



주간 건강과 질병

# PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 19, No. 8, March 5, 2026

## Content

### 조사/감시 보고

- 363 2024-2025절기 조류인플루엔자 인체감염증 대응 결과 보고
- 377 2025년 서산시 노인요양시설 환기 실태 및 SARS-CoV-2  
공기전파 위험도 평가

### 질병 통계

- 397 비만유병률 추이, 2015-2024년



KDCA

Korea Disease Control and  
Prevention Agency

## Aims and Scope

*Public Health Weekly Report* (Abbreviation: *Public Health Wkly Rep*, PHWR)는 질병관리청의 공식 학술지이다.

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

PHWR은 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. PHWR은 주로 국내의 공중보건 관련 정보를 제공하지만 전 세계 연구자들의 투고를 환영한다.

## About the Journal

PHWR은 질병관리청에서 발간하는 학술지이다.

PHWR은 연간 50호의 주간 발간 학술지로 매주 목요일에 발행되며, 신속한 전문가 심사 과정을 통해 정보를 적시에 공유한다. 또한, PHWR은 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

PHWR에 투고하고자 하는 모든 논문의 접수는 온라인 투고시스템(<https://www.phwr.org/submission>)을 통해서 가능하며 논문투고 시 필요한 모든 내용은 원고 투고 규정과 보고 지침을 참고한다. PHWR은 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](mailto: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](mailto:phwrcdc@korea.kr))을 통해 가능하다.

발행일: 2026년 3월 5일

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](mailto: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](mailto: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

## 2024-2025절기 조류인플루엔자 인체감염증 대응 결과 보고

이지연 , 이상은 , 여상구\* , 이상혁 , 박윤진

질병관리청 감염병위기관리국 신종감염병대응과

### 초 록

**목적:** 본 보고서는 2024-2025절기(2024.10.1.-2025.9.11.) 조류인플루엔자(avian influenza, AI) 인체감염증 예방을 위해 방역당국이 시행한 주요 조치와 그 결과를 정리하여 향후 AI 인체감염증을 포함한 신종인플루엔자 대비·대응 근거자료로 활용하고자 한다.

**방법:** AI 인체감염증은 주로 AI 환축이나 AI 바이러스에 오염된 환경을 통해 전파되어 인플루엔자 유사 증상을 유발하는 제1급 법정감염병이다. 질병관리청은 2024-2025절기 AI 인체감염 발생을 억제하기 위해 중앙 AI 인체감염증 대책반을 운영하고 지자체 AI 인체감염 대응을 지원하였으며 농림축산식품부, 기후에너지환경부 등과 원헬스 기반 공동 대응을 강화하였다. 특히 AI 대응요원 계절인플루엔자 백신 접종, 지침개정, 관계부처 정기회의 및 지자체 간담회 신설, 관계부처 핫라인 운영 강화, 현장 관계자 대상 합동 교육 신설, 대응요원 교육 등을 시행하였다.

**결과:** 2024-2025절기 국내 고병원성 AI는 가금류 발생 52건, 야생조류 발생 43건, 야생포유류 발생 1건이었고, AI 인체감염 고위험군으로 총 7,790명이 관리되었지만 최종 AI 인체감염증 확진환자는 없었다. 2025년 국내 고병원성 AI가 가금류에서 하절기까지 발생되고 야생포유류에서 확인되었으며 AI 인체감염증 팬데믹에 대한 우려가 지속되었다. 이에 질병관리청은 기존 농림축산식품부 특별방역대책기간(주로 동절기) 위주 대책반 운영을 2025년부터 상시 운영 체계로 확대하고 관계부처와 협력체계를 강화하였다.

**결론:** 이전 절기 대비 고병원성 AI 동물감염이 증가(51건→96건)하며 인체감염 고위험군도 크게 증가(3,986명→7,790명)하였으나 확진환자 발생 없이 2024-2025절기를 종료하였다. 질병관리청은 향후에도 지속적인 원헬스 기반 AI 인체감염 예방관리 강화를 통해 인체감염 발생 억제에 최선을 다할 계획이다.

**주요 검색어:** 조류인플루엔자; 원헬스; 포유류; 인수공통감염병

### 서 론

조류인플루엔자(avian influenza, AI) 인체감염증은 AI 바이러스에 감염된 가금류에 직접 접촉, 감염된 조류의 배설물

이나 이에 오염된 환경과의 접촉 등으로 감염되어 기침, 인후통, 근육통 등의 임상 증상을 보이는 감염병으로 질병관리청은 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따라 제1급 법정감염병으로 관리하고 있다[1].

Received November 25, 2025 Revised December 19, 2025 Accepted December 22, 2025

\*Corresponding author: 여상구, Tel: +82-43-719-9100, E-mail: yeosg@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?**

질병관리청은 조류인플루엔자(avian influenza, AI) 환축 발생이 많은 동절기 위주로 AI 인체감염증 대책반을 운영하였고 현재까지 확인된 국내 AI 인체감염증 확진환자는 없다.

**② 새로이 알게 된 내용은?**

2025년 국내 고병원성 AI 발생이 하절기까지 지속되고 조류뿐만 아니라 야생포유류에서도 확인되었다. 2023-2024 절기보다 2024-2025절기에는 고병원성 AI 발생 건수(51건→96건)와 AI 인체감염 고위험군 관리 건수(3,986건→7,790건)가 증가하였다.

**③ 시사점은?**

조류 외 포유류 AI 발생이 확인되고 주로 동절기에 발생하던 국내 조류 AI가 하절기로 확대되는 등의 상황을 고려할 때 지속적인 원헬스 기반 AI 인체감염 예방관리가 필요하다.

인플루엔자 A형 바이러스에 속하는 AI 바이러스는 주로 닭, 오리 등의 조류를 감염시키는데, 조류 폐사율이 높은 고병원성과 그렇지 않은 저병원성으로 구분될 수 있고, 바이러스 표면에 존재하는 표면 단백질 등에 따라 H5N1형, H7N9형, H9N2형 등의 아형으로 구분될 수 있다.

세계보건기구(World Health Organization)는 H5N1형 AI 인체감염의 발생 현황을 감시하고 있는데 이 보고에 따르면 2003년부터 2025년 8월 25일까지 25개국에서 H5N1형 AI 인체감염증 환자 990명이 발생했고 사망자는 475명이었다[2]. 미국은 2024년 최초로 H5N1형 AI에 감염된 젖소와 젖소를 통한 인체 감염 사례를 보고하였다. 특히 젖소를 통해 감염된 환자들은 결막염 같은 안구 증상이 많았던 점이 특징적이었다[3]. 2024년부터 2025년 9월 16일까지 미국에서 젖소 관련 감염과 가금류를 통한 감염 등 총 70건의 H5N1형 AI 인체감염과 1건의 사망사례가 보고되었다[4].

미국 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention)에서는 과거의 사람 간 전파 추정사례를 비지속적

이고 제한적인 사례로 보고 있고, 사람 간 전파는 제한적이므로 AI 인체감염증의 대규모 확산 가능성은 낮을 것으로 평가하고 있다[5,6]. 하지만 유럽 모피 농장의 밍크와 북극여우, 남미의 해양 포유류, 미국의 젖소 등에서의 AI H5N1형 집단 발생은 다양한 중간 전파, 새로운 변이형 발생 가능성, AI 인체감염증의 잠재적 위험 등을 보여준다[7].

이에 질병관리청은 AI 인체감염 환자 조기 발견 및 확산 억제로 인적·사회경제적 피해를 최소화하기 위해 ‘중양 AI 인체감염증 대책반’을 운영하고 지자체 AI 인체감염증 대응을 지원하며 농림축산식품부, 기후에너지환경부 등과 협력하여 동물감염 단계부터 인체감염에 선제적으로 대응하는 등의 적극적인 원헬스 기반 대응 체계를 운영하고 있다.

본 보고서에서는 2024년 10월 1일부터 다음 해 9월 11일까지(2024-2025절기)와 그 사전 준비 기간인 2024년 하절기에 질병관리청, 지자체 등 방역당국이 시행한 AI 인체감염 예방 주요 조치와 대응, 대응 결과를 정리하여 향후 더욱 효과적인 AI 인체감염증 대비·대응과 정책 수립의 근거로 활용하고자 하였다.

**방 법****1. 2024-2025절기 대비 AI 인체감염 예방 주요 조치**

질병관리청은 2024년 하절기부터 AI 특별방역대책기간(주로 동절기) 대비를 위해 AI 인체감염증 고위험군 교육, 지자체 담당자 비상연락망 현행화, 중양 AI 인체감염증 대책반 구성 및 AI 대응요원 계절인플루엔자 백신 접종 준비 등을 시작하였다. 가금 농장에서 주로 고병원성 AI 발생 시 일정 반경 내 가금류를 모두 살처분하게 되는데 이를 담당하는 AI 대응요원이나 살처분 참여자 등은 AI 인체감염증 고위험군으로 계절인플루엔자 백신 접종을 권고받는다. 계절인플루엔자 백신이 AI 인체감염을 예방하지는 않지만 계절인플루엔자와 AI 인체감염증의 동시 이환을 막고 AI 인체감염 시 감별진단을

용이하게 하기 때문이다. 질병관리청은 매년 AI 대응요원 대상 계절인플루엔자 백신 접종 사업을 시행 중으로 2024년 주요조사를 통해 접종대상자 확정, 백신 계약, 공급 등의 사전 작업 후 2024년 10월부터 12월까지 보건소를 통해 접종 시행을 완료하였다.

질병관리청은 지자체, 의료기관, 검역소 등의 AI 인체감염증 대응 방법과 절차를 안내하는 「제1급감염병 동물인플루엔자 인체감염증 대응지침」을 정기적으로 개정하여 매년 1월 배포하고 있는데, 이에 더해 결막염 등의 안과 증상이 주요 소였던 젖소 관련 AI 인체감염 특성 등을 반영한 대응지침을 2024년 10월 추가 개정하여 안내하였다. 또한 가금농장 살처분 참여자 중 외국인이 많은 점을 고려하여 AI 인체감염 예방요령 안내문과 고위험군 관리조서서를 국문 포함 14개 언어(한국어, 영어, 중국어, 러시아어, 몽골어, 네팔어, 태국어, 베트남어, 아랍어, 말레이어, 캄보디아어, 우즈베크어, 카자흐어, 프랑스어)로 안내하였다[8].

살처분 현장에서 AI 인체감염 예방조치를 시행하는 중앙 및 지자체 AI 인체감염증 담당자 등을 대상으로 AI 인체감염 예방교육을 총 10회 시행하였고 농림축산식품부가 농장종사자, 생산자 단체 등을 대상으로 시행한 총 23회 AI 차단방역역량 강화 교육 과정 안에 AI 인체감염 예방교육을 신설하여 매회 교육을 시행하였다.

## 2. 2024-2025절기 중앙 AI 인체감염증 대책반 운영

### 주요 내용

질병관리청은 2024년 10월 1일부터 ‘중앙 AI 인체감염증 대책반’ 운영을 본격적으로 시작하고 지자체 AI 인체감염 대책반 운영을 독려하여 겨울 철새 도래 시기 AI 동물감염이 인체감염 발생으로 이어지지 않도록 노력하였다. 질병관리청 콜센터 1339와 종합상황실을 24시간 운영하며 신고에 즉각 대응하고 관련 질의에 응대하였다. 필요한 경우 중앙 및 지자체 정보 공유체계를 통해 담당자에게 공지하고 문제를 해결하였

다. 국내외 AI 동물감염 및 AI 인체감염 발생과 대응 현황을 매달 분석하여 논의하고 관리 방향을 조정하였다. 또한 가금농장 살처분 현장 출동이나 유선 지원 등을 통해 지자체의 AI 인체감염 예방조치가 철저하게 이행될 수 있도록 관리하였다.

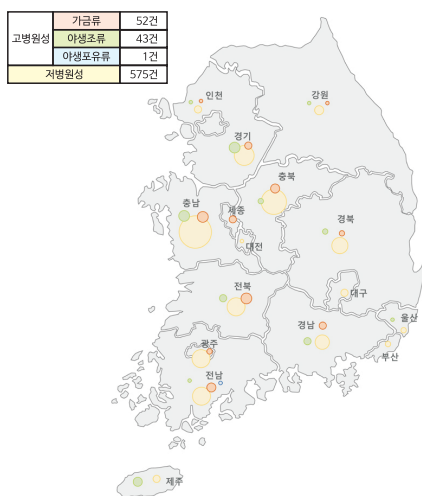
국내에서 AI 인체감염증 발생이 보고된 적은 없지만 지속적으로 AI 조류 감염이 확인되고 환축 살처분이 광범위하게 진행되고 있다. 그렇기 때문에 지자체 등 방역당국은 살처분 참여 전에 살처분 참여 불가능자 선별, 계절인플루엔자 백신 접종, 개인보호구 착용 지도 및 그 외 인체감염 예방교육 등 AI 인체감염 예방조치를 시행하였다. 또한 살처분 참여 후 잠복기 10일간 고위험군 능동감시를 시행하고 증상 발현 시 신고, 역학조사, 의사환자로 분류 후 진단 검사 등 제1급감염병 대응 절차에 따라 대응하였다.

질병관리청은 살처분 관련 고위험군 외에도 연중 AI 바이러스에 노출이 의심되고 아프면 신고하도록 독려하였고 지자체, 의료기관 등과 함께 모든 AI 인체감염증 신고를 제1급감염병 대응 절차에 따라 신속하게 대응하였다. 또한 분기별로 중국, 캄보디아, 미국 등 AI 인체감염증 발생지역을 중점검역관리지역으로[9] 지정하고 해당 지역 방문자를 대상으로 입국시 국립공항검역소에서 발열측정, Q-CODE, 건강상태질문서 징구 등을 통해 유증상자를 감별하여 필요시 진단검사를 진행하였다. 국내 입국 이후에 의심증상이 발생한 사람의 경우 보건소나 1339를 통한 신고 후 제1급감염병 대응 절차에 따라 검사와 관리가 진행되었다.

## 3. 원헬스 기반의 범부처 대응 주요 내용

국내에서 AI 동물감염이 지속되고 AI 환축 살처분이 광범위하게 진행되고 있기 때문에 질병관리청은 농림축산식품부, 기후에너지환경부 등 동물 방역을 책임지고 있는 기관 및 지자체와 협력하여 살처분 참여자, AI 대응요원, 농장종사자 등을 대상으로 AI 인체감염 예방관리를 철저하게 시행하였다. 또한 농림축산식품부 주관 AI 중앙사고수습본부 대책 회

의에 참여하여 공동 대응하였고 2025년 상하반기 관계부처 회의 및 지자체와 간담회 개최 등을 통해 대응 현황을 공유하고 이를 지속적으로 정책에 반영하기 위해 노력하였다. 또한 반기별로 개최되는 '인수공통감염병 대책위원회'에 참여하여 AI 발생현황 및 협력방안에 대해 논의하였고 범부처 및 지자체 실무자 대상 인수공통감염병 합동 위험평가 모의훈련(Joint Risk Assessment)에서 AI 인체감염증을 주제로 훈련을 진행하였고 인수공통감염병 예방가이드를 합동으로 제작 및 홍보하였다.



