

감염예방소식지

INFECTION PREVENTION NEWSLETTER

의료관련감염 예방을 위한 최신 정보와 우수사례를 공유하고
감염예방을 위한 교육, 자문 그리고 의료현장의 노력에 함께 합니다.



INFECTION PREVENTION NEWSLETTER



 **HOME PAGE** <http://www.iccon.or.kr>

 **FACEBOOK** www.facebook.com/iccons2012

 **ADDRESS** (우)07442 서울시 영등포구 시흥대로 675,
삼성YJ그랜드빌딩 본관 302호 ICCON 사무국

 **CONTACT** TEL : 02-832-5281

 **E-MAIL** iccon@iccon.or.kr

CONTENTS

01	권역 네트워크 소개 REGIONAL NETWORK INTRODUCTION	
	인천권역 네트워크	4
02	감염관리 교육 안내 INFECTION CONTROL TRAINING GUIDE	
	권역 네트워크 감염관리 교육 안내	6
03	국내외 감염병 뉴스 및 지침 DOMESTIC AND INTERNATIONAL INFECTIOUS DISEASE NEWS AND GUIDELINES	
	국내 감염병 뉴스	8
	해외 감염병 뉴스	12
	개정 법령·지침	16
04	의료관련감염 중재 사례 CASES OF HEALTHCARE-ASSOCIATED INFECTION INTERVENTION	
	중환자실 카바페넴내성 <i>Acinetobacter baumannii</i> (CRAB) 유행의 조기 차단	18
05	논문 리뷰 PAPER REVIEW	
	폐쇄형루프 점검 및 피드백 시스템이 다제내성균 예방 조치 준수에 미치는 효과	22

인천권역 네트워크

인천권역 네트워크는 2017년 중소병원감염관리네트워크(ICCON) 내 지역사회 네트워크 감염관리 지원사업에 참여하였으며, 2019년부터 현재까지 인천광역시의료원(권역책임자: 감염내과 김진웅)을 중심으로 사업을 수행하고 있다.

네트워크는 인천 지역 요양병원과 중소병원이 감염관리에 필요한 전문식사와 최신 정보를 얻고, 자문과 기술지원을 통해 효과적인 감염관리를 수행할 수 있도록 돕고 있다. 사업은 감염관리 교육, 현장견학, 세미나, 방문컨설팅의 네 축으로 운영한다. 매년 인하대학교병원, 가천대학교 길병원, 가톨릭관동대학교 국제성모병원, 가톨릭대학교 인천성모병원 등 인천 지역 상급종합병원과 종합병원의 감염관리 전문가들이 강사, 사례 발표자, 자문위원으로 참여한다. 또한 교육 이후에도 필요할 때 연락하고 도움을 구할 수 있는 관계를 이어가는 것이 인천권역 네트워크의 강점이다.

01 인천권역 네트워크 주요 사업 내용

- **감염관리 교육 - 기본을 다진다** : 의료관련감염 개론, 표준주의, 다제내성균 관리, 소독과 멸균 등 감염관리 담당자에게 필요한 기본 내용을 다룬다. 요양병원 항생제 사용 지침과 감염감시 진단기준처럼 요양병원에 필요한 내용도 함께 편성한다.
- **현장견학 - 실무의 이해를 돕는다** : 교육생이 국가지정입원치료병상을 운영하는 인천광역시의료원을 직접 방문하여 감염관리체계를 살펴본다. 요양병원에서는 접하기 어려운 음압격리병실 등 신종감염병 대응 시설도 둘러보며 실무에 대한 이해를 넓힌다.
- **세미나 - 지금의 이슈를 다룬다** : 2025년 *C. auris*와 CRE, 2026년 감염병 유행관리와 생성형 AI 적용처럼 현장에서 당면한 문제와 새로운 변화를 주제로 삼는다. 권역 내 의료기관의 사례 발표와 토론으로 진행한다.
- **방문컨설팅 - 기관별 문제를 함께 해결한다** : 감염내과 전문의와 감염관리 전문간호사가 기관을 직접 방문하여 자문도구 기반의 서류조사와 핵심 부서 현장점검을 진행하고 맞춤형 자문을 제공한다. 이후 추적 평가로 개선 사항의 정착 여부를 확인한다.

02 2026년 중점 추진 사업

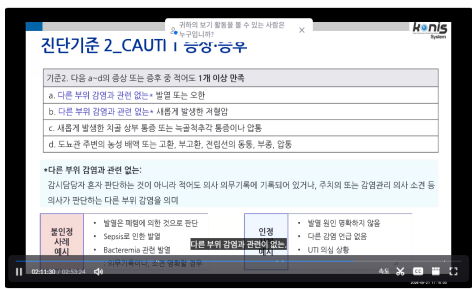
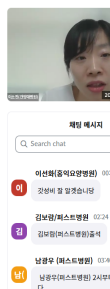
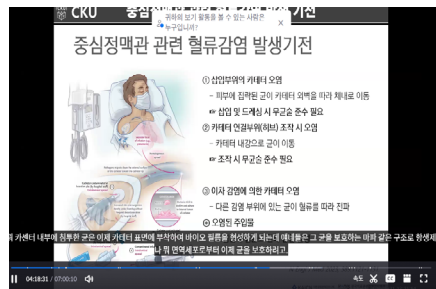
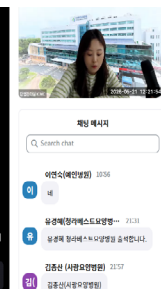
2025년 설문에서 "하루 8시간 교육"과 "요양병원 실무 중심 교육"을 바라는 의견이 많아, 2026년에는 교육을 8시간 1회로 바꾸고 요양병원 감염감시 진단기준, 환경관리 활동, 손위생 증진 활동 강의를 새로 편성하였다. 또한 "요양병원 감염관리 과제와 대응책이 필요하다"는 의견을 반영하여, 세미나 토론 주제를 "요양병원 유행 발생 시 중재 방안"으로 정하였다. 방문컨설팅은 "사전에 준비할 자료와 점검 범위를 알고 싶다"는 의견을 반영하여, 감염관리 자문도구를 기준으로 점검 항목을 미리 안내하고, 1차 방문 후 추적 평가를 하도록 절차를 보완하였다.

03 앞으로의 방향

인천권역 교육 참여 기관의 대부분은 요양병원이며 경력 초기 실무자가 많은 만큼, 요양병원 현장의 문제를 다루는 실무형 교육을 꾸준히 늘려갈 것이다. 교육, 현장견학, 세미나, 방문컨설팅이 서로 연계되어 배운 내용이 현장의 변화로 이어지도록 하고, 옴 관리와 CRE 격리치료제기술 기준 등 현장에서 제기된 고민을 정리하여 제도 개선의 근거로 활용될 수 있도록 할 것이다. 아울러 신종감염병 대응 경험과 생성형 AI 등 새로운 도구를 교육에 반영하여 변화하는 의료 환경에 대비할 것이다.

04 맺음말

인천권역 네트워크의 활동은 "현장의 질문에 함께 답하는 네트워크"로 요약할 수 있다. 공공의료기관인 인천광역시의료원의 현장과 권역 내 감염관리 전문가들의 경험을 나누며, 앞으로도 인천 지역 중소병원과 요양병원이 안전한 의료환경을 만들어 갈 수 있도록 든든한 동반자 역할을 이어갈 것이다.



☞ 권역 네트워크 감염관리 교육 안내

경기권역 네트워크 감염관리 교육 안내 1) 감염관리 교육

[LINK](#)

일 시	3차 : 2026년 11월 16일(월)(1일 4시간), 4차 : 11월 24일(화)(1일 4시간)	
프로그램	3차	- 감염관리 체계와 프로그램 - 전파경로에 따른 주요 감염병 - 표준주의 - 직원감염관리
	4차	- 손위생 개요와 측정방법 - 전파경로별 주의 - 다제내성균 감염관리 [<i>C. auris</i> 와 CRE] - 항생제 내성과 관리
대상	경기권역 중소병원 및 요양병원 감염관리 실무자(의사, 간호사) 및 겸직자 ※ 경기권역 우선 모집이나 타권역 접수 가능	
신청기간	2026년 10월 19일(월) ~ 10월 23일(금)까지, 600명 선착순 마감	

경북권역 네트워크 감염관리 교육 안내 1) 감염관리 교육

[LINK](#)

일 시	2차 : 2026년 11월 18일(수)(1일 6시간)	
프로그램	- 감염관리실 실무 운영의 실제 - 병원 환경소독제 선정 기준과 구매·관리 실무 - 유행성 감염병 관리 및 대응사례 - 의료종사자 사례별 감염노출 관리 프로그램 - 병원 의료폐기물 관리	
대상	경북권역 중소병원 및 요양병원 감염관리 실무자(간호사) 및 겸직자 ※ 경북권역 외 타권역 신청 불가	
신청기간	2026년 10월 19일(월) ~ 11월 1일(일)까지, 30명	

제주권역 네트워크 감염관리 교육 안내 1) 감염관리 교육

[LINK](#)

일 시	2차 : 2026년 11월 13일(금)(1일 8시간)	
프로그램	- 감염관리 체계 - 감염관리 Risk Assessment - 전파주의별 감염관리 - 직무 중 감염 노출 예방 및 관리	
대상	제주권역 중소병원 및 요양병원 감염관리 실무자(의사, 간호사) 및 겸직자 ※ 제주권역 우선모집이나 타권역 접수 가능	
신청기간	2026년 10월 26일(월) ~ 10월 30일(금)까지, 선착순 30명	

감염관리 심화 교육 안내 1) 감염관리 교육

[LINK](#)

일 시	2026년 12월 9일(수)(1일 4시간)
프로그램	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Candida auris</i> - 바이브 코딩(Vibe coding)을 통한 업무 자동화 - 감염관리 프로그램 전산개발 - 바이러스성 출혈열의 유행현황과 감염관리[Ebola Virus, Nipah virus 중심으로]
대상	전국 중소병원 및 요양병원 감염관리 실무자(의사, 간호사) 및 겸직자 ※ 타권역 네트워크 감염관리 교육과정 선정/이수자도 신청 가능
신청기간	2026년 11월 23일(월) ~ 11월 27일(금)까지, 800명 선착순 마감

ICCON 중소병원 감염관리 네트워크 교육 신청 안내

신청방법	중소병원 감염관리 네트워크 사이트 통해 신청 / http://www.iccon.or.kr 에서 회원 가입승인 후 교육 신청
문의	 iccon@iccon.or.kr  02-832-5281

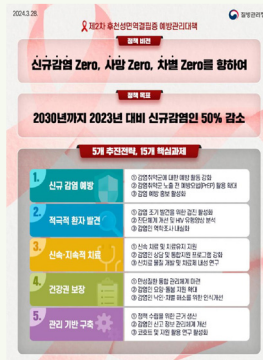
국내 감염병 뉴스

2025년 HIV/AIDS 신고현황 연보 발간

[LINK 26.06.30](#)

2025년에 새롭게 신고된 HIV 감염인은 927명, 전년 대비 약 4.9% 감소

- ▶ 2025년 신규 HIV 감염인은 927명으로 전년 대비 4.9% 감소했으나, 20~30대가 66.0%를 차지하며 높은 비중을 유지했고 성별에 따른 외국인 비중은 여성 감염인 중 80.0%가 외국인으로 집계, 모자간 전파 사례도 1건 확인됨
- ▶ 역학조사 응답자 중 성 접촉에 의한 감염이 99.1%로 이 가운데 동성 간 성 접촉 비율은 62.6%로 나타났고 질병관리청(청장 임승관)은 신규 감염 예방을 위한 노출 전 예방요법(PrEP) 지원과 조기 검사 활성화를 지속 추진하며 의심 시 신속한 검사와 치료를 당부함



질병관리청, 감염병 빅데이터 연구성과 공유로 데이터 기반 감염병 대응 강화

[LINK 26.07.02](#)

질병관리청-대한예방의학회 공동 개최 「2026년 대한예방의학회 전기학술대회」에서 감염병 빅데이터 활용 연구 성과 공유

- ▶ 질병관리청(청장 임승관)과 대한예방의학회(학회장 황인경)가 공동으로 개최한 「2026년 대한예방의학회 전기학술대회」에서는 감염병 대응에 필요한 과학적 근거를 만들기 위해 보건 의료 빅데이터 활용 성과를 공유하고, 향후 협력 방안을 논의함
- ▶ 코로나19 확진·접종·의료이용·사망 정보를 연계한 빅데이터(K-COV-N)를 바탕으로 취약계층 및 면역저하자 위험도 분석, 백신 안전성 연구 결과 등의 발표를 통해 고위험군을 신속히 파악하고 정교한 예방접종 정책 및 의료 대응 전략을 수립함과 동시에 백신 효과 평가체계의 미래 발전 방향을 공유하여 데이터 기반의 감염병 대응 역량을 강화할 계획임



"국민의 생명을 살리는 질병관리청" 2026년 하반기 핵심 추진과제 발표

LINK 26.07.16

질병관리청, 2026년 하반기 대통령 업무보고를 통해 상반기 주요 성과 점검 및 7대 핵심 추진과제 발표

- ▶ 질병관리청(청장 임승관)은 상반기 중 「감염병 위기관리체계 고도화 방안」 수립, 에볼라 등 해외 감염병 유입 신속 대응, 12세 남성청소년 대상 HPV 예방접종 확대, 희귀질환자 특수식 민·관 협력 공급체계 구축 등 실질적 성과를 달성함
- ▶ 하반기에는 감염병 위기대응체계 고도화(병상관리 통합·사회대응 매뉴얼 제정), 코로나19 mRNA 백신 임상 2상 착수 및 AI 기반 백신개발엔진(K-AI PPX) 구축, 백신 품질관리·안전접종체계 개선방안 마련 등 7대 핵심과제를 집중 추진할 방침임

