



주간 건강과 질병

PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 16, No. 14, April 13, 2023

Content

조사/감시 보고

413 2021-2022절기 동물인플루엔자 인체감염증 대응 결과 보고

정책 보고

424 국가 하수(下水) 기반 감염병 감시체계 구축 및 운영

Erratum

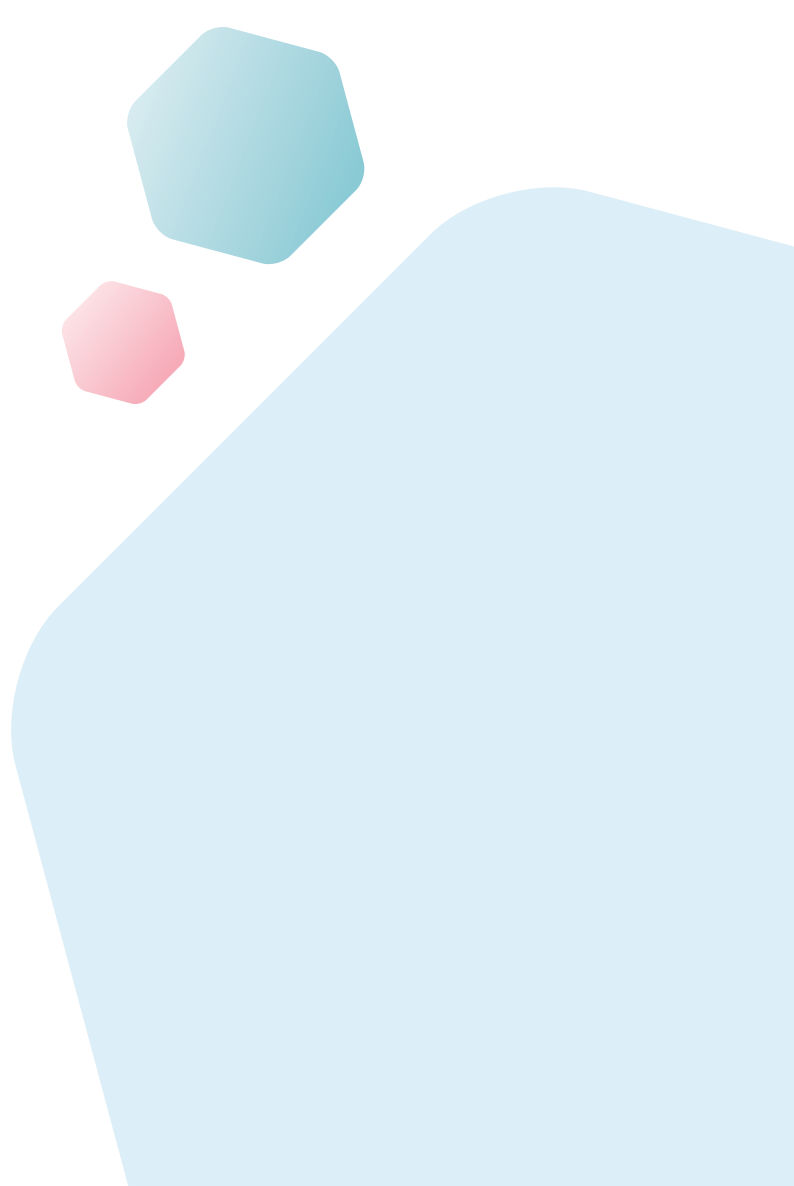
439 저자 오류 보고: 제16권 9호

질병 통계

440 시·도별 걷기 실천율 격차 추이, 2012-2021년

Supplements

주요 감염병 통계



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 질병관리청의 조사·감시·연구 결과에 대한 근거 기반의 과학적 정보를 국민과 국내·외 보건의료인 등에게 신속하고 정확하게 제공하는 것을 목적으로 발간된다. 주간 건강과 질병은 감염병과 만성병, 환경기인성 질환, 손상과 중독, 건강증진 등과 관련된 연구 논문, 유행 보고, 조사/감시 보고, 현장 보고, 리뷰와 전망, 정책 보고 등의 원고를 게재한다. 주간 건강과 질병은 전문가 심사를 거쳐 매주 목요일(연 50주) 발행되는 개방형 정보열람(Open Access) 학술지로서 별도의 투고료와 이용료가 부과되지 않는다.

저자는 원고 투고 규정에 따라 원고를 작성하여야 하며, 이 규정에 적시하지 않은 내용은 국제의학학술지편집인협의회(International Committee of Medical Journal Editors, ICMJE)의 Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals (<https://www.icmje.org/>) 또는 편집위원회의 결정에 따른다.

About the Journal

주간 건강과 질병(eISSN 2586-0860)은 2008년 4월 4일 창간된 질병관리청의 공식 학술지이며 국문/영문으로 매주 목요일에 발행된다. 질병관리청에서 시행되는 조사사업을 통해 생성된 감시 및 연구 자료를 기반으로 근거중심의 건강 및 질병관련 정보를 제공하고자 최선을 다할 것이며, 제공되는 정보는 질병관리청의 특정 의사와는 무관함을 알린다. 본 학술지의 전문은 주간 건강과 질병 홈페이지(<https://www.phwr.org/>)에서 추가비용 없이 자유롭게 열람할 수 있다. 학술지가 더 이상 출판되지 않을 경우 국립중앙도서관(<http://nl.go.kr>)에 보관함으로써 학술지 내용에 대한 전자적 자료 보관 및 접근을 제공한다. 주간 건강과 질병은 오픈 액세스(Open Access) 학술지로, 저작물 이용 약관(Creative Commons Attribution Non-Commercial License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)에 따라 비상업적 목적으로 사용, 재생산, 유포할 수 있으나 상업적 목적으로 사용할 경우 편집위원회의 허가를 받아야 한다.

Submission and Subscription Information

주간 건강과 질병의 모든 논문의 접수는 온라인 투고시스템(<https://www.phwr.org/submission>)을 통해서 가능하며 논문투고 시 필요한 모든 내용은 원고 투고 규정을 참고한다. 주간 건강과 질병은 주간 단위로 홈페이지를 통해 게시되고 있으며, 정기 구독을 원하시는 분은 이메일(phwrcdc@korea.kr)로 성명, 소속, 이메일 주소를 기재하여 신청할 수 있다.

기타 모든 문의는 전화(+82-43-219-2955, 2958, 2959), 팩스(+82-43-219-2969) 또는 이메일(phwrcdc@korea.kr)을 통해 가능하다.

발행일: 2023년 4월 13일

발행인: 지영미

발행처: 질병관리청

편집사무국: 질병관리청 건강위해대응관 미래질병대비과
(28159) 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 187 오송보건의료행정타운
전화. +82-43-219-2955, 2958, 2959, 팩스. +82-43-219-2969
이메일. phwrcdc@korea.kr
홈페이지. <https://www.kdca.go.kr>

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 article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

편집위원장

최보울

한양대학교 의과대학

부편집위원장

류소연

조선대학교 의과대학

하미나

단국대학교 의과대학

염준섭

연세대학교 의과대학

유석현

건양대학교 의과대학

편집위원

고현선

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원

곽진

질병관리청

권동혁

질병관리청

김동현

한림대학교 의과대학

김수영

한림대학교 의과대학

김원호

질병관리청 국립보건연구원

김윤희

인하대학교 의과대학

김중곤

서울의료원

김호

서울대학교 보건대학원

박영준

질병관리청

박지혁

동국대학교 의과대학

송경준

서울대학교병원운영 서울특별시보라매병원

신다연

인하대학교 자연과학대학

안윤진

질병관리청

안정훈

이화여자대학교 신산업융합대학

엄중식

가천대학교 의과대학

오경원

질병관리청

오주환

서울대학교 의과대학

유영

고려대학교 의과대학

이경주

국립재활원

이선희

부산대학교 의과대학

이윤환

아주대학교 의과대학

이재갑

한림대학교 의과대학

이혁민

연세대학교 의과대학

전경만

삼성서울병원

정은옥

건국대학교 이과대학

정재훈

가천대학교 의과대학

최선화

국가수리과학연구소

최원석

고려대학교 의과대학

최은화

서울대학교어린이병원

허미나

건국대학교 의과대학

사무국

박희빈

질병관리청

안은숙

질병관리청

이희재

질병관리청

원고편집인

구해미

(주)메드랑

2021-2022절기 동물인플루엔자 인체감염증 대응 결과 보고

조유진, 이상은, 이수연, 이형민*

질병관리청 감염병위기대응국 신종감염병대응과

초 록

조류인플루엔자 인체감염증(avian influenza human infection)은 조류인플루엔자(avian influenza, AI) 바이러스인 H5N1, H7N7, H7N9형 등에 감염된 조류나 오염된 환경에 직접 노출되어 발생하는 급성호흡기 감염병이다. 2021-2022절기에 국내 AI 인체감염 사례는 확인되지 않았으나 전국 7개 시·도의 가금류에서 고병원성 AI H5N1형 47건이 검출되었고, 12개 시·도와 48개 시·군·구에서 포집된 야생조류 분변, 폐사체 등에서 AI H5N1 고병원성 67건, AI H7N7 저병원성 39건, AI H5N3 저병원성 35건, AI H7N2 저병원성 4건, AI H5N2 저병원성 2건, AI H5N8 저병원성 1건으로 총 148건 검출되었다. 가금류 등 조류에서 고병원성 AI 유행이 예상되는 상황에서 질병관리청은 대책반을 구성하여 AI 인체감염증 발생 및 확산을 방지하기 위하여 지자체 및 유관 기관 간 협조 체계를 마련하고, 예방조치와 현장 점검을 통해 감시체계를 강화하였다. AI 인체감염증 고위험군인 농장 종사자나 살처분 참여자 대상으로 계절인플루엔자 백신 접종과 예방적 항바이러스제 투약을 통한 예방조치를 실시하였고, 살처분 참여자의 개인보호구 착용과 현장 내 보호구역 구분에 대한 현장 점검을 시행하였다. 2021-2022절기에는 고병원성 AI H5N1형이 검출된 농장 관련 종사자, 살처분 참여자, 시료 채취자 등 총 4,062명이 AI 인체감염증 고위험군으로 분류되어 관리되었고, 이 중 의사 환자가 1명 발생하였으나, 검사 결과 음성으로 확인되어 AI 인체감염 사례는 발생하지 않았다. 본 보고서에서는 2021-2022절기 국내 AI 인체감염증 예방을 위한 질병관리청의 대응 과정과 결과를 정리하여 향후 보다 효과적인 AI 인체감염증 예방 및 대응을 위한 정책 수립에 근거를 마련하고자 하였다.

주요 검색어: 조류독감; 병독성; 인플루엔자 A, H5N1 아형

서 론

조류인플루엔자 바이러스(avian influenza, AI)는 보통 닭, 칠면조, 오리, 야생조류 등을 감염시키며, 일반적으로 사람을 감염시키지는 않는다고 알려져 있다. 그간 포유류는 AI가 결합하는 수용체 단백질이 거의 없어 감염사례가 드물었으나 최

근 중간 벽을 넘어 멍크, 여우, 고양이, 흰족제비, 물개, 돌고래, 회색곰, 미국너구리 등의 감염 사례가 보고되고 있다. 이는 바이러스가 포유류 조직에서 복제가 잘 되도록 중합효소 유전자에 변이가 발생하였기 때문이다[1]. 이러한 변이와 숙주의 확장 등으로 AI 인체감염증은 다음 팬데믹 후보 1순위로 대두되고 있으며 실제로 그간 발생이 없던 지역에서 새로

Received March 8, 2023 Revised March 21, 2023 Accepted March 21, 2023

*Corresponding author: 이형민, Tel: +82-43-719-9100, E-mail: sea2sky@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, 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?**

조류인플루엔자 인체감염증의 대부분 인체감염 사례는 고병원성 avian influenza (AI)에 감염된 조류나 오염된 환경에 직접 노출되어 발생하는 것으로 보고되어 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

2021-2022절기에 국내에서는 고병원성 AI H5N1형이 검출된 농장 관련 종사자, 살처분 관계자, 시료 채취자 등 총 4,062명이 AI 인체감염증 고위험군으로 분류되어 관리되었다.