**그림 1.** 국내 조류인플루엔자 발생 지도(2024-2025절기)  
발생 수치는 집계 시점에 따라 추후 변동 가능.

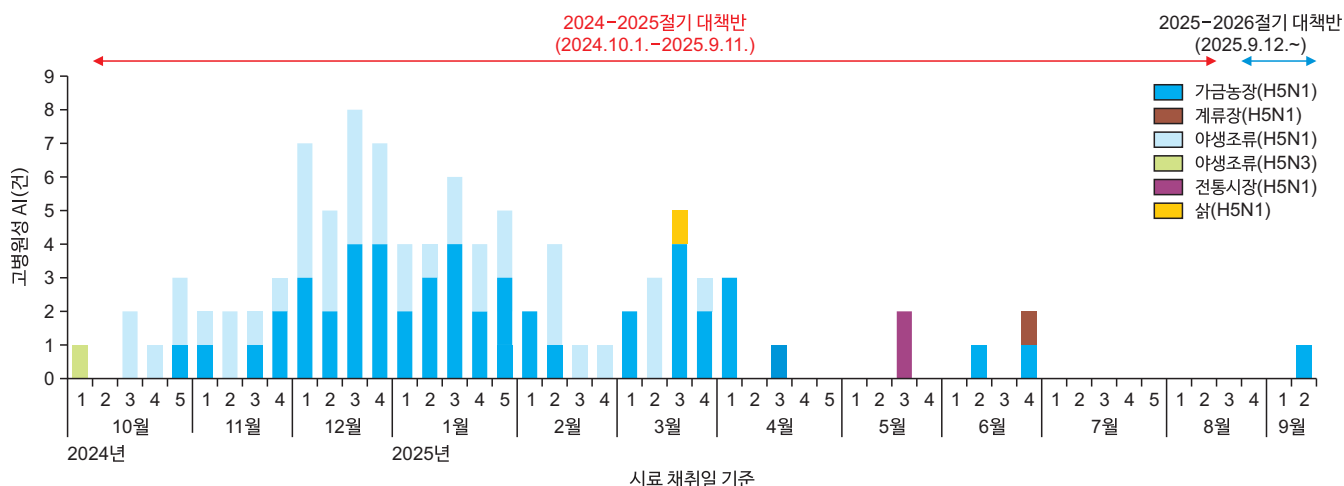
## 결 과

### 1. 국내 AI 동물감염 현황

2024-2025절기 국내 고병원성 AI 발생은 총 96건, 저병원성 AI 발생은 총 575건이었다(그림 1). 고병원성 AI는 가금류 발생 52건(가금농장 49건, 전통시장 2건, 계류장 1건), 야생조류 발생 43건, 야생포유류 발생 1건이었다(그림 1, 2). 야생포유류 1건은 2025년 3월 16일 전라남도 화순군에서 병든 상태로 발견되어 구조 과정에서 폐사된 닭으로 2025년 3월 20일 최종 고병원성 AI (H5N1형)가 확인되었다. 고병원성 AI 96건을 아형별로 분석하면 H5N1형 95건, H5N3형 1건이었고 야생조류에서 확인되었던 H5N3형의 경우 국내 최초 발생된 아형이었다(그림 2). 가금농장 AI 발생 관련 진행된 살처분에서 예방적 살처분 포함 약 671만 수의 가금류가 살처분되었다.

### 2. 국내 AI 인체감염 예방관리 결과

2024년 AI 대응요원 대상 계절인플루엔자 백신 접종 대상자는 수요조사 결과 총 30,300명으로 2024년 10월부터 12월까지 이 중 28,827명(95.1%)이 접종을 완료하였다. 이는 2023-2024절기 접종률 94.4%보다 높은 수치이며 미접종 사

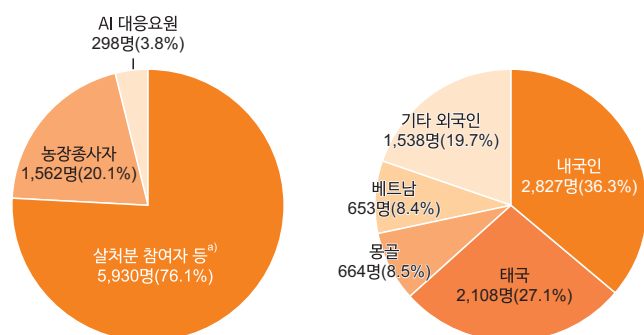


**그림 2.** 국내 고병원성 조류인플루엔자 아형별, 발생 장소별 현황(2024-2025절기)  
AI=avian influenza.

유는 개별 집중, 휴직, 부서이동, 건강상 이유 등으로 확인되었다.

2024-2025절기 가금류 및 야생조류 등에서 AI가 발생함에 따라 살처분과 그 외 방역 활동 등에 참여한 살처분 참여자, AI 대응요원, 농장종사자 등 7,790명이 AI 인체감염 고위험군으로 분류되어 지자체가 능동감시(최종 노출일로부터 5일차, 10일차 유선 연락)를 시행하였고 AI 인체감염증 확진환자 없이 관리가 종료되었다. 고위험군은 업무별로 살처분 참여자 등(살처분 작업자, 소독 작업자, 매물작업 포크레인 기사 등) 5,930명(76.1%), 농장종사자 1,562명(20.1%), AI 대응요원 298명(3.8%)이었고, 내국인은 2,827명(36.3%), 외국인 4,963명(63.7%)이었다. 총 31개 국가의 외국인이 참여하였으며, 태국 2,108명(27.1%), 몽골 664명(8.5%), 베트남 653명(8.4%) 등이었다(그림 3). 고위험군 능동감시 중 증상이 있어 의사환자 분류되어 검사를 시행한 사람은 12명이었고 모두 음성이었다. 그 외에 AI 인체감염증 중점검역관리지역 등을 방문한 후 증상 발생으로 의사환자로 분류되어 검사를 시행한 사람은 28명이었으며 검사결과는 모두 음성이었다.

2024-2025절기에는 2025년 6월까지 고병원성 AI 발생이 지속되고 같은 해 3월에는 이례적으로 야생포유류인 삶에서 AI가 발생하는 등 발생 양상의 변화가 감지되었다. 또한



**그림 3.** 직업군별, 국적별 국내 조류인플루엔자 인체감염증 고위험군 현황(2024-2025절기, N=7,790)

AI=avian influenza. <sup>a)</sup>살처분 참여자 등(살처분 작업자, 소독 작업자, 매물작업 포크레인 기사 등).

AI 인체감염증이 향후 팬데믹 우려가 높은 감염병으로 지속 거론되고 있는데 이런 상황을 고려하여 2025년 하절기에 AI 인체감염증 대책반 해제 없이 상시 운영하기로 결정하였다. 또한, 2025년 3월 삶에서 검출된 고병원성 AI (H5N1형) 사례를 대응하며 농림축산식품부, 기후에너지환경부 등 관계부처와 협력체계를 강화하여 실시간 정보공유방 운영, 정기회의 시행, 합동 교육 및 홍보 체계 구축 등 신속한 정보 공유와 효율적인 공동 대응을 위해 노력하였다.

## 결론

2024-2025절기 고병원성 AI가 야생조류에서 2024년 10월 2일, 가금농장에서 10월 29일에 처음 발생하였는데, 이는 2023-2024절기 야생조류에서 11월 27일, 가금농장에서 12월 3일 첫 발생과 비교하여 이른 발생이었다. 또한 2023-2024절기보다 2024-2025절기 고병원성 AI 발생 건수(51건→96건)와 AI 인체감염 고위험군 관리 건수(3,986건→7,790건)가 증가하였다. 2023-2024절기 가금농장 32건, 야생조류 19건이지만 2024-2025절기 가금농장 49건, 야생조류 43건으로 특히 야생조류 발생이 약 2배 이상 증가하였다. 또한 야생조류에서 2가지 혈청형(H5N1형 42건, H5N3형 1건)이 확인되었는데, 고병원성 AI H5N3형은 국내 첫 확인으로 이후 가금류나 야생조류 모두에서 추가 발생은 없었다. 2024-2025절기 국내 AI 발생이 증가하며 AI 인체감염 고위험군 역시 2023-2024절기 3,986명의 약 2배인 7,790명으로 증가하였다.

기존의 AI 인체감염증 대책반은 농림축산식품부에서 AI 위기경보단계를 '관심'으로 하향하면 뒤이어 해제되었으나 이번에는 하절기까지 고병원성 AI 발생이 지속되고 야생포유류인 삶에서 AI가 확인되는 등의 변화로 질병관리청에서는 선제적 대응을 위해 내부 협의를 통해 대책반 해제 없이 상시 운영을 결정하였다. 이에 질병관리청은 2025년 하절기에도 대책

반 체제 내에서 신속한 대응을 이어갔고 2025-2026절기 사전 대비도 대책반 체제 내에서 보다 체계적이고 연속적으로 진행할 수 있었다.

질병관리청은 미국 췌소 AI 발생(2024년~), 국내 고양이 AI 발생(2023년) 및 닭 AI 발생(2025년), 국내 야생조류 첫 고병원성 H5N3형 발생(2024년) 등 고병원성 AI 동물감염 발생 양상 변화와 AI 인체감염증 발생 우려 속에 농림축산식품부, 기후에너지환경부, 지자체 등과 협력체계를 강화하여 신속하게 정보를 공유하고 공동으로 대응하였다. 질병관리청은 앞으로도 상시 AI 인체감염증 대책반 체제 내 정보공유, 합동 교육, 공동대응, 원헬스 기반 정책 결정 등을 지속해 나가며 AI 인체감염증 발생 억제에 최선을 다할 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: JYL, SEL. Data curation: JYL, SEL. Formal analysis: JYL. Investigation: JYL, SEL. Methodology: JYL, SEL, SHL, YJP. SGY. Resources: JYL. Software: JYL. Supervision: SEL, SGY. Validation: JYL. Visualization: JYL. Writing – original draft: JYL. Writing – review & editing: JYL, SEL, SHL, YJP. SGY.

## References

1. World Health Organization (WHO). Influenza (avian and other zoonotic) [Internet]. WHO; 2023 [cited 2025 Sep 22]. 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))
2. World Health Organization (WHO), assignee. Cumulative number of confirmed human cases for avian influenza A(H5N1) reported to WHO, 2003-2025, 25 August 2025 [Internet]. WHO; 2025 [cited 2025 Sep 22]. Available from: [https://www.who.int/publications/m/item/cumulative-number-of-confirmed-human-cases-for-avian-influenza-a\(h5n1\)-reported-to-who--2003-2025--25-august-2025](https://www.who.int/publications/m/item/cumulative-number-of-confirmed-human-cases-for-avian-influenza-a(h5n1)-reported-to-who--2003-2025--25-august-2025)
3. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Technical report: June 2024 highly pathogenic avian influenza A(H5N1) viruses [Internet]. CDC; 2024 [cited 2025 Sep 22]. Available from: <https://www.cdc.gov/bird-flu/php/technical-report/h5n1-06052024.html?utm>
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). H5 bird flu: current situation [Internet]. CDC; 2025 [cited 2025 Sep 22]. Available from: <https://www.cdc.gov/bird-flu/situation-summary/index.html>
5. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Avian influenza overview December 2024-March 2025 [Internet]. ECDC; 2025 [cited 2025 Sep 22]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/avian-influenza-overview-december-2024-march-2025>
6. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Past examples of probable limited, non-sustained, person-to-person spread of avian influenza A viruses [Internet]. CDC; 2023 [cited 2025 Sep 22]. Available from: <https://www.cdc.gov/bird-flu/php/surveillance/h5n1-human-infections.html>
7. Peacock TP, Moncla L, Dudas G, et al. The global H5N1 influenza panzootic in mammals. *Nature* 2025;637:304-13.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Avian influenza (AI) human infection management investigation form (English), 22 October 2024 [Internet]. KDCA; 2024 [cited 2025 Sep 22]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20507030000&bid=0020&list\\_no=726295&act=view](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20507030000&bid=0020&list_no=726295&act=view)
9. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Guide to strict quarantine inspection required area and quarantine inspection required area for the Second. Half of 2024, 10 October 2024 [Internet]; KDCA; 2024 [cited 2025 Sep 22]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?act=view&bid=0014&list\\_no=726221&mid=a20504000000&>tag=](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?act=view&bid=0014&list_no=726221&mid=a20504000000&>tag=)

## Surveillance Report

# Preventive Measures against Avian Influenza Infection in Humans in the Republic of Korea, 2024–2025

Ji-Yeon Lee , Sangeun Lee , Sang-Gu Yeo\* , Sang Hyuk Lee , Yun Jin Park 

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

## ABSTRACT

**Objectives:** The present report summarizes the key measures and outcomes implemented by the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) during the 2024–2025 season (October 1, 2024–September 11, 2025) to prevent human infection with avian influenza (AI). It also provides evidence for future preparedness and responses to emerging influenza.

**Methods:** AI human infection, a Category I National Notifiable Infectious Disease, is mainly transmitted through contact with infected animals or contaminated environments. The KDCA operated a Central AI Human Infection Response Task Force, supported local governments, and strengthened One Health collaboration with the MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs) and the MCEE (Ministry of Climate, Energy and Environment). Primary actions encompassed seasonal influenza vaccination for AI responders; updated guidelines; three joint ministerial meetings; reinforced hotline operations, newly established joint field training; and training programs for AI responders.

**Results:** During the 2024–2025 season, 52 cases of highly pathogenic AI were reported in poultry, 43 cases in wild birds, and 1 case in a wild mammal (leopard cat). A total of 7,790 high-risk individuals were placed under a 10-day active surveillance. All suspected cases tested negative, and no human infections were confirmed. Detection of AI in a wild mammal, along with the persistent global risk, prompted the KDCA to expand its task force to a year-round system in 2025 and strengthen inter-ministerial collaboration.

**Conclusions:** Relative to previous season, highly pathogenic avian influenza cases increased from 51 to 96, and the number of high-risk contacts rose markedly from 3,986 to 7,790 cases; however, the 2024–2025 season concluded with no confirmed human case. The KDCA will continue One Health–based preparedness to prevent human AI infection.

**Key words:** Influenza in birds; One Health; Mammals; Zoonoses

\*Corresponding author: Sang-Gu Yeo, Tel: +82-43-719-9100, E-mail: yeosg@korea.kr

## Introduction

Avian influenza (AI) human infection is an infectious disease characterized by clinical symptoms such as coughing, sore throat, and myalgia, which occurs through direct contact

with AI virus-infected poultry, contact with the droppings of infected birds, or contact with environments contaminated by such materials. Under the “Infectious Disease Control and Prevention Act,” the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) classifies and manages AI human infection as

## Key messages

### ① What was known previously?

Conventionally, Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) operated the Central avian influenza (AI) Human Infection Response Task Force primarily during winter, when animal outbreaks peak, and to date, no human AI cases have been reported in Republic of Korea.

### ② What new information is presented?

In 2025, highly pathogenic avian influenza (HPAI) activity persisted through summer and was detected in poultry and wild birds, alongside wild mammals. HPAI cases increased by 45 (from 51 to 96) between the 2023–2024 and 2024–2025 seasons. And a larger number of high-risk individuals were screened (from 3,986 to 7,790), despite occurrence of zero human infections.

### ③ What are the implications?

Considering mammalian HPAI infections and the seasonal expansion into summer, the enforced One Health-based prevention and control efforts are needed.

a Category I National Notifiable Infectious Disease [1].

AI viruses belong to influenza A viruses and primarily infect birds such as chickens and ducks. They can be classified into highly pathogenic AI, which is associated with high mortality in birds, and low pathogenic AI. They are also subdivided into subtypes, such as H5N1, H7N9, and H9N2, according to surface proteins present on the viral envelope.

The World Health Organization monitors the global occurrence of human infection with H5N1 AI. According to these reports, from 2003 to August 25, 2025, a total of 990 human H5N1 AI cases were reported in 25 countries, with 475 deaths [2]. In March and April 2024, the United States reported, for the first time, H5N1 AI infections in dairy cattle and subsequent human infections linked to dairy cattle. Subsequently,

the patients infected through dairy cattle were characterized by primary complaints of conjunctivitis symptoms [3]. From 2024 through September 16, 2025, a total of 70 human H5N1 AI infections associated with dairy cattle and poultry, along with one death, were reported in the United States [4].

The Centers for Disease Control and Prevention has assessed previously suspected cases of human-to-human transmission as non-sustained and limited, and it considers that large-scale spread of AI human infection is unlikely given the limited nature of human-to-human transmission [5,6]. However, outbreaks of H5N1 AI among minks and Arctic foxes on fur farms in Europe, marine mammals in South America, and dairy cattle in the United States demonstrate the potential for cross-species transmission, the emergence of novel variants, and the latent risk of AI human infection [7].

In response, the KDCA operates the “Central AI Human Infection Response Task Force” to ensure the early detection of AI human infection cases and suppress further spread, thereby minimizing human and socioeconomic damage. The KDCA supports local governments’ responses to AI human infection and, in collaboration with the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs and the Ministry of Climate, Energy and Environment, operates an active One Health-based response system that proactively addresses risks from the stage of animal infection to potential human infection.

This report summarizes the major preventive measures, response activities, and outcomes implemented by the KDCA, local governments, and other public health authorities during the period from October 1, 2024, to September 11 of the following year (the 2024–2025 season), as well as during the preparatory period in the summer of 2024. The aim is to provide an evidence base for more effective preparedness, response,

and policy development for AI human infection in the future.

## Methods

### 1. Major Preventive Measures for AI Human Infection in Preparation for the 2024–2025 Season

The KDCA began preparations for the AI Special Quarantine and Control Period (mainly for winter) in the summer of 2024. These preparations included seasonal influenza vaccination programs for AI response personnel, education for high-risk groups regarding AI human infection, updating emergency contact networks for local government officials, and establishing the Central AI Human Infection Response Task Force. When mainly HPAI outbreaks occur in poultry, all poultry within a designated radius are culled. Personnel responsible for AI control measures—such as government or local government staff involved in culling operations, as well as individuals directly participating in culling—are classified as high-risk groups for AI human infection and are recommended to receive seasonal influenza vaccinations. Although seasonal influenza vaccines do not prevent AI human infection, vaccination is intended to prevent co-infection with seasonal influenza and AI and to facilitate differential diagnosis in suspected AI cases. The KDCA has conducted annual seasonal influenza vaccination programs for AI response personnel. In 2024, after completing preparatory steps such as demand surveys, confirmation of eligible recipients, vaccine procurement, and supply arrangements, vaccinations were administered through public health centers from October to December 2024.

