



주간 건강과 질병

PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 19, No. 39, October 15, 2026

Content

조사/감시 보고

- 1651 해외 유입 뎅기열 실험실 검사 현황 분석, 2020-2025년
- 1667 2023-2025년 경기도보건환경연구원 접수 환경수계 검체의 레지오넬라균 검출 특성: 검체 유형별 차이와 냉각탑수 양성 비중의 증가

건강과 질병 통계-기타

- 1683 빈혈 유병률 추이, 2015-2024년 - 국민건강영양조사



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

PHWR (eISSN: 3092-491X)은 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)로 신청할 수 있다.

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

발행일: 2026년 10월 15일

발행인: 임승관

발행처: 질병관리청

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

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

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency

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

편집위원장

최보울
한양대학교 의과대학

부편집인

곽진
전북대학교 의과대학

손현진
동아대학교 의과대학

하미나
단국대학교 의과대학

류소연
조선대학교 의과대학

염준섭
연세대학교 의과대학

박지혁
동국대학교 의과대학

이혁민
연세대학교 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

박소희
연세대학교 보건대학원

박영준
질병관리청

백선경
질병관리청

송경준
서울대학교병원운영 서울특별시보라매병원

송진수
서울대학교 의과대학

신다연
이화여자대학교 신산업융합대학

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

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

박희빈
질병관리청

이선진
질병관리청

이희재
질병관리청

원고편집인

이문주
(주)메드랑

해외 유입 뎅기열 실험실 검사 현황 분석, 2020–2025년

이예지¹ , 조승례¹ , 이선영² , 전소연¹ , 이덕용¹ , 김희만¹ , 신현일² , 권정란² , 여상구² , 주혁^{1*}

¹질병관리청 진단분석국 바이러스분석과, ²질병관리청 감염병정책국 인수공통감염병관리과

초 록

목적: 뎅기열은 모기 매개 감염병으로 전 세계 열대 및 아열대 지역에서 발생하는 대표적인 급성 열성 감염병이다. 우리나라에서는 제3급 법정감염병으로 관리되고 있으며 국내 발생은 아직 보고된 바 없으나 해외 유입 사례만 지속적으로 보고되고 있다. 이 보고서에서는 2020년부터 2025년까지 해외 유입 뎅기열 실험실 검사 자료를 분석하였다.

방법: 최근 6년간 질병관리청 및 전국 17개 시도 보건환경연구원에서 법정감염병 진단기준에 따라 뎅기열 실험실 진단이 의뢰된 2,904건을 대상으로 하였다. 실험실 진단은 실시간 역전자증합효소연쇄반응법을 이용한 유전자 검출검사와 효소면역측정법을 이용한 IgM (immunoglobulin M) 항체 검출검사를 수행하였다. 뎅기열 확진 사례의 역학조사 자료와 실험실 진단검사 결과를 이용하여 연도별 발생 양상, 감염 추정 국가 및 뎅기바이러스(dengue virus, DENV) 혈청형 분포를 분석하였다.

결과: 뎅기열 실험실 검사가 의뢰된 2,904건 중 613건(21.1%)이 양성으로 확인되었다. 뎅기열 양성 사례는 2021년에 3건으로 최저를 기록하였고 해외 출입국 재개 이후 증가하여 2023년과 2024년에 각각 177건으로 분석 기간 내 최다를 기록하였다. 감염 추정 지역은 동남아시아가 대부분이었으며, 국가별로는 인도네시아, 필리핀, 베트남 순이었다. 네 가지 혈청형이 모두 확인되었으며 DENV-2 (38.0%)와 DENV-1 (32.8%)이 우세하였고, 이어 DENV-3 (26.5%)와 DENV-4 (2.8%) 순으로 확인되었다.

결론: 최근 국내 해외 유입 뎅기열은 글로벌 유행 추이에 따라 변동적이며, 다양한 혈청형도 지속적으로 확인되고 있다. 감염 추정 국가는 주로 인도네시아, 필리핀 등 동남아 4개국(73.1%)으로 하절기 휴가철에 집중되었다. 따라서 동남아 여행객은 모기 예방수칙을 준수하고, 귀국 후 2주 이내 의심 증상이 발생하면 즉시 진단을 받는 것이 바람직하다. 또한 서로 다른 혈청형에 재감염 시 중증 위험이 있으므로 유행국가를 반복적으로 방문하는 사람은 특히 주의가 필요하다.

주요 검색어: 뎅기열; 해외유입 감염병; 공중보건 감시; 뎅기바이러스; 혈청형 분석

서 론

뎅기열(dengue fever)은 플라비바이러스과(Flaviviridae)에 속하는 뎅기바이러스(dengue virus, DENV)에 의해 발생하

는 급성 열성 감염병으로, 4종의 혈청형(DENV-1-4)으로 구분된다. DENV의 주요 전파 경로는 이집트숲모기(*Aedes aegypti*)와 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*) 등 모기에 의한 전파이며, 드물게 수혈과 장기이식 등 혈액을 통한 전파와 임신부

Received June 19, 2026 Revised September 2, 2026 Accepted September 4, 2026

*Corresponding author: 주혁, Tel: +82-43-719-8190, E-mail: chuhyuk@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?**

덴기열은 *Aedes*속 모기를 매개로 전파되는 급성 열성 감염병으로, 열대 및 아열대 지역에서 주로 발생한다. 국내 자생적 발생 사례는 보고되지 않았다.