③ 시사점은?

AI의 인체감염 위험이 증가하는 상황에서 국내 AI 인체감염증에 대한 면밀한 감시와 대비가 필요하다.

운 아형에 의한 인체감염이 보고되고 있다. AI의 아형은 표면단백질인 헤마글루티닌(hemagglutinin)과 뉴라미니데이스(neuraminidase)의 조합에 따라 다양한데, 인체감염을 일으키는 바이러스 혈청 아형으로는 2022년 12월 기준으로 H3N8, H5N1, H5N6, H5N8, H7N9, H9N2, H10N3, H10N7, H10N8이 보고되었으며, 인체감염 이후 사람 간 전파까지 보고된 아형으로는 H3N8, H5N1, H5N6, H5N8, H7N9, H9N2가 있다[2,3].

AI 인체감염증 해외 인체감염 사례 발생 현황은 2023년 2월 25일까지의 누적 수치로 H5N1형은 전 세계 21개국에서 873명의 환자가 발생하였고, 이 중 사망자는 458명으로 치명률은 52.5%이다. H5N6형은 중국과 라오스에서 83명의 환자가 발생하였으며 이 중 사망자는 35명, 치명률은 42.2%이다. H5N8형은 러시아에서 7명이 발생하였으나 현재까지 사망 보고는 없다[4,5]. H3N8형의 인체감염 사례가 중국에서 세계 최초로 2022년 4월에 보고되었고, 추가로 5월에 1명이 더 보고되었다[6].

AI 인체감염증은 급성호흡기 감염병으로 분류되며, 임상

증상은 발열, 기침, 결막염, 인후통, 근육통 등 인플루엔자 증상과 유사하다. 환자에 따라 폐렴, 급성호흡기부전 등 중증 호흡기 질환 양상도 나타날 수 있다. 또한, AI 인체감염증은 구역, 구토, 설사의 소화기 증상과 신경학적 증상을 일으키기도 한다[7].

AI는 가금류와 야생조류에서 지속적으로 검출되고 있고, 변이형이 발생할 수 있다는 측면에서 인체감염 위험성에 대해 안심할 수 없는 상황이다. 이에 질병관리청은 AI 인체감염증을 제1급감염병 내 동물인플루엔자 인체감염증으로 분류하고, 의사 및 확진 환자 발생 시 즉각적으로 신고와 격리 조치가 이루어질 수 있도록 대응하고 있다[8]. 이 보고서에서는 2021-22절기 질병관리청의 AI 인체감염증 예방을 위한 대응과정과 결과를 정리하여 향후 보다 효과적인 AI 인체감염증 예방 및 대응 체계 마련에 기여하고자 한다.

방 법**1. 조류인플루엔자 절기 대비**

질병관리청은 2021년 10월 26일, 국내 야생조류에서 고병원성 AI H5N1형이 2건 검출됨에 따라 2021년 11월 2일에 「중앙 AI 인체감염증 대책본부」를 구성하였다. 질병관리청과 지자체 담당자의 정보를 최신 정보로 바꾸고, 농림축산식품부, 농림축산검역본부 등 유관 기관과의 핫라인을 구축하여, 24시간 운영하는 종합상황실을 통해 AI 인체감염증 대응을 위한 감시체계를 가동하였다. 지자체에서도 지역 AI 인체감염 대책반을 구성하여 AI 발생에 대비하기 위한 준비를 했다.

절기 시작 전, AI 대응요원의 역량 강화를 위해 지자체 AI 대응요원 및 질병관리청 중앙역학조사관을 대상으로 가금농장 AI 발생 대비 및 현장 대응을 위한 인체감염 예방조치 교육을 실시하였다. AI를 예방할 수 있는 예방접종은 없지만, 인플루엔자와의 중복감염을 예방하기 위해서 계절인플루엔자 백신을 접종하였으며, 각 지자체별로 수요 조사를 실시하여 예

방 물품인 항바이러스제와 개인보호구를 지원하였다.

2. 원헬스 기반의 범부처 대응

AI 인체감염증과 같이 새로운 인수공통감염병 유입 위험에 대비하고 예방하기 위하여 질병관리청은 2022년도 「인수공통감염병 대책위원회」에 참여하여 타 관련 기관(농림축산식품부, 식품의약품안전처, 농림축산검역본부, 국립야생동물질병관리원 등)과 협조 체계를 강화하였다[9]. 또한, 질병관리청 인수공통감염병관리과에서 범부처 원헬스 리더십 교육과정을 운영하여 인수공통감염병에 대한 범부처 공동대응 필요성과 협력을 제고하였다.

결 과

AI 신규 발생 지역(시·도)에서는 지자체 AI 인체감염 대책반의 주도로 인체감염 예방조치를 위해 살처분 현장을 관리하며, 중앙역학조사반(권역별 질병대응센터 포함)에서도 함께 출동하여 현장 관리를 지원하였다. 중앙역학조사반은 보건소 내 대책반 구성 여부 확인, 기준에 따른 살처분 참여 불가능자 선별, 살처분 참여 인력을 대상으로 하는 계절 인플루엔자 예

방접종(29,361명 접종) 및 항바이러스제 투약(10,230명분 지급), 고위험군 관리대상 명단 작성 등을 통해 인체감염 예방조치를 지원하였다. 살처분 현장에서는 살처분 참여 인력의 개인보호구 착용 상태 점검 및 부족분 지원(190명분 지원), 보호구역 구획 분리 여부 점검을 지도하고 응급환자 발생시 대응 조치를 시행하였다.

AI 인체감염 대비를 위해 2021-22절기 가금류 및 야생조류의 발생 감시 이전인 2021년 7월 1일부터 AI 인체감염증 검역관리지역(중국 광둥성, 푸젠성, 후난성)을 지정하였다. 해당 지역 입국자들을 대상으로 발열 확인 및 건강상태질문서를 징구하는 등의 입국 검역을 강화하여 AI 인체감염증의 해외 유입을 방지하고자 하였다.

전국 7개 시·도, 23개 시·군·구에서 고병원성 H5N1형 AI가 47건 확인되었고, 이에 총 81호 농가에서 7,307 천수를 살처분하였다. 또한, 12개 시·도, 48개 시·군·구에서 포획된 야생조류 분변, 포획, 폐사체 등에서는 AI 148건이 검출되었다(그림 1). 이 중 고병원성은 67건, 저병원성은 81건이었다. 가금류와 야생조류 발생과 관련하여 농장 종사자, 살처분 관계자, 시료 채취자, 대응요원 등 총 4,062명을 고위험군으로 분류하였다. 이 중 살처분 참여자는 3,353명(82.5%)으로 가장 높은 비율을 보였으며 농장 종사자는 299명(7.4%)이었다. 고위험군 중 외국인은 2,671명으로 65.8%를 차지하였으며(그림 2), 이 중 태국 국적의 외국인이 1,514명으로 가

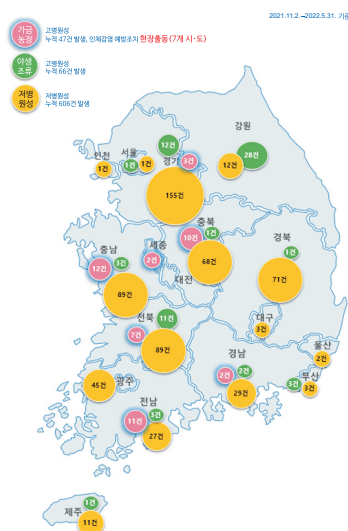


그림 1. 국내 조류인플루엔자 발생 현황, 2021-2022년

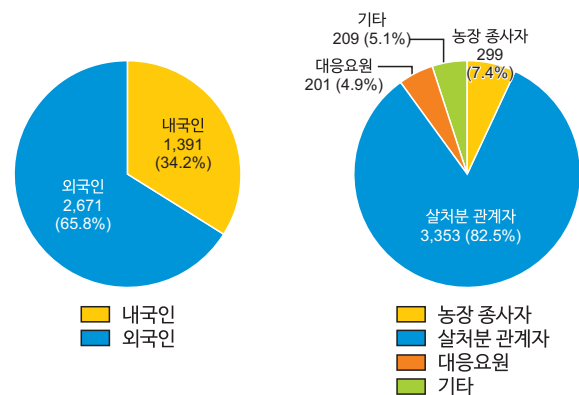


그림 2. 국적별, 직업군별 조류인플루엔자 고위험군 비율, 2021-2022년

장 많은 비율을 차지하였다. 고위험군 중 1명의 의사 환자가 발생하였으나, AI 검사 및 호흡기바이러스 8종 검사 결과 음성이었다.

이와 같이 고위험군 중 가장 많은 비율을 차지하는 외국인 살처분 참여자들의 AI 인체감염 예방 안내 및 모니터링을 위해 13개 외국어로 AI 인체감염 예방조치 안내 홍보물을 배포하였고, 살처분 시 반드시 외국인 참여자들의 개인 인적 사항, 연락 가능한 전화번호와 같은 필수 정보들을 수집하여 고위험군 관리가 잘 될 수 있도록 조치하였다. 또한, 이렇게 수집한 고위험군 관리 명단을 중심으로 AI 인체감염 예방조치 및 관리를 위하여 살처분 투입 완료 후 10일간 AI 인체감염증 의심 증상이 발생할 경우에 대비하여 능동 감시(5일째, 10일째 우선 연락)와 예방적 항바이러스제 복용을 실시하였다.

범부처 공동대응 필요 사례 기반의 시뮬레이션형 교육프로그램을 관리자 2회, 실무자 4회 과정으로 진행하여 예방관리 강화를 도모하였다.

결론

AI는 지속적인 변이와 유전자 재편성 가능성으로 인해 치명적인 인체감염의 위험인자로 대두되고 있으며, 향후 잠재적인 인플루엔자 대유행을 일으킬 바이러스로 예측되고 있다[10]. 현재까지는 사람 간 전파가 거의 발생하지 않았고 인체 감염률이 낮으나, 유전적 재편성을 통해 병독성과 치명률이 높은 치명적인 새로운 바이러스가 될 가능성이 있기 때문이다. 국내에서 인체감염 사례는 아직 없으나 국외에서 산발적으로 인체감염 사례가 지속 발생하고 있고, 풍토병 지역 이외 북미 등에서 새로운 유전자형에 의한 인체감염 사례가 보고되고 있다[11]. 이에 원헬스 기반의 조류 등 모니터링과 함께 질병관리청은 AI 인체감염증 발생과 확산 방지를 위해 관련 기관 간 합동 공동 대응체계 유지 및 정보교류 강화, 지자체 AI 대응요원 역량 강화를 위한 지속적인 점검, 교육 등을 추진하

였다. AI 인체감염증을 예방하기 위해 계절인플루엔자 백신 접종, 항바이러스제 투약, 개인보호구 부족분 지원, 살처분 실시 후 인체감염 발생 모니터링 등을 앞으로도 지속할 것이다. 농림축산식품부와 지자체가 함께 AI 발생 및 조치 사항을 신속하게 공유하고, AI 대응 관련 관계부처와의 협력관계를 유지하며 원헬스 기반의 정부 합동 대응 체계를 강화해 나갈 것이다. 또한 AI 인체감염증 국외 발생을 감시·분석하면서 국내 유입 및 전파 차단을 위해 해외 최신 지견 및 연구 결과를 검토하여 AI 인체감염증 국내 대응 체계를 지속적으로 보완할 예정이다.

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: UJC, SL, SYL.