The KDCA regularly revises and distributes the “Guidelines for Response to Category I Infectious Disease: Human

Infection with Avian Influenza” in January each year, which provide guidance on response methods and procedures for local governments, medical institutions, and quarantine stations. In addition, reflecting characteristics observed in dairy cattle-associated AI human infections—such as conjunctivitis being a primary presenting symptom—the guidelines were further revised and disseminated on October 2024. Furthermore, considering that many participants in poultry culling operations are foreign nationals, AI human infection prevention guidance materials and high-risk group management survey forms were provided in 14 languages: Korean, English, Chinese, Russian, Mongolian, Nepali, Thai, Vietnamese, Arabic, Malay, Khmer, Uzbek, Kazakh, and French [8].

AI human infection prevention training was conducted (10 sessions total) for central and local government personnel responsible for implementing prevention measures at culling sites. In addition, a new AI human infection prevention training program was established within AI biosecurity capacity-building training programs of the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, which were conducted 23 times for farm workers and producer organizations, and this training was delivered at every session.

### 2. Key Operation Contents of the Central AI Human Infection Response Task Force during the 2024–2025 Season

The KDCA formally launched the operation of the Central AI Human Infection Response Task Force on October 1, 2024, and encouraged local governments to operate their own AI human infection response teams. These efforts aimed to prevent AI animal infections from leading to human infections during the winter migratory bird season. The KDCA

operated its 1339 call center and central situation room 24/7 to respond immediately to reports, address related inquiries, and, when necessary, share information with relevant officials through central–local information-sharing systems to resolve issues. Global trends in AI animal infections and AI human infections were analyzed and discussed on a monthly basis, and management strategies were adjusted accordingly. In addition, through on-site deployment to poultry farm culling operations and telephone support, oversight was provided to ensure that local governments thoroughly implemented AI human infection prevention measures.

Although no cases of AI human infection have been reported in the Republic of Korea (ROK) to date, AI infections in birds continue to be detected, and large-scale culling of infected livestock is ongoing. Accordingly, local governments and other public health authorities implemented AI human infection prevention measures for culling participants, such as screening individuals who were ineligible to participate in culling, administering seasonal influenza vaccinations, providing guidance on the use of personal protective equipment, and delivering additional infection prevention education prior to participation. After participation, active monitoring of high-risk individuals was conducted for a 10-day incubation period. In the event of symptom onset, responses were implemented in accordance with Category I infectious disease procedures, including reporting, epidemiological investigation, classification as a suspected case, and diagnostic testing.

The KDCA also encouraged individuals suspected of year-round exposure to the AI virus outside of culling-related high-risk groups to report when ill. Together with local governments and medical institutions, all reports of suspected AI human infections were handled promptly in accordance

with Category I infectious disease response procedures. In addition, areas where AI human infections occurred, such as China, Cambodia, and the United States, were designated as priority quarantine management areas on a quarterly basis [9]. Travelers from these regions were screened upon entry at national airport quarantine stations through fever checks, Q-CODE, and health questionnaires to identify symptomatic individuals, conducting diagnostic testing as necessary. For individuals who developed suspected symptoms after entering ROK, testing and management were carried out following Category I infectious disease response procedures after reporting through public health centers or the 1339 call line.

### 3. Key Contents of the One Health-based Interministerial Responses

Since AI animal infections have continued to occur in the ROK and large-scale culling of infected animals has been widely implemented, the KDCA—in cooperation with agencies responsible for animal disease control such as the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs and the Ministry of Climate, Energy, and Environment, as well as local governments—thoroughly implemented AI human infection prevention and management measures for culling participants, AI response personnel, and farm workers. The KDCA also participated in countermeasure meetings of the Central Disaster Management Headquarters for AI, led by the Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs, to conduct a joint response. In addition, through interministerial meetings and consultative meetings with local governments held in the first and second halves of 2025, the KDCA shared the status of responses and made continuous efforts to reflect these discussions in policy. Moreover, the KDCA participated in the

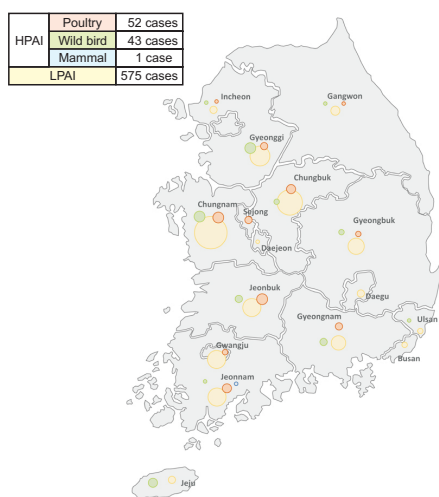
semiannual Zoonotic Disease Countermeasure Committee meetings to discuss the status of AI outbreaks and interagency collaboration measures. AI human infection–focused training was conducted as part of joint risk assessment simulation exercises (Joint Risk Assessment) for interministerial and local government practitioners, and zoonotic disease prevention

guidelines were jointly developed and disseminated.

## Results

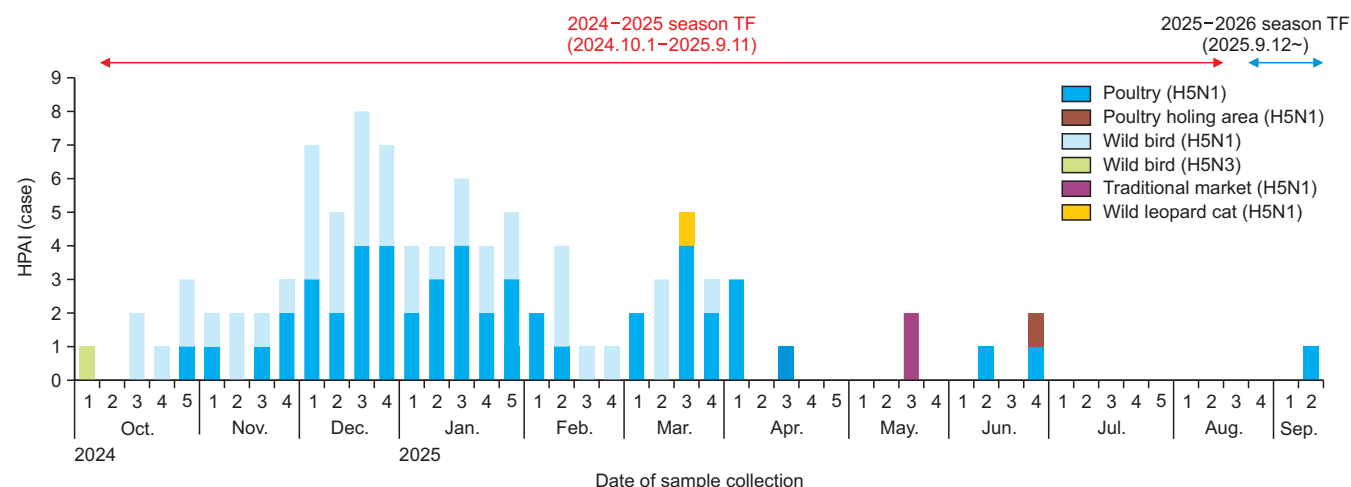
### 1. Status of AI Animal Infections in the ROK

During the 2024–2025 season, a total of 96 highly pathogenic AI cases and 575 low pathogenic AI cases were reported in the ROK (Figure 1). Highly pathogenic AI occurred in 52 poultry cases (49 in poultry farms, 2 in traditional markets, and 1 in holding facilities), 43 cases in wild birds, and 1 case in a wild mammal (Figures 1, 2). The single wild mammal case involved a leopard cat that was found ill in Hwasun County, Jeollanam-do, on March 16 and died during the rescue process. Highly pathogenic AI (H5N1) was finally confirmed on March 20, 2025. When the 96 cases of highly pathogenic AI were analyzed by subtype, 95 cases were H5N1, and 1 case was H5N3. The highly pathogenic H5N3 subtype identified in wild birds represented the first occurrence of this subtype in the ROK (Figure 2). Through culling conducted in response to AI outbreaks at poultry farms, approximately 6.71 million poultry



**Figure 1.** Avian influenza cases reported in the Republic of Korea (2024–2025 season)

Reported figures may change depending on the time of compilation. HPAI=highly pathogenic avian influenza; LPAI=lowly pathogenic avian influenza.



**Figure 2.** Weekly cases of highly pathogenic avian influenza by subtype and place in the Republic of Korea (2024–2025 season) TF=task force; HPAI=highly pathogenic avian influenza.

were culled, including preventive culling.

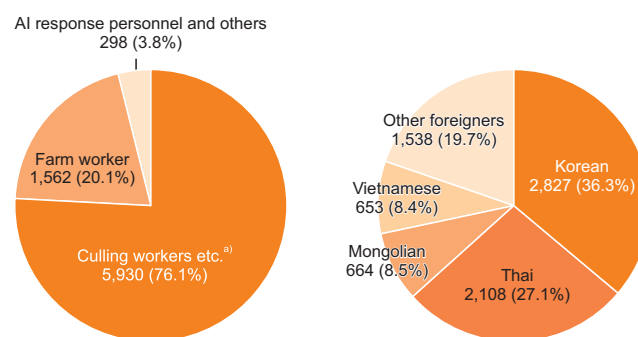
## 2. Outcomes of AI Human Infection Prevention and Management in the ROK

Based on the demand survey conducted in 2024, a total of 30,300 AI response personnel were identified as eligible for seasonal influenza vaccination. Among them, 28,827 individuals (95.1%) completed vaccination from October to December 2024. This represents an increase from the 94.4% the vaccination coverage recorded during the 2023–2024 season. Reasons for nonvaccination included individual vaccination outside the program, leave of absence, departmental transfer, and health-related reasons.

During the 2024–2025 season, as AI outbreaks occurred among poultry and wild birds, a total of 7,790 individuals—including culling participants, AI response personnel, and farm workers involved in culling and other disease control activities—were classified as high-risk groups for AI human infection. Local governments conducted active surveillance, consisting of telephone follow-ups on days 5 and 10 from the last exposure. Surveillance was completed without any confirmed cases of AI human infection. By occupational category, the high-risk group comprised 5,930 culling-related participants (including culling workers, disinfection workers, and excavator operators involved in burial activities; 76.1%), 1,562 farm workers (20.1%), and 298 AI response personnel (3.8%). Of these individuals, 2,827 were Korean nationals (36.3%) and 4,963 were foreign nationals (63.7%). Foreign nationals from a total of 31 countries participated, with the largest groups being from Thailand (2,108 individuals; 27.1%), Mongolia (664; 8.5%), and Vietnam (653; 8.4%) (Figure 3). During active surveillance of high-risk individuals, 12 people developed

symptoms and were classified as suspected cases; all tested negative. In addition, 28 individuals who developed symptoms after visiting areas designated as priority quarantine management areas for AI human infection were classified as suspected cases and tested; all results were negative.

During the 2024–2025 season, highly pathogenic AI outbreaks continued through June 2025, and in March of the same year, an unusual occurrence of AI in a wild mammal (a leopard cat) was detected, indicating changes in outbreak patterns. Moreover, AI human infection has continued to be discussed as an infectious disease with high pandemic potential. In consideration of these circumstances, it was decided to maintain the continuous operation of the AI Human Infection Response Task Force during the summer of 2025 without disbandment. In response to the highly pathogenic AI (H5N1) case detected in a leopard cat in March 2025, collaboration with relevant ministries, including the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs and the Ministry of Climate, Energy, and Environment, was further strengthened. Efforts were made to ensure rapid information sharing and efficient joint



**Figure 3.** Distribution of avian influenza high-risk groups by occupation and nationality in the Republic of Korea (2024–2025 season, N=7,790)

AI=avian influenza. <sup>a)</sup>Culling workers, etc., includes workers conducting culling activities, disinfection teams, and excavator operators involved in carcass burial operations.

response through the operation of real-time information-sharing platforms, regular meetings, and the establishment of joint training and public communication systems.

## Conclusion

During the 2024–2025 season, the first occurrences of highly pathogenic AI were detected in wild birds on October 2 and in poultry farms on October 29. Compared with the 2023–2024 season, when the first occurrences were reported on November 27 in wild birds and on December 3 in poultry farms, these detections occurred earlier. In addition, compared with the 2023–2024 season, both the number of highly pathogenic AI cases (from 51 to 96) and the number of individuals managed as high-risk groups for AI human infection (from 3,986 to 7,790) increased during the 2024–2025 season. In the 2023–2024 season, there were 32 cases in poultry farms and 19 in wild birds. Conversely, in the 2024–2025 season, there were 49 cases in poultry farms and 43 in wild birds, with the number of cases in wild birds, in particular, increasing by approximately twofold. In addition, two serotypes were identified in wild birds (42 cases of H5N1 and 1 case of H5N3); the highly pathogenic AI H5N3 subtype was confirmed for the first time in the ROK, and no further cases were detected thereafter in either poultry or wild birds. As the number of AI outbreaks in the ROK increased during the 2024–2025 season, the number of individuals classified as high-risk groups for AI human infection also increased to 7,790, approximately double the number (3,986) reported during the 2023–2024 season.

Previously, the AI Human Infection Response Task Force had been disbanded after the Ministry of Agriculture, Food

and Rural Affairs lowered the AI crisis alert level to “Attention.” However, during the 2024–2025 season, as highly pathogenic AI outbreaks continued into the summer and AI was detected in a wild mammal (a leopard cat), the KDCA decided, through internal deliberation, to maintain the continuous operation of the task force without disbandment in order to enable a proactive response. As a result, the KDCA continued rapid response activities within the task force framework during the summer of 2025, and advanced preparedness for the 2025–2026 season was also able to proceed in a more systematic and continuous manner within that same framework.

Amid changes in the patterns of highly pathogenic AI animal infections—such as AI outbreaks in dairy cattle in the United States (from 2024 onward), AI cases in domestic cats in the ROK (2023), AI detection in a leopard cat in the ROK (2025), and the first occurrence of highly pathogenic H5N3 in wild birds in the ROK (2024)—and ongoing concerns about the potential occurrence of AI human infection, the KDCA strengthened its collaborative framework with the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, the Ministry of Climate, Energy, and Environment, and local governments to enable rapid information sharing and joint response. The KDCA plans to continue efforts to suppress the occurrence of AI human infection by maintaining ongoing information sharing, joint training, coordinated responses, and One Health–based policy decision-making within the framework of continuous AI Human Infection Response Task Force operations.

## 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: JYL, SEL. Data curation: JYL, SEL. Formal analysis: JYL. Investigation: JYL, SEL. Methodology: JYL, SEL, SHL, YJP. SGY. Resources: JYL. Software: JYL. Supervision: SEL, SGY. Validation: JYL. Visualization: JYL. Writing – original draft: JYL. Writing – review & editing: JYL, SEL, SHL, YJP. SGY.

