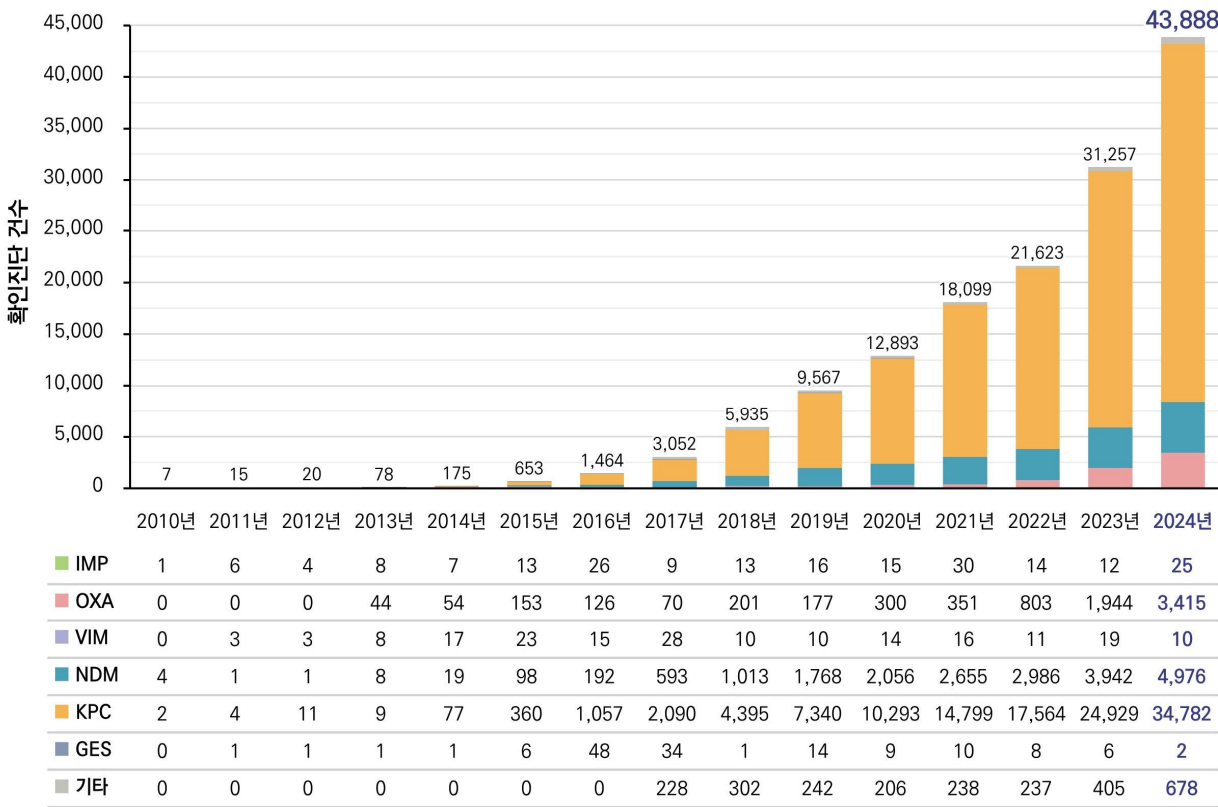


그림 4-7 | 국내 장내세균목으로부터 분리된 카바페넴분해효소(Carbapenemase) 유전자형 분포도

※ 2024년에 보고된 카바페넴분해효소 생성 장내세균목(CPE)은 총 43,888건이며, CPE 확인 체계 수립 이후 보고 건수는 지속 증가 추세

자료 제공

NATIONAL ANTIMICROBIAL RESISTANCE
SURVEILLANCE IN KOREA 2024 ANNUAL REPORT

2024 국가 항균제 내성균 조사 연보

의료기관 구분

의료기관 종별은 의료법, 건강보험심사평가원 종별 분류번호에 따라 분류하였고 내성 정보를 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 2024. 1. 1. ~ 2024. 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 항균제 감수성 검사를 시행하여 내성률을 산출하였다. 일부 균종별 항균제의 경우 액체 배지미량희석법 또는 한천희석법 등을 추가 또는 별도로 수행하여 내성률을 산출하였고, 각 균종별 내성 유전자 및 역학적 특성 검사는 PCR과 sequencing을 통해 확인하고 있다.