Data curation: UJC. Formal analysis: UJC. Investigation: UJC, SL. Methodology: UJC. Resources: UJC. Software: UJC. Supervision: HL. Validation: SYL. Visualization: UJC. Writing – original draft: UJC. Writing – review & editing: SYL, HL.

References

1. Agüero M, Monne I, Sánchez A, et al. Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus infection in farmed minks, Spain, October 2022. *Euro Surveill* 2023;28:2300001.
2. World Health Organization. Surveillance – Avian Influenza [Internet]. World Health Organization; 2023 [cited 2023 Feb 3]. Available from: <https://who.int/westernpacific/emergencies/surveillance/avian-influenza>

3. World Health Organization. Influenza (Avian and other zoonotic) Fact-Sheets [Internet]. World Health Organization; 2018 [cited 2023 Feb 10]. Available from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-\(avian-and-other-zoonotic\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-(avian-and-other-zoonotic))
4. World Health Organization. Human Infection with Avian Influenza A(H5) Viruses [Internet]. World Health Organization; 2023 [cited 2023 Feb 14]. Available from: https://who.int/docs/default-source/wpro---documents/emergency/surveillance/avian-influenza/ai_20230106.pdf?sfvrsn=5f006f99_108
5. Centers for Disease Control and Prevention. Bird Flu Virus Infections in Humans [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention; 2022 [cited 2023 Feb 14]. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/avianflu/avian-in-humans.htm>
6. Yang R, Sun H, Gao F, et al. Human infection of avian influenza A H3N8 virus and the viral origins: a descriptive study. *Lancet Microbe* 2022;3:e824-34.
7. Centers for Disease Control and Prevention. Avian Influenza in Birds [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention; 2022 [cited 2023 Feb 13]. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/avianflu/avian-in-birds.htm>
8. Korea Disease Control and Prevention Agency Press Release (November 11 2021) [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2021 [cited 2023 Feb 15]. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501020000&bid=0015&list_no=717503&cg_code=C01&act=view&nPage=106
9. Korea Disease Control and Prevention Agency Press Release (December 23 2022) [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2022 [cited 2023 Mar 2]. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501020000&bid=0015&list_no=721500&cg_code=C01&act=view&nPage=1
10. Shin Y. Ecology of Highly Pathogenic Avian Influenza Virus and Domestic and International Outbreak Status: BRIC View 2018-T04 [Internet]. BRIC View; 2018 [cited 2023 Feb 14]. Available from: <https://www.ibric.org/my-board/read.php?Board=report&id=2899>
11. Hill N. Is Bird Flu the Next Pandemic? [Internet]. The Boston Globe; 2023 [cited 2023 Feb 22]. Available from: <https://bostonglobe.com/2023/02/21/opinion/is-bird-flu-next-pandemic/>

Preventive Responses to Avian Influenza Infection in Human in the Republic of Korea, 2021–2022

U Jin Cho, Sangeun Lee, Su-Yeon Lee, Hyungmin Lee*

Bureau of Infectious Disease Emergency Preparedness and Response, Division of Emerging Infectious Disease Response,
Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

ABSTRACT

Avian influenza (AI) in humans is an acute respiratory infection caused by direct exposure to birds infected with AI viruses, such as H5N1, H7N7, and H7N9, or to contaminated environments. During 2021–2022, although no domestic AI cases in humans were confirmed, 47 cases of the highly pathogenic AI virus H5N1 were detected in poultry from seven cities or provinces nationwide. Furthermore, 148 cases were detected from samples of wild bird feces and carcasses from 12 cities or provinces and 48 cities or counties. When a highly pathogenic AI virus epidemic is expected in birds such as poultry, the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) establishes a cooperative system between local governments and related organizations to prevent the occurrence and spread of AI in humans. This is done by forming a countermeasure group and a surveillance system through preventive measures and on-site inspections. The surveillance system was particularly strengthened for farm workers or slaughter personnel, who are considered high-risk groups for AI, and preventive measures of seasonal influenza vaccination and antiviral drug administration were implemented. On-site inspections were conducted for slaughter personnel, who were instructed to wear personal protective equipment, and to classify the protected areas within the site. During the 2021–2022 season, 4,062 people (including farm workers, culling personnel, and hunters), in whom the highly pathogenic AI virus H5N1 was detected, were classified as a high-risk group for AI and managed accordingly. Although one patient was suspected of having AI, the test result was negative. No cases of AI in humans were reported. By describing the response process adopted by and results of the KDCA for the prevention of domestic AI in humans in 2021–2022, this report aims to provide a basis for establishing policies that are more effective in the prevention and management of AI in humans in the future.

Key words: Influenza in birds; Virulence; Influenza A virus, H5N1 subtype

*Corresponding author: Hyungmin Lee, Tel: +82-43-719-9100, E-mail: sea2sky@korea.kr

Introduction

Avian influenza (AI) commonly infects species such as chickens, turkeys, ducks, and wild birds and does not generally

infect humans. Mammalian infection cases have been rare as mammals have fewer receptor proteins than other species to which AI can bind. Recently, infections have been reported in mink, fox, cat, ferret, seal, dolphin, grizzly bear, and raccoon

Key messages

① What is known previously?

Most cases of avian influenza (AI) human infection are reported to be caused by direct exposure to highly pathogenic AI infected birds or contaminated environments.

② What new information is presented?

In the 2021–2022 season, a total of 4,062 people, including farm-related workers, culling officials, and hunters, in which the highly pathogenic AI H5N1 type was detected, were classified as a high-risk group for AI human infection.

③ What are implications?

In a situation where the risk of human infection by AI is increasing, it is necessary to closely monitor AI human infection in the Republic of Korea.

species. This is a result of DNA polymerase mutation, allowing better replication of the virus in mammalian tissues [1]. Due to these mutations and increase in host species, AI human infection is emerging as a potential pandemic candidate. Human infection from a new AI subtype has been reported in areas with no outbreak. AI subtypes vary depending on the combination of surface protein, hemagglutinin, and neuraminidase. As of December 2022, H3N8, H5N1, H5N6, H5N8, H7N9, H9N2, H10N3, H10N7, and H10N8 have been reported as virus subtypes infecting humans. Subtypes reported in human infection and human-to-human transmission include H3N8, H5N1, H5N6, H5N8, H7N9, and H9N2 [2,3].

As of February 25, 2023, the cumulative number of H5N1-type patients was 873 in 21 countries globally, of which 458 died, with a fatality rate of 52.5%. The number of H5N6-type patients was 83 in China and Laos, of which 35 died, with a fatality rate of 42.2%. H5N8 infection occurred in seven

patients in Russia; however, no deaths have been reported to date [4,5]. A human H3N8 infection case was reported in China for the first time globally in April 2022, and an additional case was reported in May 2022 [6].

AI human infection is classified as an acute respiratory infectious disease, with clinical symptoms similar to influenza symptoms, such as fever, cough, conjunctivitis, sore throat, and muscle pain. Depending on the patient, severe respiratory diseases such as pneumonia and acute respiratory failure may also develop from AI infection. Occasionally, AI can cause gastrointestinal symptoms, such as nausea, vomiting, diarrhea, as well as neurological symptoms [7].

AI is continuously detected in poultry and wild birds, thus there are human infection risks from mutations that may occur. The Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) classifies AI human infectious diseases as animal influenza human infectious diseases, within first-class infectious diseases. It responds immediately to the information on reported cases and quarantines them when suspected or confirmed with the infection [8]. This report aims to describe the response process and associated results for AI human infectious disease prevention by KDCA during the 2021 and 2022 AI seasons and contribute to preparing a more effective human infectious disease prevention and response system for the future.

Methods

1. Preparing for the AI Season

On October 26, 2021, two highly pathogenic AI H5N1 types were detected in wild birds in the Republic of Korea (ROK). In response, the KDCA formed the Central AI Human Infectious Disease Countermeasures Headquarters on

November 2, 2021. A hotline was established with relevant organizations such as the KDCA; local government officials; the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs; and the Agriculture, Forestry and Livestock Quarantine Headquarters. A surveillance system was operated to respond to AI human infectious diseases through a 24-hour general situation room. Local governments also prepared for the AI outbreak by organizing local AI human infection countermeasure teams.

Prior to the start of the season, to strengthen the capabilities of AI response personnel, training was conducted on human infection prevention measures to prepare for AI outbreaks in poultry farms and respond to on-site AI response personnel in local governments and central epidemiological investigators of the KDCA. There was no AI vaccine. However, the seasonal influenza vaccine was administered to prevent dual infection. Antiviral drugs and personal protective equipment, which are preventive items, were provided by conducting a need-based assessment in each local government.

2. Pan-governmental Response Based on One Health

To prepare for and prevent the risk of the inflow of new zoonoses, such as AI human infection, the KDCA participated in the 2022 Zoonosis Countermeasure Committee and strengthened cooperation with other related organizations, such as the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs; Ministry of Food and Drug Safety, Agriculture, Forestry and Livestock Quarantine Headquarters; and the National Wildlife Disease Management Service [9]. In addition, the Zoonosis Management Division of the KDCA ran pan-ministerial One Health leadership training courses to enhance cooperation and address the need for a pan-governmental joint response to

zoonosis.

Results

In regions (cities or provinces) where AI has newly occurred, the AI human infection countermeasure teams of the local government manages the culling site to prevent human infection, and the central epidemiological investigation team (including the regional disease response center) is also dispatched to manage the site. The central epidemiological investigation teams assessed whether a countermeasure team was formed in the public health centers, selected those who could not participate in culling according to the criteria, and supported preventive measures for human infection through seasonal influenza vaccination (29,361 people were vaccinated), antiviral medication (provided for 10,230 people), and a list of high-risk groups for management. At the culling sites, they inspected the utilization of personal protective equipment by the culling personnel, addressed any shortages (equipment was provided to 190 people), instructed the inspection of the division of the protected area, and implemented emergency patient response measures.

To prepare for AI human infection, AI human infectious disease quarantine management areas (Guangdong, Fujian, and Hunan Provinces, China) were designated from July 1, 2021, prior to the surveillance of poultry and wild birds in the 2021–22 season. Quarantine measures were strengthened at the border to prevent the international inflow of AI human infectious diseases, such as fever checks and health status questionnaires for travelers from the regions.

Forty-seven highly pathogenic H5N1 type AI cases were confirmed in 7 cities or provinces and 23 cities or counties

across the country, and 7,307 live animals were culled from 81 farms. In addition, 148 cases of AI were detected in captured wild birds, as well as their feces and carcasses, collected in 12 cities or provinces and 48 cities or counties (Figure 1). Among them, 67 were highly pathogenic and 81 were lowly pathogenic. Four thousand sixty-two people were classified as high-risk group, including farm workers, culling officials, sample collectors, and poultry and wild bird outbreak response personnel. Most ($n = 3,353$, 82.5%) participated in culling and 299 (7.4%) were farm workers. Among the high-risk group, foreigners accounted for 65.8%, with 2,671 people (Figure 2), where those of Thai nationality accounted for the largest proportion, with 1,514 people. One suspected patient occurred in the high-risk group, however, their AI test and eight respiratory virus tests were negative.

As foreigners accounted the majority of the high-risk group, AI Human Infection Prevention Guidelines were distributed in 13 foreign languages for guidance and monitoring on AI human infection prevention, and essential information such as the personal information and contact numbers of

foreign participants were collected during culling, for effective management of the high-risk group. To manage the high-risk group, active surveillance (via phone contact on the 5th and 10th days) and administration of preventive antiviral medication were conducted in preparation for the occurrence of suspected symptoms of AI human infection for ten days after the completion of the culling, to prevent and manage AI human infections.

A simulation-type education program, based on cases requiring joint response across ministries, was conducted with two courses for managers and four sessions for working-level workers, to promote the strengthening of preventive management.