## References

1. World Health Organization (WHO). Influenza (avian and other zoonotic) [Internet]. WHO; 2023 [cited 2025 Sep 22]. 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))
2. World Health Organization (WHO), assignee. Cumulative number of confirmed human cases for avian influenza A(H5N1) reported to WHO, 2003–2025, 25 August 2025 [Internet]. WHO; 2025 [cited 2025 Sep 22]. Available from: [https://www.who.int/publications/m/item/cumulative-number-of-confirmed-human-cases-for-avian-influenza-a\(h5n1\)-reported-to-who--2003-2025--25-august-2025](https://www.who.int/publications/m/item/cumulative-number-of-confirmed-human-cases-for-avian-influenza-a(h5n1)-reported-to-who--2003-2025--25-august-2025)
3. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Technical report: June 2024 highly pathogenic avian influenza A(H5N1) viruses [Internet]. CDC; 2024 [cited 2025 Sep 22]. Available from: <https://www.cdc.gov/bird-flu/php/technical-report/h5n1-06052024.html?utm>
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). H5 bird flu: current situation [Internet]. CDC; 2025 [cited 2025 Sep 22]. Available from: <https://www.cdc.gov/bird-flu/situation-summary/index.html>
5. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Avian influenza overview December 2024–March 2025 [Internet]. ECDC; 2025 [cited 2025 Sep 22]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/avian-influenza-overview-december-2024-march-2025>
6. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Past examples of probable limited, non-sustained, person-to-person spread of avian influenza A viruses [Internet]. CDC; 2023 [cited 2025 Sep 22]. Available from: <https://www.cdc.gov/bird-flu/php/surveillance/h5n1-human-infections.html>
7. Peacock TP, Moncla L, Dudas G, et al. The global H5N1 influenza panzootic in mammals. *Nature* 2025;637:304–13.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Avian influenza (AI) human infection management investigation form (English), 22 October 2024 [Internet]. KDCA; 2024 [cited 2025 Sep 22]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20507030000&bid=0020&list\\_no=726295&act=view](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20507030000&bid=0020&list_no=726295&act=view)
9. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Guide to strict quarantine inspection required area and quarantine inspection required area for the Second. Half of 2024, 10 October 2024 [Internet]; KDCA; 2024 [cited 2025 Sep 22]. Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?act=view&bid=0014&list\\_no=726221&mid=a20504000000&tag=](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?act=view&bid=0014&list_no=726221&mid=a20504000000&tag=)

# 2025년 서산시 노인요양시설 환기 실태 및 SARS-CoV-2 공기전파 위험도 평가

한대희<sup>1</sup> ID, 임지애<sup>1</sup> ID, 우상욱<sup>1</sup> ID, 강혜진<sup>1</sup> ID, 김수진<sup>1</sup> ID, 최유호<sup>2</sup> ID, 김보람<sup>2</sup> ID, 최동권<sup>3</sup> ID, 조오현<sup>1\*</sup> ID

<sup>1</sup>충청남도감염병관리지원단, <sup>2</sup>서산시보건소 감염병관리과, <sup>3</sup>서울특별시청 감염병관리과

## 초 록

**목적:** 서산시 장기요양기관 중 노인요양시설과 노인요양공동생활가정을 대상으로 자연·기계 환기 실태를 정량적으로 평가하고, 환기 수준에 따른 severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) Delta 변이의 예상 감염위험도를 추정하여 감염취약시설의 환기 개선 필요성을 제시하고자 하였다.

**방법:** 서산시에 소재한 노인요양시설 23개소와 노인요양공동생활가정 4개소(총 27개소)를 방문하여 침실의 자연환기량과 기계환기량을 실측하였다. 급·배기 풍량과 실내 체적을 이용해 시간당 환기횟수(air changes per hour, ACH)를 산출하고, 질병관리청 호흡기 감염병 공기전파 위험도 평가 프로그램을 활용하여 SARS-CoV-2 Delta 변이 1인 감염자, 3시간 노출 조건에서 침실의 예상 감염위험도를 평가하였다.

**결과:** 조사 대상 시설의 자연환기 1일 평균 빈도는  $5.5 \pm 2.3$ 회, 자연환기 1회 평균 시간은  $15.4 \pm 10.4$ 분이었다. 침실의 복합환기 시 평균 시간당 환기횟수는  $1.4 \pm 0.9$  ACH로, 자연환기만으로 2 ACH 이상 충족한 시설은 11.1%에 그쳤고, 기계환기만으로 2 ACH를 충족한 시설은 없었다. 기계환기 설비가 설치된 19개 시설 모두에서 기계환기 병행 시 예상 감염위험도가 자연환기 단독 대비 평균  $11.4 \pm 6.9\%$  감소하였다(95% confidence interval: 7.9–14.7).

**결론:** 자연환기 중심의 현 환기 방식으로는 호흡기 감염병 전파 위험을 충분히 줄이기 어려우며, 기계환기 설비의 적정 용량 산정과 운전 조건 개선이 필요하다. 또한, 장기요양기관 평가관리 지표에 시간당 환기횟수와 기계환기 의무화를 포함하는 제도적 보완이 필요하다.

**주요 검색어:** 노인요양시설; 노인요양공동생활가정; 환기; 코로나바이러스감염증-19; 공기전파

## 서 론

우리나라는 초고령사회로 진입하면서 장기요양기관에 대한 수요가 급증하고 있다[1]. 이들 시설의 입소자는 대부분 고

령자이며, 기저질환과 면역 기능 저하로 인해 인플루엔자, 코로나바이러스감염증-19(코로나19) 등 호흡기 감염병에 특히 취약하다[2,3]. 밀폐된 실내공간에서 다수의 입소자가 침실, 프로그램실, 식당 등 공용 공간을 공유함에 따라 공기·비말

Received December 15, 2025 Revised January 23, 2026 Accepted January 29, 2026

\*Corresponding author: 조오현, Tel: +82-41-635-4371, E-mail: 80658@schmc.ac.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?**

노인요양시설과 노인요양공동생활가정은 고령자 밀집, 밀폐된 환경, 장시간 접촉으로 호흡기 감염병 집단발생 위험이 크다. 그러나 실제 환기 수준과 기계환기 설비 성능에 대한 정량적 자료는 제한적이었다.

**② 새로이 알게 된 내용은?**

서산시 노인요양시설 23개소, 노인요양공동생활가정 4개소 침실의 복합환기 시 평균 시간당 환기횟수는  $1.4 \pm 0.9$  ACH로 병원의 입원실 환기 기준인 2 ACH보다 낮았다. 기계환기 병행 가동 시 예상 감염위험도가 평균  $11.4 \pm 6.9\%$ p 감소하였으나 전열교환기가 설치된 시설 대부분은 필요환기량에 비해 용량이 부족하거나 약한 세기로 운전되고 있었다.

**③ 시사점은?**

장기요양기관에서 기계환기 설비를 가동하는 것이 감염위험을 줄일 수 있는 핵심 요인임을 확인하였다. 기계환기 설비의 의무화, 적정 용량 기준, 운전 단계 강화 등 환기 기준을 고도화하여 호흡기 감염병 전파 위험을 체계적으로 줄일 수 있다.

전파를 통한 집단 감염위험이 크다[2,4,5].

국토교통부 ‘건축물의 설비기준 등에 관한 규칙(별표 1의 6)’은 노유자 시설 중 연면적  $1,000 \text{ m}^2$  이상의 노인요양시설에 대해 환기장치 설치기준으로 1인당  $36 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 환기량을 공급하는 환기장치를 설치하도록 규정하고 있으며[6], 보건복지부 역시 입원실·중환자실에서 환기시설을 통해 외기도 입량 기준 최소 환기횟수를 2 air changes per hour (ACH) 이상, 재순환량을 포함한 환기횟수를 6 ACH 이상으로 권고하고 있다[7]. 또한 국민건강보험공단 장기요양기관 평가에서는 일상적인 환기 시행(1일 3회 이상, 1회 10분 이상 자연환기) 및 점검표 비치를 요구하지만, 실제 환기량( $\text{m}^3/\text{h}$ )이나 환기횟수(ACH)에 대한 평가는 포함되어 있지 않다[8]. 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 자연환기 지침 또한 의료시설 내 감염관리 차원에서 적정 환기량 확보의 중요성을

강조하고 있다[9].

코로나19 유행 기간 중 장기요양기관 내 대규모 집단감염 사례가 반복됨에 따라 실내 공기질 관리 및 환기의 중요성이 크게 주목받았다. 그러나 국내 장기요양기관을 대상으로 자연·기계환기량을 실측하고, 감염위험도를 정량적으로 제시한 연구는 제한적이다. 이에 본 연구는 서산시 노인요양시설과 노인요양공동생활가정을 대상으로 환기량을 실측하여 환기 실태를 평가하고, Korean-virus emission & airborne transmission assessment program (K-VENT 3.1)을 활용하여 severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) 공기전파 위험을 추정함으로써 감염취약시설의 환기 기준 개선의 근거를 마련하고자 하였다[10].

**방 법****1. 조사 대상**

본 연구는 2025년 4월 23일부터 5월 21일까지 충청남도 서산시에 소재한 장기요양기관 대상으로 시행하였다. 「노인복지법」상 노인의료복지시설에 해당하는 노인요양시설 23개소와 노인요양공동생활가정 4개소를 포함한 총 27개소였으며, 서산시 보건소의 협조와 시설장의 동의를 얻어 현장 방문 조사하였다.

각 시설에서 입소자가 상시 사용하는 침실 1개를 선정하였고, 전열교환기가 설치되었을 때는 해당 침실을 추가로 조사하였다. 건물 연식(신축·일반·노후), 기계환기 설비 유무 및 종류, 침실 환기 방법(자연·기계·복합) 등의 일반 특성을 구조화하여 수집하였다.

**2. 환기 방식 정의**

대상공간의 환기량은 건물의 틈새를 통한 침기량(infiltration)과 자연환기량(natural ventilation), 그리고 기계환기량(mechanical ventilation) 등에 의해 결정되며, 침기량과 자연

환기량은 건물의 노후 정도, 평면 및 창호 형태, 창호 면적, 실내외 온도차, 외부풍속 등에 따라 달라진다[10].

건물 노후도에 따른 침기량 분석을 위해 건축 후 3년 미만은 신축 건물, 3년 이상 10년 미만은 일반 건물, 10년 이상 경과한 경우는 노후 건물로 각각 분류하였다. 자연환기는 창문, 틈새, 환기구 등을 통해 바람, 실내·외 온도차, 압력 차에 의해 공기가 자발적으로 유입·배출되는 방식으로 정의하였고, 기계환기는 팬, 덕트, 전열교환기 등을 이용하여 일정한 풍량과 공기 교환율을 유지하는 것으로 정의하였다. 또한 침실 환기 방법은 자연환기만 시행하는 경우 '자연환기', 기계환기만 사용하는 경우 '기계환기', 두 방식을 병행하는 경우 '복합환기'로 분류하였다.

### 3. 환기량( $m^3/h$ ) 측정 및 시간당 환기횟수(ACH) 산출

환기량 측정에는 레이저 거리측정기(MAGPIE SABER X), 열선 풍속계(Testo 405-V1; Testo), 베인 풍속계 및 사각 퓨넬(Testo 417, Testo 4170; Testo)을 사용하였다. 각 침실의 체적( $m^3$ )은 레이저 거리측정기를 이용해 길이, 너비, 높이를 측정하여 계산하였다.

자연환기량 측정 시 각 침실의 창문의 가로 크기와 세로 크기를 레이저 거리측정기를 이용하여 측정하였고 동일한 위치에 여러 개의 창문이 있는 경우, 창문의 길이를 합산하였다.

창문 유형은 K-VENT 3.1에서 제시하고 있는 '고정창(fixed)', '여닫이창(awning)', '여닫이창(casement)', '미서기창(sliding)' 4가지 유형으로 분류하였고, 침실의 평면 유형은 K-VENT 3.1에서 제시하고 있는 '1면 개방형', '복합 개방형', '양면 개방형', '편복도형', '중복도형(1면 개방)', '중복도형(양면 개방)' 6가지 유형으로 분류하였다. 개폐가 가능한 창문은 모두 개방하여 열선 풍속계로 평균 외부 풍속( $m/s$ )을 측정하였다.

기계환기량 측정 시 침실 내 모든 급·배기구에서 베인 풍속 측정계 및 사각 퓨넬을 이용하여 시간당 풍량을 측정하였

고, 전열교환기가 설치되었을 때는 열선 풍속계를 이용하여 평균 풍속( $m/s$ )을 측정 후 시간당 환기량은 다음 공식을 사용하여 계산하였다.

$$\text{시간당 환기량}(m^3/h) = \text{풍속}(m/s) \times \text{급기 또는 배기 면적}(m^2) \times 3,600 (s/h)$$

시간당 환기횟수는 K-VENT 3.1을 이용하여 자연환기, 기계환기 각각의 ACH를 산출하였다.

### 4. 환기 기준 및 평가지표

국토교통부 규정에 따라 연면적  $1,000 m^2$  이상 노인요양시설의 필요환기량은 1인당  $36 m^3/h$ 로 설정하였다. 의료기관 입원실·중환자실 관련 지침에서 제시하는 외기도입량 기준 2 ACH 이상을 침실의 최소 권고기준으로 참고하였다. 또한 국민건강보험공단 장기요양기관 평가관리 시행세칙의 환기관리 수칙(1일 3회 이상, 1회 10분 이상 자연환기)을 조사 대상 시설의 일상적 환기 실천 수준 평가에 활용하였다.

### 5. 감염위험도 평가(K-VENT 3.1)

호흡기 감염병 공기전파 위험도는 질병관리청 K-VENT 3.1을 사용하여 추정하였다. 바이러스는 SARS-CoV-2 Delta 변이를 선택하고, 감염자 수는 1명, 활동 수준은 휴식(resting, oral breathing), 노출 시간은 3시간으로 설정하였다. 노출자 수는 각 침실의 최대 수용 인원에서 감염자 1명을 제외한 인원수를 시설별로 다르게 입력하였고(4인실은 노출자 3명, 3인실은 노출자 2명, 2인실은 노출자 1명), 활동 수준은 휴식(resting)으로 입력하였다.

외부 환경 변수인 외부 풍속과 외부 온도는 서산시 5년간 5월(2020-2024년 5월 1일-31일)의 평균 풍속  $2.26 m/s$ , 평균 기온  $17.1^\circ C$ 를 적용하였다. 자연환기 했을 때와 복합환기 했을 때의 각각에 대해 예상 감염위험도(%)를 산출하여 비교

하였다.

## 6. 통계 분석

노인요양시설 23개소는 알파벳 A-W를 부여하였고, 노인요양공동생활가정 4개소는 알파벳 AA, BB, CC, DD를 부여하였다. 자연환기와 복합환기 조건별 예상 감염위험도 차

이에 대한 정규성은 Shapiro-Wilk 검정을 통해 확인하였다. 정규성이 충족되면 대응 표본 t-검정하여 두 조건 간 평균 차이와 95% 신뢰구간을 추정하였다. 자연환기와 복합환기의 평균 차이의 효과 크기를 검증하기 위해 코헨의 d 효과 크기(Cohens' d effect size)를 사용하였다. 코헨의 d 효과 크기는 값에 따라  $d \leq 0.2$  작은 효과 크기(small),  $d = 0.5$  중간 효

표 1. 조사 대상 시설의 일반적 특성

| 특성                      |                    | 노인요양시설(n=23) | 노인요양공동생활가정(n=4) | 전체(n=27)   |
|-------------------------|--------------------|--------------|-----------------|------------|
| 건물 연식(년)                | <3 (신축)            | 2 (8.7)      | 0 (0.0)         | 2 (7.4)    |
|                         | 3-10 (일반)          | 17 (73.9)    | 3 (75.0)        | 20 (74.0)  |
|                         | ≥10 (노후)           | 4 (17.4)     | 1 (25.0)        | 5 (18.6)   |
| 침실의 평균 시간당 환기횟수         |                    | 1.6±1.0      | 0.8±0.6         | 1.4±0.9    |
| 침실의 시간당 환기횟수(ACH)       | <2                 | 18 (78.3)    | 4 (100.0)       | 22 (81.5)  |
|                         | 2-6                | 5 (21.7)     | 0 (0.0)         | 5 (18.5)   |
|                         | ≥6                 | 0 (0.0)      | 0 (0.0)         | 0 (0.0)    |
| 침실의 환기 유형               | 자연환기               | 5 (21.7)     | 3 (75.0)        | 8 (29.6)   |
|                         | 기계환기               | 1 (4.3)      | 0 (0.0)         | 1 (3.7)    |
|                         | 복합환기 <sup>a)</sup> | 17 (73.9)    | 1 (25.0)        | 18 (66.7)  |
| 자연환기 1일 평균 빈도(회)        |                    | 5.7±2.6      | 5.3±1.1         | 5.5±2.3    |
| 자연환기 1일 빈도(회)           | <3                 | 6 (26.1)     | 0 (0.0)         | 6 (22.2)   |
|                         | 3-6                | 7 (30.4)     | 3 (75.0)        | 10 (37.0)  |
|                         | ≥6                 | 10 (43.5)    | 1 (25.0)        | 11 (40.8)  |
| 자연환기 1회 평균 시간(분)        |                    | 16.5±11.2    | 12.5±4.3        | 15.4±10.4  |
| 자연환기 1회 시간(분)           | <10                | 1 (4.3)      | 0 (0.0)         | 1 (3.7)    |
|                         | 10-30              | 19 (82.6)    | 4 (100.0)       | 23 (85.2)  |
|                         | ≥30                | 3 (13.0)     | 0 (0.0)         | 3 (11.1)   |
| 자연환기 시 평균 시간당 환기횟수(ACH) |                    | 1.0±1.0      | 0.8±0.7         | 0.9±1.0    |
| 자연환기 시간당 환기횟수(ACH)      | <2                 | 20 (87.0)    | 4 (100.0)       | 24 (88.9)  |
|                         | 2-6                | 3 (13.0)     | 0 (0.0)         | 3 (11.1)   |
|                         | ≥6                 | 0 (0.0)      | 0 (0.0)         | 0 (0.0)    |
| 기계환기 시 평균 시간당 환기횟수(ACH) |                    | 0.4±0.2      | 0.1±0           | 0.4±0.2    |
| 기계환기 시간당 환기횟수(ACH)      | <2                 | 18 (100.0)   | 1 (100.0)       | 19 (100.0) |
|                         | 2-6                | 0 (0.0)      | 0 (0.0)         | 0 (0.0)    |
|                         | ≥6                 | 0 (0.0)      | 0 (0.0)         | 0 (0.0)    |
| 기계환기 유형                 | 공조설비               | 4 (17.4)     | 1 (25.0)        | 5 (18.6)   |
|                         | 전열교환기              | 10 (43.5)    | 0 (0.0)         | 10 (37.0)  |
|                         | 공조+전열              | 3 (13.0)     | 0 (0.0)         | 3 (11.1)   |
|                         | 단순배기(팬)            | 1 (4.3)      | 0 (0.0)         | 1 (3.7)    |
|                         | 미설치                | 5 (21.7)     | 3 (75.0)        | 8 (29.6)   |

단위: 개소(%) 혹은 평균±표준편차. ACH=air changes per hour; 공조+전열=공조설비, 전열교환기 병행. <sup>a)</sup>자연환기와 기계환기를 병행하여 환기하는 방법.

