



주간 건강과 질병

PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 19, No. 4, January 29, 2026

Content

조사/감시 보고

173 국내 보건기관의 매개모기 방제 약품 구매 자료를 활용한 방제 현황 분석(2019-2023년)

연구 논문

188 코로나바이러스감염증-19 유행 이후 수도권역 내 지자체 감염병 대응 역량 조사 연구

정책 보고

217 민관합동 감염관리 모의훈련과정 운영 성과 및 향후 방향

질병 통계

230 하루 과일 및 채소 500 g 이상 섭취자 분율 추이, 2016-2024년



KDCA

Korea Disease Control and
Prevention Agency

Aims and Scope

주간 건강과 질병(*Public Health Weekly Report*) (약어명: *Public Health Wkly Rep*, PHWR)은 질병관리청의 공식 학술지이다.

주간 건강과 질병은 국가 공중보건 관련 조사·감시·연구 결과에 대한 근거 기반의 실용적이며 권위있는 정보를 보건의료인, 공중보건 종사자, 역학자, 국민 등에게 신속하고 정확하게 제공하는 목적으로 발행된다.

주간 건강과 질병은 신속한 전문가 심사를 거쳐 감염병과 비감염성 질병, 손상과 중독, 건강증진 등과 관련된 조사/감시 보고, 집단발병 보고, 현장 보고, 연구 논문, 리뷰와 전망, 권고 보고와 정책 보고 등의 원고를 게재한다. 주간 건강과 질병은 주로 국내의 공중보건 관련 정보를 제공하지만 전 세계 연구자들의 투고를 환영한다.

About the Journal

주간 건강과 질병(eISSN: 2586-0860)은 질병관리청에서 발간하는 학술지이다.

주간 건강과 질병은 연간 50호의 주간 발간 학술지로 매주 목요일에 발행되며, 신속한 전문가 심사 과정을 통해 정보를 적시에 공유한다. 주간 건강과 질병은 오픈 액세스(Open Access) 학술지로, 저작물 이용 약관(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)에 따라 원본이 적절히 인용되는 조건하에 제한없이 사용이 가능하다.

Submission and Subscription Information

주간 건강과 질병에 투고하고자 하는 모든 논문의 접수는 주간 건강과 질병의 온라인 투고시스템(<https://www.phwr.org/submission>)을 통해서 가능하며 논문투고 시 필요한 모든 내용은 원고 투고 규정과 보고 지침을 참고한다. 주간 건강과 질병은 학술지 홈페이지(<https://phwr.org> 또는 <https://eng.phwr.org>)를 통해 주간 단위로 게시되고 있으며, 무료로 구독 가능하다. 정기적 구독을 원하시는 분은 이메일(phwrcdc@korea.kr)로 신청할 수 있다.

기타 모든 문의는 전화(+82-43-719-7557, 7552, 7561, 7562), 팩스(+82-43-719-7569) 또는 이메일(phwrcdc@korea.kr)을 통해 가능하다.

발행일: 2026년 1월 29일

발행인: 임승관

발행처: 질병관리청

편집사무국: 질병관리청 질병감시전략담당관
(28159) 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 187 오송보건의료행정타운
전화. +82-43-719-7557, 7552, 7561, 7562, 팩스. +82-43-719-7569
이메일. phwrcdc@korea.kr
홈페이지. (국문) <https://phwr.org> (영문) <https://eng.phwr.org>

편집제작: ㈜메드랑
(04521) 서울시 중구 무교로 32, 효령빌딩 2층
전화. +82-2-325-2093, 팩스. +82-2-325-2095
이메일. info@medrang.co.kr
홈페이지. <http://www.medrang.co.kr>

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency

This is an Open Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

편집위원장

최보울

한양대학교 의과대학

부편집위원장

곽진

전북대학교 의과대학

손현진

동아대학교 의과대학

류소연

조선대학교 의과대학

염준섭

연세대학교 의과대학

박지혁

동국대학교 의과대학

하미나

단국대학교 의과대학

편집위원

고현선

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원

권윤형

질병관리청

김동현

한림대학교 의과대학

김성순

질병관리청

김수영

한림대학교 의과대학

김용우

질병관리청 국립보건연구원

김윤희

인하대학교 의과대학

김은진

질병관리청

김중곤

서울의료원

김호

서울대학교 보건대학원

박영준

질병관리청

백선경

질병관리청

송경준

서울대학교병원운영 서울특별시보라매병원

송진수

서울대학교 의과대학

신다연

인하대학교 자연과학대학

안정훈

이화여자대학교 신산업융합대학

엄중식

가천대학교 의과대학

오경원

질병관리청

오주환

서울대학교 의과대학

유석현

가톨릭대학교 의과대학

유영

고려대학교 의과대학

유효순

질병관리청

이경주

동작구 건강관리청

이선희

부산대학교 의과대학

이윤환

아주대학교 의과대학

이재갑

한림대학교 의과대학

이혁민

연세대학교 의과대학

이형민

질병관리청

전경만

삼성서울병원

정은옥

건국대학교 이과대학

정재훈

고려대학교 보건대학원

최선화

국가수리과학연구소

최원석

고려대학교 의과대학

최은화

서울대학교어린이병원

허미나

건국대학교 의과대학

사무국

권정민

질병관리청

김시우

질병관리청

김재홍

질병관리청

박희빈

질병관리청

이희재

질병관리청

원고편집인

이문주

(주)메드랑

국내 보건기관의 매개모기 방제 약품 구매 자료를 활용한 방제 현황 분석 (2019–2023년)

장창원 , 김기훈 , 조선란 , 이희일*

질병관리청 진단분석국 매개체분석과

초 록

목적: 모기는 전세계적으로 다양한 질병을 전파할 수 있는 매개체이다. 국내에서는 말라리아와 일본뇌염, 국외에서는 뎅기열, 지카바이러스, 웨스트나일열 등 질병을 매개할 수 있다. 이러한 질병을 매개하는 모기로부터 국민의 건강과 안전을 보호하기 위해 전국 보건기관에서는 모기 밀도 감소를 위한 방제 활동을 수행하고 있다. 본 조사는 최근 5년(2019–2023년)간 전국 보건기관에서 구매한 모기 방제 약품 현황을 분석하여, 향후 국민의 건강과 환경에 안전한 물질을 사용하는데 필요한 기초자료를 마련하고자 한다.

방법: 질병관리청 매개체분석과에서는 최근 5년간 전국 보건기관에서의 방제 현황을 분석하기 위해, 각 기관에서 구매하여 사용하고 있는 모기 방제 약품을 조사하였다.

결과: 구매된 방제 약품을 물질별(화학물질, 친환경물질), 성장단계별(성충, 유충), 원제별로 구분하여 확인한 결과, 매개모기 방제를 위해 화학물질이 94.0%, 미생물살충제 등 친환경물질이 6.0% 사용되었다. 성충 방제의 비중이 74.1%로 유충방제 비중 25.9%에 비해 약 3배 높았다. 또한 원제성분에 따라 분석한 결과, 대부분 피레스로이드계 살충제를 방제에 사용하고 있음을 확인하였다. 여전히 화학적 및 성충 방제 비중이 높은 추세지만, 2019년 대비 2023년 친환경물질과 유충 방제 비중이 소폭 증가됨을 확인하였다.

결론: 연도별로 물질별, 성장단계별로 구매한 모기 방제 약품 현황을 분석한 결과, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 하지만, 본 조사를 통해 매개모기 관리를 위한 방제 활동이 환경에 안전한 물질을 사용하는 환경친화적인 방제로 점진적으로 전환되고 있음을 알 수 있었다.

주요 검색어: 모기; 질병; 방제; 약품

서 론

최근 급격한 도시화와 기후변화로 인해 모기 등 위생 해충

의 발생이 증가하고 있으며, 이에 따라 초여름부터 늦가을까지 모기로 인한 피해 및 민원도 꾸준히 증가하고 있는 추세이다[1]. 특히, 얼룩날개모기와 작은빨간집모기는 각각 말라리아

Received April 1, 2025 Revised October 14, 2025 Accepted October 17, 2025

*Corresponding author: 이희일, Tel: +82-43-719-8560, E-mail: isak@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



KDCA
Korea Disease Control and Prevention Agency

핵심요약**① 이전에 알려진 내용은?**

전국 보건기관에서 모기 발생 밀도 감소와 모기 매개 질병의 확산 방지를 위해 주로 화학물질을 활용하여 방제를 수행하고 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

여전히 화학물질과 성충 방제 비중이 높은 상황이지만, 2019년 대비 2023년 친환경물질과 유충 방제 비중이 소폭 증가하고 있음을 확인하였다.

③ 시사점은?

성충 모기 발생의 근본적인 원인인 모기 유충을 제거하여 무분별한 약품 사용을 줄이고, 환경친화적인 방제로 전환되고 있음을 보여준다.

아와 일본뇌염 같은 국내 토착 질병을 매개할 수 있어 주의가 필요하다. 한편 뎅기열, 지카바이러스, 웨스트나일열 등[2]은 아직 국내에 유입되지 않았지만, 국제 교류 확대와 해외여행 증가로 인해 해외 유입 환자가 지속적으로 발생하고 있다. 이러한 해외 모기 매개 질병이 국내로 유입될 경우, 국내 전역에 분포하고 있는 흰줄숲모기와 빨간집모기로 인해 빠르게 확산될 우려가 크다.

이에 따라, 전국 보건기관에서는 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따라 관할지역에서 발생하는 감염병 매개모기의 밀도를 줄이기 위해, 물리적(유문등, LED트랩), 화학적(잔류분무, 공간분무), 생물학적(천적 활용 등) 방제법을 활용하고 있다. 이 중 노동력이 적으며, 넓은 범위를 빠르게 작업할 수 있는 성충 모기 대상의 화학적 방제가 주를 이루어 수행되고 있다. 반면, 미국 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention), 환경보호청(Environmental Protection Agency), 세계보건기구(World Health Organization)에서는 모기 유충 및 번데기 단계에서 집중 방제하는 것이 모기 성충 발생을 사전 차단할 수 있는 가장 효과적인 방법이라 언급하고 있다[3]. 본 조사는 최근 5년

(2019-2023년)간 전국 보건기관에서 구매하여 사용하고 있는 약품 분석을 통해 방제 현황을 파악함으로써, 향후 국민의 건강과 환경에 안전한 물질을 사용하는데 필요한 기초자료를 마련하고자 한다.

방 법

전국 259개 보건기관의 현황은 보건복지부에서 발행한 「전국 지역보건의료기관」 자료를 참고하였다[4]. 전국 보건기관에서 구매하여 사용하고 있는 감염병 매개모기 방제 약품(감염병예방용 살충제) 현황은 2019년 1월부터 2023년 12월 까지 조달청 「특정물품 조달 내역」에서 확인하였으며[5], 구매 약품 중에서 모기 외 위생 해충, 동물용 의약품, 기피제는 분석 대상에서 제외하였다. 또한, 연도별로 물질별(화학물질, 친환경물질), 성장단계별(성충, 유충) 방제 약품 구매 현황 변화를 분석하기 위해 회귀분석(regression analysis)과 z-검정을 통해 통계적 유의성을 확인하였다. 원제는 구매한 비용을 합산한 후, 백분율로 환산하였다. 본 분석은 전국 보건기관에서 구매한 방제 약품을 모두 사용한다고 가정하였다.

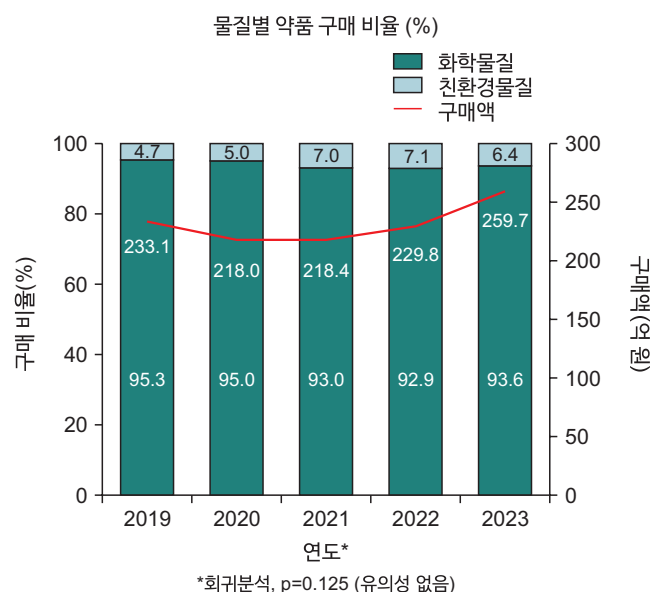


그림 1. 2019-2023년 물질별 약품 구매현황

결 과

1. 방제에 사용하는 물질(화학물질, 친환경물질)의 변화

화학물질의 평균 방제 비중은 94.0%로 친환경물질(6.0%)을 활용한 방제에 비해 현저히 높은 비중을 차지하였다. 또한, 최근 5년간 물질별 방제 비중은 연도별로 소폭 증가 추세를 보이지만, 의미 있는 차이는 보이지 않았다(그림 1).

전국 보건기관을 대상으로 물질별 방제 비중의 변화를 확인하기 위해 2019년과 2023년을 서로 비교한 결과(표 1), 화학물질은 1.7% 감소, 친환경물질은 1.7% 증가하였다. 친환경물질의 경우, 부산(△2.5%), 전남(△1.6%), 인천(△1.2%), 울산(△0.3%)을 제외한 나머지 13개 지역에서 사용 비중이 증가하였고, 그 중 가장 많이 증가한 지역은 충남(▲10.4%) 지역으로 확인되었다.

2. 성장단계별(성충, 유충) 방제 수행 현황

성장단계별 평균 방제 비중을 분석한 결과, 성충(74.1%)

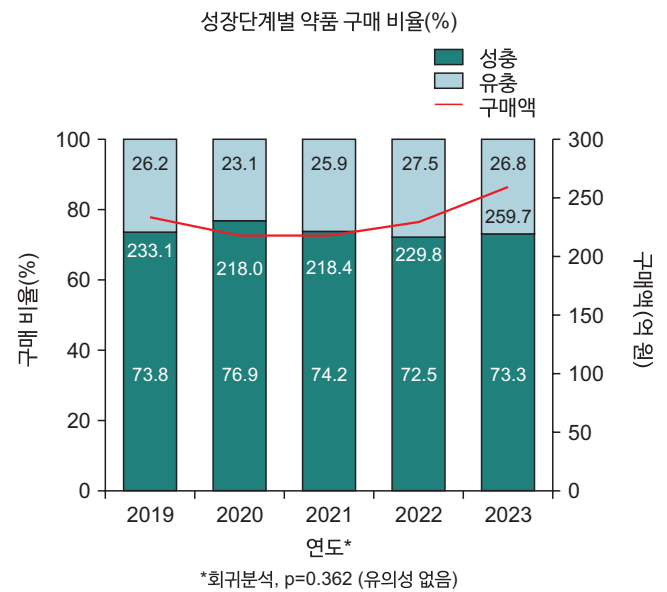


그림 2. 2019-2023년 성장단계별 약품 구매현황

표 1. 2019년, 2023년 전국 시·도별 물질별 방제 약품 사용 비중

시·도	2019년 사용 비중			2023년 사용 비중			증감 비중*		
	화학물질 (%)	친환경물질 (%)	구매액	화학물질 (%)	친환경물질 (%)	구매액	화학물질 (%)	친환경물질 (%)	구매액
강원	99.2	0.8	1,022	94.4	5.6	1,281	△4.8	▲4.8	▲259
경기	89.7	10.3	3,839	89.0	11.0	4,527	△0.7	▲0.7	▲688
경남	96.7	3.3	2,498	95.7	4.3	2,595	△1.0	▲1.0	▲97
경북	100.0	-	1,840	95.0	5.0	1,729	△5.0	▲5.0	△111
광주	98.5	1.5	423	96.3	3.7	489	△2.2	▲2.2	▲66
대구	96.3	3.7	684	95.7	4.3	890	△0.6	▲0.6	▲206
대전	95.7	4.3	339	89.5	10.5	368	△6.2	▲6.2	▲29
부산	96.2	3.8	1,345	98.7	1.3	1,468	▲2.5	△2.5	▲123
서울	88.7	11.3	1,108	88.3	11.7	1,415	△0.4	▲0.4	▲307
세종	96.0	4.0	123	95.4	4.6	129	△0.6	▲0.6	▲6
울산	98.5	1.5	330	98.8	1.2	333	▲0.3	△0.3	▲3
인천	96.8	3.2	919	98.0	2.0	1,204	▲1.2	△1.2	▲285
전남	96.0	4.0	4,050	97.6	2.4	4,450	▲1.6	△1.6	▲400
전북	97.8	2.2	1,258	95.8	4.2	1,473	△2.0	▲2.0	▲215
제주	96.0	4.0	185	94.8	5.2	324	△1.2	▲1.2	▲139
충남	95.7	4.3	2,110	85.3	14.7	2,010	△10.4	▲10.4	△100
충북	94.8	5.2	1,233	91.8	8.2	1,281	△3.0	▲3.0	▲48
합계	95.3	4.7	23,306	93.6	6.4	25,966	△1.7	▲1.7	▲2,660

단위: 백만 원. ▲=증가; △=감소. *z-검정(p=0.398).

이 유충(25.9%) 방제보다 약 3배 많이 수행되고 있었다. 최근 5년간의 방제 수행 비중은 연도별로 큰 차이를 보이지 않고 유사한 수준으로 수행되고 있음을 확인하였다(그림 2).

전국 보건기관을 대상으로 성장단계별 방제 비중의 변화를 확인하기 위해 2019년과 2023년을 서로 비교한 결과(표 2), 성충 약품은 0.5% 감소, 유충 약품은 0.5% 증가하였다. 유충 방제는 세종(▲13.8%), 서울(▲8.0%), 경기(▲2.9%), 경남(▲2.1%), 경북(▲1.7%), 충남(▲1.5%), 대구(▲1.4%), 울산(▲0.8%) 지역 순으로 크게 증가하였고 그 중 가장 많이 증가한 지역은 세종으로 확인되었다.

3. 방제에 사용하는 살충제 원제

최근 5년(2019-2023년)간 전국 보건기관에서 가장 많이 사용한 방제 약품의 원제 비중을 조사한 결과, 조사기간 대부분 피레스로이드 계열의 약제가 5순위까지 높은 비중을 차지하였다. 2019년의 1순위는 d-페노트린(23.1%)이었으며, 다

음으로는 에토펙프록스(18.4%), 람다싸이할로트린(11.9%), 비펜트린(10.3%), 델타메트린(9.2%) 순으로 사용되었으나 2020년 이후부터는 비펜트린 대신 모기 유충 방제에 활용되는 유기인계 약품인 테메포스가 포함되었다(표 3).

논 의

본 조사를 통해 전국 보건기관은 국내에서 발생하는 모기 밀도 감소를 위해 화학물질이 함유된 방제 약품을 주로 사용하는 것으로 확인되었다. 이는 화학물질이 친환경물질보다 살충효과가 빠르기 때문인 것으로 판단된다. 하지만 화학물질은 모기 내성 발생과 환경오염에 대한 우려로 환경에 안전한 물질을 사용해야 한다는 시민들의 관심과 인식 변화[6]로 친환경 물질 사용 비중이 2019년에 비해 2023년에 소폭 증가하는 경향을 보이나, 통계적으로 유의성은 없었다(표 1).

미국 캘리포니아주 알라메다 카운티 모기 감시 보고서

표 2. 2019년, 2023년 전국 시·도별 성장단계별 방제 약품 사용 비중

시·도	2019년 사용 비중			2023년 사용 비중			증감 비중*		
	성충(%)	유충(%)	구매액	성충(%)	유충(%)	구매액	성충(%)	유충(%)	구매액
강원	73.9	26.1	1,022	74.6	25.4	1,282	▲0.7	△0.7	▲260
경기	70.9	29.1	3,841	68.0	32.0	4,527	△2.9	▲2.9	▲686
경남	76.3	23.7	2,498	74.2	25.8	2,596	△2.1	▲2.1	▲98
경북	81.8	18.2	1,840	80.1	19.9	1,729	△1.7	▲1.7	△111
광주	78.4	21.6	424	78.9	21.1	489	▲0.5	△0.5	▲65
대구	71.9	28.1	684	70.5	29.5	890	△1.4	▲1.4	▲206
대전	70.0	30.0	338	71.8	28.2	368	▲1.8	△1.8	▲30
부산	69.5	30.5	1,345	70.4	29.6	1,468	▲0.9	△0.9	▲123
서울	50.7	49.3	1,107	42.7	57.3	1,416	△8.0	▲8.0	▲309
세종	87.7	12.3	123	73.9	26.1	129	△13.8	▲13.8	▲6
울산	77.2	22.8	330	76.4	23.6	332	△0.8	▲0.8	▲2
인천	58.7	41.3	919	65.6	34.4	1,203	▲6.9	△6.9	▲284
전남	80.9	19.1	4,051	84.1	15.9	4,451	▲3.2	△3.2	▲400
전북	78.3	21.7	1,258	79.9	20.1	1,473	▲1.6	△1.6	▲215
제주	92.6	7.4	184	95.5	4.5	325	▲2.9	△2.9	▲141
충남	69.7	30.3	2,110	68.2	31.8	2,009	△1.5	▲1.5	△101
충북	77.1	22.9	1,233	80.4	19.6	1,280	▲3.3	△3.3	▲47
합계	73.8	26.2	23,306	73.3	26.7	25,966	△0.5	▲0.5	▲2,660

단위: 백만 원. ▲=증가; △=감소. *z-검정(p=0.887).