Conclusion

AI is emerging as a risk of fatal human infection through continuous mutation and genetic reassortment. It is predicted to be a virus that will cause a potential influenza pandemic in the future [10]. Presently, human-to-human transmission has rarely occurred, and the human infection rate is low. However, it has the potential to become a lethal new virus with a high virulence and fatality rate through genetic reassortment. There

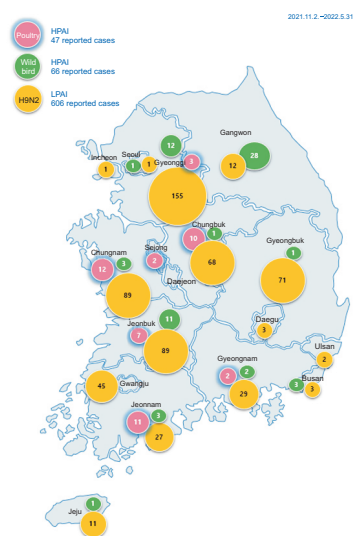


Figure 1. Avian influenza cases reported in the Republic of Korea, 2021–2022

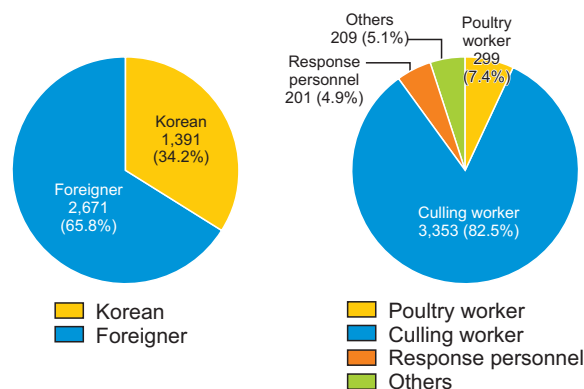


Figure 2. Distribution of avian influenza high-risk groups by nationality and occupation, 2021–2022

are no cases of human infection in the ROK to date. However, cases of human infection continue to occur sporadically internationally, and cases of human infection with a new genotype have been reported in North America and other non-endemic regions [11].

Alongside the One Health-based monitoring of birds, the KDCA maintains a joint response system between related agencies to prevent the occurrence and spread of AI human infection, strengthen information exchange, and continuously inspect and train to strengthen the capabilities of the AI response personnel of local governments. To prevent AI human infection, seasonal influenza vaccination, antiviral drug administration, support to address the lack of personal protective equipment, and monitoring of human infection after culling will continue. AI occurrences and measures will be promptly shared with the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs and local governments; cooperative relationships with AI response-related ministries will be maintained; and the One Health-based government joint response system will be strengthened. In addition, through monitoring and analyzing the occurrence of AI human infectious diseases overseas, the most current international knowledge and research results will be reviewed to prevent inflow and transmission in the ROK. The domestic response system for AI human infectious diseases will be continuously improved.

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: UJC, SL, SYL. Data curation: UJC. Formal analysis: UJC. Investigation: UJC, SL. Methodology: UJC. Resources: UJC. Software: UJC. Supervision: HL. Validation: SYL. Visualization: UJC. Writing – original draft: UJC. Writing – review & editing: SYL, HL.

References

1. Agüero M, Monne I, Sánchez A, et al. Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus infection in farmed minks, Spain, October 2022. *Euro Surveill* 2023;28:2300001.
2. World Health Organization. Surveillance – Avian Influenza [Internet]. World Health Organization; 2023 [cited 2023 Feb 3]. Available from: <https://who.int/westernpacific/emergencies/surveillance/avian-influenza>
3. World Health Organization. Influenza (Avian and other zoonotic) Fact-Sheets [Internet]. World Health Organization; 2018 [cited 2023 Feb 10]. Available from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-\(avian-and-other-zoonotic\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-(avian-and-other-zoonotic))
4. World Health Organization. Human Infection with Avian Influenza A(H5) Viruses [Internet]. World Health Organization; 2023 [cited 2023 Feb 14]. Available from: https://who.int/docs/default-source/wpro---documents/emergency/surveillance/avian-influenza/ai_20230106.pdf?sfvrsn=5f006f99_108
5. Centers for Disease Control and Prevention. Bird Flu Virus Infections in Humans [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention; 2022 [cited 2023 Feb 14]. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/avianflu/avian-in-humans.htm>
6. Yang R, Sun H, Gao F, et al. Human infection of avian influenza A H3N8 virus and the viral origins: a descriptive study. *Lancet Microbe* 2022;3:e824-34.
7. Centers for Disease Control and Prevention. Avian Influenza in Birds [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention; 2022 [cited 2023 Feb 13]. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/avianflu/avian-in-birds.htm>
8. Korea Disease Control and Prevention Agency Press Re-

- lease (November 11 2021) [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2021 [cited 2023 Feb 15]. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501020000&bid=0015&list_no=717503&cg_code=C01&act=view&nPage=106
9. Korea Disease Control and Prevention Agency Press Release (December 23 2022) [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2022 [cited 2023 Mar 2]. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501020000&bid=0015&list_no=721500&cg_code=C01&act=view&nPage=1
10. Shin Y. Ecology of Highly Pathogenic Avian Influenza Virus and Domestic and International Outbreak Status: BRIC View 2018-T04 [Internet]. BRIC View; 2018 [cited 2023 Feb 14]. Available from: <https://www.ibric.org/my-board/read.php?Board=report&id=2899>
11. Hill N. Is Bird Flu the Next Pandemic? [Internet]. The Boston Globe; 2023 [cited 2023 Feb 22]. Available from: <https://bostonglobe.com/2023/02/21/opinion/is-bird-flu-next-pandemic/>

국가 하수(下水) 기반 감염병 감시체계 구축 및 운영

장진화^{1,2}, 박신영^{1,2}, 김성순^{1,2*}, 김아라², 최유정², 김서현¹, 강애리^{1,2}, 이상원³, 권동혁^{1,2*}

¹질병관리청 위기대응분석관 위기대응연구담당관, ²질병관리청 중앙방역대책본부 역학조사분석단 정보분석팀, ³질병관리청 위기대응분석관

초 록

전 세계적인 코로나바이러스감염증-19 대유행으로 지역사회 내 감염병 발생을 선제적으로 감시 및 대응할 수 있는 수단으로 하수(下水) 기반 감시체계(wastewater-based surveillance)가 미국, 유럽 등 많은 국가에서 주목을 받게 되었으며 국가 감염병 감시 정책에 적극 활용되고 있다. 질병관리청은 2021년부터 시범사업을 통해 하수 기반 감염병 감시의 국내 적용 시 효과성을 입증하는 연구를 수행하고 있으며 전국적 하수 기반 감시체계 도입을 위한 운영 기반을 마련하였다. 이를 바탕으로 2023년 국가 하수 기반 감염병 감시(KOrea WAstewater Surveillance, KOWAS) 사업을 전국 17개 시도의 18개 보건환경연구원과 협력하여 수행하고 있다. 향후 관계부처와의 협업을 통해 하수 기반 감염병 감시 대상 및 범위를 확대하고 실험기법의 고도화를 통하여 국가 감염병의 위기상황을 대비, 대응할 수 있는 감시 기반을 마련해 나갈 것이다.

주요 검색어: 감염병; 감염병 감시; 하수 기반 감시; 코로나바이러스감염증-19

서 론

2019년 12월 중국에서 시작된 코로나바이러스감염증-19(코로나19)의 전 세계적인 대유행으로 인해 수많은 코로나19 확진자와 사망자가 발생하였다. 국내에서는 코로나19 확진자가 첫 보고된 2020년 1월 20일부터 2022년 4월 24일 까지 코로나19를 제1급 법정감염병으로 지정하였으며, 그 이후부터 현재까지 제2급 법정감염병으로 지정하여 전수감시 대상으로 관리하고 있다[1]. 이처럼 전 세계적인 코로나19 대

유행으로, 지역사회 내 감염병의 발생을 선제적으로 감시 및 대응할 수 있는 하수(下水) 기반 감시체계(wastewater-based surveillance)는 미국, 유럽, 일본 등 많은 국가에서 주목을 받게 되었으며 국가 감염병 감시 정책에 적극 활용되고 있다[2]. 우리나라도 질병관리청 주관 국정과제 「감염병 대응체계 고도화」 중 2-②-4 「하수 기반 감염병 감시체계 구축」을 포함하여 중점적으로 추진 및 관리하고 있다[3]. 질병관리청은 2022년 4월 15일 포스트옴이크론 대응계획 중 ‘신종 변이 및 재유행 감시체계 강화’ 방안의 하나로 지역사회 감염병 발생을 조기

Received March 2, 2023 Revised March 13, 2023 Accepted March 13, 2023

*Corresponding author: 김성순, Tel: +82-43-719-7730, E-mail: sskim0719@korea.kr

권동혁, Tel: +82-43-719-7950, E-mail: vethyok@korea.kr

권동혁 현재 소속: 질병관리청 역학조사분석담당관(Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju / Director for Epidemiological Investigation Analysis)

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, 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?

2020년, 코로나19 대유행을 시작으로 해외에서는 임상 감시의 보조적 수단으로써 하수 기반 감시기술의 활용이 증가하고 있는 추세이다.

② 새로이 알게 된 내용은?

하수 기반 감염병 감시는 기존 임상감시 체계의 무증상자 선제감시 어려움, 개인정보 유출 우려, 예산 등의 한계점을 보완할 수 있는 감염병 감시체계로 전 세계적으로 적극 활용되고 있다. 질병관리청은 2023년도 '새로운 역학감시체계 구축(하수 감시)'의 운영을 통하여 전국 17개 시도 대상 국가 하수 기반 감염병 감시(KOrea WAstewater Surveillance, KOWAS) 사업을 추진하고 있다.

③ 시사점은?

하수 기반 감염병 감시체계의 성공적인 구축 및 효율적인 운영을 위해 관련 부처의 협력과 법적 근거 등 정책적인 뒷받침이 필요하다.

인지하기 위해 하수 기반 감염병 감시체계를 도입하고 전국적 운영을 목표로 단계적 확대 계획을 수립하였다[1]. 또한, 제3차(2023-2027년) 감염병의 예방 및 관리에 관한 기본계획에 하수 기반 감염병 감시체계 구축 내용을 포함하였다.

이에 질병관리청은 2021년부터 시범사업을 통해 하수 기반 감염병 감시의 국내 적용 시 효과성 평가 연구를 수행하였으며 이를 바탕으로 2023년 국가 하수 기반 감염병 감시(KOrea WAstewater Surveillance, KOWAS) 사업을 전국 17개 시도의 18개 보건환경연구원과 협력하여 수행하고 있다. 본 정책 보고를 통해 질병관리청에서 수행하고 있는 국가 하수 기반 감염병 감시에 대해 소개하고 향후 발전방향에 대해 논의하고자 한다.

본 론

1. 감염병 감시 체계의 정의

감염병 '감시'란 감염병 발생과 관련된 자료, 감염병 병원체 및 매개체에 대한 자료를 체계적이고 지속적으로 수집, 분석 및 해석하고 그 결과를 제때에 필요한 사람에게 배포하여 감염병 예방 및 관리에 사용하도록 하는 일체의 과정을 말한다(감염병예방법 제2조제16호). 감시체계의 종류는 전수감시, 표본감시, 보완감시로 나뉜다. '전수감시(mandatory surveillance)'는 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」 제11조에 의하여 모든 의사, 치과의사, 한의사, 의료기관의 장, 부대장(군의원), 감염병 병원체 확인기관의 장이 신고 의무를 갖는 감시체계이다. '표본감시(sentinel surveillance)'는 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」 제16조에 따라 감염병 표본감시기관을 지정하고, 지정된 기관에 한하여 신고를 받아 운영하는 감시체계이다. '보완감시(supplementary surveillance)'는 감염병 감시체계를 보완하고, 법정감염병에 속하지 않으나 발생상황과 추이에 대한 모니터링이 필요한 감염병을 포함하여 능동적으로 신속하게 대처하기 위한 감시체계이다[4]. 하수 기반 감염병 감시는 2023년 감염병 관리사업 안내 지침에 신설되어 질병관리청에서 주관하고 있으며 기존의 감시체계를 보완할 수 있는 새로운 감염병 감시 방법이다.