QR코드로 현장에서 바로 확인하는 「법정감염병 진단검사 통합지침」 개정 발간

LINK 26.07.24

질병관리청, 최신 진단검사 기준을 반영한 「법정감염병 진단검사 통합지침」

제5판 전면 개정·배포

- ▶ 질병관리청(청장 임승관)은 신규 법정감염병인 '칸디다 오리스 감염증' 진단 항목 신설 등 최신 기준을 반영하고, 민간 전문가 검토를 거쳐 91종의 법정감염병 진단검사 실무를 담은 지침 제5판을 발간함
- ▶ 의료현장 활용도를 높이기 위해 주요 정보 요약 별책 배포 및 스마트폰으로 신속히 확인할 수 있는 QR코드를 제공하며, 지침과 QR코드는 7월 24일부터 질병관리청 누리집에서 확인 가능함



신생아중환자실 혈류감염, 5년간 감소 추세 확인

LINK 26.08.13

전국 74~82개 신생아중환자실의 5년간 혈류감염 감시자료 분석 결과, 국제학술지 JAMA Network Open에 게재*

- ▶ 전국의료관련감염감시체계(KONIS) 분석 결과, 신생아중환자실 전체 혈류감염률은 재원일 1,000일당 0.56건(2019~2020년)에서 0.35건(2023~2024년)으로 크게 감소하였으며 중심정맥관 관련 혈류감염률 및 사용비도 함께 감소함
- ▶ 출생체중 750g 미만의 초저체중출생아는 2,500g 이상 신생아 대비 혈류감염률이 약 9배 높게 나타나, 질병관리청은 고위험 신생아 및 의료기관별 특성을 고려한 감염예방·관리 지원과 감시자료 환류 체계를 지속 강화할 방침임

* Choi, Youn Young, et al. "Trends and Interhospital Variability of NICU Bloodstream Infections in Korea." JAMA network open 9.8 (2026): e2627714.

방역과 일상을 함께 지키기 위한 「감염병 위기 사회대응 매뉴얼」

[LINK](#) 26.08.18

사회대응의 개념 및 범위 정립하고 감염병 위기 시 기준과 절차를 체계적으로 제시

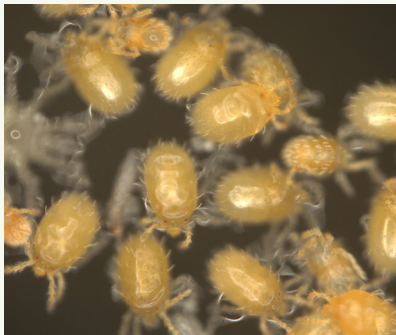
- ▶ 질병관리청(청장 임승관)은 감사원의 코로나19 대응실태 감사 결과 및 「감염병 위기관리체계 고도화 방안」(6.10.) 후속 조치로 코로나19 대응 경험과 WHO 매뉴얼 등을 반영해 감염병 위기 시 사회대응의 기준·절차를 체계화
- ▶ 사회대응 수단을 3개 분야(개인보호, 환경, 사회적 조치) 7개 수단으로 분류하고 조치 수준을 4단계(권고·권고 강화·제한·금지)로 구체화하였으며, 향후 상황 변화에 맞춰 지속 개정하는 '살아있는 매뉴얼(Living Manual)'로 운영할 계획임

쯔쯔가무시증 유행시기 다가온다, 전국 털진드기 감시 시작

[LINK](#) 26.08.26

가을철 쯔쯔가무시증 유행 대비 8월 26일부터 16주간 전국 18개 지점 털진드기 발생 감시 착수

- ▶ 질병관리청(청장 임승관), 호남권질병대응센터 및 지자체 등과 협력하여 털진드기 발생밀도와 종별 분포를 분석하고, 매주 감시 결과를 감염병포털을 통해 국민에게 제공할 예정
- ▶ 쯔쯔가무시증은 주로 10~11월에 환자가 집중되므로 야외활동 시 긴 옷 착용 및 기피제 사용, 귀가 후 샤워·세탁 등 예방수칙 준수와 함께 의심 증상(발열, 검은 딱지 등) 발생 시 즉시 의료기관 진료를 당부함



질병청, 지자체 감염병 검사기관 대상 시범평가 실시

[LINK](#) 26.08.31

전국 시·도 보건환경연구원 대상, 검사 전 과정에 대한 운영체계 및 질관리 수준 점검

- ▶ 질병관리청(청장 임승관)은 공공 감염병 검사의 신뢰성을 높이기 위해 매년 140만 건 이상의 법정감염병 검사를 수행하는 전국 17개 시·도 보건환경연구원을 대상으로 「공공 감염병병원체 확인기관 실험실 검사능력 평가」 시범평가를 실시함
- ▶ 검체 접수부터 결과 보고까지 인력·시설·장비·절차 등 검사 전 과정을 종합 점검(총 94개 문항)하며, 이번 평가 결과를 바탕으로 기준을 보완하여 2027년부터 본 평가를 시행할 계획임

올해 첫 일본뇌염 환자 발생! 예방수칙 준수 및 예방접종 당부

LINK 26.09.09

올해 첫 일본뇌염 환자 발생, 발열, 오한, 구토 등 증상으로 입원치료 중

- ▶ 8월 15일 발열, 오한, 구토 등의 증상으로 입원 치료 중이던 60대 여성 환자의 검체 분석 결과, 회복기 항체가가 급성기 대비 4배 이상 증가하여 9월 9일 올해 첫 일본뇌염 환자로 확진
- ▶ 질병관리청(청장 임승관)은 9~10월은 일본뇌염 환자가 집중되는 시기이므로 야간 야외활동 자제, 밝은색 긴 옷 착용, 모기 기피제 사용 등 예방수칙을 준수하고, 12세 이하 어린이 국가예방접종 및 고위험군 성인의 적기 예방접종을 당부함

2026-2027절기 인플루엔자 유행주의보 발령, 예년보다 이른 유행, 학생 및 고위험군 대응 강화

LINK 26.09.11

예년 대비 높은 수준의 인플루엔자 발생에 따라 유행주의보 발령, 코로나19 입원환자 지속 증가세

- ▶ 36주차(8.30.~9.5.) 인플루엔자 의사환자 분율이 외래환자 1,000명당 25.3명으로 유행기준(12.9명)을 초과함에 따라, 관계부처 합동대책반 회의를 거쳐 9월 11일부터 유행주의보를 발령함 (학령기 및 유·소아 연령층 중심으로 급증)
- ▶ 36주차(8.30.~9.5.) 코로나19 입원환자 수는 193명으로 전년 동기 대비 낮은 수준이나 8월 이후 지속 증가하고 있으며, 입원환자의 65.3%가 65세 이상 고령층으로 확인됨

'26-'27절기 코로나19 국가예방접종 시행계획 발표

LINK 26.09.17

코로나19 예방접종, 필수예방접종으로 전환하고 10월 12일부터 연령대별 순차적 접종 시작

- ▶ 질병관리청(청장 임승관)은 고위험군의 중증·사망 예방 및 안정적 관리를 위해 필수예방접종으로 전환하며, 65세 이상 어르신, 12세 이상 면역저하자, 감염취약시설 입원·입소자를 대상으로 신규 XFG 백신 연 1회(면역저하자 2회) 무료 접종 지원
- ▶ 10월 12일(70세 이상, 면역저하자, 감염취약시설)부터 시작하여 10월 15일(65~69세)까지 순차 시행되며, 65세 이상 어르신은 지정 위탁의료기관 및 보건소에서 인플루엔자 백신과 동시 접종 가능함





해외 감염병 뉴스

[황열/전 세계] '25년 미주 지역에서 황열 발생이 증가한 이후 '26년에도 전파 지속, 아프리카에서도 발생 지속

[LINK](#) 26.10.06

- ▶ 황열은 아프리카와 미주 지역에서 발생이 보고되고 있으며 '26년(~5.26.) 미주 지역 6개국(볼리비아, 브라질, 콜롬비아, 에콰도르, 페루, 베네수엘라)에서 황열 확진자 79명, 아프리카 지역 3개국(부르키나파소, 중앙아프리카공화국, 카메룬)에서 확진자 16명 발생이 보고됨
- ▶ 최근('25년 10월~'26년 5월) 황열 유행은 계절적 요인과 예방 접종률 저하의 영향을 받았으며, 이전 발생이 없었던 지역에서의 발생은 바이러스 유입과 도시에서 전파 위험 증가를 시사함
- ▶ WHO는 신속위험평가(6.5.기준)에서 황열 발생이 보고되었던 지역에서 예방접종을 받지 않은 인구가 가장 높은 위험에 노출되어 있다고 평가하였으며, 국내에서 현재까지 황열 발생 및 해외유입 사례는 보고된 적 없음

[콜레라/대만] '26년 6월 대만에서 '23년 이후 3년 만에 첫 지역 감염 콜레라 확진, 감염원 규명 중

[LINK](#) 26.10.06

- ▶ '26년 6월 23일 대만 CDC는 대만 남부 가오슝 지역 거주 70대 여성이 23년 이후 3년 만에 지역 감염 콜레라(*V.cholerae* O1-히코지마형)로 확진되었다고 발표, 여행 이력이 없는 자국 내 발생 사례
- ▶ 대만은 잘 정비된 공중보건시설, 철저한 손 위생 습관, 음식을 익혀 먹는 식문화로 감염위험이 상대적으로 낮은 것으로 평가하고 있으나, 감염원이 확인되지 않은 지역 감염 사례가 발생하였으므로 역학조사를 통한 감염원 규명이 필요함
- ▶ WHO는 전쟁·기후변화·공중보건 인프라 취약 등으로 전 세계 콜레라 전파 위험을 '매우 높음'으로 평가하고 있으며, 특히, 아프리카·동지중해·동남아에서 전파가 지속되고 있음. 국내 콜레라(제2급 법정감염병) '19년(해외유입 1명) 이후 지역 감염 및 해외유입은 현재까지 보고 없음



[레지오넬라증/미국] '26년(6.27.~) 미국 뉴욕 어퍼 이스트 사이드에서 레지오넬라증 환자 84명(사망 5명) 발생

[LINK](#) 26.10.06

- ▶ 미국 뉴욕시 보건당국은 7월 2일 어퍼 이스트 사이드 지역의 카네기 힐과 요크빌 지역에서 서로 근접하게 발생한 레지오넬라 확진 사례 2건이 발생하여 역학조사를 시행함 - '26년 6월 27일 최초환자 발생 후 총 확진 환자 84명, 사망 5명(치명률 6.0%) 발생함(~7.22.)
- ▶ 뉴욕시 보건당국은 해당 지역의 냉각탑 시스템에서 채취한 물을 검사한 결과, 초기 PCR 검사에서 양성 반응이 확인된 경우 모든 냉각탑 관리자에게 청소 및 소독 등 전면적인 정화 조치를 실시하도록 명령함
- ▶ 국내에서는 '26년 7월 22일 기준 레지오넬라증 환자 391명 발생이 보고되었으며, 냉방기 사용이 증가하는 여름부터 초가을까지 건물의 냉각탑 등 냉각수 관리 시설에 대한 철저한 유지·관리를 당부함

[덴기열/전 세계] '26년 상반기 전 세계 89개국에서 덴기열 160만여 명(사망 700여 명) 발생, 대륙별 아메리카 최다 발생(81%), 브라질, 인도네시아, 콜롬비아 순으로 발생

LINK 26.10.06

- ▶ WHO에 따르면, '26년 1~6월 전 세계 89개 국가·지역에서 약 160만 명(사망 700명 이상)이 보고되었으며, 이 중 81%(130만 명 이상)가 아메리카 지역에서 발생함
- ▶ 국가별로는 브라질이 106만여 명(확진 27만여 명)으로 가장 많고, 다음으로 인도네시아·콜롬비아 순임
- ▶ 전 세계적으로는 사상 최고치였던 '24년(1,420만 명)·'25년보다 적으나, 18개국은 '24년 동기간 누적률 초과하였고 특히 캄보디아·케냐·이란은 최근 몇 년 중 최대 규모를 기록함. 국내 덴기열은 모두 해외유입 사례로 '26년 31명(7.30. 기준)이 보고됨

[엠폍스/다국가] '26년 6월 전 세계 33개국에서 엠폍스 확진 1,128명(사망 9명) 발생, 마다가스카르 최대 규모 유행 지속 및 Clade I b 유럽·동남아시아 지역사회 전파 확대

LINK 26.10.06

- ▶ '26년 6월, 전 세계 33개국에서 엠폍스 신규 확진자 1,128명이 발생했으며, 이 중 64%가 아프리카 지역에서 보고됨. 아프리카 지역(마다가스카르 중심)에서 대규모 유행이 지속되는 가운데, Clade I b의 유럽 및 동남아 지역사회전파와 신규 국가 보고가 이어지고 있음
- ▶ 감시활동 감소에도 매월 1,000명 이상의 확진자가 지속 발생되고 Clade I b의 지역사회 전파가 확대됨에 따라, WHO는 엠폍스를 'WHO 등급 비상사태(graded emergency)'로 유지하고, 국제보건규칙(IHR, 2005)에 따른 상시 권고를 지속하고 있음
- ▶ 국내 엠폍스 환자는 '25년 27명, '26년 9명 보고되었으며('26.8.5. 기준), 엠폍스 유행 지역 방문 시 ▲야생동물과의 접촉 및 야생동물 고기 섭취 자제, ▲유증상자와의 밀접 접촉 및 안전하지 않은 성접촉 자제, ▲손위생 준수 등 예방수칙을 준수할 것을 권고함