표 3. 2019-2023년 원제별 약품 사용 비중

순번	원제(사용 비중, %)									
	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년					
1	d-페노트린 ^{a)}	23.1	d-페노트린	24.7	d-페노트린	29.1	d-페노트린	30.1	d-페노트린	28.1
2	에토펜프록스 ^{a)}	18.4	에토펜프록스	18.6	에토펜프록스	17.4	에토펜프록스	20.1	에토펜프록스	18.5
3	람다사이 할로트린 ^{a)}	11.9	람다사이 할로트린	11.5	람다사이 할로트린	12.9	람다사이 할로트린	12.5	람다사이 할로트린	10.6
4	비펜트린 ^{a)}	10.3	델타메트린	10.4	델타메트린	8.3	테메포스	7.3	델타메트린	8.2
5	델타메트린 ^{a)}	9.2	테메포스	7.3	테메포스	6.8	델타메트린	6.9	테메포스	8.1
6	테메포스 ^{b)}	8.7	비펜트린	6.5	비펜트린	6.7	비펜트린	5.7	프랄+디-T80- 시페노트린	5.3
7	사이퍼메트린 ^{a)}	4.0	사이퍼메트린	4.1	사이퍼메트린	3.8	사이퍼메트린	3.0	비펜트린	4.2
8	디플루벤주론 ^{c)}	2.1	페메트린	3.2	디플루벤주론	2.3	디플루벤주론	2.5	사이퍼메트린	3.3
9	d-페노트린+ 프탈트린 ^{d)}	2.0	d-페노트린+ 프탈트린	2.0	Bti	1.9	Bti	2.1	디노테퓨란	2.8
10	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i> (Bti) ^{e)}	1.9	디플루벤주론	1.9	디-시스/트랜스 프랄레트린 ^{a)}	1.7	프랄+디-T80- 시페노트린	1.6	디플루벤주론	2.5
11	디노테퓨란 ^{f)}	1.5	Bti	1.6	d-페노트린+프 탈트린	1.6	d-페노트린+프 탈트린	1.3	Bti	2.0
12	페메트린 ^{a)}	1.2	디노테퓨란	1.2	디노테퓨란	1.5	디노테퓨란	1.1	d-페노트린+ 프탈트린	1.6
13	이미다클 로프리트 ^{f)}	1.2	프랄+디-T80- 시페노트린	1.2	페메트린	1.3	페메트린	1.0	-	-
14	프랄+디-T80- 시페노트린 ^{d)}	1.1	이미다클 로프리트	1.1	피레트린엑스	1.2	-	-	-	-
15	-	-	-	-	이미다클 로프리트	1.1	-	-	-	-
16	기타(11개)	3.4	기타(11개)	4.7	기타(7개)	2.3	기타(14개)	4.7	기타(13개)	4.6

^{a)}피레스로이드계 살충제. ^{b)}유기인계 살충제. ^{c)}곤충성장억제제. ^{d)}합성 살충제. ^{e)}미생물 살충제. ^{f)}네오니코티노이드계 살충제.

(2022-2023년)에서는 미생물살충제, 곤충성장억제제, 성충 방제 약품 순으로 모기가 발생하는 지점을 관리하고 있으며, 물리적(유충 서식지 제거, 환경 관리 등), 화학적(곤충성장억제제 등), 생물학적(천적물고기, 미생물살충제 등) 방제를 통해 모기 매개 질병을 전파시키는 성충 모기 발생의 근본적인 원인인 유충을 제거하려는 노력을 기울이고 있다[7].

국내의 경우, 최근 5년(2019-2023년)간 전국 보건기관에서 사용하는 성장단계별 방제 현황을 조사한 결과 유충(25.9%)보다 성충(74.1%) 방제가 약 3배 많이 수행되고 있음을 확인되었다. 이는 전국 보건기관에서 현재 실시하고 있는

모기 성충과 유충의 방제 작업 방식이 반영된 결과로 보여진다. 모기 유충을 관리하기 위해서는 유충이 서식할 수 있는 곳(물 고인 하수구, 관개수로, 물웅덩이, 인공용기, 페타이어 등)을 일일이 탐색하고 약제를 살포해야 한다. 반면, 성충 모기 관리는 방역 차량을 이용하여 방제 약품을 살포함으로써 유충보다 넓은 범위를 빠르게 작업할 수 있다. 또한, 유충 방제보다 노동력이 적으며 가시적인 효과를 보여줄 수 있기 때문에 성충 작업 방식을 선호하는 것으로 판단된다.

하지만 이러한 성충 방제 작업 방식은 성충 모기의 서식 유무와 상관없이 서식할만한 곳에 방제 약품을 살포하고 있

다. 이때 화학물질을 과도하게 사용할 경우, 작업자의 신체에 직접적인 노출로 인한 중독, 장기 사용에 따른 모기의 내성 발생, 환경 오염 등의 문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제를 최소화하기 위해서는 모기 방제 약품을 취급할 때 반드시 적절한 보호장비(보호복, 보호안경, 모자, 장갑, 안전화 등)를 착용해야 한다. 반면, 친환경물질은 화학물질에 비해 인체와 환경에 미치는 피해가 상대적으로 적고, 모기 내성 발생 가능성도 낮아 지속 가능한 방제 수단으로 주목 받고 있다. 그러나 일부 사람에게는 피부 자극이나 알레르기 반응을 유발할 수 있으므로, 사용 시에는 화학물질과 마찬가지로 보호장비를 착용하는 것이 바람직하다. 만약 신체에 노출된 경우, 즉시 작업을 중단하고 비눗물이나 흐르는 물로 노출 부위를 깨끗이 씻어야 한다. 또한, 방제 약품은 반드시 환경부에서 승인된 제품을 사용하고, 사용 시에는 정해진 용법·용량을 준수해야 한다. 더 이상 사용하지 않는 약품은 폐기물관리법에 따라 적절히 폐기함으로써 화학물질과 친환경물질로 인한 부작용과 환경 피해를 최소화해야 한다[8].

최근 5년(2019-2023년)간 전국 보건기관에서 가장 많이 사용한 방제 약품의 원제는 대부분 피레스로이드계열의 약품으로 확인되었다. 이는 제충국에서 추출한 천연 약품인 피레트린에서 유래한 합성 화학물질로 유기인계 약품보다 포유류에 미치는 독성이 낮고 살충 효과가 지속된다는 장점으로 전 세계적으로 많이 사용되고 있으며, 방제 약품 시장의 30% 이상이 피레스로이드계열의 약품이 차지하고 있기 때문인 것으로 판단된다[9].

국내의 경우, 최근 5년간 전국 보건기관에서 사용한 피레스로이드계열의 약품 사용 비중은 구매액(그림 1, 2) 기준으로 69.4% (2019년), 71.0% (2020년), 69.4% (2021년), 67.0% (2022년), 65.9% (2023년)로 확인되었다[5]. 이는 국외뿐만 아니라 국내에서도 피레스로이드계열 약품이 매년 많은 비중으로 사용되고 있음을 보여준다.

본 조사에서 확인된 약품 원제에서 2020년부터는 유기인

계 약품인 테메포스 사용 비중이 증가하여 5순위 안에 포함되었다. 테메포스는 모기 유충을 타겟으로한 유기인계 약품으로 콜린에스트라제(cholinesterase) 분비 억제 작용으로 신경계 혼란을 유도하여 4령기 유충뿐만 아니라 번데기도 살충시킬 수 있다[10]. 테메포스는 해를 거듭할수록 사용 비중이 증가하고 있으며, 그 외 모기 유충의 발육과정에 관여하는 특정 호르몬의 작용을 방해(탈피호르몬 또는 키틴합성저해)하여 정상적인 성장을 억제시키는 곤충성장억제제(insect growth regulator)인 디플루벤주론, 포자를 형성하는 토양 박테리아로 포자 내 생성된 독성단백질을 모기 유충이 섭취하면 중장(위)을 파괴하여 치사 시키는 미생물살충제인 *bacillus thuringiensis israelensis* [8] 또한 사용 비중이 증가하고 있음을 확인하였다(표 3).

2019년과 2023년 물질별(화학물질, 친환경물질), 성장단계별(성충, 유충) 방제 약품 구매 현황을 서로 비교한 결과, 화학물질과 친환경물질 비중은 큰 변화 없이 유사하게 나타났으며, 2019년에 비해 화학물질은 1.7% 감소, 친환경물질은 1.7% 증가하였다. 이는 부산(△2.5%), 전남(△1.6%), 인천(△1.2%), 울산(△0.3%) 지역을 제외한 13개 지역에서 친환경물질 방제 비중이 소폭 증가하였기 때문인 것으로 판단된다.

성충과 유충 또한 2019년과 2023년 사용 비중은 큰 변화 없이 유사하게 나타났으며, 2019년에 비해 성충 약품은 0.5% 감소, 유충 약품은 0.5% 증가하였다. 이는 세종(▲13.8%), 서울(▲8.0%), 경기(▲2.9%), 경남(▲2.1%), 경북(▲1.7%), 충남(▲1.5%), 대구(▲1.4%), 울산(▲0.8%) 지역에서 사용 비중이 증가하면서 유충 비중이 소폭 증가한 것으로 판단된다.

최근 5년(2019-2023년)간 전국 보건기관에서 사용하는 방제 약품을 활용하여 방제 수행 현황을 물질별(화학물질, 친환경물질), 성장단계별(성충, 유충), 원제별로 정리하였다. 그 결과, 2023년에 사용되고 있는 모기 방제 약품은 2019년에 비해 친환경물질 사용 비중이 소폭 증가했을 뿐만 아니라, 모기 유충 대상의 방제 약품 비중 또한 소폭 증가하고 있음을 확

인하였다.

연도별로 물질별, 성장단계별 방제 현황을 회귀분석과 z-검정으로 분석한 결과, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 다만, 최근 5년간 친환경물질 및 유충 대상의 방제 비중이 소폭 증가한 점은 시민들의 관심과 인식 변화에 따라 환경친화적인 방제로 전환되고 있음을 시사한다. 따라서, 본 조사 결과는 향후 국내 보건기관의 모기 방제 계획 수립 시 환경에 안전한 물질 사용 확대를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Author Contributions: Conceptualization: HIL. Data curation: CWJ, GHK. Formal analysis: CWJ, GHK, SRC. Investigation: SRC, CWJ, GHK. Methodology: HIL, SRC, CWJ. Project administration: HIL. Resources: SRC, CWJ, GHK. Supervision: HIL. Validation: SRC. Visualization: HIL, SRC, CWJ. Writing – original draft: CWJ. Writing – review & editing: HIL, SRC, CWJ.

References

1. Baek SH. Increase in Mosquito Complaints [Internet]. KBS News; 2024 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=8125696>
2. Franklins LHV, Jones KE, Redding DW, Abubakar I. The effect of global change on mosquito-borne disease. *Lancet Infect Dis* 2019;19:e302-12.
3. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Larval Source Management and Other Vector Control Interventions [Internet]. CDC; 2024 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <https://www.cdc.gov/malaria/php/public-health-strategy/larval-management.html>
4. Ministry of Health and Welfare. Nationwide Health Care Institutions [Internet]. Ministry of Health and Welfare; 2024 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <https://www.mohw.go.kr/menu.es?mid=a10706010400>
5. Public Procurement Service. Korea ON-line E-Procurement System [Internet]. Public Procurement Service; c2016 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <https://shop.g2b.go.kr/>
6. Kwon SM. Citizen Participation Mosquito Control [Internet]. Gwangmyeong Citizen Newspaper; 2024 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <http://www.kmtimes.net/news/articleView.html?idxno=34653>
7. Alameda County Mosquito Abatement District. Alameda County Mosquito Abatement District 91st and 92nd Annual Report 2022-2023. [Internet]. Alameda County Mosquito Abatement District; 2024 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <https://www.mosquitoes.org/>
8. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Disease-borne mosquito control guidelines. KDCA; 2024.
9. Choi YH, Moon KW. Association between urinary 3-phenoxybenzoic acid concentrations and self-reported diabetes in Korean adults: Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS) Cycle 2~3 (2012~2017). *J Environ Health Sci* 2022;48:96-105.
10. Wikipedia. Temefos [Internet]. Wikipedia; 2025 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <https://en.wikipedia.org/wiki/Temefos>

Surveillance Report

Analysis of Vector Mosquito Control Status Using Insecticide Purchase Data from Public Health Institutions in the Republic of Korea (2019–2023)

Chang-Won Jang , Gi-Hun Kim , Sun-Ran Cho , Hee-Il Lee* 

Division of Vectors and Parasitic Diseases, Department of Laboratory Diagnosis and Analysis, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

ABSTRACT

Objectives: Mosquitoes transmit various diseases worldwide. In the Republic of Korea, they spread malaria and Japanese encephalitis, while dengue, Zika, and West Nile virus are concerns abroad. To protect public health, health institutions nationwide carry out mosquito control activities. This survey aims to provide foundational data for the safe and biorational use of mosquito control agents by analyzing purchase and usage trends from 2019 to 2023.

Methods: The Korea Disease Control and Prevention Agency analyzed mosquito control agents purchased by national health institutions over five years, categorized by substance type, growth stage, and raw material.

Results: On average, 94.0% of agents were chemical substances and 6.0% were biorational, such as microbial pesticides. Adult-targeted agents accounted for 74.1% and larval agents 25.9%. Pyrethroids were the most commonly used. While chemical and adult-targeted agents remain dominant, the proportion of biorational and larval control agents slightly increased in 2023 compared to 2019.

Conclusions: Although annual differences were not statistically significant, the results suggest a gradual shift toward environmentally friendly mosquito control using safer substances.

Key words: Mosquito; Disease; Control; Insecticide

*Corresponding author: Hee-Il Lee, Tel: +82-43-719-8560, E-mail: isak@korea.kr

Introduction

Rapid urbanization and climate change in recent years have led to an increase in the occurrence of medical pests such as mosquitoes. Both the damage caused by mosquitoes and related complaints have been steadily increasing from early summer to late autumn [1]. Of particular concern are *Anopheles* mosquitoes and *Culex tritaeniorhynchus*, which pose significant public health risks due to their role in the transmission of

endemic diseases such as malaria and Japanese encephalitis, respectively. While diseases such as dengue fever, Zika virus infection, and West Nile fever [2] have not yet been introduced to the Republic of Korea (ROK), the ongoing emergence of imported cases remains a persistent concern because largely attributable to the escalating trend of international exchanges and overseas travel. The introduction of such mosquito-borne diseases from overseas carries a significant risk of rapid spread throughout ROK due to the presence of *Aedes albopictus* and

Key messages

① What is known previously?

Local governments and health institutions across the country mainly use chemicals to reduce mosquito density and prevent the spread of mosquito-borne diseases.

② What new information is presented?

Although the purchasing ratio of chemicals and adult substance is still high, it was confirmed that the proportion of purchases of eco-friendly substances and larval control agents will increase slightly in 2023 compared to 2019.

③ What are implications?

It shows that larvae, the underlying cause of adult mosquito outbreaks, are being eliminated, reducing indiscriminate insecticide use and shifting toward environmentally friendly control.

Cx. pipiens complex, which are widespread across the nation.

In accordance with the provisions of the Infectious Disease Control and Prevention Act, health agencies are implementing various control methods, including physical (light traps and LED traps), chemical (residual spraying and space spraying), and biological (predator utilization, etc.) methods, to reduce the density of mosquitoes within their respective jurisdictions. Among these, chemical control of adult mosquitoes is the primary method of intervention because of requiring less labor and the capacity to cover a wide area quickly. However, the US Centers for Disease Control and Prevention, the Environmental Protection Agency, and the World Health Organization assert that control initiatives should focus on the mosquito larval and pupal stages, as this approach has been identified as the most efficacious strategy to impede the emergence of adult mosquitoes [3]. This study aims to analyze the

status of mosquito control methods with agents purchased and used by public health centers nationwide over the past five years (2019–2023). This kind analysis can be established as fundamental data necessary for the future use of substances that are safe for human health and the environment.

Methods

The status of 259 health institutions nationwide was obtained from the “National Regional Health Care Institutions” data published by the Ministry of Health and Welfare [4]. The status of infectious disease–vector mosquito control chemicals purchased and used by national health institutions was obtained from the “Procurement Details for Specific Items” by the Public Procurement Service from January 2019 to December 2023 [5]. In the course of the analysis, the chemicals intended for the control of non-mosquito pests, veterinary drugs, and repellents were excluded from this study. Furthermore, regression analysis and z-tests were performed to confirm statistical significance when analyzing changes in the purchase status of control agents by year, substance type (chemical and environmentally friendly substances), and growth stage of mosquito (adults and larvae). The costs of the purchased raw materials were aggregated and converted into percentages.

Results

1. Changes in Substances Used for Mosquito Control (Chemical and Environmentally Friendly Substances)

An analysis of the average proportion of control methods by substance revealed that chemical control methods accounted

for 94.0% of mosquito vector control efforts, which was significantly higher than the proportion using environmentally

friendly substances (6.0%). The proportion showed a slight increase over the past five years, but no meaningful difference was observed (Figure 1).

A comparison of 2019 and 2023 data across national health institutions to identify changes in the proportion of mosquito control methods by substance type (Table 1) revealed a 1.7% increase in environmentally friendly substances. The use of environmentally friendly substances increased in 13 regions excluding Busan ($\Delta 2.5\%$), Jeonnam ($\Delta 1.6\%$), Incheon ($\Delta 1.2\%$), and Ulsan ($\Delta 0.3\%$). Among these, Chungnam ($\Delta 10.4\%$) showed the largest increase.

2. Current Status of Mosquito Control by Growth Stage (Adults and Larvae)

An analysis of the average proportion of control measures

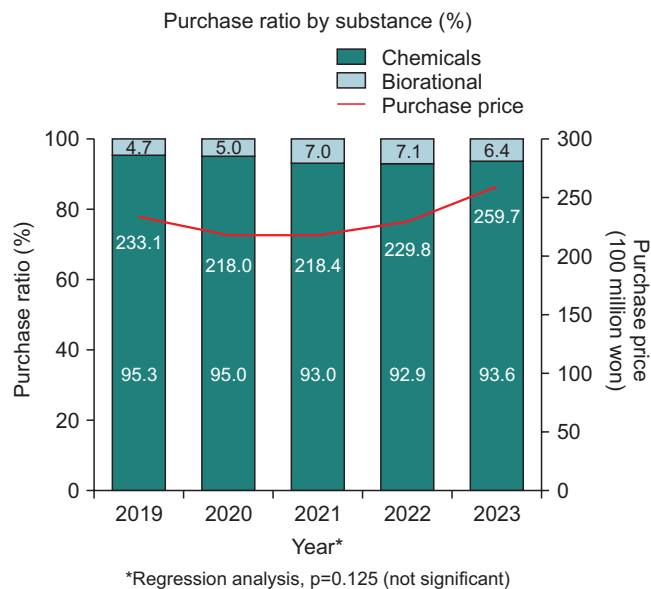


Figure 1. Purchase ratio by substance (2019–2023)

Table 1. Proportion of pesticide use by province and substance in 2019 and 2023

Provinces	2019 proportion of use			2023 proportion of use			Increase/decrease proportion*		
	Chemicals (%)	Biorational (%)	Purchasing price	Chemicals (%)	Biorational (%)	Purchasing price	Chemicals (%)	Biorational (%)	Purchasing price
Gwangwon-do	99.2	0.8	1,022	94.4	5.6	1,281	$\Delta 4.8$	$\blacktriangle 4.8$	$\blacktriangle 259$
Gyeonggi-do	89.7	10.3	3,839	89.0	11.0	4,527	$\Delta 0.7$	$\blacktriangle 0.7$	$\blacktriangle 688$
Gyeongsangnam-do	96.7	3.3	2,498	95.7	4.3	2,595	$\Delta 1.0$	$\blacktriangle 1.0$	$\blacktriangle 97$
Gyeongsangbuk-do	100.0	-	1,840	95.0	5.0	1,729	$\Delta 5.0$	$\blacktriangle 5.0$	$\Delta 111$
Gwangju	98.5	1.5	423	96.3	3.7	489	$\Delta 2.2$	$\blacktriangle 2.2$	$\blacktriangle 66$
Daegu	96.3	3.7	684	95.7	4.3	890	$\Delta 0.6$	$\blacktriangle 0.6$	$\blacktriangle 206$
Daejeon	95.7	4.3	339	89.5	10.5	368	$\Delta 6.2$	$\blacktriangle 6.2$	$\blacktriangle 29$
Busan	96.2	3.8	1,345	98.7	1.3	1,468	$\blacktriangle 2.5$	$\Delta 2.5$	$\blacktriangle 123$
Seoul	88.7	11.3	1,108	88.3	11.7	1,415	$\Delta 0.4$	$\blacktriangle 0.4$	$\blacktriangle 307$
Sejong	96.0	4.0	123	95.4	4.6	129	$\Delta 0.6$	$\blacktriangle 0.6$	$\blacktriangle 6$
Ulsan	98.5	1.5	330	98.8	1.2	333	$\blacktriangle 0.3$	$\Delta 0.3$	$\blacktriangle 3$
Incheon	96.8	3.2	919	98.0	2.0	1,204	$\blacktriangle 1.2$	$\Delta 1.2$	$\blacktriangle 285$
Jeollanam-do	96.0	4.0	4,050	97.6	2.4	4,450	$\blacktriangle 1.6$	$\Delta 1.6$	$\blacktriangle 400$
Jeollabuk-do	97.8	2.2	1,258	95.8	4.2	1,473	$\Delta 2.0$	$\blacktriangle 2.0$	$\blacktriangle 215$
Jeju-do	96.0	4.0	185	94.8	5.2	324	$\Delta 1.2$	$\blacktriangle 1.2$	$\blacktriangle 139$
Chungcheongnam-do	95.7	4.3	2,110	85.3	14.7	2,010	$\Delta 10.4$	$\blacktriangle 10.4$	$\Delta 100$
Chungcheongbuk-do	94.8	5.2	1,233	91.8	8.2	1,281	$\Delta 3.0$	$\blacktriangle 3.0$	$\blacktriangle 48$
Total	95.3	4.7	23,306	93.6	6.4	25,966	$\Delta 1.7$	$\blacktriangle 1.7$	$\blacktriangle 2,660$

Unit: million won. $\blacktriangle$ =increase; Δ =decrease. *z-test (p=0.398).

by growth stage revealed that adult control (74.1%) was implemented approximately three times more frequently than larval

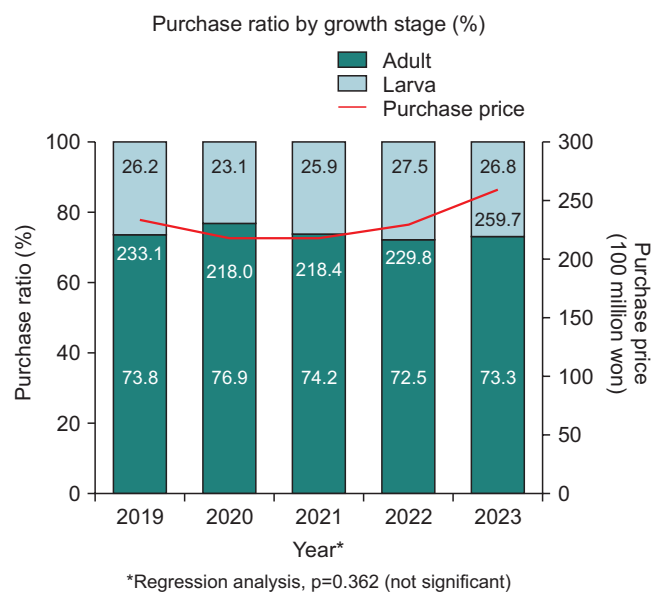


Figure 2. Purchase ratio by growth stage (2019–2023)

control (25.9%). The proportion of mosquito control activities by growth stage remained consistent over the past five years, exhibiting no significant annual variation (Figure 2).