과 크기(medium),  $d \geq 0.8$  큰 효과 크기(large)로 나타낼 수 있다. 통계 분석에는 R 4.2.2 버전을 사용하였으며, 유의수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

## 결 과

### 1. 조사 대상 시설의 일반적 특성

조사 대상 27개 시설 중 건물 유형은 사용 연수 기준 3-10년 일반 건물이 20개소(74.0%)로 가장 많았고, 10년 이상 노후 건물 5개소(18.6%), 3년 미만 신축 2개소(7.4%) 순이었다. 자연환기 빈도는 1일 6회 이상이 11개소(40.8%), 3

표 2. 시설별 환기량 및 시간당 환기횟수

| 침실  |    | 체적<br>(m³) | 측정 환기     |                 |                 |                 | 인증 환기                     |                                       |                           |
|-----|----|------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
|     |    |            | 침기량(m³/h) | 자연환기량<br>(m³/h) | 기계환기량<br>(m³/h) | 총 환기량<br>(m³/h) | 측정값의 전<br>체 환기횟수<br>(ACH) | 전열교환기<br>인증환기량 <sup>a)</sup><br>(CMH) | 인증값의 전<br>체 환기횟수<br>(ACH) |
| 4인실 | A  | 75.0       | 18.8      | 6.6             | 6.2             | 31.5            | 0.4                       | 100                                   | 1.7                       |
|     | B  | 67.0       | 23.4      | 9.2             | 6.5             | 39.1            | 0.6                       | 단순배기(팬)                               | -                         |
|     | C  | 77.2       | 19.3      | 0.0             | 38.9            | 58.2            | 0.8                       | 100                                   | 1.6                       |
|     | D  | 96.4       | 24.1      | 13.5            | 36.1            | 73.7            | 0.8                       | 70                                    | 1.1                       |
|     | G  | 64.4       | 16.1      | 12.2            | 33.7            | 62.0            | 1.0                       | 100                                   | 2.0                       |
|     | H  | 79.1       | 19.8      | 70.4            | 0.0             | 90.2            | 1.1                       | 미설치                                   | -                         |
|     | I  | 97.5       | 14.6      | 25.9            | 66.2            | 106.7           | 1.1                       | 공조설비                                  | -                         |
|     | K  | 85.2       | 21.3      | 60.4            | 15.9            | 97.6            | 1.1                       | 80                                    | 1.9                       |
|     | L  | 82.7       | 20.7      | 35.3            | 39.8            | 95.8            | 1.2                       | 100                                   | 1.9                       |
|     | M  | 62.2       | 15.6      | 28.0            | 40.0            | 83.6            | 1.3                       | 70                                    | 1.8                       |
|     | N  | 85.1       | 29.8      | 89.3            | 0.0             | 119.1           | 1.4                       | 미설치                                   | -                         |
|     | O  | 59.1       | 14.8      | 36.5            | 33.1            | 84.4            | 1.4                       | 100                                   | 2.6                       |
|     | P  | 69.2       | 24.2      | 75.5            | 0.0             | 99.7            | 1.4                       | 미설치                                   | -                         |
|     | Q  | 72.0       | 18.0      | 89.6            | 11.7            | 119.3           | 1.7                       | 공조설비                                  | -                         |
|     | R  | 75.4       | 18.9      | 74.6            | 40.0            | 133.3           | 1.8                       | 70                                    | 2.2                       |
|     | V  | 66.0       | 16.5      | 213.3           | 0.0             | 229.8           | 3.5                       | 미설치                                   | -                         |
|     | AA | 66.4       | 16.6      | 8.1             | 0.0             | 24.7            | 0.4                       | 미설치                                   | -                         |
|     | CC | 64.9       | 16.2      | 22.6            | 0.0             | 38.8            | 0.6                       | 미설치                                   | -                         |
|     | DD | 71.3       | 17.8      | 106.8           | 5.9             | 130.5           | 1.8                       | 공조설비                                  | -                         |
| 3인실 | E  | 65.7       | 9.9       | 19.9            | 24.6            | 54.3            | 0.8                       | 공조설비                                  | -                         |
|     | F  | 100.1      | 25.0      | 14.5            | 46.7            | 86.2            | 0.9                       | 70                                    | 1.1                       |
|     | J  | 57.7       | 14.4      | 31.1            | 19.0            | 64.5            | 1.1                       | 공조설비                                  | -                         |
|     | S  | 60.9       | 15.2      | 61.6            | 43.4            | 120.2           | 2.0                       | 100                                   | 2.9                       |
|     | U  | 59.9       | 15.0      | 129.3           | 0.0             | 144.3           | 2.4                       | 미설치                                   | -                         |
|     | W  | 39.9       | 10.0      | 164.2           | 18.3            | 192.5           | 4.8                       | 100                                   | 6.9                       |
|     | BB | 58.6       | 14.7      | 8.6             | 0.0             | 24.3            | 0.4                       | 미설치                                   | -                         |
| 2인실 | T  | 34.1       | 8.5       | 60.1            | 6.1             | 74.7            | 2.2                       | 80                                    | 4.4                       |

총 환기량=침기량+자연환기량+기계환기량; 측정값의 전체 환기횟수=총 환기량÷체적; 인증값의 전체 환기횟수=(침기량+자연환기량+전열교환기 인증환기량)÷체적; ACH=air changes per hour; CMH=cubic meter per hour,  $m^3/h$ 와 같은 단위. <sup>a)</sup>전열교환기 각 제품의 '중간'세기를 기준으로 함('중간'세기 정보가 없는 제품은 '강'세기 기준으로 함).

회 이상 6회 미만 10개소(37.0%), 3회 미만 6개소(22.2%)였으며, 27개소 중 21개소(77.8%)가 장기요양기관 평가에서 요구하는 1일 3회 이상 환기 기준을 충족하였다. 자연환기 시 1회 시간은 10분 이상 30분 미만이 23개소(85.2%), 30분 이상 3개소(11.1%)였고, 26개소(96.3%)가 1회 10분 이상 기준을 만족하였다(표 1).

기계환기 설비는 19개소(70.4%)에 설치되어 있었으며, 이 중 전열교환기 10개소(37.0%), 공조설비 5개소(18.6%), 공조설비와 전열교환기 병행 3개소(11.1%), 단순배기(팬) 1개소(3.7%)였다. 나머지 8개소(29.6%)는 기계환기 설비가 없었다. 환기 방법으로는 복합환기가 18개소(66.7%)로 가장 많았고, 자연환기만 시행하는 시설이 8개소(29.6%)였으며 1개소(3.7%)는 자연환기가 불가능하여 기계환기로만 하고 있었다(표 1).

## 2. 시설별 침실의 자연환기, 기계환기 현황 및 시간당 환기횟수

자연환기 1일 평균 빈도는 노인요양시설  $5.7 \pm 2.6$ 회, 노인요양공동생활가정  $5.3 \pm 1.1$ 회였으며, 자연환기 1회 평균 시간은 노인요양시설  $16.5 \pm 11.2$ 분, 노인요양공동생활가정  $12.5 \pm 4.3$ 분이었다(표 1). 자연환기 시 평균 시간당 환기횟수는 26개소에서  $0.9 \pm 1.0$  ACH였고, 기계환기 설비가 설치된 19개 시설의 기계환기 시 평균 시간당 환기횟수는  $0.4 \pm 0.2$  ACH였다. 침실의 평균 시간당 환기횟수는 27개 시설에서  $1.4 \pm 0.9$  ACH였으며, 노인요양시설 23개소는 평균 시간당 환기횟수  $1.6 \pm 1.0$  ACH, 노인요양공동생활가정 4개소는 평균 시간당 환기횟수  $0.8 \pm 0.6$  ACH였다(표 1).

노인요양시설 23개소 중 1개소는 창문 개방이 불가능하여 자연환기를 할 수 없었다.

자연환기만으로 2 ACH 이상 충족한 시설은 3개소(11.1%)로 해당 시설들은 창문을 상시 개방하여 환기하고 있었다(표 1). 기계환기만으로 2 ACH 이상 충족한 시설은 없었다.

침실의 시간당 환기횟수가 2 ACH 이상인 시설은 전체 27개소 중 노인요양시설 5개소(18.5%)였으며, 노인요양공동생활가정 중에서는 없었다(표 1).

## 3. 전열교환기의 설치된 공간대비 시간당 환기횟수

전열교환기가 설치된 노인요양시설 13개소(A, C, D, F, G, K, L, M, O, R, S, T, W)에서 측정된 기계환기량을 기준으로 복합환기 시 평균 시간당 환기횟수는  $1.5 \pm 1.1$  ACH이며, 인증 환기량(cubic meter per hour, CMH)을 기준으로 복합환기 시 평균 시간당 환기횟수는  $2.5 \pm 1.5$  ACH였다(표 2).

전열교환기 세기가 '낮음' 또는 '약'일 때 복합환기 시 2 ACH 이상 만족하는 시설은 2개소(S, T)였으며, 전열교환기 세기를 '중' 이상으로 가동한다고 가정했을 때 복합환기 시 2 ACH 이상 만족하는 시설은 6개소(G, O, R, S, T, W)였다(표 2).

## 4. 기계환기 병행에 따른 감염위험 감소 효과

기계환기 설비가 설치된 19개소(노인요양시설 18개소, 노인요양공동생활가정 1개소)를 대상으로 자연환기 단독과 자연환기와 기계환기 병행 조건의 예상 감염위험도를 비교한 결과, 모든 시설에서 기계환기 병행 시 예상 감염위험도가 감소하였다. 가장 큰 감소 폭을 보인 시설은 '노인요양시설 I'로 자연환기 시 97.1%에서 기계환기 병행 시 73.9%로 예상 감염위험도가 23.2%p 감소하였다(그림 1). 자연환기 대비 복합환기 조건에서의 예상 감염위험도 차이는 정규성을 만족하였고(Shapiro-Wilk test,  $p=0.101$ ), 대응 표본 t-검정 결과 평균 차이는  $11.4 \pm 6.9\%$ p,  $p=0.001$  (95% confidence interval [CI]: 7.9-14.7), Cohen's  $d=0.57$ 로 통계적으로 유의하였다.

전열교환기를 설치한 노인요양시설 13개소(A, C, D, F, G, K, L, M, O, R, S, T, W)에서 각 설비의 최대 환기량('강' 세기)을 반영하여 예상 감염위험도를 확인하였을 때 13개소 모두 자연환기 대비 예상 감염위험도가 감소하였다(그림 1).

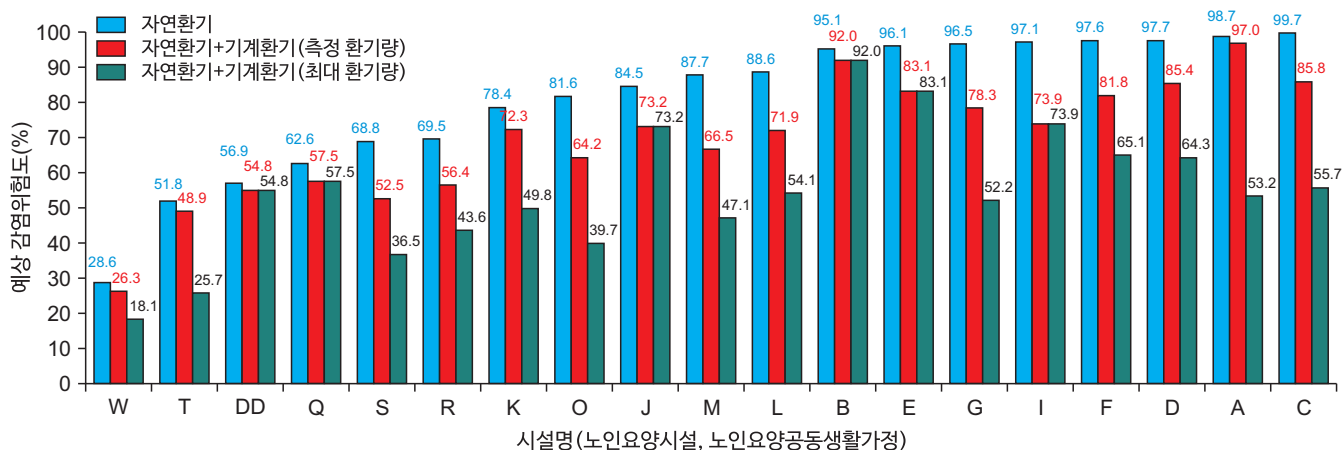


그림 1. 시설별 침실의 기계환기 유무에 따른 호흡기 감염병 예상 감염위험도

최대 환기량 반영 시 예상 감염위험도의 가장 큰 감소 폭을 보인 시설은 ‘노인요양시설 A’로 자연환기 시 98.7%에서 기계환기 병행 예상 감염위험도 53.2%로 예상 감염위험도가 45.5%p 감소하였다(그림 1). 전열교환기를 설치한 노인요양시설 13개소의 자연환기 대비 복합환기(전열교환기 최대 환기량) 조건에서의 예상 감염위험도 차이는 정규성을 만족하였고( $p=0.184$ ), 대응 표본 t-검정 결과 평균 차이는  $33.8 \pm 9.8\%$ ,  $p=0.001$  (95% CI: 28.0–32.6), Cohen’s  $d=1.28$ 로 통계적으로 유의하였다.

## 논 의

본 연구는 서산시 노인의료복지시설을 대상으로 자연·기계 환기량을 실측하고, K-VENT 3.1을 활용하여 SARS-CoV-2 공기전파 위험을 정량적으로 제시한 조사·감시 보고이다. 조사 결과, 장기요양기관 평가에서 요구하는 ‘1일 3회, 1회 10분 이상 자연환기’와 같은 행위 중심의 환기관리 수칙은 상당수 시설에서 충족되고 있었으나, 실제 27개소의 침실 중 24개소(88.9%)가 자연환기 시 평균 시간당 환기횟수 2 ACH 미만이었다. 호흡기 감염병 예상 감염위험도 평가에 적용한 평균 외부 풍속이 바닷가 인근인 지리적 특성으로 WHO의 자연환기 지침에서 제시하는 1 m/s보다 상대적으로 높음

에도 불구하고, 환기 빈도와 시간만으로는 충분한 공기 교환을 확보하기 어려웠다[9]. 이는 창문 크기, 개방 정도, 외부 풍속·온도 등 자연환기를 좌우하는 요인이 시설마다 상이하다는 점을 반영한다.

침실의 평균 시간당 환기횟수는  $1.4 \pm 0.9$  ACH로 기계환기 설비는 감염위험을 줄이는 중요한 수단임이 확인되었다. 자연환기만 시행할 때와 비교하여, 기계환기를 병행하였을 때 예상 감염위험도가 평균  $11.4 \pm 6.9\%$  감소하였으며, 일부 시설에서 최대 23.2%p 감소하였다.

전열교환기의 최대 환기량을 반영하였을 때 노인요양시설 13개소의 예상 감염위험도는 자연환기 대비 평균  $33.8 \pm 9.8\%$  감소하였으며, 일부 시설에서 최대 45.5%p 감소하였다.

자연환기와 복합환기 간 예상 감염위험도 차이에 대한 효과 크기는 측정 환기량일 시 Cohen’s  $d=0.57$ 였으며, 최대 환기량일 시 Cohen’s  $d=1.28$ 로 산출되었다. 이는 감염위험 감소 효과가 통계적으로 유의할 뿐만 아니라 실질적으로도 의미 있는 수준임을 확인할 수 있다.