② 새로이 알게 된 내용은?

2020-2025년 덴기열 실험실 검사 2,904건 중 613건 (21.1%)이 양성이었다. 양성사례는 코로나바이러스감염증-19 유행으로 2021년 최저를 기록하였고, 2023-2024년 해외여행 재개로 증가하였다. 감염 추정 지역은 대부분 동남아시아였고, 덴기바이러스의 4가지 혈청형 중 DENV-2 (38.0%)와 DENV-1 (32.8%)이 가장 많이 확인되었다.

③ 시사점은?

국제 이동 증가에 따라 해외 유입 덴기열의 지속적인 발생이 예상되는 만큼, 실험실 기반 감시와 신속한 진단체계가 중요하다. 감염 추정 지역과 혈청형 분석 결과는 국내 해외 유입 특성과 자생적 전파 가능성을 감시하는 핵심 자료로 활용될 수 있다. 특히 하절기(7-9월) 동남아시아 지역 방문자에 대한 예방수칙 안내와 조기진단 강화가 필요하다.

에서 태아로의 수직전파도 보고되어 있다[1,2]. 감염자의 약 75%는 무증상이며, 증상이 나타나는 경우 발열, 두통, 근육통, 관절통 및 발진 등이 동반될 수 있다. 대부분의 환자는 자연 회복되나 약 5%의 환자에서는 혈관 투과성 증가와 혈장 누출로 덴기출혈열(dengue hemorrhagic fever) 또는 덴기쇼크증후군(dengue shock syndrome)으로 진행될 수 있다. 특히 이전 감염과 다른 혈청형에 재감염될 경우 중증으로 진행될 위험이 높아지는 것으로 알려져 있다. 현재까지 승인된 치료제는 없으며, 백신 역시 혈청형을 포함한 감염 이력이 확인된 일부 연령층에 한해 접종이 허용되고 있어, 덴기열 관리에서는 예방과 조기 진단의 중요성이 더욱 강조된다[2].

덴기열은 열대 및 아열대 지역을 중심으로 전 세계 100개국 이상에서 풍토병으로 유행하고 있다. 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 공식 보고에 의하면 2024년

한 해에만 100개국 이상에서 740만 건 이상의 덴기열 환자 사례와 9,700여 건 이상의 사망이 보고되었으며, 2025년에는 200만 건 이상의 사례와 3,000건 이상의 사망이 보고되었다. 그러나 실제 감염 규모는 이보다 훨씬 클 것으로 추정되며, WHO에서는 매년 약 1억-4억 건 감염이 발생하고 있는 것으로 보고되고 있다[3].

우리나라에서 덴기열은 제3급 법정감염병으로 관리되어 전수감시를 수행하고 있다. 국내 토착 발생은 보고된 바 없으나, 해외 유행지역 방문 후 귀국한 방문자를 통한 유입 사례가 매년 보고되고 있다[4,5]. 질병관리청은 전국 17개 시도 보건환경연구원과 연계한 실험실 진단 체계를 운영하고 있다. 유전자, 항원, 항체 등 검출 가능한 표지자가 감염 시기와 검체 채취시점에 따라 달라질 수 있으므로, 실험실 진단 검사 결과를 종합적으로 분석하는 것이 필요하다. 또한, 덴기열 혈청형 분석은 국내로 유입되는 DENV의 특성을 파악할 수 있는 중요한 자료로 활용되고 있다[4].

이에 이 보고에서는 2020-2025년 국가 실험실 감시자료를 바탕으로 해외 유입 덴기열의 연도별 실험실 검사 및 양성 현황, 감염 추정 국가와 DENV 혈청형 분포를 분석하였다.

방 법**1. 연구 대상 및 자료 수집**

2020년 1월부터 2025년 12월까지 질병관리청 및 전국 17개 시도 보건환경연구원에서 수행한 덴기열 실험실 검사자료 2,904건을 대상으로 분석하였다. 덴기열 확진 사례는 법정 감염병 감시체계(방역통합정보시스템)를 통해 신고된 환자로서 역학조사 자료의 해외 방문력과 유전자 및 immunoglobulin M (IgM) 항체검출검사 결과를 분석에 활용하였다[4]. 해외 방문자 수는 한국관광공사 관광지식정보시스템의 국민 해외관광객 통계를 활용하였다[5].