A comparison of 2019 and 2023 data across national health institutions to identify changes in the proportion of mosquito control methods by growth stage (Table 2) revealed a 0.5% increase in larval control substances. Larval control increased in the following regions: Sejong (▲13.8%), Seoul (▲8.0%), Gyeonggi (▲2.9%), Gyeongnam (▲2.1%), Gyeongbuk (▲1.7%), Chungnam (▲1.5%), Daegu (▲1.4%), and Ulsan (▲0.8%).

3. Insecticides Active Ingredients Used for Mosquito Control

According to a survey on the proportion of active

Table 2. Proportion of pesticide use by province and growth stage in 2019 and 2023

Provinces	2019 proportion of use			2023 proportion of use			Increase/decrease proportion*		
	Adult (%)	Larva (%)	Purchasing price	Adult (%)	Larva (%)	Purchasing price	Adult (%)	Larva (%)	Purchasing price
Gwangwon-do	73.9	26.1	1,022	74.6	25.4	1,282	▲0.7	△0.7	▲260
Gyeonggi-do	70.9	29.1	3,841	68.0	32.0	4,527	△2.9	▲2.9	▲686
Gyeongsangnam-do	76.3	23.7	2,498	74.2	25.8	2,596	△2.1	▲2.1	▲98
Gyeongsangbuk-do	81.8	18.2	1,840	80.1	19.9	1,729	△1.7	▲1.7	△111
Gwangju	78.4	21.6	424	78.9	21.1	489	▲0.5	△0.5	▲65
Daegu	71.9	28.1	684	70.5	29.5	890	△1.4	▲1.4	▲206
Daejeon	70.0	30.0	338	71.8	28.2	368	▲1.8	△1.8	▲30
Busan	69.5	30.5	1,345	70.4	29.6	1,468	▲0.9	△0.9	▲123
Seoul	50.7	49.3	1,107	42.7	57.3	1,416	△8.0	▲8.0	▲309
Sejong	87.7	12.3	123	73.9	26.1	129	△13.8	▲13.8	▲6
Ulsan	77.2	22.8	330	76.4	23.6	332	△0.8	▲0.8	▲2
Incheon	58.7	41.3	919	65.6	34.4	1,203	▲6.9	△6.9	▲284
Jeollanam-do	80.9	19.1	4,051	84.1	15.9	4,451	▲3.2	△3.2	▲400
Jeollabuk-do	78.3	21.7	1,258	79.9	20.1	1,473	▲1.6	△1.6	▲215
Jeju-do	92.6	7.4	184	95.5	4.5	325	▲2.9	△2.9	▲141
Chungcheongnam-do	69.7	30.3	2,110	68.2	31.8	2,009	△1.5	▲1.5	△101
Chungcheongbuk-do	77.1	22.9	1,233	80.4	19.6	1,280	▲3.3	△3.3	▲47
Total	73.8	26.2	23,306	73.3	26.7	25,966	△0.5	▲0.5	▲2,660

Unit: million won. ▲=increase; △=decrease. *z-test ($p=0.887$).

ingredients in the most frequently used pest control chemicals at national health institutions over the past five years (2019–2023), pyrethroid-based chemicals consistently ranked among the top-five most used throughout the survey period. In 2019, the most-used active ingredient was d-phenothrin (23.1%), followed by etofenprox (18.4%), lambda-cyhalothrin (11.9%), bifenthrin (10.3%), and deltamethrin (9.2%). However, starting in 2020, temephos, an organophosphate used for larval mosquito control, replaced bifenthrin (Table 3).

Discussion

The findings of this survey indicated that local health

agencies nationwide primarily relied on chemical-based control agents to reduce mosquito populations. This outcome is due to the faster insecticidal efficacy of chemical substances compared to environmentally friendly ones. In 2023, the proportion of environmentally friendly substances modestly increased compared to 2019, driven by heightened public interest and changing perceptions about the need for environmentally sustainable control agents, as well as concerns over mosquito resistance development and environmental contamination [6]. However, this increase was not statistically significant (Table 1).

The Alameda County (California, USA) Mosquito Surveillance Report (2022–2023) indicates that mosquito breeding sites are primarily managed using microbial

Table 3. Proportion of use by raw material (2019–2023)

No.	Raw material (proportion of use, %)									
	2019		2020		2021		2022		2023	
1	d-phenothrin ^{a)}	23.1	d-phenothrin	24.7	d-phenothrin	29.1	d-phenothrin	30.1	d-phenothrin	28.1
2	Etofenprox ^{a)}	18.4	Etofenprox	18.6	Etofenprox	17.4	Etofenprox	20.1	Etofenprox	18.5
3	λ-cyhalothrin ^{a)}	11.9	λ-cyhalothrin	11.5	λ-cyhalothrin	12.9	λ-cyhalothrin	12.5	λ-cyhalothrin	10.6
4	Bifenthrin ^{a)}	10.3	Deltamethrin	10.4	Deltamethrin	8.3	Temephos	7.3	Deltamethrin	8.2
5	Deltamethrin ^{a)}	9.2	Temephos	7.3	Temephos	6.8	Deltamethrin	6.9	Temephos	8.1
6	Temephos ^{b)}	8.7	Bifenthrin	6.5	Bifenthrin	6.7	Bifenthrin	5.7	Phthalthrin+d-T80-cyphenothrin	5.3
7	Cypermethrin ^{a)}	4.0	Cypermethrin	4.1	Cypermethrin	3.8	Cypermethrin	3.0	Bifenthrin	4.2
8	Diflubenzuron ^{c)}	2.1	Permethrin	3.2	Diflubenzuron	2.3	Diflubenzuron	2.5	Cypermethrin	3.3
9	d-fenothrin+phthalthrin ^{d)}	2.0	d-fenothrin+phthalthrin	2.0	<i>Bti</i>	1.9	<i>Bti</i>	2.1	Dinotefuran	2.8
10	<i>Bacillus thuringiensis israelensis (Bti)</i> ^{e)}	1.9	Diflubenzuron	1.9	d-cis-trans prallethrin ^{a)}	1.7	Phthalthrin+d-T80-cyphenothrin	1.6	Diflubenzuron	2.5
11	Dinotefuran ^{f)}	1.5	<i>Bti</i>	1.6	d-fenothrin+phthalthrin	1.6	d-fenothrin+phthalthrin	1.3	<i>Bti</i>	2.0
12	Permethrin ^{a)}	1.2	Dinotefuran	1.2	Dinotefuran	1.5	Dinotefuran	1.1	d-fenothrin+phthalthrin	1.6
13	Imidacloprid ^{f)}	1.2	Phthalthrin+d-T80-cyphenothrin	1.2	Permethrin	1.3	Permethrin	1.0	-	-
14	Phthalthrin+d-T80-cyphenothrin ^{d)}	1.1	Imidacloprid	1.1	Pyrethrin X	1.2	-	-	-	-
15	-	-	-	-	Imidacloprid	1.1	-	-	-	-
16	Etc. (11)	3.4	Etc. (11)	4.7	Etc. (7)	2.3	Etc. (14)	4.7	Etc. (13)	4.6

^{a)}Pyrethroid insecticides. ^{b)}Organophosphate insecticides. ^{c)}Insect growth regulator. ^{d)}Mixture insecticide. ^{e)}Biotic insecticide. ^{f)}Neonicotinoid.

insecticides and insect growth regulators. The county also focuses on eliminating mosquito larvae, the root cause of adult mosquito populations that transmit mosquito-borne diseases, using physical (habitat removal and environmental management), chemical (insect growth regulators), and biological (predatory fish and microbial insecticides) control methods [7].

In ROK, a survey of mosquito control insecticides by growth stage at public health centers nationwide over the past five years (2019–2023) revealed that adult control (74.1%) was performed approximately three times more frequently than larval control (25.9%). In order to manage mosquito larvae, it is necessary to search each potential breeding site (such as stagnant water in drains, irrigation ditches, puddles, artificial containers, and discarded tires) and apply insecticides. In contrast, adult mosquito control can cover larger areas more rapidly than larval control by applying insecticides using spray vehicles. Furthermore, adult control methods are preferred due to their lower labor requirements and their ability to demonstrate visible results.

However, these adult control methods involve spraying insecticides in areas where adult mosquitoes are suspected to rest, regardless of their actual presence. Overuse of chemicals for mosquito adult control can result in deleterious consequences, including direct exposure induced poisoning among workers, the development of insecticide resistance in mosquitoes due to prolonged use, and environmental contamination. On the other hand, environmentally friendly substances are gaining attention as a sustainable means of control, as they are relatively less harmful to humans and the environment and have a lower risk of developing insecticide resistance. However, environmentally friendly substances may also cause skin irritation or allergic reactions in humans, so wearing protective equipment during

use is recommended, as with chemical substances. If exposed to any substances (either environmentally friendly or chemicals), immediately stop working and thoroughly wash the affected area with soap and under running water. Additionally, only insecticides approved by the Ministry of Environment should be used, strictly following the prescribed usage methods and dosages. Insecticides that are no longer in use should be properly disposed of in accordance with the Waste Control Act to prevent or minimize environmental damage caused by both chemical and environmentally friendly substances.

Over the past five years (2019–2023), the active ingredients of the most frequently used pest control chemicals in public health centers nationwide were predominantly identified as pyrethroid-based compounds. This synthetic chemical, derived from pyrethrin, a natural substance extracted from chrysanthemums, is extensively used worldwide owing to its lower mammalian toxicity and longer residual insecticidal activity compared to organophosphate insecticides. It is estimated that pyrethroid-based insecticides account for more than 30% of the pest control chemical market worldwide [9]. In ROK, the proportion of pyrethroid-based insecticides utilized by public health centers nationwide over the past five years, based on purchase value (Figures 1, 2), was 69.4% (2019), 71.0% (2020), 69.4% (2021), 67.0% (2022), and 65.9% (2023) [5]. This indicates that pyrethroid insecticides are used in large quantities every year not only abroad but also domestically.

The use of the organophosphate insecticides temephos among the active ingredients identified in this survey increased starting in 2020, placing it within the top five. Temephos, an organophosphate, is designed to target mosquito larvae. This insecticides mechanism of action involves the inhibition of cholinesterase activity, resulting in the death of both

fourth-instar larvae and pupae [10]. Temephos has seen increasing usage year after year. Additionally, there seems to be a growing trend in the use of insect growth regulators, such as diflubenzuron, which interfere with the action of specific hormones involved in the developmental process of mosquito larvae (inhibiting molting hormones or chitin synthesis), thereby suppressing normal growth, as well as *Bacillus thuringiensis israelensis*, which is a microbial insecticide that kills mosquito larvae by producing a toxic protein within its spores that destroys the midgut when ingested by the larvae (Table 3) [8].

A comparison of insecticide purchases by substance type and growth stage between 2019 and 2023 revealed that the proportions of chemical and environmentally friendly substances remained largely unchanged. The data indicate environmentally friendly substances have shown an increase of 1.7%. This may have been attributable to a slight increase in the proportion of environmentally friendly substance control in 13 regions, excluding Busan ($\Delta 2.5\%$), Jeonnam ($\Delta 1.6\%$), Incheon ($\Delta 1.2\%$), and Ulsan ($\Delta 0.3\%$).

The proportion of adult and larval control measures used in 2019 and 2023 remained similar with no significant change, showing a 0.5% increase in larval control compared to 2019. This may have been due to a slight increase in the proportion of larval control measures, driven by higher usage rates in the Sejong ($\Delta 13.8\%$), Seoul ($\Delta 8.0\%$), Gyeonggi ($\Delta 2.9\%$), Gyeongnam ($\Delta 2.1\%$), Gyeongbuk ($\Delta 1.7\%$), Chungnam ($\Delta 1.5\%$), Daegu ($\Delta 1.4\%$), and Ulsan ($\Delta 0.8\%$) regions.

The status of pest control operations conducted using insecticides employed by public health centers nationwide over the past five years (2019–2023) was summarized by substance type (chemical and environmentally friendly substances), growth stage (adults and larvae), and active ingredient. The

results revealed a slight increase in the proportion of environmentally friendly substances used in mosquito control chemicals in 2023 compared to 2019, alongside a slight rise in the proportion of larval control measures.

No statistically significant differences were found in the analysis of pest control status by year, substance, and growth stage using regression analysis and z-tests. Nevertheless, the modest rise in the incorporation of environmentally friendly substances and larval control methodologies over the past five years indicates a discernible trend toward environmentally sustainable pest management, reflecting shifts in public awareness and interest. Therefore, the results of this study can serve as essential baseline data for expanding the incorporation of environmentally safe substances when public health centers nationwide develop future mosquito control plans.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Author Contributions: Conceptualization: HIL. Data curation: CWJ, GHK. Formal analysis: CWJ, GHK, SRC. Investigation: SRC, CWJ, GHK. Methodology: HIL, SRC, CWJ. Project administration: HIL. Resources: SRC, CWJ, GHK. Supervision: HIL. Validation: SRC. Visualization: HIL, SRC, CWJ. Writing – original draft: CWJ. Writing – review & editing: HIL, SRC, CWJ.

References

1. Baek SH. Increase in Mosquito Complaints [Internet]. KBS News; 2024 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=8125696>
2. Franklins LHV, Jones KE, Redding DW, Abubakar I. The effect of global change on mosquito-borne disease. *Lancet Infect Dis* 2019;19:e302-12.
3. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Larval Source Management and Other Vector Control Interventions [Internet]. CDC; 2024 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <https://www.cdc.gov/malaria/php/public-health-strategy/larval-management.html>
4. Ministry of Health and Welfare. Nationwide Health Care Institutions [Internet]. Ministry of Health and Welfare; 2024 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <https://www.mohw.go.kr/menu.es?mid=a10706010400>
5. Public Procurement Service. Korea ON-line E-Procurement System [Internet]. Public Procurement Service; c2016 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <https://shop.g2b.go.kr/>
6. Kwon SM. Citizen Participation Mosquito Control [Internet]. Gwangmyeong Citizen Newspaper; 2024 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <http://www.kmtimes.net/news/articleView.html?idxno=34653>
7. Alameda County Mosquito Abatement District. Alameda County Mosquito Abatement District 91st and 92nd Annual Report 2022-2023. [Internet]. Alameda County Mosquito Abatement District; 2024 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <https://www.mosquitoes.org/>
8. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Disease-borne mosquito control guidelines. KDCA; 2024.
9. Choi YH, Moon KW. Association between urinary 3-phenoxybenzoic acid concentrations and self-reported diabetes in Korean adults: Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS) Cycle 2~3 (2012~2017). *J Environ Health Sci* 2022;48:96-105.
10. Wikipedia. Temefos [Internet]. Wikipedia; 2025 [cited 2025 Feb 17]. Available from: <https://en.wikipedia.org/wiki/Temefos>

코로나바이러스감염증-19 유행 이후 수도권역 내 지자체 감염병 대응 역량 조사 연구

손준석¹ , 박재현² , 박종호³ , 김성남¹ , 황경원^{1*} 

¹질병관리청 수도권질병대응센터 감염병대응과, ²성균관대학교 의과대학 사회의학교실, ³대구대학교 보건의료학과

초 록

목적: 본 조사는 수도권역 내 지방자치단체(지자체)의 감염병 대응 인력 및 조직 현황을 조사하여 감염병 예방과 관리 방안 마련과 대응 역량 강화를 위한 기초자료로 활용하고자 수행되었다. 연구보고서 중 코로나바이러스감염증-19 유행 이후 행정적, 물리적 여건이 다른 수도권역 내 기초지자체(시·군·구 단위) 감염병 대응 역량 조사 결과를 보고하고자 한다.

방법: 세부 42개 지표를 사용하여 감염병 대응 역량을 조사하였으며, 시·군·구 감염병 대응부서 소속의 전체 감염병 대응 인력을 대상으로 설문을 수행하였다.

결과: 수도권역 내 기초지자체의 감염병 관리는 50% 이상에서 '과' 하위 단위인 '팀' 구조로 운영되고 있으며, 감염병 대응부서 인력 중 50% 이상이 정규직 또는 전담 인력으로 구성되어 있었다. 또한, 시·군·구 감염 환자 이송 협의체 구성 관련 사항, 감염병 대응 인력 중 전문직 공무원 대응 인력과 의사 대응 인력 부분에서 권역 내 기초지자체 간 격차가 큰 지표로 확인됐다.

결론: 향후 기초지자체 감염병 대응 역량 유지·관리를 위해 지자체 감염병 팀장의 역할이 클 것으로 예상된다. 또한 권역 간, 권역 내 기초지자체 간, 큰 변동계수를 가지는 지표에 대해 격차를 줄이기 위한 정책 추진이 필요하다. 이를 위해 감염병 대응 역량에 대한 지속적 조사·연구가 필요하며 본 자료를 정책 마련을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

주요 검색어: 코로나바이러스감염증-19; 감염병 대응 역량; 수도권역 기초지자체

서 론

2000년 이후 코로나바이러스감염증-19(코로나19) 유행, 중증호흡기증후군, 조류인플루엔자 인체감염증 등 신종 및 재출현 감염병이 지속적으로 발생함에 따라 감염병 대비와 대응

의 중요성이 크게 주목받았다. 이에 따라 감염병 발생 위험 요인에 대한 조사·분석·평가 체계와 감염병 확산 방지를 위한 대비·대응책 등이 마련되었다[1-9]. 현재는 구축된 감염병 관리 역량을 체계적으로 유지·개선할 수 있는 방안이 논의되어야 할 시점이다.

Received November 18, 2025 Revised December 11, 2025 Accepted December 26, 2025

*Corresponding author: 황경원, Tel: +82-2-361-5720, E-mail: kirk99@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



KDCA
Korea Disease Control and Prevention Agency

핵심요약

① 이전에 알려진 내용은?

코로나바이러스감염증-19(코로나19) 유행 전후 감염병 발생 현황과 광역지자체(시·도) 감염병 대응 인력 현황 조사 가 이루어졌다.

② 새로이 알게 된 내용은?

코로나19 유행 이후 수도권역 내 기초지자체(시·군·구) 내 감염병 대응 역량 세부 현황을 파악하였다. 수도권역 내 시·군·구 단위 기초지자체의 감염병 관리는 50% 이상에서 '과' 하위 단위 '팀' 구조로 운영되고 있으며, 감염병 대응 부서 인력 중 50% 이상이 정규직 또는 전담 인력으로 구성되어 있었다.

③ 시사점은?

수도권역 내 시·군·구 단위 감염병 대응은 부서장(과장) 중심보다는 팀장 중심으로 이루어지고 있으며, 감염병 팀 내 정규직 또는 전담 인력은 보건소 내 정규직 인력 구성보다 많아 코로나19 유행 후 각 기초지자체의 감염병 대응 능력 관리·개선을 위한 노력이 있었음을 알 수 있었다.

감염병 관리는 발생 이전 예방, 발생 후 전파 차단, 확산 시 대응으로 구분할 수 있으며, 단계별로 서로 다른 취약 요인 분석과 대응 전략이 필요하다. 감염병 발생에 대한 예방 및 대비 태세를 사전에 구축하고 감염병 재난 발생 시 신속한 대응으로 위기 상황을 조기 종식하기 위해서는 단계별 체계적 접근이 필요하다. 이에 분야별 감염병 대비·대응을 위한 사항을 마련하기 위해 다양한 연구가 수행되었다. 그 중 감염병 발생 및 확산에 영향을 주는 요소, 지표에 관한 연구가 코로나19 유행 과정 중 수행되었다. 코로나19 유행 상황에서 사회·경제적 측면의 거시적 지표가 제시된 바 있으며[1,2], 또 다른 연구에서는 코로나19 유행이라는 특수한 상황에서 지자체 감염병 대응 인력 현황 등 관련 사항이 조사되었다. 주요 내용은 감염병 대응 조직, 법정 감염병 대응 인력, 법정 감염병 인력 현황에 대한 사안 등이 포함되었다[3]. 또한, 감염병 발생 및 발생 이후 초기대응을 위한 기본적인 감염병 관리 요건이 필

요하다. 코로나19 유행을 경험하며 감염병 대비·대응을 위한 기본 요건이 구축되었으며 지속적으로 개선하고 있다. 그 중 법적 근거 마련을 위한 법령의 개정, 감염병 발생의 실시간 감시·조사·분석을 위한 감염병 발생 정보체계 구축, 대응 인력 마련을 위한 역학조사관 제도 도입, 역량 강화 훈련 프로그램 개발 및 대응체계 마련, 지자체와 중앙의 협력을 위한 거버넌스 강화, 감염병 발생 차단 및 확산 방지책인 치료제/백신 개발 및 수급에 대한 사항 등 여러 분야에서 그 노력은 지속되고 있다.

이에 수도권질병대응센터에서는 감염병 발생을 대비하여 권역 내 감염병 대응 수준과 대응 역량에 대한 지속적인 관리 방안 및 개선 사항 발굴을 위해 「수도권 감염병 위험 프로파일링을 통한 권역 맞춤형 대응 전략 마련」 연구를 수행하였다 [4]. 본 연구에서는 수도권역(서울, 인천, 경기, 강원)의 감염병 취약성과 각 시·도, 시·군·구별 감염병 발생 및 대응 취약성을 평가하였으며 감염병 대응 자원·대응 역량의 격차를 분석하였다. 이를 바탕으로 맞춤형 예방 및 대응 전략을 개발하여 정책 마련 근거로 활용하고자 하였다. 본 보고에서는 코로나19 유행 이후 수도권역 내 각 기초지자체의 감염병 대응 역량에 대한 조사 결과를 보고하고자 한다. 아울러 본 보고는 「수도권 감염병 위험 프로파일링을 통한 권역 맞춤형 대응 전략 마련」 최종결과보고서[4]를 토대로 작성되었음을 밝힌다.

방 법

1. 조사 개요 및 내용

수도권역 감염병 대응 역량 평가를 위해 코로나19 유행 등 감염병 재난 시 활용된 전파 대응 역량 및 의료 대응 역량 지표를 설문조사 항목으로 활용하였다. 감염병 대응 역량은 대응 인력의 수와 역량, 발생 구역 내 타 기관과의 협력체계, 그리고 방역물품을 포함한 대응자원 확보 등에 의해 평가된다. 이를 기반으로 전문가 자문 조사(focus group interviews)

를 통해 평가지표를 개발하였으며, 각 지표에 대한 조작적 정의를 내렸다. 이를 바탕으로 10개 범주(감염병 대응 인력, 역학조사관, 교육, 협의체, 계획 수립, 방역물품, 이주민 관리 등), 42개 세부 지표 항목 결정 후, 구조화된 엑셀 양식 조사표(보충 자료; available online)로 설문이 진행됐다.