2. 국가 하수(下水) 기반 감염병 감시 추진배경

하수 기반 감시에 대한 연구는 해외에서 꾸준히 수행되어 왔으며 하수 샘플 내 다양한 정보를 분석하여 병원체 및 건강지표 모니터링 등을 수행할 수 있다. 하수 감시의 주요 목적으로 1) 불법 의약품 및 마약류, 2) 감염성 병원체 및 세균, 3) 인구 마커(population markers), 4) 산업화학 물질 노출 마커, 5) 스트레스, 음식, 식단 마커, 생물학적 마커 등에 대한 모니터링 및 감시를 수행할 수 있다[5]. 특히, 2019년 12월 코로나19 대유행을 시작으로 해외에서는 유증상 감염자만을 파악

할 수 있는 임상 감시의 보조적 수단으로써, 유증상, 무증상 감염을 추적하고 관리하기 위해 하수 기반 감시기술의 활용이 증가하고 있는 추세이다[6]. 2020년 초 네덜란드 및 호주의 6 개 하수처리장 유입하수에서 코로나19의 유전적 흔적(genetic signal)이 코로나19 확진자 수와 함께 증가하는 것이 보고된 이후, 전 세계에서 하수 기반 감시체계를 주목하였다[7].

미국 보건복지부(Health and Human Services)와 미국 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention)는 국가 하수 감시 기관 간 리더십 위원회(National Sewage Surveillance Interagency Leadership Committee, NSSIL)를 구성하여 이를 통해 NSSIL 회원 기관들은 코로나19 사례 및 데이터의 수집, 분석 및 통합을 위한 국가 하수 감시체계(National Wastewater Surveillance System)를 개발 및 수행하여 정책 결정을 지원하고 있다[8]. 2023년 2월까지 미국 전역 1,300곳 이상의 하수처리장에서 코로나19 감시를 수행하고 있다[9]. 세계보건기구(World Health Organization)에서도 코로나19 환경 감시 내용 중 하수 기반 코로나19 감시 지침을 발표(2022년 4월)하였으며, 14차 국제보건규칙(International Health Regulations) 회의 결과 코로나19의 공중보건위기(Public Health Emergency of International Concern) 유지 선언과 함께 ‘하수 감시’를 권고(2023년 1월 30일)하였다[10,11].

하수를 활용한 감염병 감시의 장점은 다음과 같다. 1) 코로나19 등의 환자 감시 경우, 증상 유무에 상관없이 환자에서 배출되는 바이러스를 임상 검체보다 6-8일 조기 검출이 가능하다. 2) 개인의 사생활 침해 없이 환자 감시가 가능하다. 3) 시기별, 지역별 주기적 모니터링이 가능하다. 4) 사전 모니터링 목적으로 임상감시에 비해 예산 절감 효과가 크다. 5) 하수 샘플에서 코로나19 외 바이러스 변이 및 항생제 내성균, 수인성 질환 관련 인자 등의 국민건강과 관련된 다양한 병원체의 감시가 가능하다. 하수 기반 감염병 감시체계는 개인의 사생활 침해 없이, 지역 내에서 주기적인 모니터링이 가능하므로, 신종 감염 병원체의 조기검출이 가능하다[12]. 따라서, 기존의 임상 감시와 병행할 수 있는 전국적 하수 기반 감염병 감시체계 구축 시 지역사회 내 효율적 감염병 감시를 통해 신종 감염병 대응기반을 마련할 수 있다(그림 1).

3. 국가 하수(下水) 기반 감염병 감시 시범사업 수행결과

하수 기반 감염병 감시는 지역사회 내 하수 감시(community wastewater-based surveillance)와 건물 수준의 하수 감시(building-level wastewater surveillance)로 구분할 수 있다. 지역사회 내 하수 감시는 하수처리장을 기반으로 지역사회 수준의 하수 모니터링을 통해 바이러스 전파의 시간적 경향을 제공한다. 하지만 여러 출처의 하수가 희석되거나 혼합되어 배



그림 1. 하수 기반 감염병 감시 사업 (KOWAS) 감시 체계 모식도
KOWAS=Korea WAstewater Surveillance.

출되기 때문에 공간적 경향을 설명할 수는 없다. 반면 건물 수준의 하수 감시는 학교, 교도소, 병원 등 특정 건물을 타겟하여 감시하므로 잠재적인 감염 핫스팟이 발견되면 대상별 개입(검사 확대, 마스크 착용, 사회적 거리두기 등)을 진행할 수 있는 근거가 될 수 있다[13].

질병관리청은 2021년부터 정책연구용역 ‘하수를 이용한 감염병 감시체계 도입방안 연구(연구책임자: 고려대학교 김성표 교수)’를 통해 지역사회 내 하수 감시를 위해 세종특별자치시 대상 하수 역학 기반 감염병 감시 모니터링 체계 구축을 위한 시범사업을 수행하였다. 세종특별자치시 내 하수처리장, 교육기관, 다중이용시설, 의료기관 등에서 채취한 총 66건의 하수 샘플에서 32종의 감염병을 모니터링한 결과, SARS-CoV-2 포함 총 11종의 병원체가 검출되었다. 또한, 하수 샘플에서 분석된 감염성 병원체와 임상진단 기반 신고 건수 간에 유사한 경향을 보여 하수 기반 감시체계를 통한 감염병 모니터링 가능성을 확인하였다. 이외, 건물 수준의 하수 감시를

위하여 세종특별자치시 소재 요양병원 및 요양원 등을 대상으로 하수 기반 SARS-CoV-2의 주기적 감시를 수행하였다. 그 결과, 하수 샘플에서 분석된 병원체와 임상진단 기반 신고건수 간에 유의미한 경향이 있는지에 대한 연구를 수행 중이다. 이러한 연구결과를 바탕으로 국내 하수 기반 감염병 감시의 유용성을 확인하였으며, 2022년 정책연구용역 ‘지역 기반 하수를 이용한 감염병 감시체계 구축’ 사업을 통하여 지역별 상황에 맞는 하수 기반 감시체계 구축 및 전국적 하수 감시 결과 통합을 위한 하수 감시 실험기법 정도관리를 실시하였다. 그리하여 전국 17개 시도의 18개 보건환경연구원별 하수 기반 감염병 감시 체계 도입 및 지역별 하수 감시 운영 기반을 마련하였다.

4. 국가 하수(下水) 기반 감염병 감시 사업 운영현황

질병관리청은 2023년 국고보조사업으로 ‘새로운 역학감시체계 구축(하수 감시)’을 운영하고 있다. 전국적 국가 하수

표 1. 2023년 하수 기반 감염병 감시 사업(KOWAS) 참여 기관

시·도	보건환경연구원 명	보건환경연구원 기관 수	감시 대상 하수처리장
계		18	64
서울특별시	서울특별시 보건환경연구원	1	5
부산광역시	부산광역시 보건환경연구원	1	3
대구광역시	대구광역시 보건환경연구원	1	2
인천광역시	인천광역시 보건환경연구원	1	5
광주광역시	광주광역시 보건환경연구원	1	3
대전광역시	대전광역시 보건환경연구원	1	2
울산광역시	울산광역시 보건환경연구원	1	4
세종특별자치시	세종특별자치시 보건환경연구원	1	3
경기도	경기도 보건환경연구원	1	1
	경기도 보건환경연구원 북부지원	1	1
강원도	강원도 보건환경연구원	1	3
충청북도	충청북도 보건환경연구원	1	5
충청남도	충청남도 보건환경연구원	1	1
전라북도	전라북도 보건환경연구원	1	2
전라남도	전라남도 보건환경연구원	1	8
경상북도	경상북도 보건환경연구원	1	5
경상남도	경상남도 보건환경연구원	1	3
제주특별자치도	제주특별자치도 보건환경연구원	1	8

KOWAS=KOrea WAstewater Surveillance.

기반 감염병 감시(KOWAS) 사업의 원활한 수행을 위하여 질병관리청 「2023년도 감염병 관리 사업 안내 지침」에 하수 기반 감염병 감시(KOWAS)를 신설하였다. 본 사업의 목표는 지역별 하수 기반 감염병 감시를 통해 지역사회 내 하수에서의 주요 감염병 발생상황과 추이에 대한 감시체계를 구축하는 것으로 질병관리청 및 시·도 보건환경연구원(전국 18개소)이 연계하여 국내 지역별 하수처리장을 중심으로 주기적 하수 샘플 내 감염성 병원체 등을 감시하는 것이다. 참여 기관별 역할은 다음과 같다. 1) 질병관리청 : 사업 계획수립, 예산 확보 및 교부, 감시결과 취합, 주간 감시보고서 작성, 실험실 관련 기술지원 및 정도관리, 검사법 개선, 권역별 감시대상 발굴 및 특화사업 추진, 2) 시·도 보건환경연구원 : 하수처리장 및 감시 대상 병원체 선정, 하수 내 병원체 분석 및 결과 보고 등, 3) 환경부 : 하수처리장 내 하수 샘플 채취 지원을 바탕으로 사업을 수행하고 있다(표 1).

주요 하수 감시 대상 필수 병원체는 SARS-CoV-2, norovirus, human influenza virus (A/B), 항생제 내성균(2023년 하반기)으로 이 외 A형간염 바이러스, 급성호흡기 바이러스, 장내 세균, 기타 병원체 등 지자체별 상황에 맞추어 추가 감시가 가능하다. 또한, 해외 신종 감염병의 국내 유입 시 하수 감시 대상 병원체로 추가하여 모니터링 함으로써 선제적으로 해외유입 감염병의 감시 기반을 마련할 수 있다. 2023년도 감시 대상 하수처리장은 전국 64개소이며 지역별 주 1회 이상 감시 결과를 질병관리청으로 보고하고 있다(표 2, 그림 2).

표 2. 2023년 하수 기반 감염병 감시 사업(KOWAS) 감시 대상 병원체

구분	병원체 명
필수	SARS-CoV-2
	Norovirus
	Human influenza virus (A/B)
	항생제 내성균(2023년 하반기)

필요시 필수 감시 대상 병원체 추가 가능(해외유입 신종감염병 등) 및 지자체별 상황에 맞추어 추가 감시 가능.

KOWAS=Korea Wastewater Surveillance.

5. 국가 하수(下水) 기반 감염병 감시 향후 계획 및 발전 방향

질병관리청은 감염병 위기 및 환경변화에 대한 능동적 대비 및 대응 방안을 제시하고 신종 감염병 위기 대응체계 고도화 및 지역사회 역량 강화 방안 중 하나로 지역사회 내 하수처리장을 기반으로 하수 기반 국가감염병 감시 사업을 수행하고 있다. 필수 3종 하수 감시 대상 병원체(SARS-CoV-2, norovirus, human influenza virus (A/B)) 외 추가로 항생제 내성균 감시를 추가 수행할 예정이며, 하수 기반 감염병 감시 사업의 원활한 수행을 위하여 하수 검체 이송체계를 구축할 예정이다. 이를 바탕으로 하수처리장 대상 하수 검체 이송 표준운영절차를 개발하고 참여 기관을 관리 및 지원할 계획이다. 이와 유사하게 네덜란드 정부에서도 전국 지자체에서 하수 기반 감염병 감시망을 운영하고 있으며 약 300여 개의 하수처리시설로부터 샘플을 받아 주 3회 이상 SARS-CoV-2를 분석하여 그 결과를 네덜란드 정부의 코로나19 Dashboard에 공개적으로 제공하고 있다[14]. 질병관리청에서도 전국 보건환경연구원의 주기적인 하수 감시 결과 취합을 통하여 지역별 지리정보 연동 가시화 웹페이지를 구축하여 국민에게 공개할 예정이다

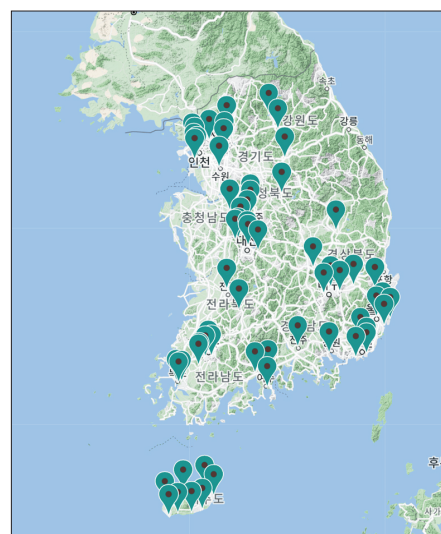


그림 2. 하수 기반 감염병 감시 사업(KOWAS) 대상 지역별 하수처리장

KOWAS=Korea Wastewater Surveillance.