평상시에는 지금과 같이 전열교환기의 세기를 ‘약’으로 가동하는 것을 유지하되, 호흡기 감염병이 유행할 때는 전열교환기의 세기를 ‘중’ 또는 ‘강’으로 가동하여 감염위험도를 최대한 낮출 수 있도록 감염관리를 하는 것이 중요한 것으로 판

단된다.

본 조사에서 전열교환기의 세기를 '중' (인증 환기량)으로 가동한다고 가정했을 때 전열교환기가 설치된 13개소 중 6개소는 2 ACH 이상이었고, 7개소는 2 ACH 미만이었다. 이는 장기요양기관에서 기계환기 설비 설치 시 실내 체적을 충분히 고려하지 않고 일률적인 용량의 제품을 적용한 결과로 해석할 수 있으며, K-VENT와 같은 도구를 활용해 설계 단계에서부터 외기 도입량을 검토하여 전열교환기를 설치하는 곳의 필요한 시간당 환기횟수를 확인하는 절차가 필요함을 시사한다.

본 연구의 제한점은 첫째, K-VENT 3.1은 바이러스의 종류, 감염자의 활동 수준에 따른 바이러스 방출량, 노출자의 호흡량과 노출 시간 등 가정 값에 민감하므로 실제 감염률과 차이가 있을 수 있다. 둘째, 2024년에 조사한 「요양병원의 환기 상태 및 오염도 측정을 통한 개선방안 연구」에서 활용되었던 실시간 CO<sub>2</sub> 농도 측정 등을 병행하지 못해 공기질 변화와 환기량을 직접 연계하여 분석하지는 못했다[11]. 셋째, 전열교환기의 세기를 '중' 또는 '강'으로 가동했을 때 환기량을 측정하여 CMH 값과의 실질적인 비교는 하지 못했다. 한계점이 있음에도 상당수 시설에서 자연환기만으로는 충분한 환기가 이루어지지 않음을 알 수 있었으며, 전열교환기를 병행 가동해야 안정적인 환기횟수를 확보할 수 있는 점을 확인할 수 있었다.

정책적 시사점은 다음과 같다. 장기요양기관 평가지표에 시간당 환기횟수(ACH) 기준과 기계환기 설비 의무화를 단계적으로 도입하고, 자연환기·배기팬 설치·전열교환기 등 환기방식에 따라 등급을 세분화할 필요가 있다. 또한, 지방자치단체 차원에서 정기적인 환기량 실측과 모니터링을 제도화하고, 기계환기 개선 및 설비 교체에 대한 재정 지원·인센티브를 마련해야 한다. 마지막으로 시설 관리자를 대상으로 기계환기 설비의 적정 용량 산정, 운전 세기 설정, 유지관리 방법에 대한 교육을 강화해야 한다.

K-VENT 기반의 감염위험 추정 방법은 학교, 어린이집,

장애인복지시설 등 다른 다중이용시설로 확대 적용한다면 지역사회 감염병 대응을 위한 표준 환기관리 지침 수립에 활용할 수 있을 것이다.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** We express our sincere gratitude to the Health Policy Division of Chungcheongnam-do, the staff of Seosan Public Health Center, and the managers and caregivers of the participating long-term care facilities for their cooperation with on-site measurements and data collection. We also thank Senior Researcher Sang-Hwan Bae and Researcher Jung-Yeon Yoo of the Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology for their invaluable advice.

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

**Author Contributions:** Conceptualization: JAL, DHH, SOW, SJK, HJK, DKC, YHC, BRK. Data curation: JAL, DHH, SOW, SJK, HJK, DKC, YHC, BRK. Formal analysis: JAL, DHH. Investigation: JAL, DHH, SOW, SJK, HJK, DKC, BRK. Methodology: JAL, DHH, OHC. Project administration: JAL, DHH. Resources: DHH. Software: JAL, DHH. Supervision: JAL, DHH. Writing – original draft: JAL, DHH. Writing – review & editing: JAL, OHC.

## References

1. Ga H. Long-term care system in Korea. Ann Geriatr Med Res 2020;24:181-6.
2. Na SH, Eom JS, Kim SB, et al. The prevention and re-

- sponse to infectious diseases in long-term care facilities in Korea: a nationwide survey. *Epidemiol Health* 2024;46:e2024084.
3. Kim T. Improving preparedness for and response to coronavirus disease 19 (COVID-19) in long-term care hospitals in Korea. *Infect Chemother* 2020;52:133-41.
  4. Choi JH, Lee MJ, Lee SE. Epidemiological characteristics of COVID-19 outbreaks occurring in 6 long-term care facilities after July 2021, Republic of Korea. *Public Health Wkly Rep* 2021;14:2621-8.
  5. Mills JP, Mody L. When even two is a crowd: shared nursing home rooms and the risk of respiratory infection outbreaks. *Lancet Healthy Longev* 2023;4:e92-3.
  6. Korean Law Information Center. Rules on building installation standards, etc [Internet]. Ministry of Land, Infrastructure and Transport; 2025 [cited 2025 Dec 1]. Available from: <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B1%B4%EC%B6%95%EB%AC%BC%EC%9D%98%20%EC%84%A4%EB%B9%84%EA%B8%B0%EC%A4%80%20%EB%93%B1%EC%97%90%20%EA%B4%80%ED%95%9C%20%EA%B7%9C%EC%B9%99>
  7. Ministry of Health and Welfare Press Release (February 2, 2017). Safe and pleasant inpatient and intensive care rooms. [cited 2025 Dec 1]. Available from: <https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10503010100&bid=0027&ac>  
[t=view&list\\_no=338323&tag=&nPage=1](https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10503010100&bid=0027&ac)
  8. Long-term Care Insurance. Announcement of partial revisions to the "enforcement regulations for the evaluation and management of long-term care facilities" [Internet]. National Health Insurance Service; 2025 [cited 2025 Dec 1]. Available from: <https://www.longtermcare.or.kr/npbs/d/m/000/moveBoardView?menuId=np0000002802&bKey=B0152&zoomSize=>
  9. Atkinson J, Chartier Y, Pessoa-Silva CL, et al. Natural ventilation for infection control in health-care settings. World Health Organization; 2009.
  10. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). K-VENT 2.1 respiratory infectious disease airborne transmission risk assessment program user manual [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2025 Dec 1]. Available from: <https://www.kdca.go.kr/kdca/2769/subview.do?enc=Zm5jdD-F8QEB8JTJGYmJzJTJGa2RjYSUyRjUwJTJGMjIxMzQ1JTJ-GYXJ0Y2xWaWV3LmRvJTNGcGFzc3dvcmlM0QlMjZyZ3NCZ25kZVN0ciUzRCUyNmZpbmRPaG53cmQlM0QlMjZmaW5kV29yZCUzRGstdmVudCUyN-nJnc0VuZGRlU3RyJTNEJTl2ZmluZFR5cGUlM0Rzai-UyNmZpbmRDdFNlcSUzRCUyNnBhZ2U1M0QxJTl2>
  11. Kim HJ, Lee SE, Yu M, et al. Measuring ventilation and contamination in long-term care hospitals to study improvements. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:717-38.

## Surveillance Report

# Ventilation Assessment and Airborne Transmission Risk of SARS-CoV-2 in Nursing Homes in Seosan, the Republic of Korea, 2025

Dae-Hui Han<sup>1</sup> , Ji-Ae Lim<sup>1</sup> , Sang-Ouk Woo<sup>1</sup> , Hye-Jin Kang<sup>1</sup> , Su-Jin Kim<sup>1</sup> , Yoo-Ho Choi<sup>2</sup> , Bo-Ram Kim<sup>2</sup> ,  
Dong-Kwon Choi<sup>3</sup> , Oh-Hyun Cho<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Chungnam Center for Infectious Disease Control and Prevention, Hongseong, Korea, <sup>2</sup>Division of Infectious Disease Control, Seosan-si Public Health Center, Seosan, Korea, <sup>3</sup>Division of Infectious Disease Control, Seoul Metropolitan Government, Seoul, Korea

## ABSTRACT

**Objectives:** This study quantitatively evaluated the levels of natural and mechanical ventilation in nursing homes and group homes in Seosan, the Republic of Korea, and estimated the airborne transmission risk of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) (Delta variant) according to ventilation conditions, with the aim of emphasizing the need for improved ventilation in infection-vulnerable facilities.

**Methods:** On-site investigations were conducted in 23 nursing homes and four group homes. Bedroom ventilation rates were directly measured, and air changes per hour (ACH) were calculated by using supply and exhaust airflow data and room volume. The Korea Disease Control and Prevention Agency airborne transmission risk assessment tool was also applied to estimate infection risk under a scenario involving one infectious SARS-CoV-2 Delta variant case and a 3-hour exposure period.

**Results:** The average frequency of natural ventilation was  $5.5 \pm 2.3$  events per day, with a mean duration of  $15.4 \pm 10.4$  minutes per event. The mean total ventilation rate in bedrooms was  $1.4 \pm 0.9$  ACH. Only 11.1% of the facilities achieved  $\geq 2$  ACH through natural ventilation alone, while none achieved  $\geq 2$  ACH through mechanical ventilation alone. In the 19 facilities equipped with mechanical ventilation systems, combined operation with natural ventilation reduced the estimated infection risk by an average of  $11.4 \pm 6.9\%$  relative to natural ventilation alone (95% confidence interval: 7.9–14.7).

**Conclusions:** Reliance on natural ventilation alone is insufficient for mitigating airborne infection risk. Thus, enhanced design and operation of mechanical ventilation systems, together with the adoption of ACH-based standards and mandatory mechanical ventilation requirements, should be incorporated into evaluation criteria for long-term care facilities.

**Key words:** Nursing homes; Group homes; Ventilation; COVID-19; Disease transmission, infectious

\*Corresponding author: Oh-Hyun Cho, Tel: +82-41-635-4371, E-mail: 80658@schmc.ac.kr

## Introduction

As the Republic of Korea (ROK) transitions into a

super-aged society, the demand for long-term care facilities is increasing rapidly [1]. Residents of these facilities are predominantly elderly and are particularly vulnerable to respiratory

## Key messages

### ① What is previously known?

Nursing homes and group homes are at high risk for outbreaks of respiratory infectious disease outbreaks because older adults reside in crowded, enclosed environments with prolonged close contact. However, quantitative evidence on actual ventilation levels and the performance of mechanical ventilation systems in these facilities remains limited.

### ② What new information is presented?

Across 23 nursing homes and four group homes in Seosan, the mean combined ventilation rate in bedrooms was  $1.4 \pm 0.9$  ACH, which is below the 2 ACH standard recommended for hospital inpatient rooms. Operating mechanical ventilation in addition to natural ventilation reduced the estimated infection risk by an average of  $11.4 \pm 6.9\%$ . However, in most facilities equipped with energy recovery ventilators, system capacity was insufficient for providing the required airflow, or the units were operated at low fan settings.

### ③ What are the implications?

Operation of mechanical ventilation systems in long-term care facilities is a key factor in reducing infection risk. Strengthening ventilation standards, such as mandating mechanical ventilation, establishing minimum capacity requirements, and promoting higher operational levels, can systematically reduce the transmission risk of respiratory infectious diseases.

infectious diseases, such as influenza and coronavirus disease 2019 (COVID-19), owing to underlying medical conditions and age-related immune decline [2,3]. The shared use of communal spaces, including bedrooms, activity rooms, and dining areas, by large numbers of residents within enclosed indoor environments substantially increases the risk of cluster infections through airborne and droplet transmission [2,4,5].

The Ministry of Land, Infrastructure and Transport's Rules

on Facility Standards for Buildings [Attached Table 1-6] require nursing homes, classified under facilities for the elderly and young with a total floor area of  $\geq 1,000 \text{ m}^2$ , to install ventilation systems providing  $36 \text{ m}^3/\text{h}$  of outdoor air per person [6]. The Ministry of Health and Welfare additionally recommends a minimum outdoor air ventilation rate of at least 2 air changes per hour (ACH) and a total ventilation rate of at least 6 ACH, including recirculated air, for wards and intensive care units [7]. Furthermore, the National Health Insurance Service's evaluation criteria for long-term care facilities mandate routine ventilation practices (at least three times per day, with a minimum of 10 minutes of natural ventilation per session) and maintenance of a ventilation checklist; however, they do not include assessment of actual ventilation rates expressed as volumetric flow ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) or ACH [8]. The World Health Organization (WHO) guidelines on natural ventilation likewise emphasize the importance of ensuring adequate ventilation in healthcare facilities for infection prevention and control [9].

The recurrence of large outbreaks in long-term care facilities during the COVID-19 pandemic has underscored the critical importance of indoor air quality management and adequate ventilation. However, studies that directly measure natural and mechanical ventilation rates and quantitatively assess infection risk in Korean long-term care facilities remain limited. Accordingly, this study aimed to evaluate the ventilation status of nursing homes and group homes in Seosan City by measuring ventilation rates and to provide evidence to inform improved ventilation standards for infection-vulnerable facilities through estimation of airborne transmission risk of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) using Korean-virus emission & airborne transmission assessment program (K-VENT 3.1) [10].

## Methods

### 1. Study Sites

This study was conducted between April 23 and May 21, 2025, and targeted long-term care facilities in Seosan City, Chungcheongnam-do Province, ROK. A total of 27 facilities were included, comprising 23 nursing homes and 4 group homes, all of which are classified as medical welfare facilities for the elderly under the Welfare of Senior Citizens Act. On-site surveys were performed with the cooperation of the Seosan Health Center and with informed consent obtained from facility directors.

At each facility, one bedroom routinely occupied by residents was selected for assessment; if an energy recovery ventilator (ERV) was installed, that bedroom was additionally evaluated. General facility characteristics were systematically collected, including building age (categorized as new, general, or old), the presence and type of mechanical ventilation systems, and bedroom ventilation mode (natural, mechanical, or combined).

### 2. Definition of Ventilation Methods

The ventilation rate within the target space is determined by air infiltration through building envelope leakage, natural ventilation, and mechanical ventilation. Infiltration and natural ventilation rates vary according to building age, floor plan and window type, window area, indoor–outdoor temperature differences, and outdoor wind speed [10].

For the purpose of estimating infiltration, building age was categorized as new (<3 years since construction), general ( $\geq 3$  to <10 years), or old ( $\geq 10$  years). Natural ventilation refers to the unforced inflow and outflow of air through windows, gaps,

and vents driven by wind, indoor–outdoor temperature differences, and pressure gradients. Mechanical ventilation refers to systems that maintain controlled airflow and air exchange rates using components such as fans, ducts, and ERVs. Bedroom ventilation methods were classified as “natural ventilation” when only natural ventilation was used, “mechanical ventilation” when only mechanical ventilation was used, and “combined ventilation” when both methods operated concurrently.

### 3. Measurement of Ventilation Rate ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) and Calculation of ACH

Ventilation rates were measured using a laser rangefinder (MAGPIE SABER X), a hot-wire anemometer (Testo 405-V1, Testo), and a vane anemometer with a square funnel (Testo 417 and testo 4170, Testo). The volume ( $\text{m}^3$ ) of each bedroom was calculated by measuring room length, width, and height with the laser rangefinder.

For natural ventilation assessment, the horizontal and vertical dimensions of windows in each bedroom were measured using the laser rangefinder. When multiple windows were located on the same wall, their lengths were summed.

Window types were classified into four categories according to K-VENT 3.1: fixed, awning, casement, and sliding. Bedroom floor plan types were categorized into six types defined in K-VENT 3.1: one-sided open, composite open, double-sided open, single-loaded corridor, double-loaded corridor (one-sided open), and double-loaded corridor (double-sided open). All operable windows were fully opened, and the average outdoor wind speed ( $\text{m/s}$ ) was measured using the hot-wire anemometer.

For mechanical ventilation, the hourly airflow rate was measured at all supply and exhaust vents within each bedroom

using a vane anemometer with a square funnel. When an ERV was installed, the average air velocity (m/s) was measured using a hot-wire anemometer, and the hourly ventilation rate was calculated using the following equation:

$$\text{Ventilation rate (m}^3\text{/h)} = \text{air velocity (m/s)} \times \text{supply or exhaust area (m}^2\text{)} \times 3,600 \text{ (s/h)}.$$

ACH for both natural and mechanical ventilation were calculated using K-VENT 3.1.