1) 조작적 정의

(1) 감염병 대응 인력

감염병 대응 인력(명)이란 시·군·구 및 보건소(보건지소, 보건진료소 포함)에서 실제 근무 중인 정규직과 비정규직 인력 모두를 포함하였다. 정규직은 공무원(일반 임기제 및 전문 임기제 포함)을 의미하며, 비정규직은 시간선택 임기제 공무원, 한시 임기제 공무원, 공무직/기간제/공공근로/단기기간제 근로자, 공중보건의사를 의미한다. 또한, 보건기관 인력이란 보건소/보건지소/보건진료소 소장, 의사, 치과의사, 한의사, 약사, 간호사, 영양사, 보건 교육사, 의료기사, 간호조무사, 행정직, 보건직, 기능직 등의 인력을 포함했다. 감염병 대응부서는 감염병대응센터, 감염병대응과, 감염병 대응팀을 총칭하는 포괄적 의미로 사용되었으며 감염병 대응 업무란 법정 감염병 관리 및 감염병 위기에 대한 대비·대응 업무를 모두 포함했다. 때때로 감염병 외 타 업무를 하는 경우, 감염병 업무를 전담하는 인력에서 제외하였다. 2년 이상 근무 기준은 근무 부서가 바뀌었던 경우 현재 및 이전 감염병 대응 업무를 했던 기간을 모두 합하여 계산하였으며 의사, 치과의사, 한의사를 모두 포함하였다.

(2) 역학조사관

역학조사관이란 역학조사관의 직위를 받은 수료 및 수습 역학조사관 모두를 의미한다. 또한, 정규직과 비정규직 범주는 위 언급된 감염병 대응 인력에서 언급된 것과 동일하게 적용되었다. 역학조사관 간 멘토링이란 수료 역학조사관이 수습 역학조사관 또는 경험이 많은 선배 역학조사관이 서로 1:1로

매칭되어 수료 또는 선배 역학조사관이 수습 및 후배 역학조사관의 업무 및 역량을 관리하고 주기적이고 반복적으로 역학조사 업무 중에 교육, 멘토링, 자문, 컨설팅 등을 통해 역학조사관의 역량 강화 기회를 제공하는지 여부 유/무를 조사하였다. 특히, 수습·수료 역학조사관 또는 선배·후배 역학조사관이 함께 현장을 평가하고, 데이터 분석 등 실무 훈련을 함께 수행함으로써 역량을 강화하는지를 설문하였다. 역학조사관 감염병 대응 인력 멘토링이란 감염병 대응부서 소속의 역학조사관 중 최소 1인 이상이 감염병 대응부서 소속 인력에 대해 필요시 교육, 자문, 멘토링, 컨설팅 등 감염병 대응에 필요한 지식과 기술을 습득할 수 있도록 지원함을 의미한다. 특히, 역학조사관이 타 감염병 대응 인력보다 특정 영역에 대한 전문성과 경험이 있어 해당 분야에 대해 타 인력이 도움을 요청할 때 적절히 개입하거나 도움을 줄 수 있는지 여부를 중점적으로 조사하였다. 역학조사관의 통계 분석/학술 지원은 역학조사관의 통계 분석, 보고서 작성, 학술 활동 등에 필요한 통계 프로그램 구입/구독 및 학술연구비 지원(영문교정료, 논문게재료 등)을 자체 예산으로 지원해 주고 있는지를 의미한다. 특히, 현재까지 지원한 적이 없더라도 예산상 해당 항목이 반영되어 있으면 '유'로 표기하도록 하였다.

(3) 교육 및 협의체 등 관련

교육 설문에서 사용된 이수란 질병관리청에서 주관하는 각 지위 직급에 지정된 과정 수료를 의미한다. 감염병 대응부서 소속 감염병 대응 인력의 감염취약시설 교육 시행 횟수란 최근 1년간 감염병 전파에 취약한 요양원, 요양병원, 정신건강증진시설, 장애인 시설 등의 감염병 관리 인력에게 감염병 대응 관련한 교육을 시행한 건수를 의미한다. 질병정보 모니터링 요원 등록 및 연 1회 이상 교육이란 병·의원, 학교, 산업체, 급식소, 사회복지시설, 유치원, 어린이집 등 감염위험시설에 대한 질병정보 모니터링 요원을 등록하고 최근 1년에 1회 이상 감염병 예방 관리 요령 홍보, 감염병 환자 진단 시 발

표 1. 2024년 수도권 시·군·구 단위 감염병 대응 역량 현황(감염병 대응 인력)

구분	지표명	상대평가 지표										절대평가 지표			
		평균					변동계수					요구 수준			
		전체	서울	인천	경기	강원	전체	서울	인천	경기	강원	전체	서울	인천	경기
시·군·구 전체 감염 병 대응 인력	보건의료 인력 ^{a)}	11.5	7.0	18.5	6.2	26.1	1.28	0.50	1.66	1.01	0.51	-	-	-	-
	보건의료 소속 인력 중 정규직	57.3	65.9	59.3	53.2	54.1	0.21	0.28	0.18	0.18	0.19	-	-	-	-
	공무원 비율(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	구성 유	41	48	30
	보건의료 감염병대응센터 또는 감염병대응과 구성 여부(유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	보건의료 전체 인력 중 감염병 대응센터 또는 감염병대 응과 인력 비율(%)	8.6	9.4	2.9	9.9	7.9	1.40	1.19	2.00	1.31	1.61	-	-	-	-
시·군·구 소속 감염병 대응부서(센터, 과, 팀) 인력 중 감염병 대응 인력 비율(%)	보건의료 감염병대응센터 또는 감염병대응과 인력 중 정규직 공무원 비율(%)	30.7	38.4	24.6	26.9	32.3	1.14	0.98	1.55	1.13	1.17	-	-	-	-
	보건의료 전체 인력 중 감염병 대응부서(센터, 과, 팀) 내 인력 비율(%)	11.4	7.8	10.1	14.4	9.9	0.58	0.48	0.65	0.52	0.37	-	-	-	-
	보건의료 감염병 대응부서 (센터, 과, 팀) 중 정규직 공무원 비율(%)	66.8	68.7	81.7	60.9	69.6	0.33	0.39	0.23	0.32	0.23	-	-	-	-
	시·군·구 소속 감염병 대응부서(센터, 과, 팀) 인력 중 감염병 전담 인력 비율(%)	62.0	69.5	53.2	63.8	52.4	0.50	0.48	0.54	0.45	0.59	-	-	-	-
	시·군·구 소속 감염병 대응부서(센터, 과, 팀) 인력 중 2년 이상 근무한 감염병 대응 인력 비율(%)	10.8	15.2	4.9	9.2	11.6	1.76	1.55	2.15	1.71	1.63	-	-	-	-
시·군·구 소속 감염병 대응부서(센터, 과, 팀) 인력 중 임기제 공무원 또는 전문직 공무원 감염 병 대응 인력 비율(%)	시·군·구 소속 감염병 대응부서(센터, 과, 팀) 인력 중 임기제 공무원 또는 전문직 공무원 감염 병 대응 인력 비율(%)	9.7	16.2	9.4	10.0	0.4	1.24	0.78	1.18	1.18	4.12	-	-	-	-

표 1. 계속

구분	지표명	상대평가 지표						절대평가 지표					
		평균			변동계수			요구 수준			총족 비율(%)		
		전체	서울	인천	경기	강원	전체	서울	인천	경기	전체	서울	인천
	시·군·구 소속 감염병 대응부서(센터, 과, 팀) 인력 중 의사 감염병 대응 인력 비율(%)	3.6	7.4	2.2	3.0	0.4	2.52	1.56	1.70	3.11	-	-	-
	보건소 내 역학조사반원 인력 ^{a)}	8.9	12.1	11.3	7.5	6.6	0.51	0.57	0.23	0.59	0.66	68	90
	시·군·구 소속 방제 담당 기간제 인력 ^{a)}	0.2	0.1	0.1	0.2	0.6	1.96	0.78	1.75	1.21	-	-	-
	시·군·구 소속 방제 전담 기간제 인력 ^{a)}	0.2	0.1	0.1	0.2	0.6	1.85	0.93	1.70	1.03	-	-	-

^{a)}(기초지자체 내 관련 지표 인력 수[명]×10,000)/(기초지자체 주민등록인구 수(명). Reused from the report of Korea Disease Control and Prevention Agency (2024) [4].

생 현황 통보, 감염성 질환 유행 상태 신고 등에 대해 대면 또는 비대면 또는 녹화 동영상 강의와 지침 제공 등의 방법으로 교육을 의미하며, 해당 교육을 실시간 대면 교육, 실시간 비대면(화상) 교육, 녹화된 동영상을 통한 교육과 지침 제공의 경우로 한정하였다.

협의체 관련 문항 중 시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의체란 4가지 유형 중 하나에 포함되는 경우를 '유'로 표기하였다. 4가지 유형이란 (1) 기본형(시·군·구+지역의사회: 감염병 대응 소관 국장 및 지역 의사회 구성), (2) 전문가자문형(시·군·구+지역의사회+자문단: 지역별 감염병 관리 지원단 포함한 네트워크 활용), (3) 응급·의료대응형(시·군·구+지역의사회+응급센터: 응급센터, 소방본부 등 응급이송체계 구축), (4) 통합형(시·군·구+지역의사회+자문단+응급센터: 시·군·구 및 지역별 통합 참여)이다. 감염취약시설 협의체란 감염병 전파에 취약한 요양원, 요양병원, 정신건강증진시설, 장애인 시설 등의 감염병 관리를 진행하는 감염병 대응 인력이 참여하여 감염관리에 대해 논의하는 협의체를 의미한다. 예외적으로 감염병 대응 지자체·의료 협의체가 구성되어 있고 감염취약시설 감염관리를 진행하는 감염병 대응 인력이 같이 참여했다면 이를 감염취약시설 협의체로 간주하였다. 다만, 해당 시·도 내에 있는 주요 감염취약시설의 감염관리 담당자가 참석하고 감염취약시설 관련 주된 이슈가 논의되어야 함을 전제 조건으로 하였다.

감염병 위기관리 대책 계획은 아래 사항이 모두 작성되어 있을 경우만 계획 수립으로 인정하였다. 계획 내 작성 사항은 감염병 재난 발생 시 대응해야 할 기관의 역할, 의사결정 체계 구성, 동원할 시설 및 인력 체계와 명부, 의료 및 방역물품 확보 방안, 재난 및 위기 상황별 대비 훈련 방안과 감염취약계층 보호 방안 등이다.

이주민 소통 채널 확보란 국가별 이주민과의 의사소통을 도와줄 수 있는 인적자원 또는 외국인 지원센터/민간단체와의 네트워크 구성 및 활용 여부로 다양한 국가별로 소통 지원

이 가능한 이중 언어 사용자 및 외국인과 소통 채널을 구축해 줄 수 있는 외국인 지원센터 또는 민간단체의 리스트를 확보하고 필요시 이를 활용할 수 있는 경우를 의미한다. 활용되는 외국어 안내문 언어 수란 몇 개의 언어로 감염병 관련 안내문, 홍보물 등을 지자체 내 거주 외국인들의 주요 국적에 따른 외국어로 작성하여 배포하고 있는 언어 개수를 의미한다.

2. 조사 대상 및 방식, 시기

설문조사는 수도권역 내 전체 기초지자체 95개 시·군·구(서울=25, 경기=42, 인천=10, 강원=18, 각 시·군·구 내 보건소)로 공문을 발송하고, 담당자가 감염병 대응부서(센터, 과, 팀) 소속의 감염병 대응 인력(센터장, 소장, 부장, 과장, 팀장, 실무자 등)을 대상으로 설문조사 후 내용을 작성하여 메일로 통보하도록 하였다. 온라인 설문조사는 3주간(2024.9.26.-2024.10.14.) 진행되었으며 수도권 기초지자체 100%가 설문에 답하였다.

3. 통계 분석

상대평가 지표는 수도권역 내 각 시·군·구의 평균을 관찰 내 시·도(서울, 인천, 경기, 강원) 단위로 표기하였으며 관찰 내 시·도별, 시·군·구별 변동계수(coefficient of variation)를 산출하였다. 그 중 인력수 값은 기초지자체 관련지표 인력 수(명) $\times 10,000$ /기초지자체 주민등록인구 수(명)를 의미한다. 절대평가 지표는 요구 수준을 정의하고, 충족 여부(충족시 1, 미충족시 0)에 따라 각 권역 내 전체 기초지자체 수 중 충족 기초지자체의 수를 % 값(비율)으로 표기하였다.

결 과

1. 인력

설문조사 시점(2024.9.26.-2024.10.14.) 수도권역 보건
소 인력은 인구 만 명당 평균 11.5명이었으며, 강원 26.1명,

인천 18.5명, 서울 7.0명, 경기 6.2명 순으로 나타났다(표 1)

[4]. 감염병 발생 시 초기대응 등 긴급 투입 발생 상황이 빈번하므로 정규직 또는 전담 인력의 비율이 높을수록 대응자원의 동원이 용이하다 판단하여, 보건소/지자체 내 감염병 대응부서(센터, 과, 팀) 인력 중 정규직 또는 전담 인력(%)을 조사하였다. 보건소 감염병 대응부서 인력 중 정규직 공무원 비율은 인천이 가장 높은 81.7%로 높았다. 또한, 시·군·구 소속 감염병 대응부서(센터, 과, 팀) 인력 중 감염병 대응을 전담으로 수행하는 인력 비율(%)은 서울이 69.5%로 가장 높았으며, 강원이 52.4%로 가장 낮게 조사됐다. 또한, 수도권역 시·군·구 감염병 대응부서 내 인력 중, 감염병 관련 2년 이상 근무 경험(15.2%)과 임기제/전문직 공무원 비율(16.2%), 의사 비율(7.4%)이 서울에서 높게 조사됐다. 한편, 시·군·구 소속 방제 담당 및 전담 기간제 인력은 인구 만 명당 강원에서 각각 0.6명, 0.6명으로 높게 확인됐다.

2. 역학조사관

수도권역 시·군·구 및 보건소 내 역학조사관 현황을 조사한 결과, 지자체 간 편차가 큰 지표들이 나타났다(표 2) [4]. 인구 만 명당 역학조사관 수는 강원 보건소 소속 인원(0.32명)이 가장 높게 조사되었지만, 인천의 경우는 0.03명으로 가장 낮게 나타났다.

시·군·구 소속의 전담 역학조사관 비율(16.7%)과 2년 이상 근무한 역학조사관 비율(25.9%)은 강원이 가장 낮았으며, 서울의 경우 각각 70.0%, 80.7%로 가장 높은 비율을 보였다. 이를 통해 시·군·구 조사관 중, 강원은 최근 2년 이내 정규직으로 임용되었으며, 서울은 2년 이상 근무한 전담 또는 정규직 조사관이 많음을 확인했다.

역학조사관의 역량 강화를 위한 멘토링 제도와 학술 지원 예산 편성에 있어, 수도권역 내 지자체에서 지원 수준은 낮았다. 서울, 경기에서 제도 운용과 지원에서 다소 높게 이루어지고 있었으나, 강원에선 역학조사관 간 멘토링과 학술 지원 예

표 2. 2024년 수도권 시·군·구 단위 감염병 대응 역량 현황(인력 부분 중 역학조사관 관련)

구분	지표명	상대평가 지표						절대평가 지표									
		평균			변동계수			요구 수준			총족 비율(%)						
		전체	서울	인천	경기	강원	전체	서울	인천	경기	강원	전체	서울	인천	경기	강원	
시·군·구 역학조사관 인력	보건소 소속 감염병 대응부서 (센터, 과, 팀) 전체(수습+수료) 역학조사관 ^{a)}	0.11	0.06	0.03	0.07	0.32	0.87	0.78	0.90	1.04	0.77	구성 유 (1명 이상)	89	100	70	37	89
	보건소 소속 감염병 대응부서 (센터, 과, 팀) 일반과정 수료한 역학조사관 ^{a)}	0.04	0.03	0.02	0.04	0.04	1.21	0.77	0.99	1.02	2.08	구성 유 (1명 이상)	64	80	60	71	28
	시·군·구 소속 감염병 대응부서 (센터, 과, 팀) 역학조사관 중 정규직 공무원 비율(%)	58.8	61.3	50.0	54.9	69.4	0.77	0.73	0.89	0.83	0.64	-	-	-	-	-	-
	시·군·구 소속 감염병 대응부서 (센터, 과, 팀) 역학조사관 중 전담 역학조사관 비율(%)	51.6	70.0	38.3	58.9	16.7	1.14	0.71	1.13	0.72	2.00	구성 유 (1명 이상)	62	76	50	74	22
	시·군·구 소속 감염병 대응부서 (센터, 과, 팀) 역학조사관 중 2년 이상 근무한 역학조사관 비율(%)	55.8	80.7	41.7	57.1	25.9	0.85	0.35	1.06	0.77	1.20	구성 유 (1명 이상)	69	96	50	69	44
	역학조사관 간 멘토링(유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	멘토링 유	20	24	10	29	0
	역학조사관 감염병 대응 인력 멘토링(유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	멘토링 유	33	40	40	38	6
	역학조사관 통계 분석/학술 지원 (유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	지원 유	8	16	0	10	0

^{a)}(기초지자체 보건기관 인력 수[명]×10,000)/기초지자체 주민등록인구 수(명). Reused from the report of Korea Disease Control and Prevention Agency (2024) [4].

표 3. 2024년 수도권 시·군·구 단위 감염병 대응 역량 현황(교육, 협의체 등 관련)

구분	지표명	상대평가 지표						절대평가 지표					
		평균			변동계수			요구 수준			총족 비율(%)		
		전체	서울	인천	경기	강원	전체	서울	인천	경기	강원	전체	서울
시·군·구 감염병 대응 인력 교육	시·군·구 보건소장[방역관 및 감염병 관리자 교육과정] 이수 여부(유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	28
	보건소 감염병 관련 5급 이상 센터장/소장/부장/과장 등 대상[방역관 및 감염병 관리자 교육과정] 이수율(%)	13.8	10.0	5.0	19.2	11.1	2.21	2.83	3.00	1.71	2.83	-	-
	보건소 감염병 관련 팀장 FETP 교육 이수율(%)	37.3	40.0	32.5	31.6	49.5	0.94	1.00	0.89	0.93	0.81	-	-
	보건소 감염병 대응부서 소속 감염병 대응 인력 FETP 교육 이수율(%)	14.0	15.9	16.6	8.7	22.4	1.22	1.38	0.69	1.07	0.97	-	-
	진체 보건소 인력 중 예비 방역 인력 양성 교육 이수율(%)	4.0	3.5	7.3	2.1	7.1	0.86	0.55	0.34	1.02	0.59	-	-
	외부 감염병 관리 담당자 교육	12.9	15.1	3.1	18.8	1.5	1.26	1.50	0.77	1.59	1.16	83	88
	감염병 대응부서 소속 감염병 대응 인력의 감염취약시설 교육 시행 횟수(건)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	16
	질병정보 모니터링 요원 등록 및 연 1회 이상 교육 여부(유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	48
	시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의체 구성 여부(유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100
	시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의체 구성 유형(기본/전문가 자문/응급의료대응/통합형 유/무)	1.6	1.1	1.5	1.8	1.9	1.36	1.99	1.09	1.41	0.96	55	32
감염병 대응 지자체-의료 협의체	시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의회의 횟수(건)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	48
	시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의체 구성 유형(기본/전문가 자문/응급의료대응/통합형 유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100
	시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의체 회의 횟수(건)	1.6	1.1	1.5	1.8	1.9	1.36	1.99	1.09	1.41	0.96	55	32
	시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의체 회의 횟수(건)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	48
	시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의체 구성 유형(기본/전문가 자문/응급의료대응/통합형 유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100
	시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의체 회의 횟수(건)	1.6	1.1	1.5	1.8	1.9	1.36	1.99	1.09	1.41	0.96	55	32
	시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의체 회의 횟수(건)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	48
	시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의체 구성 유형(기본/전문가 자문/응급의료대응/통합형 유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100
	시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의체 회의 횟수(건)	1.6	1.1	1.5	1.8	1.9	1.36	1.99	1.09	1.41	0.96	55	32
	시·군·구 감염병 대응 지자체-의료 협의체 회의 횟수(건)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	48

표 3. 계속

구분	지표명	상대평가 지표										절대평가 지표				
		평균					변동계수					요구 수준				
		전체	서울	인천	경기	강원	전체	서울	인천	경기	강원	전체	서울	인천	경기	강원
감염 취약시설 대응 협의체	시·군·구 감염취약시설 협의체 구성 여부(유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	구성 유	28	44	30	17
감염환자 이송 협의체	시·군·구 감염취약시설 협의체 회의 횟수(회)	0.3	0.5	0.6	0.2	0.1	2.86	2.25	2.49	3.88	2.83	회의 유 (1회 이상)	14	20	20	10
	시·군·구 감염 환자 이송 협의체 회의 횟수(회)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	구성 유	9	4	10	12
	시·군·구 감염 환자 이송 협의체 구성 여부(유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	회의 유 (1회 이상)	4	0	10	5
	시·군·구 감염 환자 이송 협의체 회의 횟수(회)	0.07	0.00	0.10	0.12	0.06	3.09	0.00	3.00	5.25	4.12	회의 유 (1회 이상)	84	92	100	76
	감염병 위기관리 대책 계획 리 대책 수립 (유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	계획 유	84	92	100	76
방역물품 관리 및 사용	연 1회 이상 방역물품(마스크, PPE 등) 수량 및 유효 기간 확인/관리(유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	확인/ 관리 유	100	100	100	100
	방역물품 보관 여부(유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	보관 유	96	96	100	93
	신규직원 교육 여부(유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	교육 유	75	72	90	76
	이주민 소통 채널 확보 (유/무)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	확보 유	15	8	20	19
	활용되는 외국어 안내문 어 수(종)	0.6	0.2	0.6	1.1	0.0	3.47	2.44	1.70	2.78	0.00	-	-	-	-	-

FETP=field epidemiology training program; PPE=personal protective equipment. Reused from the report of Korea Disease Control and Prevention Agency (2024) [4].

산 편성이 없음을 확인했다.

3. 교육 및 협의체 등 관련

권역 내 시·군·구 감염병 대응 인력 교육 지표 중, 보건소 감염병 관련 팀장 field epidemiology training program (FETP) 교육 이수율(%)을 제외하면 전반적으로 낮은 이수율을 보였다(표 3) [4]. 보건소 감염병 관련 팀장 FETP 교육 이수율(%)이 다른 교육 이수율(%)보다 높게(권역 평균 37.3%) 나타났다. 반면, 보건소장, 보건소 감염병 관련 5급 이상 센터장/소장/부장/과장 등 대상, 보건소 감염병 대응부서 소속 감염병 대응 인력(FETP) 대상 및 전체 보건소 인력 중 예비 방역 인력 대상 이수율(%) 지표에서는 각각 13.5%, 14.0%, 4.0%로 낮은 수준으로 조사됐다.