[홍역/미주지역] '26년 미주지역 홍역, 8주 만에 확진자 2배 이상 증가하며 '04년 이후 최대 규모 유행 지속

LINK 26.10.06

- ▶ '26년(~역학28주) 미주지역 16개국 및 1개 준주에서 홍역 확진자 47,459명(사망 44명)이 발생함. 이는 '25년 동기간(5,123명) 대비 8배 이상 증가한 수치이며, '04년 이후 22년 만의 최대 발생 규모임
- ▶ 4개국(과테말라, 멕시코, 미국, 페루)에서 전체 확진자의 95%가 발생함. 연령별로는 20~29세가 31%로 가장 높은 비율을 보였으며, 인구 10만 명당 발생률은 1세 미만이 28.2명으로 가장 높게 나타남. 또한 확진자의 73%가 백신 미접종자였으며, 홍역 염기서열 감시 데이터베이스(MeaNS)에 보고된 N-450 부위 염기서열 598건 중 D8형이 97.2%로 확인됨
- ▶ PAHO/WHO는 미주지역의 대규모·장기간 홍역 유행에 대해 ①5세 미만 아동(특히 1세 미만 영아)의 이환·사망 위험 증가, ②이동성이 높은 젊은 성인에서의 상당한 전파, ③원주민 집단의 취약성이 주요 역학적 특징으로 제시됨. 국내 홍역 환자는 '24년 49명, '25년 78명, '26년 10명(8.12. 기준, 잠정통계)으로 모두 해외유입 또는 해외유입 관련 사례임

[공수병/미국 & 캐나다] '26년 31주까지 미국에서 공수병(인체감염) 환자가 보고되지 않은 가운데, 최근 비버, 박쥐 등 야생동물의 광견병(동물감염) 발생 및 인체 노출 사례가 지속 발생 중

[LINK 26.10.06](#)

- ▶ '26년 31주까지 미국과 캐나다에서 공수병 환자 보고는 없으나, 최근 비버, 박쥐 등 야생동물의 광견병 감염 및 사람 노출 사례가 보고됨. 미국에서 광견병에 감염된 야생동물에 의한 사람 교상·접촉 사례가 연이어 보고되고, 캐나다에서는 야생동물 및 반려동물의 광견병 확진이 증가함에 따라 인체 노출 위험이 지속되고 있음
- ▶ 국내에서는 '05년 이후 공수병 환자 발생이 없고, 동물에서도 '14년 이후 광견병 환축 발생 보고는 없지만, 북한과 인접한 휴전선 인근 지역의 야생동물에서 감염이 의심됨
- ▶ 세계보건기구(WHO)에 따르면, 매년 150개 이상의 국가에서 수만 명의 사망자가 발생하는 것으로 추정되므로, 위험국가 여행 시 야생동물과의 접촉을 피하는 등 예방수칙을 준수할 것을 권고함

[동부말뇌염 인체감염/미국] '26년 미국 미시간주에서 '21년 이후 첫 동부말뇌염 지역사회 내 인체감염 사례 발생

[LINK 26.10.06](#)

- ▶ '26년 8월 미국 미시간주 로스커먼 카운티에서 동부말뇌염(Eastern Equine Encephalitis, EEE) 인체 감염 사례가 발생했으며, 이는 미시간주에서 '21년 이후 처음 보고된 인체감염 사례임
- ▶ 미시간주 보건당국은 EEE 등 모기매개 감염병 예방을 위해 주민들에게 ①EPA 등록 모기기피제 사용(단, 생후 2개월 미만 영아에게는 사용하지 말 것), ②야외활동 시 신발·양말과 밝은색 긴바지·긴소매 옷 착용, ③문·창문 방충망 점검, ④야외 취침 시 모기장 사용 및 주 1회 주거지 주변 고인 물 제거 등 모기 물림 예방수칙을 준수하도록 권고함
- ▶ EEE는 북미와 카리브해 지역에 존재하는 바이러스에 의해 발생하며, 국내에서는 발생·유입 사례가 보고된 바 없고, 법정감염병으로 지정되어 있지 않음. 북미 동부·걸프 연안·오대호 지역 등 EEE활동지역 여행객은 감염된 모기에 노출될 가능성이 있으므로 해당 지역 여행 시 모기 매개 감염병 예방을 위해 모기 노출을 줄이기 위한 모기 물림 예방수칙 준수가 필요함. EEE 확진자는 120일(4개월) 동안 헌혈하지 않도록 권고됨



[레지오넬라증/프랑스] '26년(6.1~8.21.) 프랑스 사부아(Savoie) 지역 레지오넬라증 환자 증가, 레스토랑 식품 진열용 분무 시스템과의 역학적 연관성 확인

[LINK 26.10.06](#)

- ▶ '26년 6월 1일부터 8월 21일까지 프랑스 사부아(Savoie) 지역에서 레지오넬라증 확진자 48명이 보고되었으며, 다수의 확진자가 사부아 서부, 특히 상베리(Chambéry) 지역을 거주 또는 방문한 것으로 확인되어 해당 지역을 중심으로 역학·환경조사가 진행됨
- ▶ 조사 결과, 확진자 48명 중 30명이 상베리 지역 소재 동일 레스토랑을 이용한 것으로 확인되었으며, 해당 레스토랑의 식품 진열대에 설치된 음식 냉각용 분무 시스템에서 약 30°C의 수은, 물 고임 및 긴 배관 등 레지오넬라균 증식에 유리한 환경적 결함이 확인됨. 이번 발생과 관련하여 90세 이상 2명이 사망(2명/48명, 치명률 약 4%)한 것으로 보고됨
- ▶ 국내에서는 '26년(9.8. 기준) 레지오넬라증 확진 및 의사환자 532명 발생이 보고되었으며, 냉방기 사용이 증가하는 여름부터 초가을까지 건물의 냉각탑 등 냉각수 관리 시설에 대한 철저한 유지·관리를 당부함

[인플루엔자/다국가] '26년 36주 전 세계 인플루엔자 활동은 전반적으로 낮은 수준이나, 동아시아·동남아시아·오세아니아 등 일부 지역에서 인플루엔자 활동 증가가 지속되고 국내 의사환자 분율도 전주 대비 약 1.9배(13.3명→25.3명) 증가

LINK 26.10.06

- ▶ '26년 36주 전 세계 인플루엔자 활동은 전반적으로 낮은 수준이나, 일부 국가에서 양성률 10%를 초과하는 등 지역별 차이가 나타남
- ▶ 서태평양 지역 양성률은 14%(35주)로 증가하였으며, 동남아(브루나이·캄보디아·베트남 등)와 오세아니아(피지·뉴질랜드)에서 증가가 두드러짐. 국가별로는 일본·홍콩·대만이 유행기에 있고, 중국 남부는 중간 유행 수준임. 오세아니아에서는 뉴질랜드의 양성률이 급증(35주 60%)하였으며, 호주는 최근 2주 환자수와 양성률(호주 CDC기준)이 증가했으나 증가 속도는 둔화됨
- ▶ 국내에서는 '26년 36주 의원급 인플루엔자 의사환자 분율이 외래환자 1,000명당 25.3명(전주 13.3명)으로 증가한 가운데, 인플루엔자 유행에 대비하여 '26~'27절기 국가예방접종을 9월 21일부터 생후 6개월~14세 어린이와 임신부, 10월 6일부터 65세 이상 어르신을 대상으로 순차 시행할 예정임

[매독/일본] '22년 이후 일본에서 연간 1만건 이상의 매독 환자 발생이 지속되는 가운데, '26년 주요 치료제인 벤질페니실린 벤자틴(BPG) 제제의 예방적 자진 회수 및 제조장비 고장등 공급 제한 장기화 및 이에 따른 치료 접근성 저하 우려

LINK 26.10.06

- ▶ 일본 후생노동성 및 국립건강위기관리연구기구(JIHS)에 따르면, 일본의 매독 발생은 '22년 연간 환자 13,221건이 보고되어 '99년 감염증법 시행 이후 처음으로 연간 1만건을 넘어 '67년(약 11,000건) 이후 반세기 만에 가장 높은 발생 수준을 기록함. 이후에도 높은 발생 수준이 지속되어 '26년 35주차까지(9.5. 기준) 약 7,700건이 보고됨
- ▶ 일본 의약품의료기기종합기구(PMDA)에 따르면, 제조판매업자(화이자제팬)의 벤질페니실린 벤자틴(BPG) 제제(스텔리즈)의 공급 재개가 지연되고 있어('27년 후반 재개 전망), 일본 관련 학회는 공급 제한이 장기화될 가능성을 고려해 임신부 및 치료 기회를 놓칠 가능성이 높은 환자들에게 제한된 치료제를 우선 사용하도록 권고함
- ▶ 국내의 '24년 전체 신고건수는 2,790건, '25년 2,211건(전년 대비 20.8% 감소)으로 확인됨. '24년 국내 매독 중 국외감염으로 추정된 117건 중 일본이 13건(11%)으로 필리핀·라오스·태국에 이어 네 번째로 많아, 일본 등 주변국 방문 여행자 대상 예방수칙 안내가 필요함

[살모넬라균 감염증/미국] '25년 11월 21일~'26년 8월 12일 미국 18개 주에서 계란 관련 *Salmonella* Enteritidis 총 134명(입원 34명) 발생, 환자 분리균의 WGS 분석에서 ciprofloxacin 비감수성 추정

LINK 26.10.06

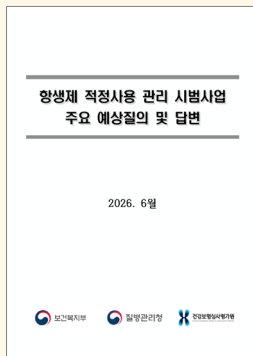
- ▶ 美 CDC가 '26년 9월 3일 유행 종료를 발표한 계란(shell eggs) 관련 살모넬라균 감염증(*Salmonella* Enteritidis)은 '25년 11월 21일~'26년 8월 12일까지 미국 18개 주에서 환자 총 134명(입원 34명(35%))이 발생함
 - 전장유전체(WGS) 분석결과 환자에서 분리된 균은 서로 밀접한 유전적 연관성을 보였으며, 134명 분리균 모두 ciprofloxacin 비감수성 및 nalidixic acid 내성이 추정됨
- ▶ 美 FDA 조사 시 수집한 업체 사업장 환경검체 3건에서 살모넬라균이 검출되었으며, 이번 유행에서 확인된 *S. Enteritidis* 균주와 일치하는 것으로 WGS 분석을 통해 확인됨. 이와 별도로 업체가 자체 수집한 텍사스 농장 검체도 살모넬라균 양성이었으며, 업체 위탁 제3자 실험실 WGS분석에서 유행균주와 일치되는 것을 확인함
- ▶ 국내에서는 '26년(37주 기준) 살모넬라균 감염증 환자 3,417명이 보고되었으며, 살모넬라균 감염증 예방을 위해 기본적인 예방 수칙 준수와 식품 섭취 후 구토 등 위장관 증상 발생 시 즉시 의료기관 방문 및 진료받을 것을 권고함

개정 법령·지침

26.06.30

LINK

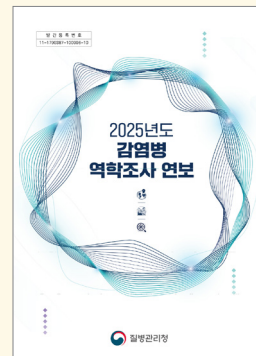
「항생제 적정사용 관리(ASP) 시범사업」 FAQ 개정 안내



26.07.08

LINK

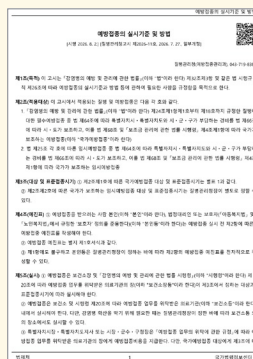
2025년도 감염병 역학조사 연보



26.07.27

LINK

예방접종의 실시기준 및 방법



26.08.18

LINK

감염병 위기 사회대응 매뉴얼 (2026)



26.08.27

LINK

2026년 코로나바이러스감염증-19 관리지침



26.08.28

LINK

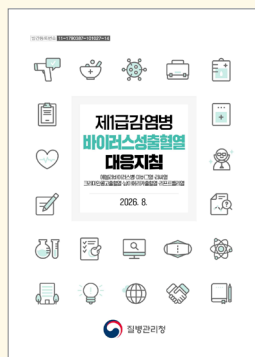
감염병 신고를 위한 진단기준 고시



26.08.28

LINK

2026년 제1급감염병(바이러스성출혈열) 대응지침





중환자실 카바페넴내성 *Acinetobacter baumannii* (CRAB) 유행의 조기 차단

4급 암모늄 소독제 교체를 포함한 다중 감염관리 중재 사례

Reference

Kelemen J, et al. Complex Infection-Control Measures with Disinfectant Switch Help the Successful Early Control of Carbapenem-Resistant *Acinetobacter baumannii* Outbreak in Intensive Care Unit. *Antibiotics*. 2024;13:869. doi:10.3390/antibiotics13090869.