## 4. Ventilation Standards and Evaluation Criteria

According to regulations of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, nursing homes with a total floor area of  $\geq 1,000 \text{ m}^2$  are required to provide a ventilation rate of  $36 \text{ m}^3\text{/h}$  per person. The guideline-recommended minimum outdoor air intake rate of at least 2 ACH, specified for hospital wards and intensive care units, was adopted as the reference standard for evaluating bedroom ventilation. In addition, the ventilation management guidelines prescribed in the National Health Insurance Service's Detailed Enforcement Rules for the Evaluation and Management of Long-Term Care Facilities—which require natural ventilation at least three times per day for a minimum of 10 minutes per session—were applied to assess routine ventilation practices in the surveyed facilities.

## 5. Infection Risk Assessment (K-VENT 3.1)

The risk of airborne transmission of respiratory infectious diseases was estimated using K-VENT 3.1, developed by the Korea Disease Control and Prevention Agency. Model parameters were defined as follows: the SARS-CoV-2 Delta variant was selected as the target virus; one infected individual

was assumed; the activity level was set to resting (oral breathing); and the exposure duration was 3 hours. The number of exposed individuals was determined by subtracting the single infected individual from the maximum occupancy of each bedroom, resulting in facility-specific exposure scenarios (e.g., three exposed individuals in a four-person room, two in a three-person room, and one in a two-person room).

External environmental parameters included outdoor wind speed and ambient temperature. Five-year (2020–2024) May averages for Seosan City— $2.26 \text{ m/s}$  for wind speed and  $17.1^\circ\text{C}$  for temperature—were applied. The estimated infection risk (%) was calculated for each scenario and compared between natural ventilation and combined ventilation conditions.

## 6. Statistical Analysis

The 23 nursing homes were labeled A through W, and the four group homes were labeled AA, BB, CC, and DD. Normality of the differences in estimated infection risk between natural ventilation and combined ventilation conditions was assessed using the Shapiro–Wilk test. When the normality assumption was satisfied, a paired t-test was performed to estimate the mean difference and its 95% confidence interval (CI) between the two ventilation conditions. Effect size was quantified using Cohen's *d* to evaluate the magnitude of the difference between natural and combined ventilation. Cohen's *d*-values were interpreted as small ( $\leq 0.2$ ), medium (0.5), and large ( $\geq 0.8$ ). All statistical analyses were conducted using R version 4.2.2, with statistical significance defined as  $p < 0.05$ .

## Results

### 1. General Characteristics of the Study Sites

Among the 27 study sites, 20 facilities (74.0%) were classified as general buildings with 3–10 years of use, five (18.6%) as old buildings with more than 10 years of use, and two (7.4%)

as new buildings with less than 3 years of use. The frequency of natural ventilation was  $\geq 6$  times per day in 11 facilities (40.8%),  $\geq 3$  to  $< 6$  times per day in 10 facilities (37.0%), and  $< 3$  times per day in six facilities (22.2%). Overall, 21 of the 27 facilities (77.8%) met the long-term care facility evaluation requirement of natural ventilation at least three times per day. The duration

**Table 1.** General characteristics of the facilities

| Characteristic                                                |                          | Nursing home (n=23) | Group home (n=4) | Total (n=27)    |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|------------------|-----------------|
| Building type (yr)                                            | <3 (new)                 | 2 (8.7)             | 0 (0.0)          | 2 (7.4)         |
|                                                               | 3–10 (standard)          | 17 (73.9)           | 3 (75.0)         | 20 (74.0)       |
|                                                               | $\geq 10$ (old)          | 4 (17.4)            | 1 (25.0)         | 5 (18.6)        |
| Mean hourly combined ventilation rate <sup>a</sup> room (ACH) |                          | 1.6 $\pm$ 1.0       | 0.8 $\pm$ 0.6    | 1.4 $\pm$ 0.9   |
| Hourly combined ventilation rate <sup>a</sup> room (ACH)      | <2                       | 18 (78.3)           | 4 (100.0)        | 22 (81.5)       |
|                                                               | 2–6                      | 5 (21.7)            | 0 (0.0)          | 5 (18.5)        |
|                                                               | $\geq 6$                 | 0 (0.0)             | 0 (0.0)          | 0 (0.0)         |
| Ventilation method in residents' room                         | Natural only             | 5 (21.7)            | 3 (75.0)         | 8 (29.6)        |
|                                                               | Mechanical only          | 1 (4.3)             | 0 (0.0)          | 1 (3.7)         |
|                                                               | Combined <sup>a)</sup>   | 17 (73.9)           | 1 (25.0)         | 18 (66.7)       |
| Mean number of natural ventilation events per day (times)     |                          | 5.7 $\pm$ 2.6       | 5.3 $\pm$ 1.1    | 5.5 $\pm$ 2.3   |
| Daily frequency of natural ventilation (times)                | <3                       | 6 (26.1)            | 0 (0.0)          | 6 (22.2)        |
|                                                               | 3–6                      | 7 (30.4)            | 3 (75.0)         | 10 (37.0)       |
|                                                               | $\geq 6$                 | 10 (43.5)           | 1 (25.0)         | 11 (40.8)       |
| Mean duration of natural ventilation per event (min)          |                          | 16.5 $\pm$ 11.2     | 12.5 $\pm$ 4.3   | 15.4 $\pm$ 10.4 |
| Duration of natural ventilation per event (min)               | <10                      | 1 (4.3)             | 0 (0.0)          | 1 (3.7)         |
|                                                               | 10–30                    | 19 (82.6)           | 4 (100.0)        | 23 (85.2)       |
|                                                               | $\geq 30$                | 3 (13.0)            | 0 (0.0)          | 3 (11.1)        |
| Mean hourly natural ventilation rate (ACH)                    |                          | 1.0 $\pm$ 1.0       | 0.8 $\pm$ 0.7    | 0.9 $\pm$ 1.0   |
| Hourly natural ventilation rate (ACH)                         | <2                       | 20 (87.0)           | 4 (100.0)        | 24 (88.9)       |
|                                                               | 2–6                      | 3 (13.0)            | 0 (0.0)          | 3 (11.1)        |
|                                                               | $\geq 6$                 | 0 (0.0)             | 0 (0.0)          | 0 (0.0)         |
| Mean hourly mechanical ventilation rate (ACH)                 |                          | 0.4 $\pm$ 0.2       | 0.1 $\pm$ 0      | 0.4 $\pm$ 0.2   |
| Hourly mechanical ventilation rate (ACH)                      | <2                       | 18 (100.0)          | 1 (100.0)        | 19 (100.0)      |
|                                                               | 2–6                      | 0 (0.0)             | 0 (0.0)          | 0 (0.0)         |
|                                                               | $\geq 6$                 | 0 (0.0)             | 0 (0.0)          | 0 (0.0)         |
| Mechanical ventilation system                                 | HVAC system              | 4 (17.4)            | 1 (25.0)         | 5 (18.6)        |
|                                                               | Heat recovery ventilator | 10 (43.5)           | 0 (0.0)          | 10 (37.0)       |
|                                                               | HVAC+ERV                 | 3 (13.0)            | 0 (0.0)          | 3 (11.1)        |
|                                                               | Exhaust fan only         | 1 (4.3)             | 0 (0.0)          | 1 (3.7)         |
|                                                               | Not installed            | 5 (21.7)            | 3 (75.0)         | 8 (29.6)        |

Unit: number (%) or mean $\pm$ standard deviation. ACH=air changes per hour; HVAC=heating, ventilation, and air conditioning; ERV=energy recovery ventilator. <sup>a)</sup>Combined ventilation refers to the concurrent use of natural and mechanical ventilation.

of natural ventilation per session was  $\geq 10$  to  $< 30$  minutes in 23 facilities (85.2%) and  $\geq 30$  minutes in three facilities (11.1%), with 26 facilities (96.3%) meeting the minimum criterion of 10 minutes per session (Table 1).

Mechanical ventilation systems were installed in 19 facilities (70.4%), including 10 facilities (37.0%) equipped with ERVs, five (18.6%) with heating, ventilation, and air-conditioning (HVAC) systems, three (11.1%) with both HVAC systems and ERVs, and one (3.7%) with a simple exhaust fan. The remaining eight facilities (29.6%) had no mechanical ventilation systems. Combined ventilation was the most common ventilation mode, observed in 18 facilities (66.7%), followed by natural ventilation alone in eight facilities (29.6%) and mechanical ventilation alone in one facility (3.7%), where natural ventilation was not feasible (Table 1).

## 2. Natural and Mechanical Ventilation and ACH in Bedrooms by Facility

The mean daily frequency of natural ventilation was  $5.7 \pm 2.6$  times in nursing homes and  $5.3 \pm 1.1$  times in group homes. The mean duration per natural ventilation session was  $16.5 \pm 11.2$  minutes in nursing homes and  $12.5 \pm 4.3$  minutes in group homes (Table 1). The mean ACH during natural ventilation was  $0.9 \pm 1.0$  across 26 facilities, whereas the mean ACH during mechanical ventilation was  $0.4 \pm 0.2$  across 19 facilities equipped with mechanical ventilation systems. Overall, the mean bedroom ACH was  $1.4 \pm 0.9$  across all 27 facilities; nursing homes averaged  $1.6 \pm 1.0$  ACH, while group homes averaged  $0.8 \pm 0.6$  ACH (Table 1).

One of the 23 nursing homes had no natural ventilation because the windows were non-operable.

Only three facilities (11.1%) achieved an air change rate

of at least 2 ACH through natural ventilation alone; in these facilities, windows were kept continuously open to maintain ventilation (Table 1). No facilities met the  $\geq 2$  ACH criterion through mechanical ventilation alone.

Overall, five nursing homes (18.5%) achieved at least 2 ACH in bedrooms, whereas none of the group homes met this threshold (Table 1).

## 3. ACH in Spaces with ERV Installation

Based on measured mechanical ventilation rates in 13 nursing homes equipped with ERVs (A, C, D, F, G, K, L, M, O, R, S, T, and W), the mean ACH under combined ventilation conditions was  $1.5 \pm 1.1$ . In contrast, the mean ACH calculated using the certified ventilation capacity (cubic meters per hour) was  $2.5 \pm 1.5$  (Table 2).

When ERVs were operated at a low or weak setting, only two facilities (S and T) achieved at least 2 ACH under combined ventilation. Under the assumption that ERVs were operated at a medium setting or higher, six facilities (G, O, R, S, T, and W) met the  $\geq 2$  ACH criterion during combined ventilation (Table 2).

## 4. Reduction in Infection Risk with Concurrent Mechanical Ventilation

Estimated infection risk was compared between natural ventilation alone and combined natural and mechanical ventilation in 19 facilities equipped with mechanical ventilation systems (18 nursing homes and one group home). In all facilities, the estimated infection risk decreased when mechanical ventilation was applied concurrently. The largest reduction was observed in nursing homes I, where the estimated infection risk decreased by 23.2%, from 97.1% under natural

**Table 2.** Ventilation rates and air changes per hour by facility

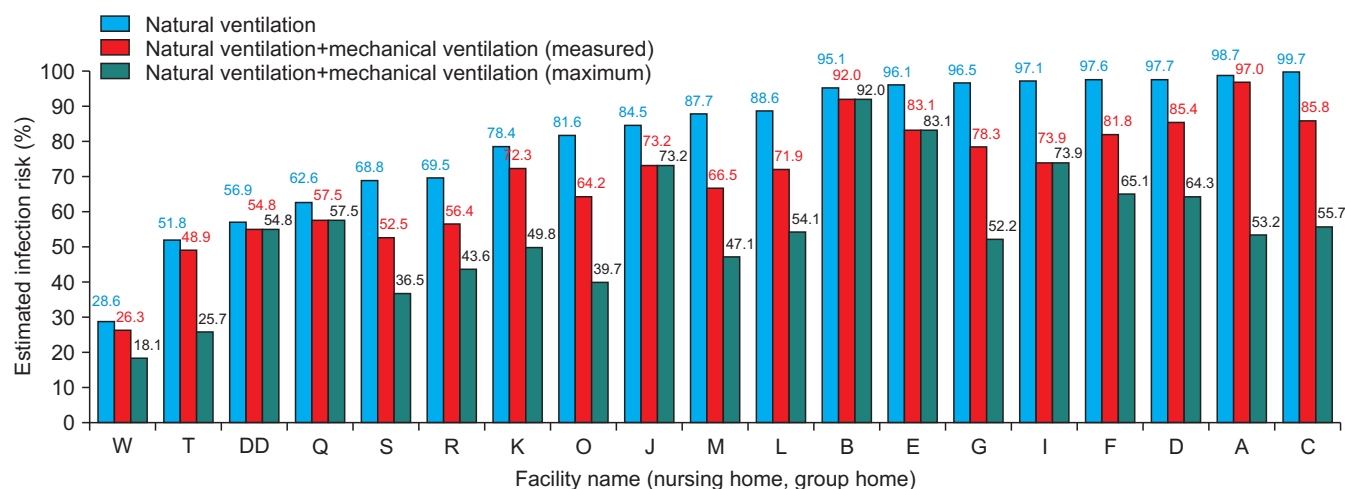
| Facility | Bed room | Room volume (m <sup>3</sup> ) | Measured ventilation                    |                                                |                                                   |                                              | Certified ventilation                    |                                      |                                              |
|----------|----------|-------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|
|          |          |                               | Infiltration volume (m <sup>3</sup> /h) | Natural ventilation volume (m <sup>3</sup> /h) | Mechanical ventilation volume (m <sup>3</sup> /h) | Total ventilation volume (m <sup>3</sup> /h) | ACH based on measured total volume (ACH) | Certified volume <sup>a)</sup> (CMH) | ACH based on measured certified volume (ACH) |
| 4        | A        | 75.0                          | 18.8                                    | 6.6                                            | 6.2                                               | 31.5                                         | 0.4                                      | 100                                  | 1.7                                          |
|          | B        | 67.0                          | 23.4                                    | 9.2                                            | 6.5                                               | 39.1                                         | 0.6                                      | Exhaust fan only                     | -                                            |
|          | C        | 77.2                          | 19.3                                    | 0.0                                            | 38.9                                              | 58.2                                         | 0.8                                      | 100                                  | 1.6                                          |
|          | D        | 96.4                          | 24.1                                    | 13.5                                           | 36.1                                              | 73.7                                         | 0.8                                      | 70                                   | 1.1                                          |
|          | G        | 64.4                          | 16.1                                    | 12.2                                           | 33.7                                              | 62.0                                         | 1.0                                      | 100                                  | 2.0                                          |
|          | H        | 79.1                          | 19.8                                    | 70.4                                           | 0.0                                               | 90.2                                         | 1.1                                      | Not installed                        | -                                            |
|          | I        | 97.5                          | 14.6                                    | 25.9                                           | 66.2                                              | 106.7                                        | 1.1                                      | HVAC system                          | -                                            |
|          | K        | 85.2                          | 21.3                                    | 60.4                                           | 15.9                                              | 97.6                                         | 1.1                                      | 80                                   | 1.9                                          |
|          | L        | 82.7                          | 20.7                                    | 35.3                                           | 39.8                                              | 95.8                                         | 1.2                                      | 100                                  | 1.9                                          |
|          | M        | 62.2                          | 15.6                                    | 28.0                                           | 40.0                                              | 83.6                                         | 1.3                                      | 70                                   | 1.8                                          |
|          | N        | 85.1                          | 29.8                                    | 89.3                                           | 0.0                                               | 119.1                                        | 1.4                                      | Not installed                        | -                                            |
|          | O        | 59.1                          | 14.8                                    | 36.5                                           | 33.1                                              | 84.4                                         | 1.4                                      | 100                                  | 2.6                                          |
|          | P        | 69.2                          | 24.2                                    | 75.5                                           | 0.0                                               | 99.7                                         | 1.4                                      | Not installed                        | -                                            |
|          | Q        | 72.0                          | 18.0                                    | 89.6                                           | 11.7                                              | 119.3                                        | 1.7                                      | HVAC system                          | -                                            |
|          | R        | 75.4                          | 18.9                                    | 74.6                                           | 40.0                                              | 133.3                                        | 1.8                                      | 70                                   | 2.2                                          |
|          | V        | 66.0                          | 16.5                                    | 213.3                                          | 0.0                                               | 229.8                                        | 3.5                                      | Not installed                        | -                                            |
|          | AA       | 66.4                          | 16.6                                    | 8.1                                            | 0.0                                               | 24.7                                         | 0.4                                      | Not installed                        | -                                            |
|          | CC       | 64.9                          | 16.2                                    | 22.6                                           | 0.0                                               | 38.8                                         | 0.6                                      | Not installed                        | -                                            |
|          | DD       | 71.3                          | 17.8                                    | 106.8                                          | 5.9                                               | 130.5                                        | 1.8                                      | HVAC system                          | -                                            |
| 3        | E        | 65.7                          | 9.9                                     | 19.9                                           | 24.6                                              | 54.3                                         | 0.8                                      | HVAC system                          | -                                            |
|          | F        | 100.1                         | 25.0                                    | 14.5                                           | 46.7                                              | 86.2                                         | 0.9                                      | 70                                   | 1.1                                          |
|          | J        | 57.7                          | 14.4                                    | 31.1                                           | 19.0                                              | 64.5                                         | 1.1                                      | HVAC system                          | -                                            |
|          | S        | 60.9                          | 15.2                                    | 61.6                                           | 43.4                                              | 120.2                                        | 2.0                                      | 100                                  | 2.9                                          |
|          | U        | 59.9                          | 15.0                                    | 129.3                                          | 0.0                                               | 144.3                                        | 2.4                                      | Not installed                        | -                                            |
|          | W        | 39.9                          | 10.0                                    | 164.2                                          | 18.3                                              | 192.5                                        | 4.8                                      | 100                                  | 6.9                                          |
|          | BB       | 58.6                          | 14.7                                    | 8.6                                            | 0.0                                               | 24.3                                         | 0.4                                      | Not installed                        | -                                            |
| 2        | T        | 34.1                          | 8.5                                     | 60.1                                           | 6.1                                               | 74.7                                         | 2.2                                      | 80                                   | 4.4                                          |

Total ventilation volume=infiltration volume+natural ventilation volume+mechanical ventilation volume; ACH based on measured total volume=total ventilation volume÷room volume; ACH based on certified volume=(infiltration volume+natural ventilation volume+certified volume)÷room volume; ACH=air changes per hour; CMH=cubic meter per hour (m<sup>3</sup>/h); HVAC=heating, ventilation, and air conditioning.  
<sup>a)</sup>Calculations based on the “medium” fan setting for each product; when information for the medium setting was unavailable, the “high” setting was used.

ventilation alone to 73.9% with combined ventilation (Figure 1). The difference in estimated infection risk between natural ventilation alone and combined ventilation satisfied the normality assumption (Shapiro–Wilk test,  $p=0.101$ ). A paired  $t$ -test demonstrated a statistically significant mean reduction of

$11.4\pm 6.9\%$  ( $p=0.001$ , 95% CI: 7.9–14.7), with a moderate effect size (Cohen’s  $d=0.57$ ).