권역 내 시·군·구 감염병 대응 협의체 구성 및 운영 부분에 있어 지자체-의료협의체 구성에서는 인천(100%), 감염취약시설 대응 협의체 구성에서 서울은 44%, 감염 환자 이송 협의체 구성에서는 경기도가 12%로, 상대적으로 높은 충족률을 보였다. 인천에선 감염병 위기관리 대책 수립 및 활동 지표에서 위에서 언급된 6가지 충족 요건을 모두 만족했다. 방역물품 관리 및 사용 지표 중 수량 및 유효기간 확인/관리지표는 유일하게 모든 권역에서 100% 충족률을 보였다. 다만, 보관지표에서 지침에 따른 적정한 보관 장소 및 온습도 유지 부분에서 보완할 점이 확인되었다. 이주민 감염관리 지표 중 이주민 소통채널 확보에서 인천이 20%의 충족률을 보였으며, 활용되는 외국어 안내문 언어(수) 지표에선 서울에서 가장 낮은 언어 수(0.2개)로 조사됐다.

논 의

이번 정책연구용역에서 수도권역 내 기초지자체별 감염병 대응 역량을 조사하였다. 수도권역 내 감염병 관련 조직은 시·도와 시·군·구 간 차이가 있었다. 시·도 광역 단위, 감

염병 관련 조직 운영은 보건·복지·건강 ‘국’ 산하 ‘과’ 수준에서 운용되고 있었으나, 시·군·구 단위 지자체에선 보건소를 기반으로 ‘과’ 및 ‘팀’ 단위로 감염병 예방, 대응 및 관리가 이루어지고 있었다. 강원 지자체 경우, 보건소 감염병 대응 ‘센터’ 또는 감염병 대응 ‘과’ 구성 충족 비율이 7%임을 확인하였다. 감염병 대응 인력 측면에선, 지자체 감염병 대응 인력은 50% 이상이 정규직 또는 전담 인력(역학조사관 포함)으로 구성되어 있었다. 시·군·구(보건소)의 임기제 공무원 또는 전문직 공무원(역학조사관) 대응 인력이 적다 하더라도 시·도(광역) 단위 수준에서 이를 보완하며 운영하는 부분도 있어, 정책연구용역 결과를 전반적으로 확인하여 결과를 해석해야 한다. 이는 조직 개편과 함께 대응 역량의 질적 강화가 이루어졌음을 유추할 수 있었다. 다만, 본 논문에서 시·도 광역 조사 결과는 별도로 기술하지 않았으며, 시·군·구/보건소 단위 감염병 대응 역량에 대한 부분에 한정하여 기술하였다.

정책연구용역에서 현장 상황과 기존의 자료를 바탕으로 다양한 감염병 대응 역량 지표를 개발하였다. 개발된 지표를 바탕으로 감염병 대응의 최전선인 시·도 및 시·군·구 감염병 관련 대응 지표 현황을 조사하여 각 지자체의 강점과 약점을 제시하였다. 다만, 각 지표 간, 권역 간 차이뿐 아니라, 각 권역 내 시·군·구 간 큰 표준편차가 확인되어 대응 역량 결과를 기반으로 어떤 결론을 일반화하기 쉽지 않았다. 다만, 이는 권역 내 또는 시·군·구 내, 물리적 거리, 인구의 공간적 배치 차이(밀집도 등), 각 시·군·구의 행정력, 행정운영 방식 등 차이가 반영되어 나타난 결과로 생각된다. 또한, 보건소 내 감염병 대응부서는 감염병대응센터, 감염병 대응과, 감염병 대응팀을 포함하는데, 대부분 ‘팀’ 단위 구조로 편제되어 있어 자료 해석에 주의가 필요해 보인다. 그뿐만 아니라, 감염병 관련 업무의 분류 및 범주의 다양성과 복잡성으로 ‘감염병 대응부서’ 및 ‘감염병 대응 인력’이란 조사 결과 해석에도 주의가 필요하다[3].

지면의 한계로 정책연구용역의 내용 중 매우 한정된 결과

만을 기술하였으나, 그럼에도 이번 정책연구용역은 코로나19 유행 이후 수도권역 내 감염병 대응 관련 지표를 발굴하여 체계적인 조사 결과를 제시하였다는 점에서 의미가 있다고 생각된다. 자료의 산출, 통계 처리 방식, 표기의 통일성 등 부족한 점이 여러 부분에 존재하나, 지역 공중보건 체계 강화를 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것이다. 또한, 향후 새로운 감염병 유행에 대비하여 관리 및 지속 가능성을 고려한 위기 대응 지표 개발 연구 및 조사가 지속되길 기대해 본다.

Declarations

Ethics Statement: Not application.

Funding Source: This research is supported Korea Disease Control and Prevention Agency (1790387-202400087).

Acknowledgments: This paper is a reconfiguration of the Study on Development infectious disease coping strategy of capital area through hazard profiling by Policy Research Services. We thank the members of the Division of Infectious Disease Control and Response, Capital Regional Center for Disease Control and Prevention, Korea Disease Control and Prevention Agency, Seoul, Korea; Department of Social and Preventive Medicine, Sungkyunkwan University School of Medicine, Jae-Min Kim; Department of Preventive Medicine, University of Ulsan College of Medicine, Ulsan University, Eunjeong Noh; Department of Health Administration, Inje University, Su-Yeun Seo; Department of Interdisciplinary Program in Biomedical Engineering, Pusan National University, Myung-Jae Lee.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Author Contributions: Conceptualization: Jae-Hyun Park. Data curation: Jae-Hyun Park, Jong-Ho Park. Formal

analysis: Jae-Hyun Park, Jong-Ho Park. Funding acquisition: Jae-Hyun Park. Investigation: Jae-Hyun Park, Jong-Ho Park. Methodology: Jae-Hyun Park, Jong-Ho Park. Project administration: Jae-Hyun Park. Software: Jae-Hyun Park, Jong-Ho Park. Supervision: Jae-Hyun Park. Validation: Jae-Hyun Park, Jong-Ho Park. Writing – original draft: JSS, SNK, KWH. Writing – review & editing: JSS, Jae-Hyun Park, SNK, KWH.

Supplementary Materials

Supplementary data are available online.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency Press Release (November 28 2022). Establishing and Utilizing Socioeconomic Indicators for Infectious Disease Crisis Response. [cited 2022 Dec 28]. Available from: <https://www.kdca.go.kr/kdca/2847/subview.do?enc=Zm5jdDF8QEB8JTJGYmJzJTJGa2RjYSUyRjQxJ-TJGMjE0MDgzJTJGYXJ0Y2xWaWV3LmRvJTNGcG-Fzc3dvcmlM0QlMjZyZ3NCZ25kZVN0ciUzRCUyN-mZpbmRPeG53cmQlM0QlMjZmaW5kV29yZCUzR-CVFQyU5QyU4NCVFQSVCOVCVCMVFQIU4QyU4M-CVFQyU5RCU5MSUyNnJnc0VuZGRlU3RyJTNE-JTI2ZmluZFR5cGUlM0RzaiUyNmZpbmRDblNlcSUzR-CUyNnBhZ2UIM0QyJTl2>
2. Kim TH, Chung W, Lee Y, Park J, Chio E. Development of socioeconomic indicators to respond to infectious disease crisis. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA); 2024 Mar. Report No.: 11-1790387-000998-01.
3. Chae S, Yun GJ, Jun J, et al. State of local infectious disease response personnel before and after the coronavirus disease 2019 pandemic. Public Health Wkly Rep 2025;18:1-16.
4. Pak JH, Noh EJ, Seo SY, Kim JM, Lee MJ. Development infectious disease coping strategy of capital area through

- hazard profiling. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA); 2024 Dec. Report No.: 11-1790387-001171-01.
5. Bae MK, Oh H. A study on the evaluation of vulnerabilities for the establishments of infectious disease response policy in local governments. *J Korean Reg Dev Assoc* 2021;33:23-44.
 6. Hwang H, Han SH. A regional approach to reducing vulnerability to emerging infectious diseases: vulnerability assessment and smart response policies. Seoul: Korea Institute of Public Administration (KIPA); 2021 Dec. Report No.: 2021-09.
 7. Pak JH. Development of infectious disease regional vulnerability and disaster management capacity assessment tool. Policy Research Service; 2023.
 8. Seo KM. A study on the vulnerability assessment method of local governments in the prevention stage in the case of an infectious disease disaster. *Proc Korean Soc Disaster Inf Conf* 2022;2022:150-1.
 9. Bae MK, Oh H. Relative weight evaluation for the vulnerability indicators of infectious disease using analytic hierarchy process in local governments. *J Korea Contents Assoc* 2021;21:704-13.

Original Article

Study of Infectious Disease Response Capabilities of Metropolitan Area Local Governments Following the Coronavirus Disease 2019 Pandemic

Junseock Son¹ , Jae-Hyun Park² , Jong-Ho Park³ , Sungnam Kim¹ , Kyungwon Hwang^{1*} 

¹Division of Infectious Disease Control and Response, Capital Regional Center for Disease Control and Prevention, Korea Disease Control and Prevention Agency, Seoul, Korea, ²Department of Social and Preventive Medicine, Sungkyunkwan University School of Medicine, Suwon, Korea, ³Department of Health and Medical Information, Daegu University, Gyeongsan, Korea

ABSTRACT

Objectives: This study was conducted to investigate the current status of infectious disease response personnel and organizations in local governments within the Seoul metropolitan area (Seoul, Gyeonggi, Incheon, and Gangwon). This survey was designed to foster development of infectious disease prevention and management plans and to strengthen response capabilities. Herein, we present the results of a survey on infectious disease response capabilities at local government levels including city, county, and district levels within the metropolitan area, that are facing unique administrative and physical challenges following the coronavirus disease 2019 pandemic.

Methods: We conducted a survey using 42 detailed indicators and targeting infectious disease response personnel belonging to infectious disease response units in city, county, and district governments to investigate their infectious disease response capacities.

Results: Infectious disease management in local governments within the metropolitan area operates under a “team” structure, subordinate to “department” in over 50% of cases. More than 50% of the infectious disease response department staff were either full-time or dedicated. Significant differences were identified between the local governments within the region regarding the composition of city, county, and district infectious disease patient transfer councils and the proportions of professional civil servants and physicians responding to infectious diseases.

Conclusions: Local government infectious disease team leaders are expected to play significant roles in maintaining and managing infectious disease response capabilities. Furthermore, policies are required to reduce the differences between regions, local governments within a region, and indicators with high coefficients of variation. Ongoing investigations into infectious disease response capabilities are necessary. The data reported herein can serve as a foundation for policy development.

Key words: COVID-19; Infectious disease response capacity; Basic local governments in the metropolitan area

*Corresponding author: Kyungwon Hwang, Tel: +82-2-361-5720, E-mail: kirk99@korea.kr

Key messages

① What is known previously?

We conducted a survey to investigate the status of infectious disease outbreaks and infectious disease response personnel in metropolitan and provincial governments before and after the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic.

② What new information is presented?

We analyzed the detailed status of infectious disease response capabilities within city, county, and district governments in the Seoul metropolitan area following the COVID-19 pandemic. Infectious disease management within these local governments was structured as “teams” within “departments” in over 50% of cases, with over 50% of infectious disease response departments comprised of full-time or dedicated personnel.

③ What are the implications?

In the metropolitan area, responses to infectious diseases at city, county, and district levels is centered around team leaders rather than department heads (section heads), and the number of full-time or dedicated personnel within infectious disease teams is higher than the number of full-time personnel in public health centers, indicating that efforts have been made to improve infectious disease response capabilities in each local government since the COVID-19 pandemic.

outbreaks, as well as for designing preparedness and response measures to prevent disease spread, have been developed [1-9]. It is now imperative to engage in sustained, systematic discourse on strategies for maintaining and strengthening existing infectious disease management capacities.

Infectious disease control may be broadly categorized into three phases: prevention prior to an outbreak, mitigation of transmission following an outbreak, and response during active spread. Each phase entails distinct vulnerabilities and requires tailored countermeasures. A systematic, phased approach is therefore essential to establish preventive and preparedness measures in advance and to enable rapid and effective response to infectious disease emergencies, thereby facilitating early resolution of crisis situations. Accordingly, numerous studies have examined preparedness and response strategies to infectious diseases across specific fields. During the COVID-19 pandemic in particular, research has focused on identifying factors and indicators influencing the emergence and subsequent spread of infectious diseases. Several studies have presented macroeconomic indicators that reflect the socioeconomic dimensions of the pandemic [1,2]. Other investigations have examined the status of local government personnel responsible for infectious disease response under the exceptional conditions of the COVID-19 crisis, with particular emphasis on the following: infectious disease response teams, personnel assigned to nationally notifiable infectious diseases, and workforce capacity for managing such diseases [3]. Moreover, foundational requirements for infectious disease management are essential for mounting effective initial responses during and after outbreaks. The COVID-19 pandemic has brought renewed attention to the necessity of robust preparedness and response systems, which continue to undergo refinement. Key efforts

Introduction

Since 2000, a series of outbreaks of novel and re-emerging infectious diseases—including coronavirus disease 2019 (COVID-19), Middle East respiratory syndrome, and avian influenza infections in humans—have underscored the critical importance of preparedness for and response to infectious disease threats. In response, systematic approaches for investigating, analyzing, and evaluating risk factors for infectious disease

span multiple domains, including revision of legal frameworks to establish clear statutory authority; development of infectious disease information systems to support real-time surveillance, investigation, and analysis; implementation of epidemiological investigator systems to secure skilled response personnel; expansion of capacity-building training programs and response frameworks; strengthening governance mechanisms to enhance coordination between central and local governments; and advancing the development and supply of therapeutics and vaccines to prevent outbreaks and mitigate transmission.

Against this backdrop, the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention initiated a study entitled “Development infectious disease coping strategy of capital area through hazard profiling” [4]. In this study, we aimed to identify ongoing management needs and areas for improvement in infectious disease response capacity within the metropolitan region, in anticipation of future outbreaks. Vulnerability to infectious diseases was assessed across the metropolitan area—comprising Seoul, Incheon, Gyeonggi, and Gangwon—as well as at the provincial, city, and county/district levels, with particular attention to vulnerability and response capabilities. Disparities in infectious disease response resources and capabilities were systematically analyzed, and the findings informed the development of tailored prevention and response strategies to serve as a foundation for policy formulation. This study presents the findings of a post-COVID-19 survey evaluating the infectious disease response capabilities of basic local governments within the metropolitan area.

It should also be noted that this paper was prepared based on a report [4] from the “Development infectious disease coping strategy of capital area through hazard profiling.”

Methods

1. Survey Overview and Content

To assess infectious disease response capabilities in the metropolitan area, this survey employed indicators reflecting transmission control and medical response capabilities applied during large-scale infectious disease emergencies, such as the COVID-19 pandemic. Infectious disease response capacity was evaluated across multiple domains, including the availability and competencies of response personnel, the effectiveness of interagency coordination within the affected area, and the adequacy of secured response resources, such as quarantine-related supplies. Based on these domains, a set of evaluation indicators was developed through expert advisory focus group interviews, and clear operational definitions were established for each indicator. Consequently, 10 categories covering areas such as infectious disease response personnel, epidemiological investigators, education and training, consultative bodies, response plan formulation, quarantine supplies, and migrant management were identified, encompassing 42 specific indicator items. Data collection was subsequently conducted using a structured questionnaire administered in an Excel-based survey format (Supplementary File; available online).

1) Operational definitions

(1) Infectious disease response personnel

The term “(number of) infectious disease response personnel” refers to all regular and non-regular employees actively engaged in infectious disease-related duties at city, county, or district offices and public health centers, including branch offices and health clinics. Regular employees comprise public officials, including both general and specialized term-based positions.

Non-regular employees include part-time and temporary public officials, public service and fixed-term workers, participants in public work programs, short-term workers, and public health doctors. Health institution personnel encompassed within this definition include directors of public health centers, branch offices, and clinics; physicians; dentists; doctors of Korean medicine; pharmacists; nurses; nutritionists; health educators; medical technicians; nursing assistants; administrative staff; public health officers; and skilled workers. The infectious disease response department is used as an umbrella term encompassing the Infectious Disease Response Center, Infectious Disease Response Division, and Infectious Disease Response Team. The scope of infectious disease response work includes the management of nationally notifiable infectious diseases, as well as preparedness and response activities related to infectious disease emergencies. Personnel who occasionally perform duties unrelated to infectious disease control were excluded from the category of personnel dedicated to infectious disease response. A minimum service requirement of 2 years was applied by summing the duration of current and previous infectious disease response assignments in cases where personnel had transferred between departments. This requirement applied to physicians, dentists, and doctors of Korean medicine.

(2) Epidemiological investigator

The term “epidemiological investigator” refers to both certified and probationary individuals formally appointed to the role of epidemiological investigator. The classification of regular and non-regular employees follows the same definitions applied to infectious disease response personnel. Epidemiological investigator mentoring denotes a structured one-on-one system in which certified epidemiological investigators or more

experienced senior investigators are paired with trainees or junior investigators to supervise their work and support the development of professional competencies. The survey assessed whether opportunities to strengthen the capacities of epidemiological investigators were provided on a regular and continuous basis through education, mentoring, consultation, and advisory activities during epidemiological investigations. In particular, it examined whether trainees and certified investigators, or senior and junior investigators, jointly participated in field site assessments and practical training activities, such as data analysis, to enhance their investigative skills. The term “epidemiological investigator mentoring for infectious disease response personnel” refers to the arrangement in which at least one epidemiological investigator from the infectious disease response department provides education, guidance, mentoring, and consultation, as needed, to other infectious disease response personnel. This support aims to enable personnel to acquire the knowledge and skills required for effective infectious disease response. Emphasis was placed on the capacity of epidemiological investigators—by virtue of their specialized expertise and experience exceeding that of other response personnel—to provide appropriate intervention or assistance upon request in their respective areas of specialization. The term “statistical analysis and academic support for epidemiological investigators” refers to whether the organization allocates funds from its own budget to procure statistical software and to support academic activities, including expenses related to English-language editing and publication fees, necessary for statistical analysis, report preparation, and scholarly output by epidemiological investigators. Notably, even if such support is currently not provided in practice, the item was marked as “Yes” if the relevant allocation is reflected in the organizational

budget.

(3) Education, consultative bodies, and related components

In the education-related survey items, the term “completion” refers to the successful conclusion of training courses designated for each rank and position by the Korea Disease Control and Prevention Agency. The number of training sessions for infectious disease response personnel assigned to infectious disease response departments at infection-vulnerable facilities denotes the frequency, within the past year, of infectious disease response-related training provided to infection control personnel at facilities vulnerable to disease transmission, including nursing homes, long-term care hospitals, mental health promotion facilities, facilities for persons with disabilities, and other similar institutions. Disease information monitor registration and annual training refer to both the registration of disease information monitors at infection-risk facilities, such as hospitals, clinics, schools, industrial facilities, cafeterias, social welfare facilities, kindergartens, and daycare centers, and the provision of at least one training session per year. Training may be delivered in person, remotely, or through recorded video lectures and guideline-based instruction. Training content includes dissemination of infectious disease prevention and management guidelines, reporting procedures following the diagnosis of infectious disease cases, and reporting of infectious disease occurrence and prevalence status. Only training sessions conducted through in-person live instruction, live remote (video-based) instruction, or recorded video training and guidance were included.

For items related to consultative bodies, cases corresponding to any one of the four defined types of city/county/

district-level infectious disease response local government-medical consultative bodies were marked as “Yes.” These four types comprise the following: (1) the basic model (city/county/district government and local medical association, composed of the director responsible for infectious disease response and the local medical association); (2) the expert advisory model (city/county/district government, local medical association, and advisory group, utilizing networks including regional infectious disease management support teams); (3) the emergency and medical response model (city/county/district government, local medical association, and emergency center, including emergency transport systems involving emergency centers and fire headquarters); and (4) the integrated model (city/county/district government, local medical association, advisory group, and emergency center, reflecting integrated participation at both local and regional levels). The consultative body for infection-vulnerable facilities refers to a forum in which infectious disease response personnel responsible for managing infections at facilities vulnerable to disease transmission, such as long-term care facilities, long-term care hospitals, mental health promotion facilities, and facilities for persons with disabilities, participate to discuss infection prevention and control. Exceptional cases in which an infectious disease response local government-medical advisory body had already been established, and in which infectious disease response personnel engaged in infection control at infection-vulnerable facilities participated jointly, were also recognized as consultative bodies for infection-vulnerable facilities. However, it was stipulated that infection control officers from major infection-vulnerable facilities within the relevant city or province must participate and that key facility-related infection control issues be addressed.

Infectious disease crisis management countermeasures

were considered to be established only if all of the following components were included: clearly defined roles of responding agencies during an infectious disease disaster; the structure of the decision-making system, mobilization mechanisms and an inventory of facilities and personnel; measures for securing medical and quarantine supplies; training plans tailored to different disaster and crisis scenarios; and measures to protect populations vulnerable to infection.

The establishment of communication channels for immigrants refers to the development and operational use of networks involving human resources, foreign resident support centers, or private organizations capable of facilitating communication with immigrants from various countries. This includes securing a registry of foreign resident support centers or private organizations that can provide communication support through bilingual personnel and foreign residents of diverse nationalities, and the ability to mobilize these resources when needed. The number of languages used for foreign-language notices refers to the number of languages in which infectious disease-related notices, educational materials, and other documents are prepared and disseminated, corresponding to the principal nationalities of foreign residents within the local government's jurisdiction.

2. Participants, Methods, and Survey Period

Official survey request letters were distributed to all 95 local governments within the Seoul metropolitan region—comprising Seoul (n=25), Gyeonggi Province (n=42), Incheon (n=10), and Gangwon Province (n=18)—including the public health centers of each city, county, and district. The survey was administered by the designated responsible official in each jurisdiction and targeted infectious disease response personnel

working within infectious disease response departments (centers, divisions, and teams). Respondents included individuals holding key roles such as center directors, branch directors, department heads, section chiefs, team leaders, and operational staff. Each local government compiled its responses and submitted the finalized survey results. The online survey was conducted over a 3-week period, from September 26 to October 14, 2024. Responses were received from all targeted local governments, yielding a response rate of 100% across the Seoul metropolitan region.