01 상황

- ◆ 발생 장소와 기간 : 헝가리의 18병상 신경외과 중환자실, 2023년 12월 28일-2024년 2월 22일
- ◆ 노출 규모 : 연구 기간 중 중환자실 치료 환자 291명
- ◆ 발생 경과 : 12월에 첫 2명을 확인한 뒤 감염관리를 강화했고, 1월 초기 대응과 감시 과정에서 4명이 추가 확인되어 누적 6명(감염 4명, 집락 2명); 환자들의 재원 기간은 서로 겹침
- ◆ 검체 : 기관/호흡기, 혈액, 소변, 뇌척수액, 상처 및 항문주위 선별검사서서 확인
- ◆ 임상 경과 : 3명은 CRAB 감염에서 회복했고, 상처감염 후 이차 혈류감염이 발생한 1명은 사망

유행 발생과 대응의 흐름



02 유행 조사 및 원인 분석

- ◆ 환경 조사 : 중환자실과 수술실의 다빈도 접촉 표면, 공용 구역, 의료기기, 세면대와 배수구에서 총 174개 검체를 반복 채취
- ◆ 환경 검출
 - 수술실과 관련 표면·의료기기·세면대에서는 병원균이 검출되지 않음
 - 중환자실에서는 다양한 표면에서 VRE와 ESBL을 포함한 여러 다제내성균이 검출됨. 특히, VRE는 환자 병실의 표면, 세면대 배수구 및 배설물에서 검출되었고, 유행을 일으킨 CRAB는 배설물 배출 지점에서 수일 간격의 반복 채취에도 다시 확인됨
- ◆ 분자역학 : 환자 6명과 환경에서 분리된 균주는 ST2 국제 유행 클론이었으며, SNP 차이가 없고 항균제 내성 및 독성 유전자 구성이 동일
- ◆ 내성 및 환경 지속성 : OXA-83 및 ADC-30 beta-lactamase와 QAC 배출펌프 관련 *qacE*, *qacEΔ1* 유전자를 보유했으며, 약한 biofilm 형성 능력이 확인됨

03 중재 전략

- ◆ 환자, 직원, 환경을 동시에 다루는 묶음 중재를 강화하고 기존 소독제 정책을 재검토

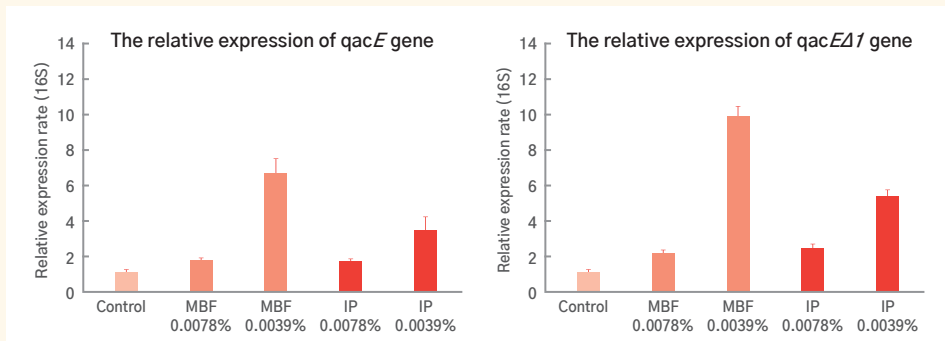
1) 감염관리 번들

소독제 교체와 함께 손위생, 접촉주의, 코호트, 능동감시 및 환경관리 수행도를 동시에 강화

영역	유행 전	유행 중 강화 조치	유행 후 유지 조치
손위생과 교육	연 1회 교육; 손위생 수행도는 6개월마다 감사	순환 근무자를 포함해 매주 교육; 매일 감사	6개월마다 교육; 매주 감사
접촉주의와 코호트	MDR 양성 환자만 접촉주의; 환자 코호트 없음; 환자 대 직원 3:1	CRAB 환자와 접촉자를 격리·코호트; 담당 직원도 코호트; 환자 대 직원 2:1	MDR 환자와 접촉자에 대한 접촉주의·코호트 유지; 환자 대 직원 3:1
능동감시	능동 선별검사 없음; 항균제 감수성 자료를 이용한 수동 감시	입실 24시간 이내 및 이후 5일마다 선별	입실 24시간 이내 및 매주 선별
환경관리	환경배양은 비정기적; 체크리스트·책임자 감독 없음; 환자·기타 구역 하루 2회 청소; 인력 2명	주 1회 환경배양; 체크리스트와 책임자 감독; 모든 구역 하루 3회 청소; 인력 3명	환경배양 3개월마다 시행; 강화된 청소체계 유지
탈집락	시행하지 않음	chlorhexidine digluconate 인두 탈집락 도입	탈집락 전략 유지
소독제 정책	소독제 stewardship 없음; ICU에서 QAC 기반 MBF 사용	MBF를 2-phenoxyethanol 중심 복합제품 IP로 교체	소독제 정책과 사용과정 점검 유지
분자역학적 모니터링	WGS 없음	유행 군주 WGS 시행, 내성 유전자 분석	정기 WGS 중단
모니터링 및 피드백	감염관리 수행 현황 월 1회 검토	감염관리 전략의 수행 현황을 매일 검토 및 피드백	주 1회 정기 검토 및 피드백

2) 소독제 정책 변경과 기전 검증

- 소독제 교체: 기존 QAC 중심 제품 MBF를 2-phenoxyethanol 10-20%와 benzalkonium chloride 5-10%를 포함한 복합제품 IP로 교체
- 유행 군주 분석: 2-phenoxyethanol은 benzalkonium chloride 또는 chlorhexidine보다 낮은 농도에서 성장을 억제했고, 치사농도 미만의 소독제 노출 후 내성관련 유전자인 *qacE* 및 *qacEΔ1* 발현이 증가



04 중재 결과

- ◆ 소독제 교체를 포함한 감염관리 번들 적용 이후 추가 CRAB 환자는 확인되지 않음
- ◆ 반복 환경배양에서 CRAB가 더 이상 검출되지 않았고, 2024년 6월까지 추적 환경검사에서도 음성 유지
- ◆ 감염관리 강화 이후 1월 셋째 주부터 신규 환자 발생률이 빠르게 감소
- ◆ 유행 중 도입한 접촉자 관리, 능동감시, 강화된 환경관리와 소독제 정책의 일부는 유행 종료 후에도 유지

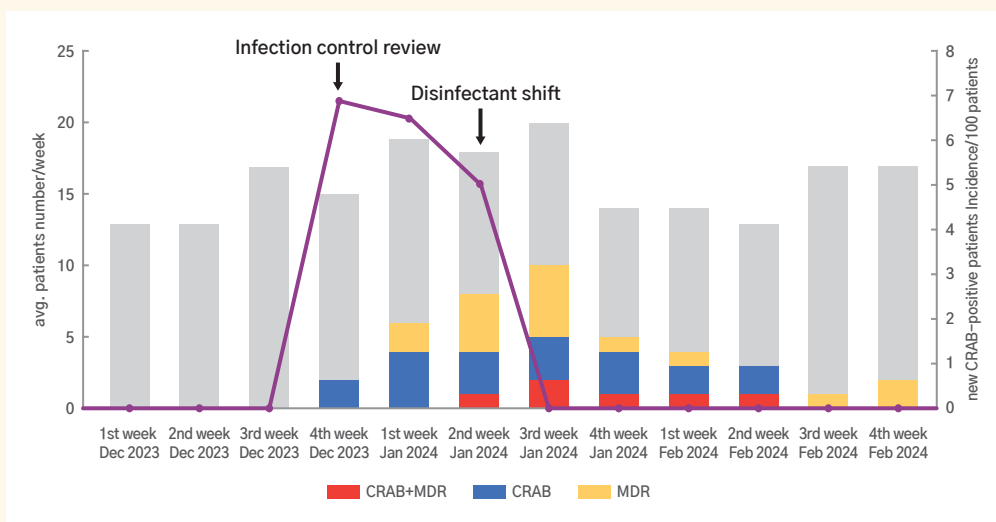


Figure 1. Timeline of the CRAB outbreak. The gray boxes indicate the number of patients treated each week in the ICU. The blue boxes represent patients with only CRAB.

05 결론

- ◆ 환자와 ICU 배설물 배출 지점에서 동일한 CRAB 균주가 확인되어 ICU 환경이 유행의 저장소로 작용했을 가능성이 제기됨
- ◆ 접촉주의와 코호트, 능동감시, 손위생 및 환경관리를 강화하고 소독제를 교체한 후 신규 환자 발생과 환경 검출이 더 이상 발생하지 않음
- ◆ 이 사례는 CRAB 유행의 조기 차단을 위해 환자 관리, 환경관리 및 소독제 정책을 통합적으로 적용하는 감염관리 번들 전략의 중요성을 시사함



폐쇄형루프 점검 및 피드백 시스템이 다제내성균 예방 조치 준수에 미치는 효과 [LINK\(원문\)](#)

Qing Gao MPH^a, Zhao Gao MM^b, Yan Wang PhD^a, Yinghua Zhang MPharm^a, Qili Dai BPH^c, Wanming Yu BPH^a, Ling Cai MM^a, Kangle Guo MPH^a, Yanzhi He MPH^a, Siying Zhang MM^a, Yuqing Fan BPH^{a,*}

a Department of Infection Management, Gansu Provincial Hospital, Lanzhou, China

b Department of Bone and Soft Tissue Oncology, Gansu Provincial Hospital, Lanzhou, China

c School of Public Health, Lanzhou University, Lanzhou, China

요약

배경 : 지식-실천 격차는 다제내성균(multidrug-resistant organism, MDRO) 예방 조치의 일관된 준수를 저해한다. 본 연구는 통합 폐쇄형루프 점검 및 피드백 시스템이 감염예방관리(infection prevention and control, IPC) 준수에 미치는 영향을 평가하였다.

방법 : 본 전향적 전후 비교 연구(2024-2025)에서는 표준화된 체크리스트 점검, 형광 마커 모니터링, 모바일 애플리케이션을 통한 실시간 피드백을 시행하였다. 독립 예측인자와 준수를 개선에 기여한 주요 요인을 파악하기 위해 일반화추정방정식(generalized estimating equation, GEE)과 파레토 분석을 이용하여 자료를 분석하였다.

결과 : 중재 후 전체 준수율은 다른 요인을 보정한 분석에서 24.97%p 증가시켰으며(95% CI: 22.28-27.66, $P < .001$), 준수를 중앙값은 58.82%에서 84.62%로 상승하였다. 파레토 분석 결과, 종결 청소, 간병인의 적극적인 참여, 표준화된 격리 절차 등을 포함한 13개 핵심 조치가 개선의 82.34%를 차지하였다. 병상 단위 격리와 1인실 격리는 높은 준수율과 관련되었으며, 가족 등 비공식 간병인이 있는 경우 준수율이 낮았다($\beta = -13.11, P < .001$). 형광 마커 제거율로 평가한 환경청소 준수율은 82.58%였으며, 작고 불규칙한 표면에서는 청소가 충분히 이루어지지 않았다. 중재 후 다제내성균 검출률은 중재 전 기준치인 34.37%보다 지속적으로 낮게 유지되었다.

결론 : 폐쇄형루프 점검 및 피드백시스템은 감염예방관리 준수율을 유의하게 향상시켰다. 다제내성균 전파를 지속적으로 차단하기 위해서는 환자 병상 단위의 정밀한 격리 조치와 체계적인 간병인 관리를 일상적인 임상 업무에 포함해야 한다.

주제어: 의료관련 감염, 환경청소, 가족 간병인, 미세격리, 질 향상, 파레토 분석

© 2026 Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, Inc. Published by Elsevier Inc. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

배경

다제내성균(MDRO)의 전 세계적 확산은 보건의료에 지속적인 위협이 되고 있으며 감염 관리를 복잡하게 하고 환자 임상 경과를 악화

*교신 저자: Yuqing Fan, BPH, Department of Infection Management, Gansu Provincial Hospital, Lanzhou, Gansu Province 730000, China.
이메일: 18298356022@163.com (Y. Fan).

연구비 지원: 본 연구는 중국 간쑤성 보건-웰니스 산업 과학연구과제(Grant No. GSWSKY2024-68)의 지원을 받았다. 이해상충: 보고할 이해상충 없음.
윤리 승인: 간쑤성인민병원 기관생명윤리위원회의 승인을 받았다(No. 2026-455, Lanzhou, China). 자료 및 재료의 이용 가능성: 본 연구 결과를 뒷받침하는 자료는 합리적인 요청 시 교신저자에게서 제공받을 수 있다. 비식별화된 데이터셋은 자료 접근 계약 체결 후 자격을 갖춘 연구자에게 제공될 것이다.