다. 중장기 계획으로는 해외 입국자로 인한 해외유입 감염병 발생 초기 인지를 위한 공항 및 항만 중심 오수 기반 감염병 감시를 관련 부서 및 기관과 협력하여 추진할 계획이다. 또한, 병원 및 요양시설, 학교, 교정시설 등 감염병 집단 발생 위험이 높은 집단 시설에 대해서 일부 시도에서는 시범적으로 건물 수준의 하수 감시를 함께 수행할 예정이다. 또한, 지역사회 내 하수 감시를 위하여 감시 대상 지역 및 대상 병원체를 점진적으로 추가 확대할 예정이며 신종 감염병의 국내 유입 시 감시 대상에 추가하여 선제적 감시체계 운영 계획을 수립하고 있다.

국외에서 시행되고 있는 하수 기반 감염병 감시에서 제기되고 있는 제한점 중 하나로 지표수 유입으로 인한 오염 및 희석 등으로 인해 하수 성상에 따라 실험 결과가 달라지는 한계가 존재하여 주로 하수 기반 감염병 감시의 결과는 임상 진단기법의 보조적 수단으로 활용된다. 질병관리청에서는 KOWAS 사업의 하수 감시 실험 기법의 고도화를 위해 전국 보건환경연구원에 하수 검체 분석 특화 농축 및 추출 실험장비를 도입하여 하수 검체 처리 시간 단축 및 대용량 검체 PCR 처리를 통해 분석효율을 향상시키고 실험법의 표준화로 지역별 하수 감시 결과 비교 및 효과적인 모니터링이 가능하도록 할 계획이며, 이를 위해 관련 예산을 지속적으로 확보할 계획이다. 또한 주기적으로 전국 18개 보건환경연구원과 지속 협력하여 하수 기반 국가 감염병 감시 사업을 바탕으로 지역사회 내 감염병 감시뿐만 아니라 특정 집단 시설(병원 및 요양시설, 학교, 교정시설 등) 및 항공·항만을 오수를 통한 해외유입 감염병을 선제적으로 감시할 수 있는 등 국가 하수 기반 감시사업으로 지속 발전시켜 나가고자 한다.

결론

하수 기반 감염병 감시는 기존 임상감시 체계의 무증상자 선제감시 어려움, 개인정보 유출 우려, 막대한 예산 소요 등

여러 한계점을 보완할 수 있는 새로운 감염병 감시체계로 미국, 영국, 일본 등 전 세계적으로 포스트오미크론 대응 전략으로 적극 활용되고 있다. 국내에서도 이러한 흐름에 맞게 관련 정책을 추진하고 있다. 질병관리청은 2021년부터 하수 기반 감염병 감시 사업을 수행하고 있으며 2023년도 국고보조사업 '새로운 역학감시체계 구축(하수 감시)'의 운영을 통하여 전국 17개 시도 대상 국가 하수 기반 감염병 감시(KOWAS) 사업을 18개 보건환경연구원, 하수처리장 및 관련 부처와 협력하여 수행하고 있다. 국가 하수 기반 감염병 감시(KOWAS) 사업은 앞으로도 지속적인 발전과 실험 기법의 고도화를 통하여 국가 감염병의 위기상황을 대비, 대응할 수 있는 감시 기반을 마련할 계획이다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: Thanks to department related to the Institute of Health & Environment Research, which is participating in the KOWAS project, and Ministry of Environment and Wastewater Treatment Plants for their cooperation in collecting sewage samples.

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

Author Contributions: Conceptualization: JJ. Visualization: JJ. Writing – original draft: JJ, SYP, AK, YJC. Administrative support: SHK, AK. Writing – review & editing: SSK, SL, DK.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency Press

- Release (April 15 2022) Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list_no=719317&cg_code=&act=view&nPage=63
2. Wu F, Xiao A, Zhang J, et al. Wastewater surveillance of SARS-CoV-2 across 40 U.S. states from February to June 2020. *Water Res* 2021;202:117400.
3. Ministry of Culture, Sports and Tourism. 2022 Government vision list [Internet]. Ministry of Culture, Sports and Tourism; 2022 [cited 2023 Feb 22]. Available from: <https://www.korea.kr/introduce/govVisionList.do>
4. Korea Disease Control and Prevention Agency. Infectious disease surveillance [Internet]. KDCA; 2019 [updated 2021 Apr 8; cited 2023 Feb 22]. Available from: <https://www.kdca.go.kr/contents.es?mid=a20301110100>
5. Choi PM, Tschärke BJ, Donner E, et al. Wastewater-based epidemiology biomarkers: past, present and future. *Trends Analyt Chem* 2018;105:453–69.
6. Wu F, Lee WL, Chen H, et al. Making waves: wastewater surveillance of SARS-CoV-2 in an endemic future. *Water Res* 2022;219:11853.
7. Ahmed W, Angel N, Edson J, et al. First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: a proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. *Sci Total Environ* 2020;728:138764.
8. Kirby AE, Walters MS, Jennings WC, et al. Using wastewater surveillance data to support the COVID-19 response – United States, 2020–2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2021;70:1242–4.
9. Centers for Disease Control and Prevention. COVID data tracker [Internet]. US Department of Health and Human Services, CDC; [cited 2023 Feb 22]. Available from: <https://covid.cdc.gov/covid-data-tracker>
10. World Health Organization. Environmental surveillance for SARS-COV-2 to complement public health surveillance: interim guidance. World Health Organization; 2022.
11. World Health Organization. Statement on the fourteenth meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the coronavirus disease (COVID-19) pandemic. World Health Organization; 2023.
12. Soni V, Paital S, Raizada P, et al. Surveillance of omicron variants through wastewater epidemiology: latest developments in environmental monitoring of pandemic. *Sci Total Environ* 2022;843:156724.
13. Sellers SC, Gosnell E, Bryant D, et al. Building-level wastewater surveillance of SARS-CoV-2 is associated with transmission and variant trends in a university setting. *Environ Res* 2022;215(Pt 1):114277.
14. National Institute for Public Health and the Environment. Coronavirus dashboard [Internet]. RIVM; [cited 2023 Mar 5]. Available from: <https://coronadashboard.government.nl/landelijk/rioolwater>

Establishment and Operation of National Wastewater-based Surveillance System on Infectious Diseases

Jinhwa Jang^{1,2}, Shin Young Park^{1,2}, Seong-Sun Kim^{1,2*}, Ahra Kim², You-Jung Choi², Seo Hyun Kim¹, Aeri Kang^{1,2}, Sangwon Lee³, Donghyok Kwon^{1,2*}

¹Division of Public Health Emergency Response Research, Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA), Cheongju, Korea,

²Data Analysis Team, Epidemiological Investigation and Analysis Task Force, Central Disease Control Headquarters, KDCA, Cheongju, Korea, ³Director General for Public Health Emergency Preparedness, KDCA, Cheongju, Korea

ABSTRACT

Because of the COVID-19 pandemic, wastewater-based surveillance has garnered extensive attention in many countries, including the United States and those in Europe, by pre-emptively monitoring and responding to infectious diseases in the community. Additionally, it is actively used in national infectious disease monitoring policies. From 2021, the Korea Disease Control and Prevention Agency conducted a pilot project to prove the effectiveness of wastewater-based surveillance system in the Republic of Korea and laid the foundation to introduce a national wastewater-based surveillance system. In 2023, KOWAS project is being conducted in cooperation with 17 cities or provinces and 18 Institute of Health and Environment Researches. Henceforth, we will expand the scope of monitoring infectious diseases by cooperating with related ministries and prepare the crisis response for a potential pandemic by upgrading experimental techniques.

Key words: Infectious disease; Infectious disease surveillance; Wastewater-based surveillance; COVID-19

*Corresponding author: Seong-Sun Kim, Tel: +82-43-719-7730, E-mail: sskim0719@korea.kr

Donghyok Kwon, Tel: +82-43-719-7950, E-mail: vethyok@korea.kr

Donghyok Kwon's current affiliation: Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju / Director for Epidemiological Investigation Analysis

Introduction

The coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, which began in China in December 2019, resulted in several confirmed COVID-19 cases and deaths worldwide. In the Republic of Korea (ROK), COVID-19 was designated as a first-class notifiable infectious disease from January 20, 2020, when the first confirmed case of COVID-19 was reported, to April 24, 2022. Since then, it has been designated as a second-class

notifiable infectious disease subject to comprehensive monitoring [1]. With the COVID-19 pandemic, wastewater-based surveillance, which can preemptively help in monitoring and providing response to outbreaks of infectious diseases in communities, has received attention in many countries, including the United States, Europe, and Japan, and has been actively used in national infectious disease surveillance policies [2]. The ROK is also focusing on the promotion and management of wastewater-based surveillance, including the 2-2-4

Key messages

① What is known previously?

Starting with the COVID-19 pandemic in December 2019, wastewater-based surveillance system has been rapidly evolving as a complementary public health tool and its usage is increasing overseas.

② What new information is presented?

Wastewater-based surveillance is a new public health surveillance system that can compensate for limitations such as difficulties in preemptive monitoring of asymptomatic patients, leakage of personal information, and excessive costs. The Korea Disease Control and Prevention Agency has establishment of Korea Wastewater Surveillance (KOWAS) across 17 cities or provinces through the operation of Wastewater-based surveillance system in 2023.

③ What are implications?

For the successful establishment and efficient operation of a wastewater surveillance program, policy support including cooperation from related ministries and legal basis is needed.

[Establishment of wastewater-based infectious disease surveillance system] among the national tasks of the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) [Advancement of Infectious Disease Response System] [3]. On April 15, 2022, the KDCA introduced a wastewater-based infectious disease surveillance system and established a step-by-step expansion plan with the goal of nationwide operation to recognize the occurrence of infectious diseases in communities as one of the measures for "strengthening of the monitoring system for new variants and re-emergence" among the post-omicron response plans [1]. The goals of this system also include the establishment of a wastewater-based infectious disease monitoring system in the 3rd (2023–2027) Master Plan for Prevention and

Management of Infectious Diseases.

Accordingly, the KDCA conducted a pilot study on the effectiveness of wastewater-based infectious disease surveillance applied domestically since 2021. Based on this, in 2023, the Korea Wastewater Surveillance (KOWAS) project is being carried out in collaboration with 17 cities or provinces and 18 Institute of Health and Environment Researches nationwide. Through this policy report, we introduce the KOWAS conducted by the KDCA and discuss the directions for future development of such surveillance systems.