3. Statistical Analysis

Relative evaluation indicators are expressed as mean values for each city, county, and district within the Seoul metropolitan region and subsequently grouped by metropolitan city or province (Seoul, Incheon, Gyeonggi, and Gangwon). The coefficient of variation was calculated both at the metropolitan city/province level and for individual cities, counties, and districts within each jurisdiction to assess variability. For personnel-related indicators, values were standardized as the number of personnel per 10,000 registered residents, calculated as: $(\text{number of personnel [persons]} \times 10,000) / (\text{registered population [persons] of respective local government})$. For absolute evaluation indicators, predefined benchmark criteria were established. The number of local governments meeting each criterion within a given region was then calculated and expressed as a percentage of the total number of local governments in that region. Compliance with each criterion was coded dichotomously (1=criterion met; 0=criterion not met).

Table 1. Status of infectious disease response capabilities by city, county, and district in the metropolitan area in 2024 (infectious disease response personnel)

Division	Indicator	Relative evaluation index					Absolute evaluation index				
		Average		Coefficient of variation			Require-		Satisfaction ratio (%)		
		All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won	All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won
Total	Public health center personnel ^{b)}	11.5	7.0	18.5	6.2	26.1	1.28	0.50	1.66	1.01	0.51
infectious disease response personnel in cities, countries, and districts	Percentage of full-time servants among public health center personnel (%)	57.3	65.9	59.3	53.2	54.1	0.21	0.28	0.18	0.18	0.19
	Whether an infectious disease response center or infectious disease response department has in public health center (presence/ absence)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Percentage of the infectious disease response staff in the infectious disease response center or infectious disease response department (%)	8.6	9.4	2.9	9.9	7.9	1.40	1.19	2.00	1.31	1.61
	Percentage of full-time servants in the public health center's infectious disease response center or infectious disease response department (%)	30.7	38.4	24.6	26.9	32.3	1.14	0.98	1.55	1.13	1.17
	Percentage of personnel in infectious disease response divisions (centers, departments, teams) among the total public health center staff (%)	11.4	7.8	10.1	14.4	9.9	0.58	0.48	0.65	0.52	0.37
	Percentage of full-time servants in infectious disease response divisions (centers, departments, teams) among the public health center's infectious disease response personnel (%)	66.8	68.7	81.7	60.9	69.6	0.33	0.39	0.23	0.32	0.23

Table 1. Continued

Division	Indicator	Relative evaluation index					Absolute evaluation index				
		Average		Coefficient of variation			Require-ments		Satisfaction ratio (%)		
		All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won	All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won
	Percentage of personnel dedicated to infectious diseases in infectious disease response divisions (centers, departments, teams) within the city, county, or district (%)	62.0	69.5	53.2	63.8	52.4	0.50	0.48	0.54	0.45	0.59
	Percentage of infectious disease response personnel affiliated with at least two years of service in infectious disease response divisions (centers, departments, teams) with municipalities and counties (%)	10.8	15.2	4.9	9.2	11.6	1.76	1.55	2.15	1.71	1.63
	Percentage of fixed-term or professional servants in infectious disease response divisions (centers, departments, teams) affiliated with municipalities and counties (%)	9.7	16.2	9.4	10.0	0.4	1.24	0.78	1.18	1.18	4.12
	Percentage of physicians in infectious disease response personnel (centers, departments, teams) affiliated with municipalities and counties (%)	3.6	7.4	2.2	3.0	0.4	2.52	1.56	1.70	3.11	4.12
	Epidemiological investigation team members within public health centers ^{a)}	8.9	12.1	11.3	7.5	6.6	0.51	0.57	0.23	0.59	0.66
	Contract-based quarantine personnel ^{b)}	0.2	0.1	0.1	0.2	0.6	1.96	0.78	1.75	1.21	1.44
	Contract-based quarantine personnel ^{b)}	0.2	0.1	0.1	0.2	0.6	1.85	0.93	1.70	1.03	1.28

^{a)}(The number of personnel described indicator in each local government×10,000)/resident registration population in each local government. Reused from the report of Korea Disease Control and Prevention Agency (2024) [4].

Results

1. Personnel

During the survey period (September 26 to October 14, 2024), the mean number of public health center personnel per 10,000 population across the Seoul metropolitan region was 11.5. By region, the corresponding figures were 26.1, 18.5, 7.0, and 6.2 for Gangwon Province, Incheon, Seoul, and Gyeonggi Province, respectively (Table 1) [4]. Because infectious disease outbreaks often require rapid activation of emergency protocols, particularly during the initial response phase, the efficiency of response operations is strongly influenced by the availability of regular or dedicated personnel. Accordingly, the survey assessed the proportion of regular and dedicated staff within the infectious disease response departments (centers, divisions, and teams) of public health centers and local governments. Incheon recorded the highest proportion of regular public officials among infectious disease response personnel in public health centers, at 81.7%. Among personnel working in infectious disease response departments at the city, county, and district government levels, the proportion of staff dedicated exclusively to infectious disease response was highest in Seoul (69.5%) and lowest in Gangwon (52.4%). Within the Seoul metropolitan region, Seoul also exhibited higher proportions of personnel with over 2 years of experience in infectious disease-related work (15.2%), fixed-term or specialized civil servants (16.2%), and physicians (7.4%) compared with other regions. In contrast, Gangwon Province had relatively higher numbers of dedicated pest control personnel and temporary staff at the city, county, and district levels, with both categories recorded at 0.6 personnel per 10,000 residents.

2. Epidemiological Investigator

The survey assessing the status of epidemiological investigators across cities, counties, and districts, as well as public health centers, within the Seoul metropolitan region, revealed substantial interjurisdictional disparities across key indicators (Table 2) [4]. The number of epidemiological investigators per 10,000 population was highest among personnel assigned to health centers in Gangwon Province (0.32) and lowest in Incheon (0.03).

At the city, county, and district government levels, Gangwon recorded the lowest proportion of personnel dedicated exclusively to epidemiological investigation (16.7%) and the lowest proportion of investigators with ≥ 2 years of service (25.9%). In contrast, the proportions were highest in Seoul, at 70.0% and 80.7%, respectively. These findings suggest that Gangwon relies heavily on investigators who have been recently appointed as regular employees, whereas Seoul maintains a workforce characterized by a higher concentration of dedicated epidemiological investigators with longer service duration.

Overall, the establishment of mentoring systems and the allocation of budgets for academic support to strengthen the competencies of epidemiological investigators were limited across local governments within the Seoul metropolitan region. Although Seoul and Gyeonggi Province demonstrated comparatively higher levels of mentoring system implementation and academic support, Gangwon Province showed marked deficiencies in both epidemiological investigator mentoring and the provision of budgetary resources for scholarly activities.

3. Education, Consultative Bodies, and Related Components

Across cities, counties, and districts within the Seoul

Table 2. Status of infectious disease response capabilities by city, county, and district in the metropolitan area in 2024 (relating to epidemiological investigators among personnel)

Division	Indicator	Relative evaluation index					Absolute evaluation index						
		Average		Coefficient of variation			Require- ments	Satisfaction ratio (%)					
		All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won		All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won	
Epidemi-ological investigator staffing by cities, countries, and districts	Total (training+completed)	0.11	0.06	0.03	0.07	0.32	0.87	0.78	0.90	1.04	0.77	More than 1	89
	epidemiological investigators in infectious disease response divisions (centers, departments, teams) affiliated with public health centers ^{a)}												
	Epidemiological investigators who completed the general course in infectious disease response divisions (centers, departments, teams) affiliated with public health centers ^{a)}	0.04	0.03	0.02	0.04	0.04	1.21	0.77	0.99	1.02	2.08	More than 1	28
	Percentage of full-time servants among epidemiological investigators in infectious disease response divisions (centers, departments, teams) affiliated with public health centers (%)	58.8	61.3	50.0	54.9	69.4	0.77	0.73	0.89	0.83	0.64	-	-
	Percentage of epidemiological investigators dedicated to epidemiological investigation in infectious disease response divisions (centers, departments, teams) affiliated with municipalities and counties (%)	51.6	70.0	38.3	58.9	16.7	1.14	0.71	1.13	0.72	2.00	More than 1	22

Table 2. Continued

Division	Indicator	Relative evaluation index					Absolute evaluation index									
		Average		Coefficient of variation			Require- ments	Satisfaction ratio (%)								
		All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won		All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won				
	Percentage of epidemiological investigators with 2+ years of service in epidemiological investigators in infectious disease response divisions (centers, departments, teams) affiliated within municipalities and counties, dedicated to epidemiological investigation (%)	55.8	80.7	41.7	57.1	25.9	0.85	0.35	1.06	0.77	1.20	69	96	50	69	44
	Mentoring among epidemiological investigators (presence/absence)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	24	10	29	0
	Mentoring of epidemiological investigators with infectious disease response personnel (presence/absence)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	40	40	38	6
	Statistical analysis/academic support for epidemiological investigators (presence/absence)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	16	0	10	0

^{a)}(The number of personnel described indicator in each local government×10,000)/resident registration population in each local government. Reused from the report of Korea Disease Control and Prevention Agency (2024) [4].

metropolitan region, training-related indicators for infectious disease response personnel generally demonstrated low completion rates, with the notable exception of the field epidemiology training program (FETP) completion rate among public health center team leaders responsible for infectious diseases (Table 3) [4]. The FETP showed a comparatively higher completion rate than other training measures, with a regional average of 37.3%. In contrast, completion rates were low for training indicators targeting public health center directors; center, division, and section chiefs at grade 5 or higher with infectious disease-related responsibilities; infectious disease response personnel in public health center infectious disease response departments (FETP); and reserve disease control personnel among all public health center staff, at 13.5%, 14.0%, and 4.0%, respectively.

Regarding the establishment and operation of regional consultative bodies for infectious disease response in cities, counties, and districts within the Seoul metropolitan region, Incheon achieved full compliance (100%) in the formation of local government–medical consultative bodies. Seoul demonstrated relatively higher compliance in the establishment of consultative bodies for infection-vulnerable facilities (44%), while Gyeonggi Province showed comparatively higher compliance in the formation of patient transport consultative bodies (12%). Incheon also satisfied all six requirements specified in the indicators for the establishment and operationalization of infectious disease crisis management countermeasures. Regarding management and utilization of quarantine supplies, the indicator for assessing the monitoring and management of quantities and expiration dates was the only measure to achieve a 100% compliance rate across all regions. However, improvements were identified in storage-related indicators, particularly

those concerning adherence to guidelines for appropriate storage locations and recommended temperature and humidity conditions. With regard to infection control measures for migrants, Incheon recorded a 20% compliance rate in the establishment of communication channels for migrant populations. With respect to the availability of multilingual guidance materials, Seoul demonstrated the lowest level of utilization, with an average of 0.2 foreign languages used.

Discussion

This policy research project assessed the infectious disease response capabilities of all local governments within the Seoul metropolitan region. The organizational structures for infectious disease response varied across jurisdictions. At the metropolitan city and provincial levels, infectious disease-related functions were generally organized at the “division” level within health- and welfare-related bureaus. In contrast, at the city, county, and district levels, infectious disease prevention, response, and management activities were primarily implemented at the “division” and “team” levels, largely reflecting the organizational structures of public health centers. In Gangwon Province, only 7% of local governments met the prerequisite of establishing either an infectious disease response “center” or “division” within their public health centers. With respect to human resources, more than 50% of infectious disease response personnel at the local government level, including epidemiological investigators, were regular or dedicated staff. Although the number of regular term-based or specialized public officials, particularly epidemiological investigators, appeared insufficient at the city, county, and district (public health center) levels, this shortfall was partially mitigated through support

Table 3. Status of infectious disease response capabilities by city, county, and district in the metropolitan area in 2024 (related to education, consultative bodies, etc.)

Division	Indicator	Relative evaluation index					Absolute evaluation index				
		Average		Coefficient of variation			Require-		Satisfaction ratio (%)		
		All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won	All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won
Training for infectious disease response personnel in cities, countries, and districts	Health center directors	-	-	-	-	-	-	25	28	29	17
	completion of quarantine officer and infectious disease manager training course (yes/no)	-	-	-	-	-	-	More than 1	-	-	-
	Public health center directors/ directors/managers/section heads, etc., level 5 or higher, completion rate of (quarantine officer and infectious disease manager training course)	13.8	10.0	5.0	19.2	11.1	2.21	2.83	3.00	1.71	2.83
	FETP training completion rate for infectious disease team leaders in public health centers (%)	37.3	40.0	32.5	31.6	49.5	0.94	1.00	0.89	0.93	0.81
	FETP training completion rate for infectious disease response personnel in public health centers' infectious disease response departments (%)	4.0	3.5	7.3	2.1	7.1	0.86	0.55	0.34	1.02	0.59
Training for external infectious disease management personnel	Completion rate of reserve quarantine personnel training completion rate among all public health centers (%)	14.0	15.9	16.6	8.7	22.4	1.22	1.38	0.69	1.07	0.97
	Number of trainings on infectious disease vulnerable facilities for infectious disease response personnel in public health departments (times)	12.9	15.1	3.1	18.8	1.5	1.26	1.50	0.77	1.59	1.16
	Registration of disease information monitoring agents and training at least once a year (yes/no)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	46	16	40	56
		-	-	-	-	-	-	More than 1	-	62	56

Table 3. Continued 1

Division	Indicator	Relative evaluation index						Absolute evaluation index									
		Average			Coefficient of variation			Require- ments	Satisfaction ratio (%)								
		All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won	All		Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won					
Local government-Medical council for infectious disease response	Establishment of local government-medical council for infectious disease response in public health centers (yes/no)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	More than 1	71	48	100	71	83	
	Establishment of local government-medical council for infectious disease response in public health centers (yes/no); type (basic/expert advisory/emergency medical response/integrated)						Not shown					More than 1	71	48	100	71	83
	Number of meetings of the local government-medical council for infectious disease response in the city/county/district	1.6	1.1	1.5	1.8	1.9	1.36	1.99	1.09	1.41	0.96	More than 1	55	32	70	57	72
Council for response to infection-prone facilities	Whether a council for infection-prone facilities in the city/county/district is formed (presence/absence)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	More than 1	28	44	30	17	33
Council for transporting infected patients	Number of meetings of the council for infection-prone facilities in the city/county/district	0.3	0.5	0.6	0.2	0.1	2.86	2.25	2.49	3.88	2.83	More than 1	14	20	20	10	11
	Whether a council for infection-prone facilities in the city/county/district is formed (presence/absence)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	More than 1	9	4	10	12	11
	Number of meetings of the council for infection-prone facilities in the city/county/district	0.07	0.00	0.10	0.12	0.06	3.09	0.00	3.00	5.25	4.12	More than 1	4	0	10	5	6

Table 3. Continued 2

Division		Relative evaluation index										Absolute evaluation index																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Average					Coefficient of variation					Require-ments	Satisfaction ratio (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won	All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won		All	Seoul	In- cheon	Gyeong- gi	Gang- won																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Establish-ment and activities of infectious disease crisis manage-ment measures	Infectious disease crisis management plan (presence/absence)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FFETP=field epidemiology training program; PPE=personal protective equipment. Reused from the report of Korea Disease Control and Prevention Agency (2024) [4].

and coordination at the metropolitan city level. These findings underscore the need for a comprehensive review and careful interpretation of policy research results. Overall, the results suggest that infectious disease response systems have undergone organizational restructuring accompanied by qualitative improvements in response capacity. However, the focus of this study was exclusively on infectious disease response capabilities at the city, county, district, and public health center levels and did not present results from surveys conducted at the metropolitan city or provincial levels.

During this research project, a comprehensive set of indicators was developed to measure infectious disease response capacity, drawing on field conditions and existing data sources. Using these indicators, the status of infectious disease response capacity at both the provincial and city/county/district levels—the front lines of infectious disease control—was assessed, and the relative strengths and weaknesses of individual local governments were identified. Nonetheless, substantial standard variability was observed not only across indicators and regions but also among cities, counties, and districts within the same region, limiting the generalizability of the findings. This heterogeneity may be attributable to intra-regional differences, including geographic characteristics, population density, administrative capacity, and operational practices. In addition, infectious disease response departments within public health centers encompass infectious disease response centers, divisions, and teams; however, most are organized at the team level. Accordingly, the results should be interpreted with caution. Given the diversity and complexity of infectious disease-related tasks and classifications, further caution is also warranted when interpreting survey results related to “infectious disease response departments” and “infectious disease response

personnel” [3].

Due to space constraints, only a subset of the findings from this policy research project could be presented in this study. Nonetheless, the project is remarkable as it identified metropolitan-level indicators associated with infectious disease response capacity in the post-COVID-19 context and provided systematic, region-wide survey results. Despite some limitations related to data generation, statistical methods, and the consistency of notation, the findings offer valuable baseline data that can inform efforts to strengthen regional public health systems. Future research is expected to further refine crisis response indicators that incorporate considerations of governance and sustainability, thereby enhancing preparedness for emerging and re-emerging infectious disease threats.

Declarations

Ethics Statement: Not application.

Funding Source: This research is supported Korea Disease Control and Prevention Agency (1790387-202400087).

Acknowledgments: This paper is a reconfiguration of the Study on Development infectious disease coping strategy of capital area through hazard profiling by Policy Research Services. We thank the members of the Division of Infectious Disease Control and Response, Capital Regional Center for Disease Control and Prevention, Korea Disease Control and Prevention Agency, Seoul, Korea: Department of Social and Preventive Medicine, Sungkyunkwan University School of Medicine, Jae-Min Kim; Department of Preventive Medicine, University of Ulsan College of Medicine, Ulsan University, Eunjeong Noh; Department of Health Administration, Inje University, Su-Yeun Seo; Department

of Interdisciplinary Program in Biomedical Engineering, Pusan National University, Myung-Jae Lee.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Author Contributions: Conceptualization: Jae-Hyun Park. Data curation: Jae-Hyun Park, Jong-Ho Park. Formal analysis: Jae-Hyun Park, Jong-Ho Park. Funding acquisition: Jae-Hyun Park. Investigation: Jae-Hyun Park, Jong-Ho Park. Methodology: Jae-Hyun Park, Jong-Ho Park. Project administration: Jae-Hyun Park. Software: Jae-Hyun Park, Jong-Ho Park. Supervision: Jae-Hyun Park. Validation: Jae-Hyun Park, Jong-Ho Park. Writing – original draft: JSS, SNK, KWH. Writing – review & editing: JSS, Jae-Hyun Park, SNK, KWH.

Supplementary Materials

Supplementary data are available online.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency Press Release (November 28 2022). Establishing and Utilizing Socioeconomic Indicators for Infectious Disease Crisis Response. [cited 2022 Dec 28]. Available from: <https://www.kdca.go.kr/kdca/2847/subview.do?enc=Zm5jdDF8QEB8JTJGYmJzJTJGa2RjYSUyRjQxJTJGMjE0MDgzJTJGYXJ0Y2xWaWV3LmRvJTNGcG-Fzc3dvcmlM0QlMjZyZ3NCZ25kZVN0ciUzRCUyNmZpbmRpG53cmQlM0QlMjZmaW5kV29yZCUzR-CVFQyU5QyU4NCVFQSVCOVCVCMCVFQiU4QyU4M-CVFQyU5RCU5MSUyNnJnc0VuZGRlU3RyJTNE-JTI2ZmluZFR5cGUlM0RzaiUyNmZpbmRDbFNlcSUzR-CUyNnBhZ2UIM0QyJTl2>
2. Kim TH, Chung W, Lee Y, Park J, Chio E. Development of socioeconomic indicators to respond to infectious disease crisis. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA); 2024 Mar. Report No.: 11-1790387-000998-01.
3. Chae S, Yun GJ, Jun J, et al. State of local infectious disease response personnel before and after the coronavirus disease 2019 pandemic. Public Health Wkly Rep 2025;18:1-16.
4. Pak JH, Noh EJ, Seo SY, Kim JM, Lee MJ. Development infectious disease coping strategy of capital area through hazard profiling. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA); 2024 Dec. Report No.: 11-1790387-001171-01.
5. Bae MK, Oh H. A study on the evaluation of vulnerabilities for the establishments of infectious disease response policy in local governments. J Korean Reg Dev Assoc 2021;33:23-44.
6. Hwang H, Han SH. A regional approach to reducing vulnerability to emerging infectious diseases: vulnerability assessment and smart response policies. Seoul: Korea Institute of Public Administration (KIPA); 2021 Dec. Report No.: 2021-09.
7. Pak JH. Development of infectious disease regional vulnerability and disaster management capacity assessment tool. Policy Research Service; 2023.
8. Seo KM. A study on the vulnerability assessment method of local governments in the prevention stage in the case of an infectious disease disaster. Proc Korean Soc Disaster Inf Conf 2022;2022:150-1.
9. Bae MK, Oh H. Relative weight evaluation for the vulnerability indicators of infectious disease using analytic hierarchy process in local governments. J Korea Contents Assoc 2021;21:704-13.

민관합동 감염관리 모의훈련과정 운영 성과 및 향후 방향

김현정^{1†} , 권진영^{1†} , 한시현² , 차경숙³ , 최새롬¹ , 박재우^{1*}

¹질병관리청 의료안전예방국 의료감염관리과, ²단국대학교의과대학부속병원 감염관리팀, ³선문대학교 간호학과

초 록

목적: 민관합동 감염관리 모의훈련과정 운영은 신규사업으로써 국내 의료관련감염병 유행에 효과적으로 대응하도록 의료기관-지방자치단체 간 협력적 역량 강화를 위해 수행되었다. 이에 운영 결과를 분석하고 모의훈련 효과를 평가하며 향후 개선 방향을 제시하고자 한다.

방법: 모의훈련은 국내 보건의료환경을 반영하여 시나리오 및 매뉴얼을 개발하고, 의료기관 담당자 263명 및 지방자치단체 담당자 159명 총 422명을 대상으로 10회 실시하였다. 모의훈련 평가는 설문조사를 통한 양적 평가, 운영 워크숍에서 질적 평가를 실시하였다. 통계 분석 방법은 사전 및 사후 점수의 차이를 확인하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 사용하였으며, 정규성 가정을 만족하지 않으면 Wilcoxon test를 실시하였다.

결과: 총 422명이 모의훈련에 참여하였고, 모의훈련 실시 전후 참여자의 지식은 10.0 (±1.4)점에서 10.5 (±1.0)점, 인식역량은 4.5 (±0.5)점에서 4.7 (±0.4)점, 수행역량은 3.4 (±0.8)점에서 4.0 (±0.7)점으로 모두 통계적으로 유의미한 수치 향상이 나타났으며, 만족도는 평균 4.7점이었다. 퍼실리테이터가 토의 조정, 상황 이해도 향상, 문제 해결 유도에 핵심적 역할을 수행함인 워크숍 질적 평가를 통해 확인되었다.

결론: 퍼실리테이터를 활용한 이번 모의훈련이 참여자의 지식, 인식 및 수행 역량을 강화하는데 실질적 효과가 있음을 보여주었다. 향후 이를 기반으로 지방자치단체 역할을 구체화하는 시나리오의 보완, 실무자 특성을 고려한 과정의 세분화, 퍼실리테이터 운영체계 고도화가 필요하다.