시킨다.[1] 병원에서 다제내성균은 환경 표면에 잔존하며 접촉을 통해 전파되어 의료관련감염(healthcare-associated infection, HAI) 유행의 원인이 되는 병원체의 저장소 역할을 한다.[2] 항균제 사용과 내성의 지역 간 차이는 다제내성균 전파와 관리 효과의 격차를 더욱 벌린다.[3]

다제내성균 전파 예방은 손위생, 접촉주의, 환경청소 등 핵심 감염예방관리(IPC) 조치를 엄격히 준수하는 데 달려 있다. 세계보건기구(World Health Organization, WHO),[4] 미국 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention, CDC),[5] 중국 국가보건당국[6] 등 국제 및 국가 기관은 모두 표준화된 감염예방관리(IPC) 이행의 중요성을 강조하는 지침을 발표하였다.[7] 다제내성균 전파 고리를 효과적으로 차단하려면 이러한 핵심 조치의 준수율이

<https://doi.org/10.1016/j.jaic.2026.08.017>

0196-6553/© 2026 Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, Inc. Published by Elsevier Inc. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

지속적으로 90% 이상으로 유지되어야 한다는 근거가 있다.[8] 그러나 지식과 실제 수행 사이의 지속적인 격차가 이 목표의 달성을 가로막고 있다. 전 세계적으로 감염예방관리 준수율은 여전히 매우 낮으며,[9] 자원이 풍부한 의료 환경에서도 준수 수준이 미흡하고 편차가 크다.[10] 의료종사자의 감염예방관리 준수를 가로막는 장벽으로는 과중한 임상 업무량, 감염예방관리에 대한 인식 부족, 자원 부족 등이 잘 알려져 있다.[11] 가족 중심 돌봄이 일반적인 여러 아시아 보건 의료 체계에서는 가족 간병인의 참여로 인해 이 문제가 더욱 복잡해진다. 가족 간병인은 감염예방관리 지식 수준이 다양하며, 관련 조치를 일관되게 수행하지 않아 전파 위험을 높인다.[12] 체계적 측면에서는 진료 현장에서의 지속적인 감독과 실시간 피드백이 부족하여 감염예방관리 수행을 지속적으로 준수하기 어렵다. 점검-피드백은 준수를 향상시키지만, 기존 방식으로 장기적인 행동 변화를 이끌어내지 못한다.[13] 코크란(Cochrane) 고찰에서 점검 및 피드백이 준수율 향상에 효과적인 전략임이 확인되었으나,[14] 이러한 한계를 극복하고 행동 변화를 지속하며 지식-실천 격차를 해소하기 위해서는 점검부터 시정 조치의 이행 확인까지 연결되는 통합적인 폐쇄형루프 시스템으로의 전환이 필요하다.[15] 지침이 널리 보급되어 있음에도 지식과 실천 간의 지속적인 격차는 다제내성균 예방의 효과를 제한한다. 이러한 격차를 해소하기 위해 본 연구진은 4가지 핵심 측면에서 기존 방식과 차별화된 새로운 폐쇄형루프 점검-피드백 시스템을 개발하였다. 현장의 장벽을 반영하여 개발한 점검 도구, 24-48시간 이내의 신속한 모바일 피드백, 가족 간병인의 모니터링 체계 내 명시적 포함, 병상 단위 격리를 중심으로한 포괄적인 접근이다. 본 연구는 3차 병원에서 폐쇄형루프 점검-피드백 시스템이 감염예방관리 준수율과 다제내성균 검출률에 미치는 효과를 평가하고자 하였다.

연구방법

연구 설계 및 윤리 승인

본 전향적 전후 비교 유사실험연구는 2024년 4월부터 2025년 12월까지 중국 란저우에 위치한 3,600명상 규모의 3차 교육병원인 간쑤성인민병원에서 수행되었다. 연구 계획서는 간쑤성인민병원 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받았다(No. 2026-455). 본 연구는 비식별화된 일상적 질 향상 자료를 이용하였고 임상 진료를 변경하지 않았으므로 IRB는 사전 동의를 면제하였다.

연구 환경 및 대상자

재원 기간이 48시간 이상이고, Clinical and Laboratory Standards Institute(CLSI) 또는 European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing(EUCAST) 지침에 따라 표적 다제내성균[메티실린내성 황색포도알균(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA), 반코마이신내성 장알균(vancomycin-

resistant *Enterococcus*, VRE), 카바페넴내성 장내세균목(carbapenem-resistant *Enterobacterales*, CRE), 카바페넴내성 페렴막대균(carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae*, CRKP), 카바페넴내성 아시네토박터 바우마니(carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii*, CRAB), 카바페넴내성 녹농균(carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa*, CRPA)]가 확인된 입원 환자를 연속적으로 등록하였다. 자료가 불완전하거나, 조기 전원 또는 사망하였거나, 비표적 균주만 검출된 환자는 제외하였다. 균종 동정에는 매트릭스 보조 레이저 탈착/이온화 비행시간 질량분석법(matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry, MALDI-TOF MS)(Autobio Diagnostics Co, Ltd, Zhengzhou, China)을 이용하였고, 항균제 감수성 검사는 CLSI 지침에 따라 수행하였다. 표본 크기는 PASS 15.0 소프트웨어로 산출하였다. 중재 전 준수율 60%, 준수율의 절대 증가 폭 20%, 검정력 80%, 양측 유의수준 0.05를 가정하였을 때 최소 85쌍의 관찰 자료가 필요하였다. 자료 입력 오류가 있거나, 1회 점검 후 조기 퇴원하였거나, 진료과를 이동한 환자는 제외하였다. 최종적으로 중재 전후의 짝지는 관찰 자료가 모두 확보된 환자 703명을 분석에 포함하였다.

기준 운영 환경 평가

중재 전, 본 기관의 기준 감염예방관리 체계를 평가하였다. 기존 체계는 월 1회 중이 기반 점검과 환경청소에 대한 주관적 육안 점검에 의존하여 피드백이 크게 지연되었다.

또한, 기존 체계에는 일반 병동에 많은 가족 간병인을 모니터링하는 체계적인 프로토콜이 없어 다제내성균 전파 차단에 중대한 취약점으로 작용하였다. 이 평가를 통해 객관적이고 실시간으로 운영되며, 가족간병인까지 포함하는 포괄적인 모니터링 시스템의 필요성이 확인되었다.

중재 및 시행

중재는 2단계로 개발되었다. 첫 3개월 동안 준수를 저해하는 현장의 구체적인 요인을 파악하기 위한 예비 조사를 시행하고, 국내외 지침을 바탕으로 22개 항목으로 구성된 체크리스트를 반복적으로 수정·보완하였다. 준수 결과를 포괄적으로 평가하기 위해 이 체크리스트는 4개의 핵심 영역으로 구성되었다: (1)관리 및 격리 조치(7개 항목): 격리 처방 발행, 격리 표지 부착, 다제내성균 환자와 고위험 환자의 분리, 병실 출입 제한 등 (2)이송, 의사소통 및 교육(5개 항목): 간병인 교육, 주의사항 준수, 환자 이송 전 수용 부서 통보 등 (3)손위생 및 개인보호구(personal protective equipment, PPE)(5개 항목): 병상 옆 손소독제 비치, 올바른 손위생 수행, 장갑과 가운의 적절한 사용 평가 등 (4)환경 및 장비 소독(5개 항목): 의료용품의 환자별 전용 사용, 공용 장비의 즉시 소독, 소독 티슈를 이용한 일상 청소 및 종결 청소 평가. 각 항목은 직접 관찰, 직원/간병인 문의, 전자기록 검토를 통해 준수, 미준수, 해당 없음으로 평가하였다. 22개 항목 전체에 대한 상세 설명과 평가 기준은 Table A1[Supplemental Material A]에 제시하였다. 4개월째부터 공식적인 폐쇄형루프 시스템을 가동하였다.

점검자는 표준화된 교육을 받았으며 평가에서 90% 이상의 점수를 받아야 점검 자격을 얻었다. 현장 점검에서는 직접 관찰, 전자기록, 감염관리 시스템의 자료를 교차 확인하였다. 최초 점검 시 다제내성균 병동의 다빈도 접촉 표면 6-10곳에 보이지 않는 형광 마커(Lierkang Medical Technology Co, Ltd, Shandong, China)를 도포하였다. 점검 결과와 현장 지도 내용은 전용 모바일 애플리케이션(Deyamanda Technology Co, Ltd, Hunan, China)을 통해 24-48시간 이내에 전달하였다. 추적 점검에서는 최초 점검 24-48시간 후 자외선 손전등으로 형광 마커의 잔류 여부를 확인하였다. 호손 효과를 최소화하기 위해 형광 마커는 단일 눈가림 방식(임상 직원은 표시된 표면을 알지 못함)으로 도포하였다.

구체적으로, 이 폐쇄형루프 시스템은 병상 단위 격리를 포괄적으로 관리하는 절차로 기능한다. 본 연구에서 "폐쇄형루프 관리"는 기술 기반의 신속한 질 향상 과정으로 정의한다. 이는 초기 점검에서 미준수 사항을 확인하고, 모바일 애플리케이션을 통해 담당자의 역할별 맞춤 피드백을 전달하며, 즉각적인 시정 조치를 실행하고, 24-48시간 이내에 반드시 추적 평가를 실시하여 문제 해결 여부를 확인함으로써, 파악된 미준수 사항이 해결되지 않은 채 남지 않도록 한다. 또한 "병상 단위 격리(미세격리, micro-isolation)"는 환자의 병상을 중심으로 적용하는 국소화된 감염 전파 차단 전략을 의미한다. 1인실 격리가 불가능할 경우, 엄격한 공간 분리(예: 커튼 치기), 의료장비의 환자별 전용 사용, 해당 공간 내 간병인 행동 및 환경청소에 대한 철저한 관리를 강조한다. 이는 환경청소 감시에만 초점을 맞추지 않고, 환경 소독, 간병인 행동 모니터링, 임상적 격리 조치를 하나의 업무 흐름으로 통합하고 모바일 시스템을 통해 모니터링한다.

중재의 각 요소에 관여하는 담당자에게 효과적인 피드백을 전달하기 위해, 체계화된 역할별 피드백 체계를 적용하였다.

점검 후에는 실시간 디지털 보고서를 생성하여 전용 모바일 애플리케이션(Deyamanda Technology Co, Ltd, Hunan, China)을 통해 해당 병동의 지정 감염예방관리 담당자(주로 감염관리 담당 의사와 감염관리 담당 간호사)에게 직접 전송하였다. 시정 조치에 대한 피드백은 다음과 같은 담당 업무에 따라 전달하였다: (1)의학적 처방 및 격리 처방: 감염관리 담당 의사에게 현장에서 직접 피드백하여 즉시 시정하도록 하였다. (2)일반 감염예방관리 조치 및 간병인 관리: 격리 절차, PPE 사용, 간병인 교육의 이행 현황을 수간호사와 감염관리 담당 간호사에게 현장에서 전달하였으며, 이들은 임상 직원과 환자 간병인이 해당 조치를 이행하도록 관리할 책임을 맡았다. (3)환경청소: 형광 마커가 남아 있는 청소 누락 부위의 시각적 증거와 함께 청소 미흡 사항을 감염관리 담당 간호사에게 전달하였다. 감염관리 담당 간호사는 환경미화 인력(청소 직원)을 직접 감독지도하여 해당 부위를 다시 청소하도록 하였다. 이러한 역할별 전달 체계를 통해 실행 가능한 자료가 각 영역의 핵심 책임자에게 효율적으로 전달되었으며, 포괄적인 중재를 실제 업무에 적용하기 쉬워졌다. 포괄적인 체크리스트의 적용 가능성과 신뢰성을 확보하기 위해 시행 전 표준화된 교육을 이수한 15명의 전담 감염관리 점검자 팀이 점검을 수행하였다. 엄격한 품질 관리와 평가자 간 신뢰도를 유지하기 위해 전담 전문가가 매월 제출된 평가를 무작위로 검토하고 실시간 피드백과 수정 의견을 제공하여 점검자들의 판단 기준을 일치시켰다. 실제 적용의 편의성을 높이기 위해 평가 절차도 간소화하였다. 방문 전 전자 자료 추출에 소요되는 시간은 일정하지 않았으나 전반적으로 짧았으며, 현장에서의 직접 관찰 및 문의에는 환자당 약 5분이 소요되었다. 이처럼 시간 부담이 적어 포괄적인체크리스트를 일상적인 임상 실무에 적용하기에 매우 용이하였다.

자료 수집 및 결과 변수

독립적인 눈가림 평가자 2명이 모든 기록을 평가하였으며 평가가 일치하지 않는 경우 제3의 평가자가 조정하였다. 소량의 결측 자료는 다중대체법으로 처리하였다. 1차 결과 변수는 개별 조치의 준수율, 전체 준수율, 형광 마커 제거율이었다. 2차 결과 변수는 분기별 다제내성균 검출률이었으며 이 자료는 모든 미생물 배양 및 항균제 감수성 검사 결과를 자동으로 수집하는 병원의 지능형 감염관리 정보시스템에서 추출하였다.

개별 조치의 준수율: $(\text{실제 수행 횟수} / \text{전체 유효 관찰 횟수}) \times 100\%$

전체 준수율: $(\text{환자별 준수 조치 수} / \text{해당 환자에게 요구되는 전체 조치 수}) \times 100\%$

형광 마커 제거율: $(\text{자외선 하에서 완전히 제거된 마커 수} / \text{도포된 전체 마커 수}) \times 100\%$

다제내성균 검출률: $(\text{표적 다제내성균 분리주 수} / \text{해당 균종의 전체 분리주 수}) \times 100\%$

통계 분석

분석은 SPSS 26.0과 R 4.4.2를 이용하였다. 범주형 변수는 Pearson 카이제곱 검정 또는 McNemar 검정으로 비교하였으며 불일치 쌍의 수가 적은 짝지는 명목 자료에는 이항분포에 기반한 정확 McNemar 검정을 적용하였다. 다중 비교는 Bonferroni 보정으로 조정하였다. 연속형 변수는 Wilcoxon 부호순위 검정으로 비교하였다. 중재의 독립적 효과를 평가하기 위해, 종속변수인 전체 준수율이 연속형이므로 가우시 분포와 항등 연결함수를 이용한 일반화추정방정식(GEE) 모형을 구축하였다. 동일 대상자 내 반복 관찰 간의 일정한 상관을 반영하기 위해 교환 가능(exchangeable) 상관구조를 지정하였다. 각 환자는 여러 시점 또는 여러 진료과에서 반복 점검될 수 있으므로 반복 측정의 의존성을 보정하기 위해 환자 식별번호를 군집 변수로 사용하였다. 모형은 점검 시기, 진료과, 격리 유형, 간병인 수, 다제내성균 균종, 감염원, 점검자를 보정하였다. 다제내성균 검출 추세는 Cochran-Armitage 검정으로 평가하였다. 통계적 유의수준은 $P < .05$ 로 설정하였다.