Results**1. Definition of an Infectious Disease Surveillance System**

"Infectious disease surveillance" refers to the process of systematically and continuously collecting, analyzing, and interpreting data related to the occurrence of infectious diseases and the pathogens and vectors of infectious diseases and distributing the results in a timely manner for the prevention and management of infectious diseases [Infectious Disease Control and Prevention Act, Article 2, Subparagraph 16]. Surveillance systems are divided into mandatory, sentinel, and supplementary surveillance systems. In mandatory surveillance systems, all doctors, dentists, doctor of Korean medicine heads of medical institutions, unit commanders (military surgeons), and heads of infectious disease pathogen identification institutions must report as per Article 11 of the Infectious Disease Control and Prevention Act. In sentinel surveillance systems, an infectious disease specimen surveillance institution is designated as per Article 16 of the Infectious Disease Control and Prevention Act, and the system operates only after receiving a report from

the designated institution. The supplementary surveillance system supplements the infectious disease surveillance system and actively and promptly responds to infectious diseases that are not notifiable as infectious diseases but require monitoring of occurrence and trends [4]. Wastewater-based infectious disease surveillance, which was recently established in the Infectious Disease Control Project Guidelines in 2023 and supervised by the KDCA, is a new method that can complement the existing surveillance system.

2. Background of National Wastewater-based Infectious Disease Surveillance

Research on wastewater-based monitoring has been steadily conducted overseas, and it involves the screening of pathogens and health indicators by analyzing wastewater samples. The primary objectives include monitoring and surveillance of 1) illegal drugs and narcotics, 2) infectious pathogens and bacteria, 3) population markers, 4) industrial chemical exposure markers, and 5) factors such as stress, food, diet markers, or biological markers [5]. Starting with the COVID-19 pandemic in December 2019, wastewater-based surveillance technology is increasingly being used in other countries to track and manage symptomatic and asymptomatic infections as an auxiliary means to clinical surveillance, which only identifies symptomatic infected individuals [6]. In early 2020, after reporting that the genetic signal of COVID-19 increased with the number of confirmed COVID-19 cases in the inflowing wastewater of six wastewater treatment plants in the Netherlands and Australia, other countries worldwide have paid attention to wastewater-based surveillance systems [7].

The United States Department of Health and Human Services and the United States Centers for Disease Control

and Prevention formed the National Sewage Surveillance Interagency Leadership Committee (NSSIL). Through the NSSIL, member organizations support policy decisions by developing and implementing the National Wastewater Surveillance System to collect, analyze, and integrate data on COVID-19 cases [8]. By February 2023, > 1,300 sewage treatment plants across the United States have been conducting COVID-19 surveillance [9]. The World Health Organization also announced wastewater-based COVID-19 surveillance guidelines (April 2022) as part of the COVID-19 environmental monitoring policies and based on the 14th International Health Regulations meeting, which recommends “sewage monitoring” (January 30, 2023) with a declaration of COVID-19 as public health emergency (Public Health Emergency of International Concern) [10,11].

The advantages of monitoring infectious diseases using wastewater are as follows. 1) In the monitoring of patients, such as COVID-19 patients, it is possible to detect viruses excreted 6–8 days earlier than that noted in clinical samples, regardless of the presence or absence of symptoms. 2) Monitoring of patients is possible without invasion of privacy. 3) Periodic monitoring according to time and region is possible. 4) Involve more significant budget savings than clinical surveillance for prior monitoring. 5) It is possible to monitor various pathogens related to public health other than COVID-19 in wastewater samples, such as virus variants, antibiotic-resistant bacteria, and waterborne pathogens. The wastewater-based infectious disease surveillance system enables periodic monitoring within the region without invading individual privacy for early detection of new emerging infectious pathogens [12]. Therefore, establishment of a nationwide wastewater-based infectious disease surveillance system combined with

existing clinical surveillance can serve as a basis for responding to new infectious diseases through efficient surveillance of infectious diseases in communities (Figure 1).

3. Results of Pilot Project on National Wastewater-based Infectious Disease Monitoring

Wastewater-based infectious disease surveillance can be divided into community wastewater-based and building-level wastewater-based surveillance. Community wastewater-based surveillance monitors temporal trends in virus transmission through community-level wastewater monitoring based on sewage treatment plants. However, the spatial trends cannot be explained because sewage from different sources is diluted or mixed. Moreover, since building-level wastewater-based surveillance targets specific buildings, such as schools, prisons, and hospitals, it can serve as a basis for target-specific interventions (such as expansion of inspections, wearing masks, and social distancing) when potential infection hotspots are discovered [13].

Since 2021, the KDCA has conducted a pilot project to establish a wastewater dynamics-based infectious disease

monitoring system in Sejong for sewage monitoring in the community through the funding of policy research—"Study on how to introduce an infectious disease surveillance system using wastewater" (PI: Seong-Pyo Kim, Professor at Korea University). This project involved the monitoring of 32 infectious diseases in a total of 66 sewage samples collected from sewage treatment plants, educational institutions, multi-use facilities, and medical institutions in Sejong and resulted in the detection of a total of 11 pathogens, including severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). In addition, a similar trend was observed between the infectious pathogens analyzed in sewage samples and the number of reported cases based on clinical diagnosis, confirming the potential of monitoring infectious diseases through sewage-based surveillance systems. In addition, for wastewater-based monitoring at building levels, periodic monitoring of wastewater-based SARS-CoV-2 was conducted at long-term care hospitals and nursing homes in Sejong. Based on this, a study is ongoing to explore a significant relationship between the pathogens analyzed in wastewater samples and the number of reported cases based on clinical diagnosis. Research findings have confirmed the usefulness of wastewater-based infectious disease

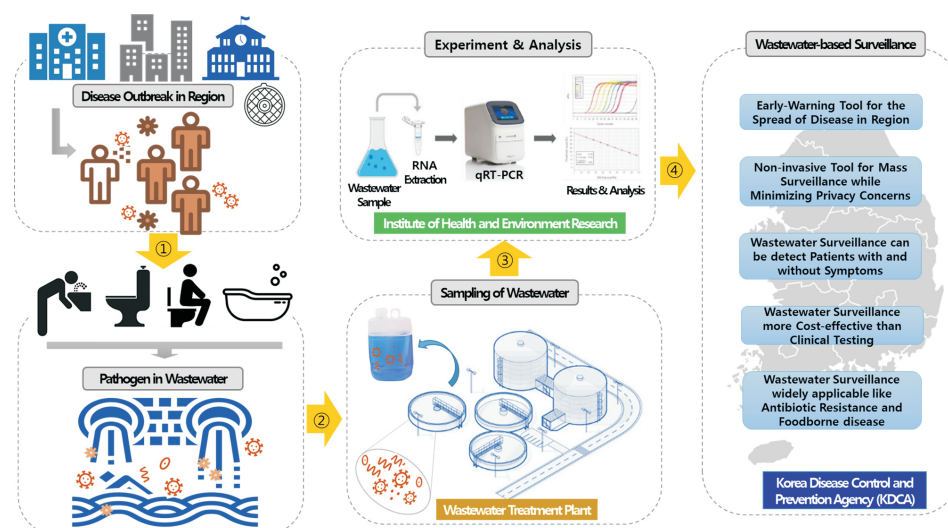


Figure 1. The Wastewater Surveillance System in the Republic of Korea

monitoring in the ROK. To establish a wastewater-based monitoring system suitable for each region and to integrate nationwide wastewater monitoring results, quality control of wastewater monitoring experimental techniques was implemented through the 2022 policy research project—"Establishment of an infectious disease surveillance system using local-based wastewater." Thus, a wastewater-based infectious disease surveillance system was introduced by 18 Institute of Health and Environment Researches in 17 cities or provinces nationwide, providing a foundation for sewage monitoring operations according to each region.

4. Operation Status of National Wastewater-based Infectious Disease Surveillance Project

The KDCA is working on "Establishment of a New

Epidemiological Surveillance System (Wastewater Surveillance)" as a government subsidy project in 2023. For smooth implementation of the nationwide KOWAS (Korea Wastewater Surveillance) project, the 2023 Infectious Disease Control Project Guidelines established by the KDCA newly included KOWAS. The goal of this project is to establish a monitoring system for the incidence and trend of major infectious diseases in wastewater in communities through regional wastewater-based infectious disease monitoring. The project also aimed to periodically monitor infectious pathogens in wastewater samples in wastewater treatment plants in different regions in the ROK, jointly with the KDCA as well as city or provincial Institute of Health and Environment Research (18 locations nationwide). The roles of each participating organization are as follows: 1) The KDCA: establishment of business plans;

Table 1. The participating institutions of KOWAS project in 2023

Institute of Health and Environment Research	Number of institution	Number of wastewater treatment plant
Overall	18	64
Seoul	1	5
Busan	1	3
Daegu	1	2
Incheon	1	5
Gwangju	1	3
Daejeon	1	2
Ulsan	1	4
Sejong	1	3
Gyeonggi	1	1
Gyeonggi Northern Office	1	1
Gangwon	1	3
Chungbuk	1	5
Chungnam	1	1
Jeonbuk	1	2
Jeonnam	1	8
Gyeongbuk	1	5
Gyeongnam	1	3
Jeju	1	8

KOWAS=Korea Wastewater Surveillance.

securing and issuing of budget; collection of monitoring results; preparation of weekly monitoring reports; provision of laboratory-related technical support and quality control; improvement in inspection methods; discovery of monitoring targets by region; and promotion of specialized projects; 2) City or Provincial Institute of Health and Environment Research: selection of wastewater treatment plants and pathogens to be monitored; analysis of pathogens in wastewater; and reporting of results; 3) Ministry of Environment: implementation of projects on wastewater samples in wastewater treatment plants (Table 1).

Pathogens that must be included in wastewater monitoring are SARS-CoV-2, norovirus, human influenza virus (A/B), and antibiotic-resistant bacteria (2nd half of 2023). Other pathogens, such as hepatitis A virus, acute respiratory virus, and intestinal bacteria, may be included depending on the situation of each local government. In addition, when a new foreign infectious disease is introduced into the ROK, it is possible to preemptively prepare the basis for surveillance of the imported infectious diseases by adding them as pathogens subject to monitoring in wastewater. There are 64 sewage treatment plants subject to monitoring in 2023, and monitoring results are reported to the KDCA at least once a week in each region (Table 2, Figure 2).

Table 2. The examine pathogens of KOWAS project in 2023

Category	Pathogens
Essential	SARS-CoV-2 Norovirus Human influenza virus (A/B) Antibiotic-resistant bacteria (Aug. 2023-)
Pathogens to be monitored can be added (infectious diseases imported from abroad, etc.). KOWAS=Korea Wastewater Surveillance.	

5. Plan and Direction for Development of National Wastewater-based Infectious Disease Surveillance

The KDCA is conducting a wastewater-based national infectious disease surveillance project based on wastewater treatment plants in communities. This is a measure to improve the new infectious disease crisis response system, strengthen community capacity, and map out active preparation and response plans for infectious disease crises and environmental changes. Antibiotic-resistant bacteria, in addition to the three targeted pathogens (SARS-CoV-2, norovirus, and human influenza virus (A/B)), will be subjected to essential wastewater monitoring. Moreover, a wastewater sample transport system will be established to facilitate the wastewater-based infectious disease surveillance project. Based on this, a standard operating procedure will be developed for transporting wastewater samples to wastewater treatment plants, and participating organizations will be managed and supported. Similarly, in the Netherlands, local governments operate a nationwide wastewater-based

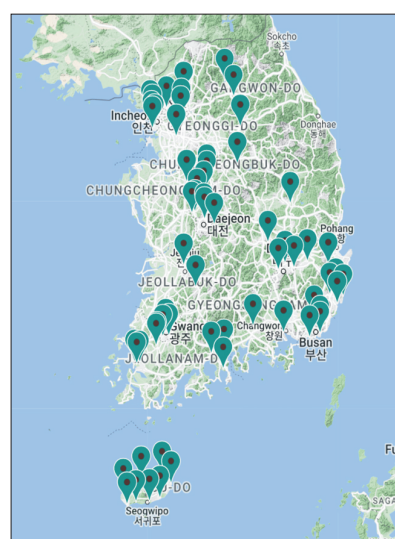


Figure 2. Wastewater treatment plants participating in KOWAS
KOWAS=Korea Wastewater Surveillance.

infectious disease surveillance network. Samples are received from approximately 300 sewage treatment facilities and analyzed for SARS-CoV-2 at least three times a week, and the results are publicly disclosed on the Dutch government's coronavirus dashboard [14]. The KDCA plans to establish a web page for visualizing geographic information by region through periodic collection and publishing of sewage monitoring results by Institute of Health and Environment Research. As a mid-to-long-term plan, wastewater-based infectious disease surveillance at airports and ports in cooperation with relevant departments and institutions for early recognition of infectious diseases imported by travelers from overseas will be promoted. In addition, some cities or provinces plan to conduct wastewater monitoring at building levels as a pilot plan for facilities with a high risk of outbreaks of infectious diseases, such as hospitals, nursing homes, schools, and correctional facilities. In addition, the target areas and pathogens will be gradually expanded for wastewater monitoring within communities. A preemptive monitoring system operation plan is being established by adding monitoring targets when a new infectious disease is introduced into the country.