주요 검색어: 민관합동; 감염관리; 모의훈련; 퍼실리테이터

서 론

의료관련감염은 입원 환자뿐 아니라 외래진료를 포함한

의료기관 내 의료행위 중 발생하는 감염을 의미한다. 이러한 의료관련감염 중 6종은 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따라 법정감염병으로 지정되어 국가 감시체계에서 관리되

Received October 28, 2025 Revised December 17, 2025 Accepted December 18, 2025

*Corresponding author: 박재우, Tel: +82-43-719-7580, E-mail: jwpak@korea.kr

†이 저자들은 본 연구에서 공동 제1저자로 기여하였음.

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



KDCA
Korea Disease Control and Prevention Agency

핵심요약

① 이전에 알려진 내용은?

의료관련감염병 유행에 효과적으로 대응하기 위해서는 지방자치단체 담당자의 역량 강화가 중요하다는 점이 제시된 바 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

실제 의료관련감염병 대응 상황을 경험하고 실습할 수 있도록 의료기관과 지방자치단체를 포함한 민관합동 모의훈련과정을 개발하여 실시하였다. 해당 훈련은 높은 교육 효과와 만족도를 보였으며, 특히 감염관리를 주제로 한 모의훈련과정에서 퍼실리테이터가 토의 조정, 상황 이해도 향상, 문제 해결 유도에 핵심적 역할을 수행함이 워크숍 질적 평가를 통해 확인되었다.

③ 시사점은?

실전 대비 모의훈련의 형식은 참여자에 대한 교육 효과와 만족도를 향상시키는 데 중요한 역할을 하였다. 향후 지방자치단체 역할을 고려하여 민관합동 시나리오를 보완하고, 모의훈련과정을 세분화하여 제시하며 퍼실리테이터 운영 및 관리를 체계화하는 것이 필요하다.

고 있다. 특히 법정감염병 6종은 카바페넴내성장내세균속군목(carbapenem-resistant enterobacterales, CRE)과 같이 다제내성균과 관련성이 높아 유행 발생 시 병원 간 전파와 지역사회 확산 위험이 높으므로 신속한 대응이 요구된다[1].

의료관련감염병 유행에 효과적으로 대응하기 위해서는 조기 인지와 신속한 환자 관리, 병원 내 전파 차단을 통한 지역사회 확산 방지가 필수적이다[2]. 지역사회 확산 방지를 위해서는 의료기관 내부의 역량뿐 아니라 유행 상황을 신속히 파악하고 유관기관과의 협력을 이끌어낼 수 있는 지방자치단체의 역할도 요구된다. 세계보건기구(World Health Organization)는 지방자치단체 내 감염관리 전문인력 배치 여부를 감염관리체계의 핵심 요소로 평가하고, 의료기관의 감염관리 활동을 관리 및 감독하는 지방자치단체 담당자의 역량 강화를 핵심적인 과제로 제시한다[3].

국내 의료관련감염병의 발생 사례가 증가하고 있으며, CRE 감염증 신고 건수는 2022년 30,548건에서 2024년 42,347건으로 증가되었다[1]. 지역사회 확산 방지를 포함하여 의료관련감염병 대응 강화의 필요성이 더욱 강조되고 있다. 이에 질병관리청에서는 신규사업으로써 2024년 의료관련감염병 유행 상황별로 감염관리 모의훈련과정을 개발하고, 2025년 실제 상황에 근접한 훈련을 수행하였다. 본 원고에서는 민관합동 감염관리 모의훈련과정의 운영 결과를 분석하여 향후 개선 방향을 제시하고자 한다.

방 법

1. 사업 수행체계

민관합동 감염관리 모의훈련과정 운영은 질병관리청이 주관하고, 대한감염관리간호사회가 수행기관으로 선정되어 감염관리 대응 과정을 시나리오화하여 현장 중심의 모의훈련 프로그램으로 개발 및 운영하였다. 모의훈련과정의 유효성과 효과성을 보장하기 위해 내부 전문가 7명 및 외부 전문가 7명은 시나리오 및 매뉴얼 개발과 모의훈련 내용 설계에 자문을 10회 제공하고, 모의훈련 후 평가 결과를 분석하여 개선 방향을 제시하였다. 모의훈련 대상자는 요양병원, 병원, 종합병원에 근무하는 감염관리 담당자를 우선적으로 모집하였다. 이후 관할 시·도에 참석을 요청하였으며, 시·도별로 참석 규모는 서울특별시 20명, 부산광역시 16명, 광주광역시·전라남도·전북특별자치도 17명, 인천광역시·경기도(남부) 29명, 경기도(북부) 7명, 대전광역시·세종특별자치도·충청남도·충청북도 18명, 울산광역시·경상남도 16명, 강원특별자치도 8명, 경상북도 18명, 대구광역시 10명으로, 총 159명의 시·도 및 시·군·구 의료관련감염병 담당자가 참여하였다.

모의훈련 기간은 2024년 12월 19일부터 2025년 3월 24일까지였다. 모의훈련이 종료된 후인 2025년 5월 22일, 17개 시·도 의료관련감염병 담당자와 참여 의료기관 및 퍼실리

테이터(facilitator), 질병관리청 의료감염관리과 담당자가 참석하는 워크숍을 약 2시간 동안 개최하였다. 워크숍에서는 모의훈련과정의 운영 결과를 공유하고 질적 평가를 진행하였으며 향후 개선 사항을 논의하였다.

2. 시나리오 및 매뉴얼 개발

시나리오는 2023년 의료기관 네트워크 사업의 권역별 중심병원 협의체에서 개발된 시나리오를 기반으로 내부 전문가 7명 및 외부 전문가 7명으로 구성된 모의훈련 시나리오 자문 협의체에서 개발하였다[4]. 시나리오에는 급성기병원, 요양병원과 같은 의료기관 종별 특성을 반영하여 의료관련감염병 유행 시의 조사 및 대응 절차를 포함하고, 환자 격리 병상 배정, 인력 배치 우선순위, 유행 원인 추정과 개선방안 도출 과정을 담았다. 지방자치단체와 의료기관 간 유행 인지, 환자 목록 공유, 원인 추정과 같은 의사소통 절차와 역할 분담을 명확히 하여 협력체계를 훈련할 수 있도록 설계하였다. 내·외부 전문가들로 구성된 자문협의체는 종합병원 CRE 유행, 요양병원 CRE 유행과 병원 내 메티실린내성황색포도알균(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA) 유행 3편의 시나리오를 개발하였다. CRE는 전파 차단과 중재 절차가 복잡한 점에서 훈련 시나리오로 적합하였으며 MRSA는 국내 의료기관에서 반복적으로 발생하는 다제내성균으로 접촉전파 위험이 높아 기본 감염관리 체계를 점검하기 위해 시나리오로 선정하였다. 이 중 종합병원 CRE 유행 1편과 요양병원 CRE 유행 1편, 총 2편의 시나리오를 2025년 모의훈련 실시용으로 활용하였다.

위 2편의 시나리오를 기반으로 스토리보드를 포함하는 매뉴얼을 개발하기 위해 내부 위원 4인 및 외부 위원 3인으로 별도의 매뉴얼 자문협의체를 구성하였다. 모의훈련과정의 일관성을 확보하기 위해 이론 강의, 시뮬레이션, 디브리핑으로 구성된 프로그램 구조를 설계하고 퍼실리테이터 요건, 조 구성, 장소 기준을 포함하여 표준화하였다. 특히 퍼실리테이터

는 형식적 진행자가 아닌 학습 운용자로서 조별 토의 조정과 진행 상황 조율을 담당하도록 핵심적 역할로 설정하였다. 참석자용 시나리오 모의훈련 교재, 참석자용 CRE/MRSA 유행 상황 권고 근거집, 퍼실리테이터용 모의훈련 시나리오 설명집 총 3권의 매뉴얼을 제작하였다.

3. 모의훈련 실시

모의훈련은 17개 시·도를 수도권, 충청권, 호남권, 대구/경북권, 부산/경남권, 강원권 권역으로 구분하고 의료기관-지방자치단체 간 매칭 형태의 민관합동 훈련조를 구성하여, 422명을 대상으로 총 10회 실시하였다. 훈련조는 조당 7-8명으로 편성하였으며, 훈련당 총 5-6개 조로 운영하였다. 각 조에는 퍼실리테이터 1인을 전담 배치하여 교육 1회당 5-6명의 퍼실리테이터가 참여하였고 훈련 시작부터 종료까지 지속적으로 진행을 지원하도록 하였다. 권역별로 이론 강의(60분), 시나리오 기반 시뮬레이션(160분), 종합 토의 및 기타(20분) 순으로 총 1일간(4시간) 운영하였다. 특히 시뮬레이션에서는 조별 토의 후 디브리핑을 통해 문제를 분석하고 해결방안을 도출하도록 하였으며, 이후 종합 토의 시간에는 각 조에서 도출한 해결방안을 검토하고 표준적 대응 방안을 제시하여 학습 내용을 정리하였다. 설문조사는 종합 토의 이후 실시하였다.

2024년 12월 14일, 모의훈련에 앞서 퍼실리테이터 29명을 대상으로 퍼실리테이터용 모의훈련 시나리오 설명집을 활용하여 1시간 30분 동안 비대면 영상 기반 교육을 총 1회 실시하였다. 퍼실리테이터는 평균 99.3개월의 감염관리 경력을 보유한 간호사로, 총 29명 중 28명이 감염관리전문간호사 자격증을 소유하였다. 또한 2024년 12월 19일 수도권 훈련 1회 및 12월 27일 부산 훈련 1회에 보조 퍼실리테이터로 참여하도록 하는 참관교육을 총 2회 실시하였다. 권역별 운영 일정을 가능한 다르게 설정하여 운영 과정에서 이전 모의훈련 중 발생사례를 공유하여 효과적으로 대응할 수 있도록 지원하였다.

4. 모의훈련 평가

모의훈련 평가는 실시 전후의 지식(12문항), 인식역량(13문항), 수행역량(13문항), 교육 만족도(4문항) 총 4개 항목에 대해 총 42개의 설문조사 문항을 개발하여, 참여자를 대상으로 설문조사를 실시해 양적 평가를 시행하였다. 지식은 CRE 대응 지식과 관련하여 1문항당 1점으로서 12점 척도로 설계하고, 인식역량, 수행역량 및 교육 만족도는 5점 척도를 사용하며, 교육 만족도를 제외하고는 모두 모의훈련 사전 및 사후 동일한 문항을 사용하여 평가를 진행하였다. 통계 분석은 SPSS version 2.1 통계 프로그램(SPSS Inc.)을 활용하여 수행하였고, 통계적 유의성 판단을 위해 유의수준은 0.05로 설정하였다. 사전 및 사후 점수의 차이를 확인하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 사용하였으며, 정규성 가정을 만족하지 않으면 Wilcoxon test를 실시하였다.

특히, 질적 평가는 모의훈련 이론 워크숍을 통해 수행되었으며, 워크숍에서는 모의훈련 이론 및 실제 적용 사례를 기반으로 향후 효과적 운영방안을 제시하는 강의를 이루어졌다. 이후 시·도, 권역질병대응센터 및 중심병원을 중심으로 모의훈련 운영 과정과 개선방안에 대한 의견을 수렴하는 방식으로 평가가 이루어졌다.

표 1. 권역별 및 기관별 참여 결과

권역	참석자		
	의료기관	지방자치단체	계
수도권(서울)	26 (57)	20 (43)	46 (11)
부산	29 (64)	16 (36)	45 (11)
호남	26 (60)	17 (40)	43 (10)
수도권(경기남부)	27 (48)	29 (52)	56 (13)
수도권(경기북부)	25 (78)	7 (22)	32 (8)
충청	27 (60)	18 (40)	45 (11)
경남	27 (63)	16 (37)	43 (10)
강원	28 (78)	8 (22)	36 (9)
경북	22 (55)	18 (45)	40 (9)
대구	26 (72)	10 (28)	36 (9)
소계	263 (62)	159 (38)	422 (100)

단위: 명(%).

결 과

1. 참여자 분석

2025년 민관합동 감염관리 모의훈련은 전국에서 의료기관 290명과 지방자치단체 176명, 총 466명이 등록하였고, 이 중 의료기관 263명과 지방자치단체 159명, 총 422명이 참여하였다(표 1). 표 1은 권역별 참석자 수와 비율을 제시한 것으로, 참석자는 의료기관 소속과 지방자치단체 소속으로 구분하였다. 각 수치는 해당 권역 내 참석자 수와 그 비율(%)을 의미하며, '계'는 권역별 총 참석자 수와 전체 참석자 422명 대비 해당 권역이 차지하는 비중을 나타낸다. 의료기관 참여자의 평균 연령은 45.5세로, 감염관리 전담인력이 88.4%였다. 직종별로 간호사가 259명(100.0%)이었으며, 의료기관 종별로 요양병원 종사자가 153명(59.1%)으로 가장 많았다.

2. 모의훈련 효과 및 만족도 평가

모의훈련 효과는 실시 전후 지식, 인식역량과 수행역량을 조사하여 평가하였고, 훈련 참석자 중 259명이 응답하였다. 지식은 10.0 (± 1.4)점에서 10.5 (± 1.0)점, 인식역량은 4.5 (± 0.5)점에서 4.7 (± 0.4)점, 수행역량은 3.4 (± 0.8)점에서 4.0 (± 0.7)점으로 모두 모의훈련 전보다 모의훈련 후 통계적으로 유의미하게 향상되었고($p < 0.001$), 특히 수행역량의 증가 폭이 가장 크게 나타났다(표 2). 모의훈련 만족도는 평균 4.7점으로 높게 나타났으며, 특히 기존의 다른 강의나 실습 방법에 비해 CRE 유형 대응 이해에 도움이 되었다는 문항의 만족도가 4.8점으로 가장 높았다(표 3).

표 2. 모의훈련 실시 전후 지식, 인식역량 및 수행역량 비교

구분 (N=259)	실시 전	실시 후	p값
지식	10.0 $\pm$ 1.4 (5-12)	10.5 $\pm$ 1.0 (8-12)	<0.001 ^{a)}
인식역량	4.5 $\pm$ 0.5	4.7 $\pm$ 0.4	<0.001 ^{a)}
수행역량	3.4 $\pm$ 0.8	4.0 $\pm$ 0.7	<0.001 ^{a)}

표의 값들은 평균 $\pm$ 표준편차(최솟값-최댓값)로 제시되었음. ^{a)}대응표본 t-검정 혹은 Wilcoxon 검정을 사용함.

표 3. 모의훈련과정 참여자의 만족도

구분(N=259)	평균±표준편차
교육 전반 만족도	4.7±0.5
같은 형식(table top)의 교육을 다른 주제로 참여할 의사	4.7±0.5
다른 감염관리 담당자들에게 추천할 의사	4.7±0.5
카바페뎀내성장내세균속균목 대응을 이해하는 데 다른 교육방법(강의, 실습)에 비해 도움 됨	4.8±0.8

3. 모의훈련 질적 평가

모의훈련과정 운영의 질적 평가가 수행된 워크숍에서는 의료기관과 지방자치단체 간의 의사소통 및 의사결정 과정을 시나리오 개발 단계부터 반영하는 것을 포함한 협업 강화의 필요성이 강조되었으며 감염관리 훈련의 지속적인 운영을 위해 중앙정부 차원의 예산 증액이 필요하다는 의견이 제시되었다. 또한, 교육의 질은 퍼실리테이터의 역량에 크게 좌우되는 것으로 평가되었으며, 이에 따라 퍼실리테이터 관리를 표준화한 교육체계 구축의 필요성이 제기되었다.

결론

민관합동 감염관리 모의훈련과정은 의료관련감염병 유행 시 민관이 신속하고 체계적으로 대응하는 협력 기반을 구축하기 위해 운영되었다. 이를 위해 의료관련감염병 대응 과정을 시나리오화하여 현장 중심의 모의훈련을 개발하고, 매뉴얼을 통해 표준화된 모델을 마련하였으며, 의료기관과 지방자치단체 담당자의 실무역량 및 상호협력체계를 강화하는 방향의 모의훈련을 실시하였다.

모의훈련의 효과를 검증하기 위해 양적 평가로 사전 및 사후 설문조사를 실시하여 지식과 인식 및 수행역량에서 모두 유의한 향상을 확인하였고, 질적 평가를 위해 워크숍에서 운영 과정에 대한 경험 공유와 개선 요소를 도출함으로써 훈련 프로그램의 실효성을 확인하였다. 이러한 결과는 본 사업과

같은 모의훈련이 실무에서 적용 가능한 판단 및 의사결정 능력을 향상시킨다는 점을 시사한다. 특히 본 사업은 2015년 이후 보고된 국내외 주요 다제내성균 유행사례 12건을 분석하여 대응 절차를 체계화함으로써, 민관 협력형 감염관리 교육 체계의 모델을 제시한 점에서 의의가 있다[5].

국외에서도 감염병 유행 대비를 위해 모의훈련이 실시되어왔다. 뉴욕시에서는 고병원성 조류인플루엔자(H5N1형) 유행을 가정한 단계적 시나리오 기반 모의훈련을 실시하여 병원 내 감염관리 대응과 공중보건당국과의 의사소통 절차를 실제 상황에 근접하게 훈련한 바 있다[6]. 또한 국외 문헌에서 국가별 감염병 교육 프로그램을 검토하며 감염병 대응 교육의 효과를 높이기 위해 대상자의 역할과 책임 수준에 따라 교육과정을 세분화하고, 교수자 교육(train-the-trainer)을 활용하는 방식이 중요하다는 점이 강조한 바 있다[7]. 이를 바탕으로, 향후 의료관련감염병 유행을 대비하기 위해 민관합동 감염관리 모의훈련과정 운영의 시사점은 다음과 같다.

첫째, 모의훈련 시나리오는 현재 의료기관 중심으로 개발되어 있어 지방자치단체의 역할과 책임을 구체화한 통합형 시나리오로의 확장이 필요하며, 지방자치단체와 의료기관 간의 의사소통 및 의사결정 과정이 시나리오 개발 단계부터 반영될 때 현장 대응의 연속성을 강화할 수 있다. 둘째, 감염관리 실무자의 경력과 숙련도 특성을 고려한 교육과정의 세분화가 요구되며, 의료기관 종별로 기초, 중급, 고급 등 단계화된 시나리오를 보완할 경우 교육 효과성을 높일 수 있다. 셋째, 현장 중심 교육의 특성상 퍼실리테이터의 역량 강화와 운영의 표준화가 필수적이며 이를 위한 체계적 관리체계 구축이 필요하다[8]. 특히 퍼실리테이터가 효과적인 모의훈련을 지원하기 위해서는 시뮬레이션 교육방법론, 팀 기반 의사소통 및 조정기법, 유행조사 절차와 분석 방법에 대한 교육이 병행되어야 한다. 아울러 퍼실리테이터의 교육 운영 역량을 보다 정확하게 평가하기 위해 퍼실리테이터를 대상으로 한 체계적 설문조사와 개별 참여자가 퍼실리테이터를 평가할 수 있는 구조적 평

가체계를 도입할 필요가 있다.

이와 같이 본 사업은 의료기관과 지방자치단체의 협력 기반을 강화하는 데 기여하였으나, 앞으로 극복해야 하는 한계도 존재한다. 첫째, 모의훈련과정의 효과 평가가 훈련 직후에 이루어져 장기적 역량 강화 향상 정도를 확인하기 어려웠다. 둘째, 조별 인원이 일부 권역에서는 7-9명으로 구성되어 개별 참여자의 의견 개진과 토의 몰입도가 다소 제한되었다고 지적되었다. 셋째, 설문조사에서 지방자치단체와 의료기관 간 차이를 세분화하여 분석하거나 시나리오별 특성을 고려한 평가자료가 충분히 반영되지 않아 기관 유형별 및 시나리오별 요구를 보다 세밀하게 파악하는 데 한계가 있었다. 이러한 한계를 고려하여 향후 모의훈련사업에서는 중장기 평가를 포함하여 효과성 검증을 강화하고 4-6명 소그룹 기반의 토의 체계를 도입하는 동시에 기관 유형 및 시나리오별 자료를 분석하여 보다 구체적인 개선 전략을 마련할 필요가 있다.

더불어 예산 증액과 민관 협조를 지속하고, 관계부처-지방자치단체 간 의료관련감염병 대응 협력체계를 내실화하는 것이 필요하다. 앞으로도 질병관리청은 의료관련감염병 대응 현장에서 요구되는 핵심 역량을 반영하여 현장 중심의 지역사회 대응 훈련을 발전시켜 지속하여 의료관련감염병에 체계적으로 대응할 계획이다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of

interest to declare.

Author Contributions: Conceptualization: HJK. Data curation: SHH, KSC. Formal analysis: SHH, KSC. Investigation: SHH, KSC. Project administration: JWP, JYK, HJK, SRC. Supervision: JWP, JYK, SHH, KSC. Writing – original draft: HJK. Writing – review & editing: JWP, JYK, HJK, SRC, SHH.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). The 2025 guidelines for healthcare-associated infections. KDCA; 2024.
2. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). The 2025 guidelines for response to healthcare-associated infection outbreaks. 4th ed. KDCA; 2025.
3. World Health Organization (WHO). Global report on infection prevention and control 2024. WHO; 2024.
4. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Scenario for simulation training in outbreak response. KDCA; 2023.
5. Han SH. Operation of a joint public-private infection control simulation training program. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2025.
6. Dhagat P, Coan J, Ganguly A, Puetz C, Silvestri D, Madad S. Enhancing healthcare preparedness: lessons from a tabletop exercise on highly pathogenic avian influenza (HPAI). Trop Med Infect Dis 2025;10:47.
7. de Rooij D, Belfroid E, Hadjichristodoulou C, Mouchtouri VA, Raab J, Timen A. Educating, training, and exercising for infectious disease control with emphasis on cross-border settings: an integrative review. Global Health 2020;16:78.
8. INACSL Standards Committee. Healthcare simulation standards of best practice™ the debriefing process. Clin Simul Nurs 2021;58:27-32.

Policy Note

Operational Outcomes and Future Directions of a Joint Public-private Infection Control Simulation Training Program

Hyunjeong Kim^{1†} , Jinyoung Kwon^{1†} , Si-Hyeon Han² , Kyung-Sook Cha³ , Saerom Choi¹ , Jaewoo Park^{1*} 

¹Division of Healthcare Associated Infection Control, Department of Healthcare Safety and Immunization, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea, ²Infection Control Team, Dankook University Hospital, Cheonan, Korea, ³Department of Nursing Science, Sun Moon University, Asan, Korea

ABSTRACT

Objectives: This study aimed to analyze the operational outcomes and evaluate the effectiveness of a newly implemented joint public-private infection control simulation training program. This initiative was designed to strengthen the collaborative capacity between healthcare facilities and local governments to effectively respond to healthcare-associated infection outbreaks.