결과

연구 대상자의 기저 특성

총 1,605명의 적격 환자가 포함되었다(중재 전 854명, 중재 후 751명). 다제내성균 균종 분포, 감염 유형, 간병인 수를 포함한 기저 특성은 두 시기 간에 유사하였다(모두 $P > .05$) [Table 1]. 지역사회 획득 사례에서 입원 경로(자택에서 직접 입원, 1-2차 병원에서 전원, 다른 3차 병원에서 전원)의 분포도 두 시기 간에 균형을 이루었다. 반면, 중재 후 격리 조치의 시행 양상이 크게 변화하여 병상 단위 접촉격리와 1인실 격리의 시행이 모두 증가하였다($\chi^2 = 198.962, P < .001$).

예방관리 조치 전체 준수율의 개선

관찰 자료가 불완전한 사례를 제외하고 최종 703쌍의 관찰 자료를 분석한 결과, 점검 중재 후 다제내성균 예방관리 조치의 전체 준수율이 유의하게 향상되었다. 전체 준수율 중앙값은 중재 전 58.82% (사분위범위[interquartile range, IQR], 14.29%-82.35%)에서 중재 후 84.62%(IQR, 76.47%-94.12%)로 증가하였다($Z = -19.008, P < .001$).

진료과별 전체 준수율의 변화

중재 전 확인된 병원 획득 다제내성균 사례 377건 중 발생 건수가 가장 많은 곳은 중환자실(intensive care unit, ICU)($n = 113$), 신경외과

Table 1. 다제내성균 감염 또는 집락 환자의 기저 특성

Characteristics	Preintervention [n (%)]	Postintervention [n (%)]	χ^2	<i>P</i> value
Infected MDRO species				
CRAB	307 (35.95)	275 (36.62)	2.328	.802
CRPA	81 (9.48)	74 (9.85)		
CRE	191 (22.37)	166 (22.10)		
MRSA	249 (29.16)	221 (29.43)		
VRE	6 (0.70)	5 (0.67)		
Other	20 (2.34)	10 (1.33)		
Type of infection				
Hospital-acquired	377 (44.15)	345 (45.94)	0.519	.474
Community-acquired, including:	477 (55.85)	406 (54.06)		
Admitted from home	213 (44.65)	172 (42.36)	1.179	.555
From primary/secondary hospitals	198 (41.51)	183 (45.07)		
From other tertiary hospitals	66 (13.84)	51 (12.56)		
Isolation type				
Bedside contact isolation	513 (60.07)	594 (79.49)	198.962	< .001
Single-room isolation	106 (12.41)	142 (18.91)		
No isolation	235 (27.52)	15 (1.98)		
Number of caregivers				
0	269 (31.50)	231 (30.76)	0.116	.944
1	420 (49.18)	375 (49.93)		
≥ 2	165 (19.32)	145 (19.31)		

주: 자료는 n(%)로 제시하였다. 범주형 변수는 Pearson χ^2 검정으로 비교하였다. "Other" 범주는 위에 열거한 특정 범주에 속하지 않는 다른 표적분리주를 의미한다.

CRAB, 카바페넴내성 *Acinetobacter baumannii*; CRE, 카바페넴내성 *Enterobacterales*; CRPA, 카바페넴내성 *Pseudomonas aeruginosa*; MDRO, 다제내성균; MRSA, 메티실린내성 *Staphylococcus aureus*; VRE, 반코마이신내성 *Enterococcus*.

(n = 49), 응급의학과(n = 27), 화상외과(n = 25)였다[Table A2, Supplemental Material A]. 사례가 5건 미만인 23개 진료과를 제외한 나머지 22개 진료과 중 노인의학과를 제외한 21개 진료과에서 중재 후 준수율이 유의하게 향상되었다($P < .05$). 특히 ICU는 중재 전 준수율이 가장 높았음에도 87.87%에서 94.12%로 유의하게 증가하였다($P < .001$). 병원 획득 다제내성균 사례가 많으면서 중재 전 준수율이 낮았던 호흡기내과(18.75%에서 90.00%)와 정형외과(15.38%에서 80.00%)에서도 준수율이 크게 향상되었다(모두 $P < .001$).

점검자별 준수율의 변화

총 15명의 전담 감염관리 점검자가 연구에 참여하였다. 담당 사례가 5건 미만인 점검자 1명은 통계 분석에서 제외하였다.

나머지 점검자 14명 모두에서 담당 사례의 전체 준수율은 중재 후 유의하게 증가하였다(모두 $P < .05$).

이러한 결과는 표준화된 점검 도구와 통합 교육을 통해 점검자들이 일관되게 중재를 수행할 수 있었음을 시사한다[Table A3, Supplemental Material A].

개별 준수율의 변화

중재 후 22개 번들 조치 중 21개에서 준수율이 유의하게 향상되었다. 유일한 예외는 영상검사 후 환경 소독으로, 준수율은 증가하였으나 Bonferroni 보정 후 통계적 유의성에 도달하지 못하였다($P = .021$)[Table 2].

준수를 개선 기여 요인에 대한 파레토 분석

준수율이 유의하게 개선된 21개 조치를 대상으로 파레토 분석을 시행하여 주요 개선 기여 요인을 파악하였다. 파레토 원칙에 따라 13개 핵심 조치가 확인되었으며, 이들의 누적 기여도는 전체 개선의 82.34%였다[Fig 1].

기여도가 가장 높은 상위 3개 조치는 퇴원 후 종결 소독($\Delta = 59.65\%$, 기여도 8.47%), 간병인 교육 제공($\Delta = 55.71\%$, 기여도 7.91%), 간병인의 주의사항 이해($\Delta = 54.91\%$, 기여도 7.79%)였다. 그 밖의 주요 조치로는 다제내성균 보유 상태 공유와 격리 관련 행정 절차가 있었다. 이러한 결과는 중재의 전반적인 성공이 주로 종결 청소 강화, 간병인의 적극적 참여, 표준화된 격리 프로토콜에 의해 이루어졌음을 시사한다.

Table 2. 점검 중재 전후 개별 MDRO 예방관리 조치의 준수율

Prevention measures	Applicable cases	Preintervention [n (%)]	Postintervention [n (%)]	P value	Significant after Bonferroni
Transfer, communication, and education					
Caregiver education provided	499	201 (40.28)	479 (95.99)	< .001	Yes
Caregiver understanding of precautions	499	203 (40.68)	477 (95.59)	< .001	Yes
Caregiver compliance with precautions	445	167 (37.53)	409 (91.91)	< .001	Yes
Notification of the receiving department prior to transfer	108	81 (75.00)	105 (97.22)	< .001	Yes
Environmental disinfection after imaging examinations	20	10 (50.00)	18 (90.00)	.021	No
Management and isolation precautions					
Issuance of isolation orders	702	307 (43.73)	656 (93.45)	< .001	Yes
Posting of isolation signs	702	320 (45.58)	670 (95.44)	< .001	Yes
No room-sharing with high-risk patients	696	397 (57.04)	431 (61.93)	< .001	Yes
Communication of MDRO status during morning handover	689	315 (45.72)	663 (96.23)	< .001	Yes
Dedicated nursing staff assigned	696	308 (44.25)	440 (63.22)	< .001	Yes
Restricted access to patient room	697	211 (30.27)	283 (40.60)	< .001	Yes
Procedures performed after other patients	623	218 (34.99)	441 (70.79)	< .001	Yes
Hand hygiene and personal protective equipment					
Alcohol-based handrub available at bedside	700	404 (57.71)	673 (96.14)	< .001	Yes
Hand hygiene performed	436	339 (77.75)	418 (95.87)	< .001	Yes
Correct hand hygiene technique	420	282 (67.14)	355 (84.52)	< .001	Yes
Gloves worn for contact with body fluids	350	296 (84.57)	344 (98.29)	< .001	Yes
Isolation gown worn for contact with body fluids	295	147 (49.83)	234 (79.32)	< .001	Yes
Environment and equipment disinfection					
Dedicated use of patient-care items	519	288 (55.49)	385 (74.18)	< .001	Yes
Disinfection of shared equipment after use	196	134 (68.37)	175 (89.29)	< .001	Yes
Thrice-daily disinfection of bed linens	689	364 (52.83)	631 (91.58)	< .001	Yes
Bed unit cleaned with disposable disinfectant wipes	682	356 (52.20)	633 (92.82)	< .001	Yes
Terminal disinfection	57	22 (38.60)	56 (98.25)	< .001	Yes

주: 자료는 준수 사례 수와 준수율[n(%)]로 제시하였다. 개별 조치의 중재 전후 준수율은 대응 McNemar 검정(적절한 경우 정확 이항검정)으로 비교하였다.

다중 검정에 따른 1종 오류를 통제하기 위해 Bonferroni 보정을 적용하였으며, 유의수준은 $\alpha = 0.00227(0.05/22)$ 로 설정하였다.

*Yes는 Bonferroni 보정 후에도 통계적 유의성이 유지되었음을 나타낸다($P < .00227$). MDRO, 다제내성균.

전체 준수율에 대한 GEE 분석

보정하지 않은 GEE 모형에서 중재 후 전체 준수율은 중재 전보다 34.19%p 증가하였다($\beta = 34.19$, 95% CI: 31.78-36.59, $P < .001$)

[Table 3]. 공변량을 보정한 후에도 개선 폭은 24.97%p로 유의하게 유지되어($\beta = 24.97$, 95% CI: 22.28-27.66, $P < .001$), 점검의 독립적 효과가 확인되었다.

보정 모형에서는 전체 준수율과 관련된 주요 요인도 확인되었다. ICU에 비해 일반 병동의 준수율이 낮았다($\beta = -12.79$, 95% CI: -16.68 to -8.90, $P < .001$). 간병인의 존재 역시 준수율을 낮추었다($\beta = -13.11$, 95% CI: -16.75 to -9.46, $P < .001$). 반면 병상 단위 격리($\beta = 41.97$, $P < .001$)와 1인실 격리($\beta = 47.28$, $P < .001$)는 준수율을 유의하게 향상시켰다.

형광 마커를 이용한 환경청소 품질의 객관적 평가

2024년 2분기부터 2025년 4분기까지 다제내성균 환자가 입원한 병동의 다빈도 접촉 표면에 총 8,348개의 형광 마커를 도포하였다. 환경청소 준수율을 나타내는 전체 형광 마커 제거율은 82.58%(8,348개 중 6,894개)였다. 분기별 추세 분석 결과, 모니터링 기간 동안 청소 준수율에 어느 정도 변동이 있었다(79.35%-86.49%; $\chi^2 = 41.501$, $P < .001$)[Fig A1 A]. 표면 유형별로 층화한 결과, 청소 효과에 유의한 차이가 있었다($\chi^2 = 513.429$, $P < .001$)[Fig A1 B]. 수도꼭지 손잡이(94.70%)와 침대 난간(90.29%) 같은 일반적인 넓은 표면은 형광 마커 제거율이 높았다. 반면, 전등 스위치(61.78%)와 소형 부품(44.00%)같은 작고 불규칙한 표면은 제거율이 현저히 낮아 종결 청소시 충분히 청소되지 않는 주요 부위로 나타났다.

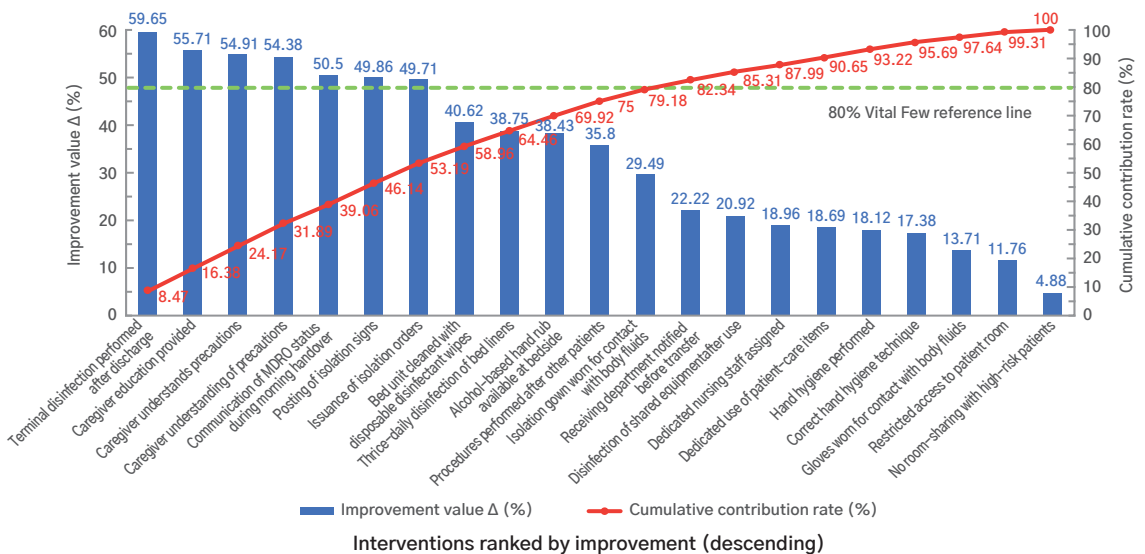


Fig 1. 점검 중재 후 MDRO 예방관리 조치별 개선 폭의 파레토 차트. 주. 파란색 막대는 중재 전후 준수율을 바탕으로 산출한 각 중재의 절대 개선 폭(Δ, %p)을 나타낸다. 빨간색 선은 누적 기여율을, 초록색 점선은 80% 기준선을 나타낸다. 특히 상위 13개 중재가 전체 개선의 80% 이상을 견인하였다.