As one of the limitations of sewage-based infectious disease monitoring conducted overseas, the experimental results vary depending on the characteristics of the sewage, which are influenced by contamination and dilution caused by surface water inflow. The results of the surveillance of sewage-based infectious diseases are used as an auxiliary tool for clinical diagnosis techniques. The KDCA aims to facilitate effective monitoring and comparison of sewage monitoring results by region through the introduction of concentration and extraction experiment equipment specialized in sewage sample analysis to Institute of Health and Environment Research. This is to improve analysis

efficiency, through a reduction in sewage sample processing time, and facilitate large-capacity polymerase chain reaction analysis and standardized experimental methods. The KDCA plans to continuously secure related budgets for this purpose. In addition, we will continue to develop national wastewater-based monitoring projects to monitor infectious diseases within communities and preemptively monitor infectious diseases imported from abroad through wastewater in specific group facilities (such as hospitals, nursing homes, schools, and correctional facilities), airports, and harbor, with regular cooperation with 18 Institute of Health and Environment Researches nationwide.

Conclusion

Wastewater-based infectious disease surveillance is a new infectious disease surveillance system that can compensate for various limitations of the existing clinical surveillance system, such as difficulties in preemptive monitoring of asymptomatic patients, concerns about personal information leakage, and huge budgets. This surveillance approach is actively being used as a strategy to respond to post-omicron effects worldwide, including the United States, the United Kingdom, and Japan. In the ROK, related policies are being promoted in line with this trend. The KDCA has conducted a wastewater-based infectious disease surveillance project since 2021. Through the government-subsidized project in 2023—Establishment of a New Epidemiological Surveillance System (Wastewater Surveillance), the KOWAS project for 17 cities or provinces in different provinces nationwide is being conducted in collaboration with 18 Institute of Health and Environment Researches, sewage treatment plants, and related ministries. The KOWAS

project plans to lay the foundation for surveillance to prepare for and respond to national infectious disease crises through continuous development and advancement of experimental techniques.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: Thanks to department related to the Institute of Health & Environment Research, which is participating in the KOWAS project, and Ministry of Environment and Wastewater Treatment Plants for their cooperation in collecting sewage samples.

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

Author Contributions: Conceptualization: JJ. Visualization: JJ. Writing – original draft: JJ, SYP, AK, YJC. Administrative support: SHK, AK. Writing – review & editing: SSK, SL, DK.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency Press Release (April 15 2022) Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list_no=719317&cg_code=&act=view&nPage=63
2. Wu F, Xiao A, Zhang J, et al. Wastewater surveillance of SARS-CoV-2 across 40 U.S. states from February to June 2020. *Water Res* 2021;202:117400.
3. Ministry of Culture, Sports and Tourism. 2022 Government vision list [Internet]. Ministry of Culture, Sports and Tourism; 2022 [cited 2023 Feb 22]. Available from: <https://www.korea.kr/introduce/govVisionList.do>
4. Korea Disease Control and Prevention Agency. Infectious disease surveillance [Internet]. KDCA; 2019 [updated 2021 Apr 8; cited 2023 Feb 22]. Available from: <https://www.kdca.go.kr/contents.es?mid=a20301110100>
5. Choi PM, Tschärke BJ, Donner E, et al. Wastewater-based epidemiology biomarkers: past, present and future. *Trends Analyt Chem* 2018;105:453–69.
6. Wu F, Lee WL, Chen H, et al. Making waves: wastewater surveillance of SARS-CoV-2 in an endemic future. *Water Res* 2022;219:11853.
7. Ahmed W, Angel N, Edson J, et al. First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: a proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. *Sci Total Environ* 2020;728:138764.
8. Kirby AE, Walters MS, Jennings WC, et al. Using wastewater surveillance data to support the COVID-19 response – United States, 2020–2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2021;70:1242–4.
9. Centers for Disease Control and Prevention. COVID data tracker [Internet]. US Department of Health and Human Services, CDC; [cited 2023 Feb 22]. Available from: <https://covid.cdc.gov/covid-data-tracker>
10. World Health Organization. Environmental surveillance for SARS-COV-2 to complement public health surveillance: interim guidance. World Health Organization; 2022.
11. World Health Organization. Statement on the fourteenth meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the coronavirus disease (COVID-19) pandemic. World Health Organization; 2023.
12. Soni V, Paital S, Raizada P, et al. Surveillance of omicron variants through wastewater epidemiology: latest developments in environmental monitoring of pandemic. *Sci Total Environ* 2022;843:156724.
13. Sellers SC, Gosnell E, Bryant D, et al. Building-level wastewater surveillance of SARS-CoV-2 is associated with transmission and variant trends in a university setting. *Environ Res* 2022;215(Pt 1):114277.
14. National Institute for Public Health and the Environment. Coronavirus dashboard [Internet]. RIVM; [cited 2023 Mar 5]. Available from: <https://coronadashboard.government.nl/landelijk/rioolwater>

저자 오류 보고: 제16권 9호

<https://doi.org/10.56786/PHWR.2023.16.9.2>

Public Health Wkly Rep 2023;16(9):253-268

주간 건강과 질병 제16권 제9호의 '[조사/감시 보고] 해외 감염병 사건 기반 감시현황: 2021년 11월부터 2022년 10월까지' 논문의 저자명에서 오류가 있어 다음과 같이 수정합니다.

1. 저자명(p. 253)

김용문, [김인호](#), 이지아, 오지영, 이선영, 김수현, 홍수진, 김지혁, 채충만, 탁상우*

2. Author name (p. 261)

Yongmoon Kim, [Bryan Inho Kim](#), Jia Lee, Jiyoung Oh, Seonyoung Lee, Soohyun Kim, Sujin Hong, Geehyuk Kim, Chungman Chae, Sangwoo Tak*

3. Author Contributions (p. 259, 268)

Conceptualization: YK, [IK](#), JL, JO, SL, SK, SH, GK, CC, ST. Data curation: YK, [IK](#), JL, JO, SL, SK, SH, GK, CC, ST. Formal analysis: YK. Investigation: YK, [IK](#), JL, JO, SL, SK, SH, GK, CC, ST. Methodology: YK, [IK](#), JL, JO, SL, SK, SH, GK, CC, ST. Project administration: [IK](#), ST, JL. Resources: YK, [IK](#), JL, JO, SL, SK, SH, GK, CC, ST. Supervision: [IK](#), ST, JL. Writing – original draft: YK. Writing – review & editing: YK, [IK](#), JL, JO, SL, SK, SH, GK, CC, ST.

시·도별 걷기 실천율 격차 추이, 2012-2021년

2021년 기준으로 만 19세 이상의 걷기 실천율(연령표준화)은 서울에서 55.5%로 가장 높게, 강원에서 32.4%로 가장 낮게 나타났다. 시·도간 격차는 23.1%p이며, 전년 24.2%p 대비 1.1%p 감소하였다(그림 1).

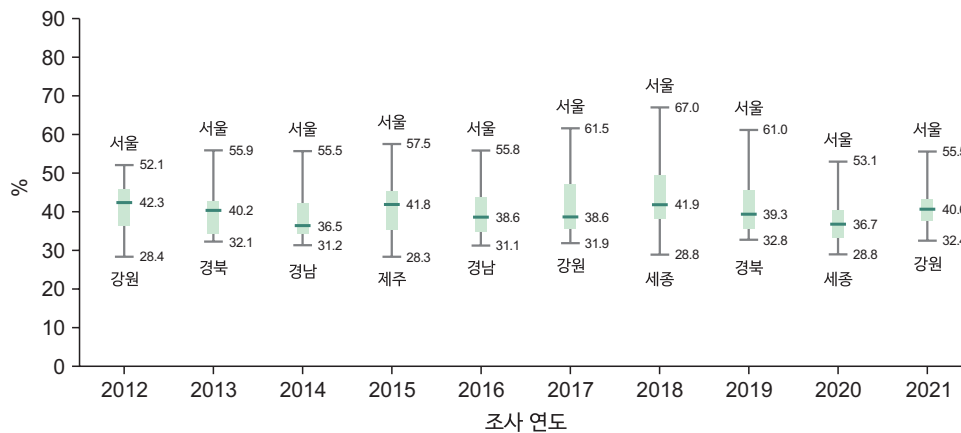


그림 1. 시·도별 걷기 실천율 격차 추이, 2012-2021년

*걷기 실천율: 최근 1주일 동안 1회 10분 이상, 1일 30분 이상 걷기를 주 5일 이상 실천한 사람의 비율, 만 19세 이상

†그림 1의 연도별 지표값은 2005년 추계인구로 연령표준화

출처: 2021 지역건강통계 한눈에 보기, <http://chs.kdca.go.kr/>

작성부서: 질병관리청 만성질환관리국 만성질환관리과

QuickStats

Trends in the Prevalence Gap in Walking Between Cities or Provinces, During 2012–2021

In 2021, the age-standardized prevalence of walking among individuals aged 19 years and older was the highest in Seoul (55.5%) and lowest in Gangwon-do (32.4%). The gap in the prevalence of walking between the highest and lowest rate decreased from 24.2% in 2020 to 23.1% in 2021 (Figure 1).

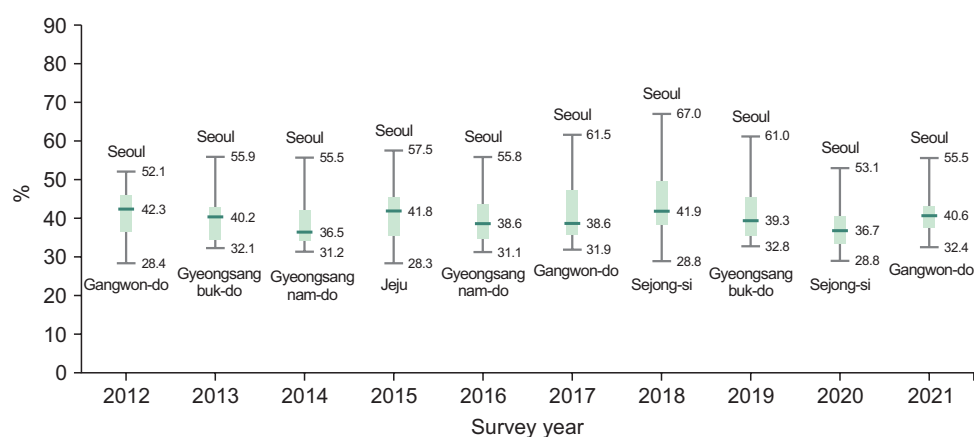


Figure 1. Trends in walking between cities or provinces, 2012–2021

*Prevalence of walking: Defined as the percentage of persons who walked for at least 30 minutes per a day and at least five days during the past week.

†Prevalence rates in Figure 1 were age-standardized using the 2005 projected population.

Source: Korea Community Health at a Glance 2021: Korea Community Health Survey (KCHS), <http://chs.kdca.go.kr/>

Reported by: Division of Chronic Disease Control, Bureau of Chronic Disease Prevention and Control, Korea Disease Control and Prevention Agency