Methods: The simulation training involved 10 sessions, with a total of 422 participants, comprising 263 healthcare personnel and 159 local government officials. Scenarios and manuals were developed to reflect the domestic healthcare environment. Evaluation methods included quantitative pre- and post-training surveys and qualitative assessments from an operational workshop. Statistical analyses employed paired t-tests and, where appropriate, the Wilcoxon test.

Results: All 422 participants completed the simulation training. Post-training assessments indicated statistically significant improvements in participants' knowledge, which increased from 10.0 (± 1.4) to 10.5 (± 1.0); perception competency, which increased from 4.5 (± 0.5) to 4.7 (± 0.4); and performance competency, which increased from 3.4 (± 0.8) to 4.0 (± 0.7). The overall satisfaction rate averaged 4.7 points. Qualitative workshop assessments confirmed that facilitators played a crucial role in moderating discussions, enhancing situational comprehension, and guiding problem-solving.

Conclusions: The simulation training, facilitated by skilled moderators, significantly enhanced participants' knowledge, perception, and performance competencies. Based on these findings, future improvements should focus on refining scenarios to better delineate the roles of local governments, diversifying courses to address practical needs, and enhancing the operational systems for facilitators.

Key words: Public-private sector partnerships; Infection control; Simulation training; Facilitators

*Corresponding author: Jaewoo Park, Tel: +82-43-719-7580, E-mail: jwpak@korea.kr

[†]These authors contributed equally to this study as co-first authors.

Introduction

Healthcare-associated infections (HAIs) are infections that can develop while receiving medical care within healthcare

facilities, including both inpatient and outpatient settings. Of the different HAIs, six have been designated as notifiable infectious diseases under the Infectious Disease Prevention and Control Act, and are managed through the national

Key messages

① What is known previously?

It is recognized that strengthening the capabilities of local government personnel is essential for effectively responding to healthcare-associated infection (HAI) outbreaks.

② What new information is presented?

A novel joint public-private simulation training program was developed and implemented for healthcare facilities and local governments, providing practical experience in HAI outbreak response. This training demonstrated high educational effectiveness and participant satisfaction. Qualitative workshop assessments highlighted the critical role of facilitators in moderating discussions, fostering situational comprehension, and guiding problem-solving throughout the training process.

③ What are the implications?

The adoption of a reality-based simulation format significantly enhanced educational effectiveness and participant satisfaction. Future efforts should focus on refining joint public-private scenarios to better integrate local government roles, further segmenting the training process, and systematizing the management and operation of facilitators.

surveillance system. These six notifiable HAIs are intimately associated with multidrug-resistant organisms such as carbapenem-resistant enterobacterales (CRE), which pose immense risk of inter-hospital transmission and community spread during outbreaks, necessitating prompt response [1].

Therefore, effective management of HAI outbreaks entails early detection, prompt patient management, and prevention of in-hospital transmission to avert community spread [2]. In addition to the internal capacity of healthcare facilities, local governments play a crucial role in rapidly assessing outbreak situations and coordinating collaboration among relevant

stakeholders. The World Health Organization identifies placing infection control experts in local governments as a core element of infection control systems and emphasizes enhancing the capacity of local government officials who oversee infection control activities in healthcare facilities [3].

In the Republic of Korea, cases of HAIs have been increasing, with reported CRE infections surging from 30,548 in 2022 to 42,347 in 2024 [1]. Accordingly, there has been a growing need to optimize responses to HAIs, including measures to prevent community spread. In this context, the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) launched a new initiative to develop scenario-based infection control simulation training programs for HAI outbreaks in 2024 and conducted near-real-world training exercises in 2025. This study analyzes the outcomes of a joint public-private infection control simulation training program and proposes directions for future improvements.

Methods

1. Program Implementation Framework

The joint public-private infection control simulation training program, headed by the KDCA and implemented by the Korean Association of Infection Control Nurses, was developed as a scenario-based, field-oriented program. To ensure the validity and effectiveness of the program, seven internal and seven external experts provided 10 advisory sessions on scenario and manual development as well as training content design. These experts also analyzed post-training assessments and proposed directions for improvement. Participants primarily included infection control personnel in long-term care hospitals, general hospitals, and tertiary

hospitals. Subsequently, attendance from local governments was requested. A total of 159 local HAI officials participated, with representation from Seoul Metropolitan City (20); Busan Metropolitan City (16); Gwangju Metropolitan City, Jeollanam-do, and Jeonbuk Special Self-Governing Province (17); Incheon Metropolitan City and Gyeonggi-do (Southern) (29); Gyeonggi-do (Northern) (7); Daejeon Metropolitan City, Sejong Special Self-Governing City, Chungcheongnam-do, and Chungcheongbuk-do (18); Ulsan Metropolitan City and Gyeongsangnam-do (16); Gangwon Special Self-Governing Province (8); Gyeongsangbuk-do (18); and Daegu Metropolitan City (10).

The simulation training program was conducted from December 19, 2024 to March 24, 2025. Following the completion of the program, on May 22, 2025, a workshop lasting approximately two hours was organized for HAI officials from all 17 provinces, participating healthcare institutions, facilitators, and staff from the KDCA's Division of Healthcare-Associated Infection Control. During this workshop, operational outcomes of the simulation training program were shared, qualitative assessments were conducted, and areas for future improvement were discussed.

2. Scenario and Manual Development

Scenarios were developed based on those created by regional central hospital councils under the 2023 Healthcare Institution Network Project, with further revision by a simulation scenario advisory committee comprising seven internal and seven external experts [4]. These scenarios reflected the characteristics of different types of healthcare facilities, such as acute care hospitals and long-term care hospitals, and included procedures for investigating and responding to HAI outbreaks.

Processes for assigning isolation beds, prioritizing workforce deployment, estimating outbreak causes, and developing improvement measures were also incorporated. The program was designed to train collaboration by defining communication and roles between local governments and healthcare facilities, covering outbreak detection, patient-list sharing, and cause identification. Three scenarios were ultimately developed: a CRE outbreak in a tertiary hospital, a CRE outbreak in a long-term care hospital, and an in-hospital methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) outbreak. CRE was selected because of the complexity of transmission control and intervention procedures, which rendered it appropriate for simulation exercises. MRSA was chosen to evaluate fundamental infection control systems because of its frequent recurrence in domestic healthcare facilities and high risk of contact transmission. For the simulation training held in 2025, the two CRE outbreak scenarios were applied.

A separate advisory committee comprising four internal and three external experts was formed to develop manuals with accompanying storyboards based on these two scenarios. To ensure program consistency, the training was structured into lectures, simulations, and debriefings. Additionally, it was standardized by specifying facilitator requirements, team composition, and venue criteria. Particularly, facilitators were designated as learning operators, rather than mere moderators, responsible for guiding group discussions and coordinating the training process. Ultimately, three manuals were produced: a participant simulation training workbook, a participant reference guide on CRE/MRSA outbreak responses, and a scenario guide for facilitators.

3. Simulation Training Implementation

The simulation training program was conducted across all 17 provinces, which were grouped into six regions: Seoul, Chungcheong, Honam, Daegu/Gyeongbuk, Busan/Gyeongnam, and Gangwon. Joint public-private training teams were formed by pairing healthcare institutions with local governments. A total of 10 sessions were conducted for 422 participants. Each team comprised 7–8 members, with 5–6 teams per session. During each session, one facilitator was assigned to each team to provide continuous support throughout the program. Region-specific training was conducted over a single day for four hours, comprising a 60-minute lecture, a 160-minute scenario-based simulation, and 20 minutes for a plenary session and other activities. During the simulation, teams analyzed challenges and derived solutions in the debriefing following group discussions. These solutions were proposed and reviewed in the subsequent plenary session, during which standard response measures were also presented to consolidate learning. Thereafter, a survey was conducted.

Prior to the simulation training, a 90-minute online training session for 29 facilitators was held on December 14, 2024 using the facilitator scenario guide. Facilitators were nurses with an average infection control experience of 99.3 months, of whom 28 were certified infection control specialists. Two observation-based training sessions were additionally held on December 19, 2024 in Seoul and December 27, 2024 in Busan, during which the facilitators participated as assistant facilitators. Region-specific training schedules were staggered to enable the sharing of cases from previous simulations, thereby supporting more effective responses during the sessions.

4. Simulation Training Evaluation

The simulation training was evaluated quantitatively as well as qualitatively. For the quantitative assessment, a 42-item survey encompassing the domains of knowledge (12 items), perception competency (13 items), performance competency (13 items), and training satisfaction (4 items) was developed. Knowledge items focused on CRE response, scored 1 point per item for a total of 12 points. Perception competency, performance competency, and training satisfaction were measured on a 5-point Likert scale. The same items were applied for the pre- and post-training surveys except for training satisfaction. Statistical analyses were performed with SPSS version 2.1 (SPSS Inc.), with the level of statistical significance set at 0.05. Paired t-tests were conducted to compare pre- and post-training scores, and the Wilcoxon signed-rank test was performed when normality assumptions were not met.

Qualitative assessment was conducted through a simulation training workshop, which included lectures based on the simulation theory and practical case applications to propose effective future operational strategies. Feedback was collected from local officials, regional disease response centers, and central hospitals regarding the operation of the simulation training and suggestions for improvement.

Results

1. Participant Characteristics

A total of 466 individuals, including 290 from healthcare institutions and 176 from local governments, registered nationwide for the 2025 joint public-private infection control simulation training. Of these, 422 participants ultimately attended—263 from healthcare institutions and 159 from local

governments (Table 1). Table 1 summarizes the number and proportion of participants by region, categorized by affiliation with either healthcare institution or local government. Each value represents the number of participants and the corresponding percentage within each region, and “Total” indicates both the regional total and the region’s proportion of the overall sample (n=422). Among participants from healthcare institutions, the mean age was 45.5 years and 88.4% were dedicated infection control personnel. All of these participants were nurses (259; 100.0%) and the majority worked in long-term

care hospitals (153; 59.1%).

2. Training Effectiveness and Satisfaction

Effectiveness of the training was evaluated based on responses from 259 participants by comparing pre- and post-training knowledge, perception competency, and performance competency. Mean knowledge scores increased from 10.0 (± 1.4) to 10.5 (± 1.0), perception competency from 4.5 (± 0.5) to 4.7 (± 0.4), and performance competency from 3.4 (± 0.8) to 4.0 (± 0.7). All values showed statistically significant improvements after training ($p < 0.001$), and the greatest improvement was observed in performance competency (Table 2). Overall training satisfaction was high, with a mean score of 4.7. The item indicating the training was helpful for understanding CRE outbreak responses compared with other lectures or practical training methods received the highest score at 4.8 (Table 3).

3. Qualitative Assessment of the Training

Qualitative assessment conducted during the workshop emphasized promoting collaboration by incorporating communication and decision-making processes between healthcare institutions and local governments from the scenario development stage. Furthermore, participants highlighted the necessity

Table 1. Participation outcomes by region and institution

Region	Number of participants		
	Healthcare facilities	Local governments	Total
Seoul (Seoul)	26 (57)	20 (43)	46 (11)
Busan	29 (64)	16 (36)	45 (11)
Jeolla	26 (60)	17 (40)	43 (10)
Southern Gyeonggi	27 (48)	29 (52)	56 (13)
Northern Gyeonggi	25 (78)	7 (22)	32 (8)
Chungcheong	27 (60)	18 (40)	45 (11)
Gyengsangnam	27 (63)	16 (37)	43 (10)
Gangwon	28 (78)	8 (22)	36 (9)
Gyengsangbuk	22 (55)	18 (45)	40 (9)
Daegu	26 (72)	10 (28)	36 (9)
Subtotal	263 (62)	159 (38)	422 (100)

Unit: person (%).

Table 2. Comparison of knowledge, perception competencies, and performance competencies before and after training

Category (N=259)	Pre-training	Post-training	p-value
Knowledge	10.0 $\pm$ 1.4 (5–12)	10.5 $\pm$ 1.0 (8–12)	<0.001 ^{a)}
Perception competency	4.5 $\pm$ 0.5	4.7 $\pm$ 0.4	<0.001 ^{a)}
Performance competency	3.4 $\pm$ 0.8	4.0 $\pm$ 0.7	<0.001 ^{a)}

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation (minimum–maximum). ^{a)}Paired t-test or Wilcoxon test was applied.

Table 3. Participant satisfaction with the training program

Category (N=259)	Mean $\pm$ standard deviation
Overall satisfaction with the training	4.7 $\pm$ 0.5
Willingness to join other topical training with the same format (table top)	4.7 $\pm$ 0.5
Willingness to recommend to other personnel	4.7 $\pm$ 0.5
Helpfulness versus other training methods	4.8 $\pm$ 0.8

of increased central government funding to ensure the sustainable operation of infection control training programs. Moreover, training quality was considered to be highly dependent on facilitator competence, calling for the establishment of a standardized system for facilitator training and management.

Conclusion

The joint public-private infection control simulation training program was implemented to establish a collaborative framework enabling rapid and systematic responses to HAI outbreaks. Scenario-based and field-oriented simulations were developed to model HAI response processes, standardized through manuals, and implemented to enhance the practical capacity of healthcare institutions and local government personnel as well as their intersectoral collaboration.

Quantitative pre- and post-training surveys to verify program effectiveness demonstrated statistically significant improvements in knowledge, perception competency, and performance competency. Qualitative assessments through workshops also facilitated the sharing of operational experiences and areas for improvement, confirming the practical value of the program. The outcomes suggest that these simulation-based programs enhance decision-making and foster judgment skills applicable to real-world practice. This program is particularly significant in that it analyzed 12 major domestic and international outbreaks of multidrug-resistant organisms reported since 2015 and systematized response procedures, presenting a model for a collaborative public-private infection control education system [5].

Simulation-based training has been implemented internationally to prepare for infectious disease outbreaks. In New

York City, a phased, scenario-based simulation assuming the introduction of highly pathogenic avian influenza (H5N1) was conducted to train hospital infection control responses and communication procedures with public health authorities under near-real conditions [6]. International literature that reviewed national infectious disease education programs has also emphasized that training effectiveness can be enhanced by tailoring curricula according to the roles and responsibilities of participants and by employing the Train-the-Trainer model [7]. Based on these insights, several implications for the operation of joint public-private infection control simulation training programs to prepare for HAI outbreaks can be drawn.

First, current scenarios are primarily centered around healthcare institutions, highlighting the need to expand to integrate local governments with explicitly defined roles and responsibilities. By incorporating communication and decision-making processes between healthcare institutions and local governments from the scenario development stage, continuity in field responses can be reinforced. Second, training curricula should be stratified based on the experience and proficiency of infection control personnel, as tiered scenarios (basic, intermediate, and advanced) according to type of facility can improve training effectiveness. Third, given the field-based nature of the training, facilitator competence and standardized operations are essential, necessitating a systematic management framework [8]. Therefore, facilitators should receive concurrent training in simulation pedagogy, team-based communication and coordination, and outbreak investigation and analysis procedures to support effective simulation training. Structured evaluation systems including facilitator-targeted surveys and participant evaluations of facilitators are also needed to more accurately assess facilitator performance.

While this program promoted collaboration between healthcare institutions and local governments, several limitations remain. First, effectiveness evaluation was performed immediately after training, limiting the assessment of long-term competency enhancement. Second, team sizes of 7–9 participants for some regions constrained individual participation and the depth of discussion. Third, survey analyses did not sufficiently differentiate between healthcare institutions and local governments. They also did not account for scenario-specific characteristics, restricting the ability to identify detailed institutional or scenario-specific needs. Considering these limitations, future simulation programs should include mid- to long-term evaluations, have smaller group sizes of 4–6 participants, and analyze data by type of institution and scenario for the development of more target improvement strategies.

Furthermore, sustained budget support and public-private collaboration, as well as the promotion of inter-agency and local government coordination are required. Moving forward, the KDCA plans to continue advancing field-based and community-centered training that reflects key competencies required in outbreak response, ensuring a systematic approach to managing HAIs.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of

interest to declare.

Author Contributions: Conceptualization: HJK. Data curation: SHH, KSC. Formal analysis: SHH, KSC. Investigation: SHH, KSC. Project administration: JWP, JYK, HJK, SRC. Supervision: JWP, JYK, SHH, KSC. Writing – original draft: HJK. Writing – review & editing: JWP, JYK, HJK, SRC, SHH.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). The 2025 guidelines for healthcare-associated infections. KDCA; 2024.
2. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). The 2025 guidelines for response to healthcare-associated infection outbreaks. 4th ed. KDCA; 2025.
3. World Health Organization (WHO). Global report on infection prevention and control 2024. WHO; 2024.
4. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Scenario for simulation training in outbreak response. KDCA; 2023.
5. Han SH. Operation of a joint public-private infection control simulation training program. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2025.
6. Dhagat P, Coan J, Ganguly A, Puetz C, Silvestri D, Madad S. Enhancing healthcare preparedness: lessons from a tabletop exercise on highly pathogenic avian influenza (HPAI). *Trop Med Infect Dis* 2025;10:47.
7. de Rooij D, Belfroid E, Hadjichristodoulou C, Mouchtouri VA, Raab J, Timen A. Educating, training, and exercising for infectious disease control with emphasis on cross-border settings: an integrative review. *Global Health* 2020;16:78.
8. INACSL Standards Committee. Healthcare simulation standards of best practice™ the debriefing process. *Clin Simul Nurs* 2021;58:27–32.

하루 과일 및 채소 500 g 이상 섭취자 분율 추이, 2016-2024년

하루 과일 및 채소 섭취량이 500 g 이상인 분율(19세 이상, 연령표준화)은 감소하는 경향이며, 2024년 24.4%였다(그림 1). 2024년 기준, 여자가 남자에 비해 낮았다(그림 2).

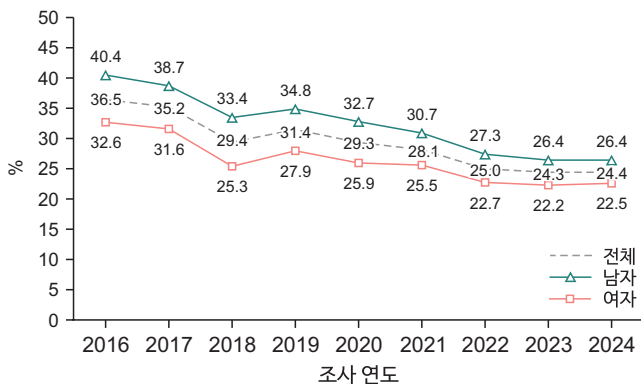


그림 1. 하루 과일 및 채소 500 g 이상 섭취자 분율 추이, 2016-2024년

*하루 과일 및 채소 500 g 이상 섭취자 분율: 1일 과일 및 채소 섭취량이 500 g 이상인 분율, 19세 이상

†그림 1의 연도별 지표값은 2005년 추계인구로 연령표준화

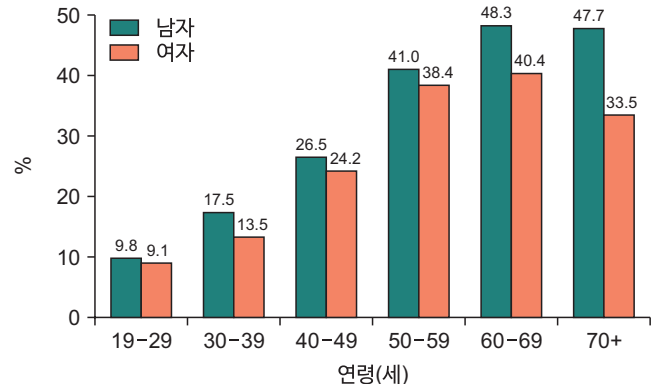


그림 2. 성별·연령별 하루 과일 및 채소 500 g 이상 섭취자 분율, 2024년

출처: 2024 국민건강통계, 국민건강영양조사, <https://knhanes.kdca.go.kr/>

작성자: 질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과 연소영

QuickStats

Trends in the Proportion of the Population Consuming More than 500 g of Fruits and Vegetables Per Day, 2016–2024

The proportion of the population consuming more than 500 g of fruits and vegetables per day (age standardization) among those aged 19 and over was 24.4% in 2024, and has shown a sustained declining trend (Figure 1). The proportion for women was lower than that for men in 2024 (Figure 2).

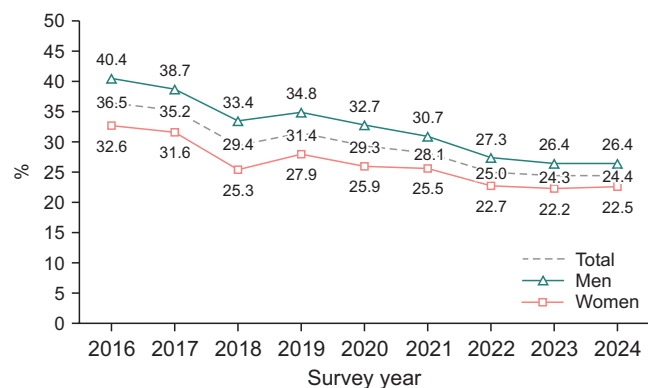


Figure 1. Trends in the proportion of the population consuming more than 500 g of fruits and vegetables per day, 2016–2024

*Proportion of the population consuming more than 500 g of fruits and vegetables per day: proportion of the population aged 19 and over eating more than 500 g of fruits and vegetables per day.

†The mean in Figure 1 was calculated using age- and sex-specific structures of the estimated population in the 2005 Korea Census.

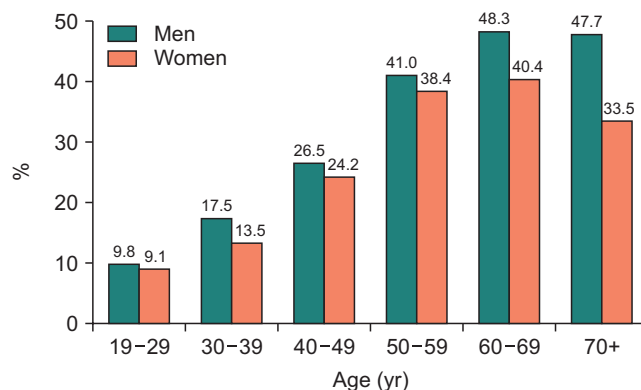


Figure 2. Proportion of the population consuming more than 500 g of fruits and vegetables per day by age and sex, 2024

Source: Korea Health Statistics 2024, Korea National Health and Nutrition Examination Survey, <https://knhanes.kdca.go.kr/>

Reported by: Soyeong Yeon , Division of Health and Nutrition Survey and Analysis, Department of Chronic Disease Prevention and Control, Korea Disease Control and Prevention Agency