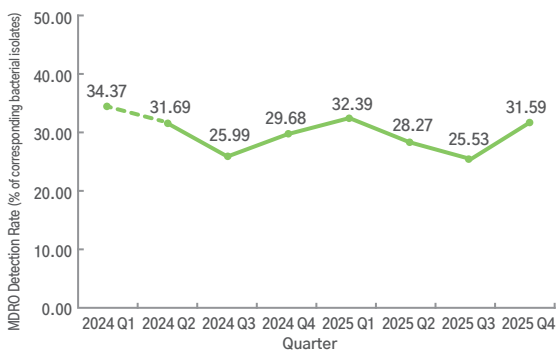


Fig 2. 표적 다제내성균 검출률의 분기별 추세(2024-2025). 주. y축은 MDRO 검출률(%)을 나타내며, (표적 MDRO 분리주 수/해당 군종의 전체 분리주 수) × 100%로 산출하였다. 표적 MDRO에는 [메티실린내성 *Staphylococcus aureus*(MRSA), 반코마이신내성 *Enterococcus*(VRE), 카바페넴내성 *Enterobacterales*(CRE), 카바페넴내성 *Klebsiella pneumoniae*(CRKP), 카바페넴내성 *Acinetobacter baumannii*(CRAB), 카바페넴내성 *Pseudomonas aeruginosa*(CRPA)]이 포함된다. 가로 점선은 기준치(2024년 1분기)를 나타낸다. 점검 중재는 2024년 2분기에 시작되었다.

Table 3. 전체 준수를 관련 요인에 대한 GEE 분석

Model	Variable	β (95% CI)	P value
Unadjusted	Postaudit (vs preaudit)	34.19 (31.78-36.59)	< .001
Adjusted model	Postaudit (vs preaudit)	24.97 (22.28-27.66)	< .001
	General ward (vs ICU)	-12.79 (-16.68 to -8.90)	< .001
	Bedside isolation (vs no isolation)	41.97 (38.54-45.40)	< .001
	Single room (vs no isolation)	47.28 (43.09-51.48)	< .001
	≥ 1 caregiver (vs no caregiver)	-13.11 (-16.75 to -9.46)	< .001
	Hospital-acquired (vs community-acquired)	1.43 (-0.89-3.74)	.227
	Number of MDRO species	2.70 (-1.90-7.30)	.250

주: β 회귀계수. 보정 모형에는 제시된 모든 변수와 개별 점검자를 공변량으로 포함하였다. 점검자별 상세 계수는 Supplementary Table S1에 제시하였다. P값은 Wald 검정으로 산출하였다. GEE, 일반화추정방정식; CI, 신뢰구간; ICU, 중환자실; MDRO, 다제내성균.

표적 다제내성균의 분기별 검출률

표적 다제내성균의 분기별 검출률을 2차 결과 변수로 모니터링하였다. [Fig 2]에서 보듯이 검출률은 연구 기간 내내 변동하였으며, 2024년 1분기의 중재 전 기준치는 34.37%(643건 중 221건)였다. 2024년 2분기 중재 시작 이후 7개 분기 모두 이 기준치보다 낮게 유지되었고 2025년 3분기에 최저치인 25.5%(709건 중 181건)에 도달하였다. 2024년 3분기에도 비슷한 최저치(25.5%, 812건 중 211건)가 관찰되어 계절적 패턴이 반복될 가능성을 시사하였다. Cochran-Armitage 검정에서 통계적으로 유의한 선형 감소 추세는 나타나지 않았으나 ($\chi^2 = 2.722, P = .099$), 다제내성균 검출률이 중재 전 기준치보다 낮게 유지된 점은 임상적으로 의미 있는 결과로 해석할 수 있다.

고찰

다제내성균은 병원에서 지속적인 위협으로 유행, 입원 기간 연장, 사망률 증가의 원인이 되지만, [16] 예방 지침의 준수는 여전히 일관되게 준수되지 않고 있다. [17] 본 연구에서는 통합적인 폐쇄형루프 점검 및 피드백 중재 후 다제내성균 예방 조치의 준수율이 24.97%p 증가하였으며 이 효과는 진료과, 격리 유형, 간병인 유무의 차이를 보정한 후에도 관련성이 유지되었다. 이는 점검 및 피드백이 전문가의 행동 변화를 촉진하는 주요 수단임을 뒷받침한다. [18] 이러한 중재의 필요성은 종이 기반 보고와 주관적인 육안 점검에 의존하여 피드백 제공이 지연되었던 기존 감염예방관리 체계에 대한 평가에서 비롯되었다.

본 연구의 폐쇄형루프 시스템은 3개월간의 엄격한 개발 단계와 이후 실시간 모바일 피드백의 도입을 통해 기존 체계의 미흡한 점을 보완하였다. 그 효과는 감염관리를 사후적 점검하는 업무에서 진료 현장에서 즉각적으로 실천하는 표준 업무로 전환하는 데 기여한 것으로 보인다. 표준화된 점검과 모바일 애플리케이션을 통한 실시간 병상 현장 피드백을 결합함으로써, [19] 지침에 대한 지식을 실제 임상 수행으로 옮기는 과정의 어려움을 줄이고, [20] 이를 통해 업무 부담이 큰 환경에서도 기존 관행을 개선하기 쉽게 하였다.

유의하게 개선된 21개 조치에 대한 파레토 분석 결과, 13개 핵심 조치가 전체 준수율 개선의 82.34%를 차지하였다. 이 조치들은 환경청소, 간병인 교육, 격리 프로토콜에 집중되어 있었다. 파레토 원칙은 일반적으로 소수의 핵심 요인이 결과에 크게 기여한다는 점을 강조한다. 그러나 본 연구에서는 누적 기여율 80%에 도달하기 위해 분석 대상 조치의 60% 이상이 필요했으며, 이는 다제내성균 전파 차단에 여러 측면의 조치가 함께 필요함을 보여준다. 이처럼 개선 기여도가 높은 조치를 파악하는 것은 가능한 모든 중재에 노력을 분산하기보다 자원 배분을 최적화하는 표적 감염관리 전략의 효율성을 보여준다. [21] 특히, 유의하게 개선되지 않은 유일한 조치는 영상 검사 후 환경 소독이었다. 이 조치는 서로 다른 부서 간 협조에 크게 의존하며, 병동 내 중재만으로 해결하기 어려운 체계적 과제를 보여준다. [22, 23] 병동 내 중재는 효과적이었지만 환자 이송 중이나 공용 시설 내에서 엄격한 감염관리 기준을 유지하는 것은 여전히 어려움이 있었다. 이러한 공용 공간의 환경청소 책임은 직종 간에 명확히 구분되지 않은 경우가 많고 [24, 25] 비임상 인력의 감염관리 인식도 부족한 경우가 많다. [26] 따라서 향후 감염예방관리 체계는 보다 넓은 시스템 관점에서 표준화된 프로토콜, 명확한 책임 분담, 지속적인 점검을 병동뿐만 아니라 진단·치료

부서까지 확대해야 한다. 또한, 본 연구의 중재 전 자료에서 지역사회 획득 다제내성균의 55% 이상이 1차, 2차 병원 또는 다른 3차 병원에서 전원된 환자였다. 본 지역의 요양시설은 의료서비스보다는 주로 사회적·일상 생활 지원을 제공하므로, 다제내성균 전파가 장기요양시설보다는 의료기관 간 전원과 더 밀접하게 관계된다. 이는 지역 의료 네트워크에 포함된 1차, 2차 병원까지 다제내성균 감시와 표준화된 감염예방관리 교육을 확대해야 할 시급한 필요성을 보여준다.

준수를 개선 정도는 포함된 22개 진료과에 따라 달랐다. ICU와 같은 고위험 부서는 93% 이상의 준수율을 유지하였고 호흡기내과와 정형외과처럼 초기에 취약했던 부서도 70% 이상으로 큰 폭의 향상을 보였다. 정형외과(15.38%)와 호흡기내과(18.75%)의 현재치 낮은 중재 전 준수율은 이들 부서가 병원 획득 다제내성균 사례의 상당 부분을 차지하였다는 점과 함께 일반 병동 특유의 운영상 어려움을 반영하는 것으로 보인다. 정형외과에서는 재활을 위한 잦은 환자 이동과 휠체어, 보행기 등 공용 이동 보조기구에 대한 높은 의존도로 인해 접촉주의와 환경 소독을 지속적으로 유지하는 데 상당한 공백이 생긴다. 호흡기내과에서는 많은 양의 호흡기 분비물과 잦은 병상 기도 처치로 인해 환경 교차오염 위험이 높아진다. 또한, GEE 모형에서 뒷받침하듯이 이들 일반 병동에는 가족 간병인이 밀집해 있다. ICU의 폐쇄적이고 인력이 충분한 환경과 달리, 이들 병동에서는 비공식적으로 교육받은 간병인이 상주하고 자주 교대하여 병상 단위 격리 절차를 철저히 준수하기가 매우 어렵다. 이러한 개선에도 불구하고 보정 GEE 모형에서는 일반 병동과 ICU 간 준수율 격차가 지속되는 것으로 나타났다. 이러한 차이는 근본적인 운영상의 차이를 반영한다. 즉, ICU는 폐쇄적 관리와 높은 인력 배치의 이점을 누리는 반면, [27] 일반 병동은 빠른 환자 회전과 책임 분산이라는 어려움에 직면한다. [28]

향후 일반 병동의 감염예방관리 중재는 이러한 운영상 제약을 완화하고 비중환자 환경에서 지속적인 준수를 보장하기 위해 업무 흐름 단순화와 자동 알림을 우선시해야 한다.

보정 GEE 모형은 전체 준수율과 독립적으로 관련된 여러 임상 요인을 확인하였다. 병상 단위 격리와 1인실 격리 모두 높은 준수율과 관련이 있었으며 이는 다인실에서의 접촉주의가 1인실 격리만큼 효과적일 수 있다는 근거와 일치한다. [29] 병상 단위 격리로 얻은 상당한 개선은 자원이 제한된 환경에서도 이 전략을 적용할 수 있음을 뒷받침하며, 이는 명확한 시각적 안내가 의료진과 간병인의 인지적 부담을 줄였기 때문으로 보인다. [30] 반면, 가족 간병인이 있는 경우에는 준수율이 낮아 가족 중심 돌봄 체계의 취약점이 드러났다. 이러한 환경에서 자주 교대하는 비공식 간병인은 부적절한 손위생으로 인해 이동하는 전파 매개체 역할을 하는 경우가 많다. [31] 이들은 적절한 교육 없이 감염관리 책임을 떠맡는 경우가 많고 잦은 교대로 인해 다제내성균 보균에 관한 정보 교환이 단절된다. [32] 이러한 임상적 현실 외에도 이러한 음의 상관관계는 일부 평가 방식의 영향도 반영한다. 과거 준수율이 낮았던 간병인 관련 지표는 간병인이 있을 때만 평가되므로, 해당 환자의 전체 준수율이 구조적으로 낮아질 수 있다. 따라서, 이 결과는 평가 방식에 따른 편향과 실제 간병 과정의 어려움을 모두 반영하며 의료진, 환자, 간병인으로 이루어진 탄력적인 삼자 관계를 구축하기 위해 지속적인 간병인 교육을 일상적인 임상 업무에 포함해야 한다.

인적 요인과 함께 병원체의 저장소로 작용하는 물리적 환경의 역할도

준수를 개선에 기여한 주요 조치

파레토 분석 결과, 감염예방관리 준수를 전체 개선의 80% 이상을 함께 차지한 13개 핵심 조치가 확인되었다. 가장 기여도가 큰 3개 조치는 다음과 같다.

1. 환자 퇴원 후 철저한 종결 환경 소독
2. 모든 가족 간병인에 대한 표준화된 감염관리 교육
3. 간병인이 접촉격리 주의사항을 충분히 이해하고 준수하도록 하는 맞춤형 교육

감염예방관리 준수를 극대화하기 위한 근거 기반 전략

1. 신속한 모바일 기반 폐쇄형루프 피드백을 도입한다. 기존의 월 1회 종이 기반 점검을 전용 모바일 시스템으로 대체하여 24-48시간 이내에 점검 결과와 현장 시정 지도를 전달함으로써, 미준수 확인부터 시정까지 걸리는 시간을 단축한다.
2. 자원이 제한된 병동에서는 병상 단위 격리를 활용한다. 1인실을 이용할 수 없는 경우, 눈에 잘 띄는 경고 표지를 활용한 표준화된 병상 단위 격리가 의료진과 가족 등 비공식 간병인의 인지적 부담을 효과적으로 낮춘다.
3. 간병인 관리를 일상적인 임상 업무 흐름에 포함한다. 가족 간병인은 일반 병동에서 간과되기 쉬운 병원체 전파원이 될 수 있다. 정기적인 모니터링과 반복 교육을 통해 간병인을 잠재적 오염원에서 MDRO 확산 차단역의 협력적 참여자로 전환할 수 있다.