요양병원

- 조사 대상 전국 10개 권역 요양병원에서 분리된 14종 병원체
- 조사 기간 2024. 1. 1. ~ 2024. 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 항균제 감수성 검사를 시행하여 내성률을 산출하였다. 일부 균종별 항균제의 경우 액체배지미량희석법 또는 한천희석법 등을 추가 또는 별도로 수행하여 내성률을 산출하였고, 각 균종별 내성 유전자 및 역학적 특성 검사는 PCR과 sequencing을 통해 확인하고 있다.

KARMS

중소병원/요양병원/의원

- 조사 대상 전국 중소·요양병원, 의원에 내원한 환자의 임상검체에서 분리된 14종 주요 내성균
- 조사 기간 2007년 ~ 2024년
- 조사 방법 각 임상검사센터에서 자동화장비(VITEK II (bioMérieux, France) 또는 MicroScan (Siemens, USA))를 이용한 항균제 감수성 검사를 시행하여 2007 ~ 2009년은 2개, 2010년부터 5개 임상 검사센터에서 항균제 감수성 검사 결과(R/I/S값) 및 MIC값을 수집하였다. 3개월 내 중복을 제거 하였고, 내성률은 감수성결과(R/I/S값)를 분석하여 산출하는 한편, 일부 균종에서는 자동화 장비에서 나온 감수성 결과(R/I/S값)와 MIC값에 근거한 내성률과 차이를 보이는 특징적인 항균제에 대해 MIC값에 각 해당 년도의 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 지침을 적용한 감수성 결과를 제공하기 위해 WHO에서 제공하고 있는 WHONET을 활용하여 MIC값을 분석하고 산출하였다.

법정감염병

장내세균

- 조사 대상 급성설사질환 실험실 감시망 및 공중보건망을 통해 수집된 균주
- 조사 기간 1999년 ~ 2024년
- 조사 방법 질병관리청 세균분석과와 각 시·도보건환경연구원에서 디스크 확산법, 자동화장비(VITEK II (bioMerieux, France), 액체 배지 희석법 시험용 장비(Sensititre Trek Diagnostics, USA)를 이용한 항균제 감수성 검사를 시행하고 CLSI guideline에 따라 내성률을 산출하였다.

반코마이신내성 황색포도알균(VRSA/VISA)

- 조사 대상 의료관련감염병 표본감시 대상기관과 참여 희망 의료기관(2017년 이전) 및 전수 조사로 전환되어 전국 시·도보건환경연구원에서 수집한 균주
- 조사 기간 2000년 ~ 2024년
- 조사 방법 표본감시 참여병원에서 선별된 균주를 감시기간 동안 자동화장비 또는 선별배지(반코마이신 4 µg/mL이 포함된 Brain Heart Infusion 한천배지)에 접종 후, 배양하여 양성으로 확인된 균주를 대상으로 분석하였다.

카바페넴내성 장내세균속균종(CRE)

- 조사 대상 표본감시기관으로 지정된 100개 의료기관을 포함한 전국의 중·소형병원(2017년 이전) 및 전수 조사로 전환되어 전국 시·도보건환경연구원에서 수집한 균주
- 조사 기간 2010년 ~ 2024년
- 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.

2024 국가 항균제 내성균 조사 연보

(National Antimicrobial Resistance Surveillance in Korea, 2024)

인	쇄	2025년 12월
발	행	2025년 12월
발	행	처 질병관리청
편	집	처 질병관리청 항생제내성관리과
관	련	부 (Kor-GLASS) 질병관리청 항생제내성관리과 서 질병관리청 국립보건연구원 국립감염병연구소 약제내성연구과 (KARMS) 질병관리청 항생제내성관리과 (법정감염병) 질병관리청 세균분석과
관	련	연구 (Kor-GLASS) 수집센터 김도균(연세대학교 의과대학) 진 분석센터 김수현(전남대학교 의과대학) (KARMS) 재단법인 씨젠의료재단
주	소	(28159) 충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 200, 질병관리청 국립중앙인체자원은행 3층 항생제내성관리과

2024

국가 항균제 내성균 조사 연보

NATIONAL ANTIMICROBIAL
RESISTANCE SURVEILLANCE IN KOREA
2024 ANNUAL REPORT