When infection risk was recalculated for the 13 nursing homes equipped with ERVs (A, C, D, F, G, K, L, M, O, R, S, T, and W), assuming operation at the maximum ventilation



**Figure 1.** Estimated risk of respiratory infection in bedrooms by facility and mechanical ventilation status

capacity (high setting), the estimated infection risk decreased in all facilities compared with natural ventilation alone (Figure 1).

When the maximum ventilation capacity was applied, the largest reduction in estimated infection risk was observed in nursing homes A, where the risk decreased by 45.5%p, from 98.7% under natural ventilation alone to 53.2% with combined ventilation (Figure 1). The differences in estimated infection risk between natural ventilation alone and combined ventilation under the maximum ERV ventilation scenario satisfied the normality assumption ( $p=0.184$ ). A paired t-test demonstrated a statistically significant mean reduction of  $33.8\pm9.8\%$ ,  $p=0.001$  (95% CI: 28.0–32.6), with a large effect size (Cohen's  $d=1.28$ ), across the 13 nursing homes equipped with ERVs.

## Discussion

This study conducted a survey-based assessment of natural and mechanical ventilation rates in elderly medical welfare facilities in Seosan City and quantitatively evaluated the risk of

airborne transmission of SARS-CoV-2 using the K-VENT 3.1 program. The findings indicate that behavior-based ventilation management guidelines, such as natural ventilation at least three times daily for a minimum of 10 minutes per session, as required in long-term care facility evaluations, were met in many facilities. However, despite adherence to these operational criteria, 24 of the 27 facilities (88.9%) exhibited an average bedroom air change rate below 2 ACH during natural ventilation. Although the average outdoor wind speed applied in the infection risk assessment exceeded the 1 m/s value suggested in the WHO guidelines for natural ventilation, reflecting the coastal geographical characteristics of the study area, adequate air exchange could not be reliably ensured through ventilation frequency and duration alone [9]. These findings highlight the substantial variability in factors influencing natural ventilation performance across facilities, including window size, degree of window opening, and outdoor wind speed and temperature.

The mean bedroom ACH was  $1.4\pm0.9$ , underscoring the importance of mechanical ventilation as a key measure for reducing infection risk. Compared with natural ventilation alone, the addition of mechanical ventilation reduced the estimated

infection risk by an average of  $11.4 \pm 6.9\%$ , with a maximum reduction of  $23.2\%$  observed in individual facilities.

When ERVs were assumed to operate at their maximum ventilation capacity, the estimated infection risk across the 13 nursing homes decreased by an average of  $33.8 \pm 9.8\%$  relative to natural ventilation alone, with a maximum reduction of  $45.5\%$ .

The magnitude of these reductions was supported by effect size analysis, with Cohen's d-values of 0.57 for measured ventilation rates and 1.28 for maximum ventilation rates. These effect sizes indicate that the observed reductions in estimated infection risk were not only statistically significant but also of practical relevance.

Although ERVs are typically operated at a low setting during routine conditions, it is critical to strengthen infection control by increasing operation to medium or high settings during outbreaks of respiratory infectious diseases to minimize transmission risk.

In this survey, when ERVs were assumed to operate at a medium setting corresponding to the certified ventilation rate, only six of the 13 facilities equipped with ERVs achieved a bedroom ventilation rate of at least 2 ACH, whereas the remaining seven facilities did not meet this threshold. This finding likely reflects the practice of installing mechanical ventilation systems with uniform capacities in long-term care facilities without adequate consideration of room volume. These results highlight the need for procedures to verify whether required ACH levels can be achieved by reviewing outdoor air intake at the design stage, using assessment tools such as K-VENT, when installing ERVs.

This study has several limitations. First, K-VENT 3.1 is sensitive to assumed input parameters, including virus type, virus

emission rates associated with the infected individual's activity level, and the respiratory rate and exposure duration of susceptible individuals; consequently, estimated infection risks may differ from actual transmission outcomes. Second, real-time CO<sub>2</sub> concentrations were not measured concurrently. Unlike the 2024 study Measuring Ventilation and Contamination in Long-term Care Hospitals to Study Improvements, this limitation precluded direct correlation of ventilation rates with indoor air quality indicators [11]. Third, ventilation rates were not measured under medium or high ERV operating settings, preventing direct comparison between measured ventilation performance and certified ventilation capacity. Despite these limitations, the findings consistently indicate that natural ventilation alone was insufficient in many facilities and that concurrent operation of ERVs is necessary to achieve a stable and adequate air change rate.

The policy implications of this study are as follows. First, there is a need to gradually introduce air change rate (ACH) standards and mandatory mechanical ventilation requirements into the evaluation criteria for long-term care facilities, with grading systems differentiated by ventilation approach, such as natural ventilation, exhaust fan installation, and ERVs. Second, regular measurement and monitoring of ventilation performance should be institutionalized at the local government level, accompanied by financial support and incentive mechanisms for mechanical ventilation upgrades and equipment replacement. Third, training programs for facility managers should be strengthened to improve competency in determining appropriate ventilation capacities, selecting operational settings, and implementing proper maintenance of mechanical ventilation systems.

In addition, extending K-VENT-based infection risk

estimation to other multi-use facilities, including schools, day-care centers, and welfare facilities for persons with disabilities, could support the development of standardized ventilation management guidelines for community-level infectious disease preparedness and response.

## Declarations

**Ethics Statement:** Not applicable.

**Funding Source:** None.

**Acknowledgments:** We express our sincere gratitude to the Health Policy Division of Chungcheongnam-do, the staff of Seosan Public Health Center, and the managers and caregivers of the participating long-term care facilities for their cooperation with on-site measurements and data collection. We also thank Senior Researcher Sang-Hwan Bae and Researcher Jung-Yeon Yoo of the Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology for their invaluable advice.

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

**Author Contributions:** Conceptualization: JAL, DHH, SOW, SJK, HJK, DKC, YHC, BRK. Data curation: JAL, DHH, SOW, SJK, HJK, DKC, YHC, BRK. Formal analysis: JAL, DHH. Investigation: JAL, DHH, SOW, SJK, HJK, DKC, BRK. Methodology: JAL, DHH, OHC. Project administration: JAL, DHH. Resources: DHH. Software: JAL, DHH. Supervision: JAL, DHH. Writing – original draft: JAL, DHH. Writing – review & editing: JAL, OHC.

## References

1. Ga H. Long-term care system in Korea. *Ann Geriatr Med Res* 2020;24:181-6.
2. Na SH, Eom JS, Kim SB, et al. The prevention and response to infectious diseases in long-term care facilities in Korea: a nationwide survey. *Epidemiol Health* 2024;46:e2024084.
3. Kim T. Improving preparedness for and response to coronavirus disease 19 (COVID-19) in long-term care hospitals in Korea. *Infect Chemother* 2020;52:133-41.
4. Choi JH, Lee MJ, Lee SE. Epidemiological characteristics of COVID-19 outbreaks occurring in 6 long-term care facilities after July 2021, Republic of Korea. *Public Health Wkly Rep* 2021;14:2621-8.
5. Mills JP, Mody L. When even two is a crowd: shared nursing home rooms and the risk of respiratory infection outbreaks. *Lancet Healthy Longev* 2023;4:e92-3.
6. Korean Law Information Center. Rules on building installation standards, etc [Internet]. Ministry of Land, Infrastructure and Transport; 2025 [cited 2025 Dec 1]. Available from: <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B1%B4%EC%B6%95%EB%AC%BC%EC%9D%98%20%EC%84%A4%EB%B9%84%EA%B8%B0%EC%A4%80%20%EB%93%B1%EC%97%90%20%EA%B4%80%ED%95%9C%20%EA%B7%9C%EC%B9%99>
7. Ministry of Health and Welfare Press Release (February 2, 2017). Safe and pleasant inpatient and intensive care rooms. [cited 2025 Dec 1]. Available from: [https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10503010100&bid=0027&act=view&list\\_no=338323&tag=&nPage=1](https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10503010100&bid=0027&act=view&list_no=338323&tag=&nPage=1)
8. Long-term Care Insurance. Announcement of partial revisions to the "enforcement regulations for the evaluation and management of long-term care facilities" [Internet]. National Health Insurance Service; 2025 [cited 2025 Dec 1]. Available from: <https://www.longtermcare.or.kr/npbs/d/m/000/moveBoardView?menuId=np0000002802&bKey=B0152&zoomSize=>
9. Atkinson J, Chartier Y, Pessoa-Silva CL, et al. Natural ventilation for infection control in health-care settings. World Health Organization; 2009.
10. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). K-VENT 2.1 respiratory infectious disease airborne transmission risk assessment program user manual [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2025 Dec 1]. Available from: <https://>

www.kdca.go.kr/kdca/2769/subview.do?enc=Zm5jdD-F8QEB8JTJGYmJzJTJGa2RjYSUyRjUwJTJGMjIxMzQ1JTJ-GYXJ0Y2xWaWV3LmRvJTNgcGFzc3dvcmQlM0QlMjZyZ3NCZ25kZVN0ciUzRCUyNmZpbmRPeG53c-mQlM0QlMjZmaW5kV29yZCUzRGstdmVudCUyN-

nJnc0VuZGRlU3RyJTNEJTl2ZmluZFR5cGUlM0Rzai-UyNmZpbmRDbFNlcSUzRCUyNnBhZ2UIM0QxJTl2

11. Kim HJ, Lee SE, Yu M, et al. Measuring ventilation and contamination in long-term care hospitals to study improvements. Public Health Wkly Rep 2024;17:717-38.

## 비만유병률 추이, 2015-2024년

2015년부터 2024년까지(최근 10년) 19세 이상 비만유병률(연령표준화)은 남자는 39.7%에서 48.8%로 약 10%p 증가했으나, 여자는 25.9%에서 26.2%로 큰 차이가 없었다(그림 1). 비만유병률은 2024년 기준, 남자는 30-50대, 여자는 60대 이상에서 높았다(그림 2).

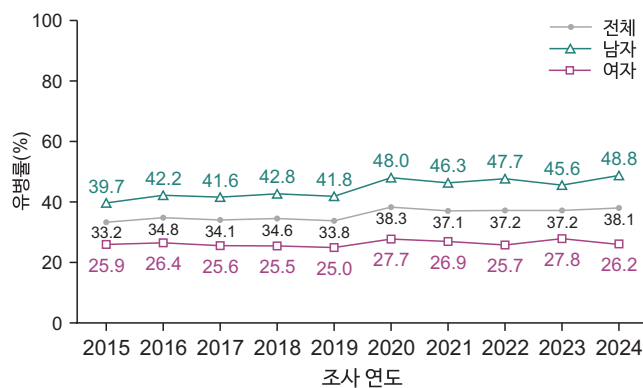


그림 1. 비만유병률 추이, 2015-2024년

\*비만유병률: 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 이상인 분율, 19세 이상

※ 그림 1에 제시된 통계치는 2005년 추계인구로 연령표준화

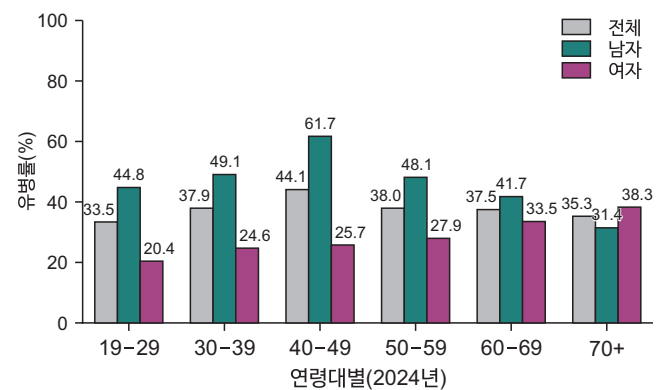


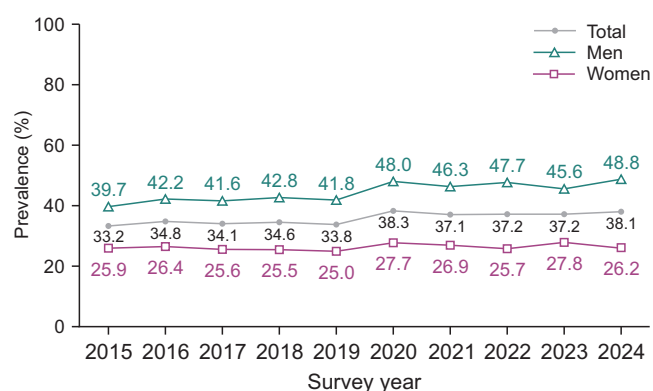
그림 2. 연령대별 비만유병률, 2024년

출처: 2024년 국민건강통계, <https://knhanes.kdca.go.kr/>작성자: 질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과 김보람 

## QuickStats

# Trends in the Prevalence of Obesity, 2015–2024

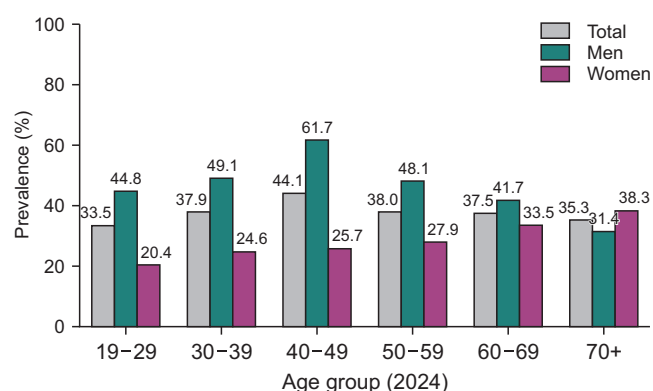
Prevalence of obesity among Korean adults aged  $\geq 19$  years increased by about 10%p in men (39.7% to 48.8%), while in women it showed little change (25.9% to 26.2%) between 2015 and 2024 (Figure 1). In 2024, prevalence of obesity was the highest in men aged 30–59 years and in women aged 60 years and older (Figure 2).



**Figure 1.** Trends in the prevalence of obesity, 2015–2024

\*Prevalence of obesity: proportion of people with body mass index of  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>.

※Age-standardized prevalence was calculated using the 2005 Population Projections for Korea.



**Figure 2.** Prevalence of obesity by age group, 2024

**Source:** Korea Health Statistics 2024, <https://knhanes.kdca.go.kr/>

**Reported by:** Boram Kim , Division of Health and Nutrition Survey and Analysis, Korea Disease Control and Prevention Agency