실무 적용 가능성과 시간 부담

22개 항목 변형 점검 체크리스트는 임상 효율성에 맞게 최적화되어 있다. 모든 점검자가 통일된 표준화 교육을 이수한 후에는 현장 관찰과 직원 문의에 환자당 약 5분만 소요되며, 지속 가능한 일상 감시가 가능하다.

강조되어야 한다.[33] 형광 마커를 이용한 객관적 평가에서 뚜렷한 차이가 확인되었다. 넓고 평평한 표면은 적절히 청소되었으나, 전등 스위치나 복잡한 장비 부품과 같은 작고 불규칙한 다빈도 접촉 표면은 형광 마커 제거율이 유의하게 낮아 종결 청소의 지속적인 사각지대로 나타났다. 이러한 차이는 인지적 장벽과 물리적 장벽 모두에서 비롯된 것으로 보인다. 즉, 직원이 눈에 잘 띄는 부위를 우선시하면서 복잡한 형태의 표면을 놓치거나,[34] 민감한 전자 기기의 조작부가 손상될 것을 우려하여 충분히 닦지 않을 수 있기 때문이다.[35] 오염된 표면이 병원체 전파에 기여한다는 점을 고려하면,[36] 청소가 충분히 이루어졌다는 추정에 의존하기보다 객관적인 평가 결과와 피드백에 근거하여 청소를 개선해야 한다.

효과적인 전략으로는 체크리스트 기반 프로토콜, 시각 자료를 활용한 필요한 시점에 제공하는 교육, 피드백을 동반한 객관적 모니터링 등이 있다.[37] 객관적 모니터링 개념을 발전시켜 최근 연구에서는 카메라를 이용한 직접 관찰로 청소 직원에게 즉각적인 피드백을 제공하는 방법의 효과가 강조되었다. 예를 들어, Singh 등은 원격 영상 점검이 고위험 격리실에서 감염예방 프로토콜 준수를 유의하게 향상시킨다는 것을 입증하였다.[38] 또한, Yuan 등은 인공지능 보조 교육 및 모니터링 프로그램이 병원 환경미화 인력의 전반적인 청소 역량을 크게 향상시킨다는 것을 발견하였다.[39] 본 연구는 청소의 최종 결과를 평가하기 위해 형광 마커를 이용하였으나 이러한 카메라 기반 기술은 실시간 피드백을 제공한다. 지속적인 영상 점검을 본 연구의 모바일 피드백 시스템과 결합하는 것은 환경 소독 준수율을 극대화하기 위한 매우 효과적인 향후 전략이 될 수 있다.

궁극적으로 이러한 표적 중재의 복합적 효과는 연구 기간 내내 중재 전 기준치보다 일관되게 낮게 유지된 분기별 다제내성균 검출률에 반영되었다. 다제내성균 검출률의 감소 추세는 통계적으로 유의하지 않았으며, 이는 중재 후 추적 기간이 비교적 짧고 계절적 변동이 반복되었기 때문일 수 있으나 기준치보다 낮게 지속적으로 유지된 점은 임상적으로 고무적이다. 본 연구 결과는 기존 관행을 개선하기 위해 세밀한 점검, 실제

적용이 가능한 격리 절차, 체계적인 간병인 참여, 환경청소 강화를 결합한 통합 중재가 필요함을 보여준다. 이러한 체계적 접근은 항균제 내성에 지속적으로 대응할 수 있는 역량을 강화하는데 매우 중요하다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 본 연구는 단일기관 유사실험 설계로 결과를 일반화하는 데 한계가 있으며, 인과관계를 확정하기 어렵다. 둘째, 감염예방관리 조치에 대한 직접 관찰로 호손 효과가 발생하여 평소의 준수율이 과대평가되었을 수 있다. 셋째, 연구 기간이 길어 계절적 다제내성균 변동이나 장기 추세 등 측정되지 않은 교란요인이 결과에 영향을 미쳤을 수 있다.

마지막으로, 간병인 관련 지표의 구성에 따른 구조적 채점 편향으로 인해 간병인이 있는 환자와 없는 환자 간 준수율을 직접 비교하는 데 한계가 있다. 이러한 결과를 검증하기 위해 향후 다기관 무작위 시험이 필요하다.

결론

통합 점검 및 피드백 시스템은 개선이 필요한 부분에 초점을 맞춘 중재와 실시간 피드백을 통해 감염예방관리 조치 준수를 효과적으로 향상시킨다. 다제내성균 전파를 성공적으로 차단하려면 병상 단위 격리와 체계적인 간병인 관리를 일상적인 임상 업무에 포함해야 한다. 향후에는 부서 간 연계 점검을 강화하고 업무 절차와 책임 체계를 체계적으로 개선하여, 환경위생을 향상시키고 항균제 내성에 대한 대응 역량을 강화해야 한다.

Acknowledgments

We thank the Health Commission of Gansu Province, China, for the financial support of this study.

APPENDIX A. SUPPORTING INFORMATION

Supplementary data associated with this article can be found in the online version at doi:10.1016/j.ajic.2026.08.017.

References

- [1] Kalin G, Alp E, Chouaikh A, Roger C. Antimicrobial multidrug resistance: clinical implications for infection management in critically ill patients. *Microorganisms*. 2023;11:2575–2593.
- [2] Boutin S, Scherrer M, Späth I, et al. Cross-contamination of carbapenem-resistant Gram-negative bacteria between patients and the hospital environment in the first year of a newly built surgical ward. *J Hosp Infect*. 2024;144:118–127.
- [3] Wang L, Chen H, Zhang Y, et al. Global antibiotic consumption and regional antimicrobial resistance, 2010–21: an analysis of pharmaceutical sales and antimicrobial resistance surveillance data. *Lancet Glob Health*. 2025;13:e1880–e1891.
- [4] World Health Organization. *The WHO AWaRe (Access, Watch, Reserve) Antibiotic Book*. Geneva: World Health Organization; 2023.
- [5] Centers for Disease Control and Prevention. *MDRO Prevention and Control*. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 2024.
- [6] National Health Commission of the People's Republic of China. *National Action Plan to Contain Antimicrobial Resistance (2022–2025)*. Beijing: National Health Commission of the People's Republic of China; 2022.
- [7] Asgedom AA. Status of infection prevention and control as per the WHO standardised infection prevention and control assessment framework tool. *Infect Prev Pract*. 2024;6:100351.
- [8] Clancy C, Delungahawatta T, Dunne CP. Hand-hygiene-related clinical trials reported between 2014 and 2020: a systematic review. *J Hosp Infect*. 2021;111:6–26.
- [9] Silva MT, Galvao TF, Chapman E, et al. Dissemination interventions to improve healthcare workers' adherence with infection prevention and control guidelines: a systematic review and meta-analysis. *Implement Sci*. 2021;16:92.
- [10] Ricchizzi E, Latour K, Kärki T, et al. Antimicrobial use in European long-term care facilities: results from the third point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use, 2016 to 2017. *Eur Surveill*. 2018;23 1800394-1800402.
- [11] Issac A, Nayak SG, George R, et al. Facilitators and barriers to hand hygiene compliance among health care providers in hospital settings: a qualitative systematic review. *Nurs Health Sci*. 2026;28:e70297.
- [12] Park JY, Pardosi JF, Respati T, et al. Exploring factors influencing the compliance of patients and family carers with infection prevention and control recommendations across Bangladesh, Indonesia, and South Korea. *Front Public Health*. 2022;10:1056610.
- [13] Madran B, Demir ZI, Yalcin B, et al. Reasons for insufficient compliance with infection prevention and control measures in the intensive care unit: a qualitative study conducted in Türkiye in 2024. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2025;14:71–78.
- [14] Ivers N, Yogasingam S, Lacroix M, et al. Audit and feedback: effects on professional practice. *Cochrane Database Syst Rev*. 2025;Cd000259.
- [15] Huang SS, Singh R, McKinnell JA, et al. Decolonization to reduce postdischarge infection risk among MRSA carriers. *N Engl J Med*. 2019;380:638–650.
- [16] Debast SB, van den Bos-Kromhout MI, de Vries-van Rossum SV, et al. Aquatic reservoir-associated outbreaks of multi-drug-resistant bacteria: a hospital outbreak report of *Pseudomonas aeruginosa* in perspective from the Dutch national surveillance databases. *J Hosp Infect*. 2025;162:310–318.
- [17] Fabre V, Secaira C, Herzig C, et al. Contextual barriers to infection prevention and control program implementation in hospitals in Latin America: a mixed methods evaluation. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2024;13:132–142.
- [18] Fontaine G, Vinette B, Weight C, et al. Effects of implementation strategies on nursing practice and patient outcomes: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Implement Sci*. 2024;19:68–98.
- [19] Livshitz-Riven I, Azulay H, Koyfman L, et al. The long-term impact of immediate verbal feedback of hand hygiene compliance after overt observation sessions, as assessed by continuous closed-circuit television monitoring in an intensive care setting. *Arch Public Health*. 2022;80:141–146.
- [20] Lin TY, Lin CT, Chen KM, et al. Information technology on hand hygiene compliance among health care professionals: a systematic review and meta-analysis. *J Nurs Manag*. 2021;29:1857–1868.
- [21] Houghton C, Meskill P, Delaney H, et al. Barriers and facilitators to healthcare workers' adherence with infection prevention and control guidelines for respiratory infectious diseases: a rapid qualitative evidence synthesis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;4:Cd013582.

- [22] Hynes D, Aghajafari P, Janne d'Othée B. Role of interventional radiology in the management of infection. *Semin Ultrasound CT MR*. 2020;41:20–32.
- [23] Karels EM, Voss J, Arends R, et al. Impact of infection control education on gas- trointestinal endoscopy procedural staff. *Gastroenterol Nurs*. 2022;45:91–100.
- [24] Boncea EE, Expert P, Honeyford K, et al. Association between intrahospital transfer and hospital-acquired infection in the elderly: a retrospective case- control study in a UK hospital network. *BMJ Qual Saf*. 2021;30:457–466.
- [25] Dancer SJ, Kramer A. Four steps to clean hospitals: LOOK, PLAN, CLEAN and DRY. *J Hosp Infect*. 2019;103:e1–e8.
- [26] Desta M, Ayenew T, Sitotaw N, et al. Knowledge, practice and associated factors of infection prevention among healthcare workers in Debre Markos referral hos- pital, Northwest Ethiopia. *BMC Health Serv Res*. 2018;18:465–474.
- [27] Zingg W, Holmes A, Dettenkofer M, et al. Hospital organisation, management, and structure for prevention of health- care-associated infection: a systematic review and expert consensus. *Lancet Infect Dis*. 2015;15:212–224.
- [28] Ding L, Gao F. Effectiveness of a multidisciplinary collaborative management model in the control of hospital-acquired infections caused by multidrug- resistant organisms. *Medicine*. 2025;104:e45345.
- [29] Kluytmans-van den Bergh MFQ, Bruijning-Verhagen PCJ, Vandenbroucke-Grauls C, et al. Contact precautions in single-bed or multiple-bed rooms for patients with extended-spectrum β -lactamase-producing Enterobacteriaceae in Dutch hospitals: a cluster-randomised, crossover, non-inferiority study. *Lancet Infect Dis*. 2019;19:1069–1079.
- [30] Clack L, Stühlinger M, Meier MT, et al. User-centred participatory design of visual cues for isolation precautions. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2019;8:179–191.
- [31] Jonas N, Valerian DM, Henry S, et al. Prevalence and antimicrobial susceptibility pattern of gram-negative bacteria contaminating the hands of patients' visitors at regional referral hospitals in Dar-es-Salaam. *PLoS One*. 2025;20:e0320700.
- [32] Shang J, Chastain AM, McDonald MV, et al. Infection prevention and control knowledge, attitudes, and practices among patients and informal caregivers in home-based care: a systematic review. *Am J Infect Control*. 2026;54:71–87.
- [33] Otter JA, Yezli S, Salkeld JA, et al. Evidence that contaminated surfaces contribute to the transmission of hospital pathogens and an overview of strategies to ad- dress contaminated surfaces in hospital settings. *Am J Infect Control*. 2013;41:S6–S11.
- [34] Carling PC, Parry MF, Bruno-Murtha LA, et al. Improving environmental hygiene in 27 intensive care units to decrease multidrug-resistant bacterial transmission. *Crit Care Med*. 2010;38:1054–1059.
- [35] Thomas RE, Thomas BC, Lorenzetti D, et al. Hospital and long-term care facility environmental service workers' training, skills, activities and effectiveness in cleaning and disinfection: a systematic review. *J Hosp Infect*. 2022;124:56–66.
- [36] Thomas RE, Thomas BC, Conly J, et al. Cleaning and disinfecting surfaces in hospitals and long-term care facilities for reducing hospital- and facility-ac- quired bacterial and viral infections: a systematic review. *J Hosp Infect*. 2022;122:9–26.
- [37] Mitchell BG, Hall L, White N, et al. An environmental cleaning bundle and health- care-associated infections in hospitals (REACH): a multicentre, randomised trial. *Lancet Infect Dis*. 2019;19:410–418.
- [38] Singh V, Malhotra P, Khatri A, et al. Evaluating compliance with infection pre- vention protocols in red-box rooms via remote video auditing. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2021;42:1282–1284.
- [39] Yuan Y, Liu B, Wei X, et al. Effectiveness of an artificial intelligence-assisted training program on cleaning competency among hospital environmental service staff. *BMC Health Serv Res*. 2026;26:564–570.

감염예방 소식지

INFECTION PREVENTION
NEWSLETTER