2. 분석 대상 및 변수 정의

분석 대상은 Dengue열 의심 증상 또는 해외 방문력 등을 바탕으로 실험실 검사가 의뢰된 사례 중 유전자 또는 IgM 항체 검출검사에서 DENV 감염이 확인된 사례로 정의하였다. 동일 환자에서 여러 검체가 의뢰된 경우에는 동일 감염 사례로 판단하여 하나의 사례로 정리하였다. 유입 국가별 특성 분석은 실험실 검사 양성 사례 중 방문력이 명확히 확인된 568건을 대상으로만 수행하였다. 혈청형 분포 분석은 polymerase chain reaction (PCR) 양성 사례 중 DENV-1-4 혈청형이 확인된 287건을 대상으로 하였다. 분석 변수는 감염 시기인 연도와 월, 감염 경로인 추정 감염국, 실험실 분석결과인 검사결과 및 혈청형으로 구성하였다. 연도와 월은 의료기관에서 검사기관으로 Dengue열 검사를 의뢰한 날짜를 기준으로 분류하였다. 추정 감염국은 증상 발생 전 해외 방문력 등 역학정보를 바탕으로 분류하였다.

3. 실험실 진단 검사

의뢰된 혈액 검체(전혈 또는 혈청)를 대상으로 유전자 검출검사를 시행하였다. 주요 실험법은 실시간역전사중합효소반응법(real-time reverse transcription polymerase chain reaction, real-time RT-PCR)으로 DENV RNA가 검출될 경우 양성으로 판정하였다. 양성 검체에 대해서는 혈청형별 특이 프라이머를 이용한 추가 검사를 통해 DENV-1-4 혈청형을 확인하였다.

혈청 검체를 이용하여 효소면역측정법(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)으로 DENV 특이 IgM 항체를 검출하는 검사를 수행하였다. DENV IgM 항체는 DENV Detect™ IgM Capture ELISA kit (InBios International, Inc.)를 이용하였으며, 제조사 판정 기준에 따라 immune status ratio 값이 1.65 이상인 경우 양성으로 판정하였다[6].

4. 자료 분석

분석 전 실험실 검사결과와 역학정보를 대조하여 중복 검사의뢰 및 정보 누락 여부를 확인하였다. 동일 환자의 반복 검사의뢰 여부는 성별, 연령, 검체 접수일, 의뢰기관 및 검사결과를 종합하여 확인하였다. 추정 감염국 또는 혈청형 정보가 불분명하거나, 여행력이 여러 국가에 걸쳐 있어 특정 국가를 감염국으로 추정하기 어려운 사례는 분석에서 제외하였다. 모든 기초 자료는 분석 전에 개인을 식별할 수 없도록 익명화한 후 분석에 사용하였다. 분석 결과는 빈도와 백분율로 제시하였으며, 자료 정리 및 분석에는 Microsoft Excel 2024 (Microsoft)를 사용하였다.

결 과

1. 연도별 Dengue열 실험실 검사 현황

최근 6년간(2020-2025년) 질병관리청 및 전국 시도 보건환경연구원에서 수행한 Dengue열 실험실 검사는 2,904건이었

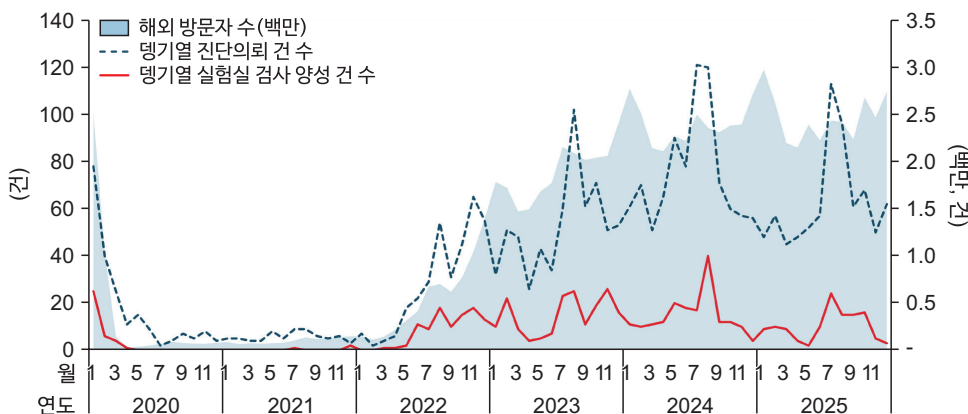


그림 1. 해외 방문 규모 및 Dengue열 실험실 검사결과(2020-2025년)
왼쪽 y축은 Dengue열 실험실 검사 의뢰 건수와 실험실 검사 양성 건수를 나타내며, 오른쪽 y축은 우리나라 국민의 해외 출국 수를 백만 건 단위로 나타냄. 월 및 연도는 검사 의뢰일을 기준으로 구분. 우리나라 국민의 해외 출국자 자료는 한국관광공사의 국민 해외관광객 통계 활용.

고, 이 중 613건(21.1%)이 양성으로 확인되었다(그림 1). 유전자검출검사 양성 건은 233건(38.0%), 항체검출검사는 324건(52.9%), 유전자검출검사와 항체검출검사 모두 양성으로 확인된 건은 56건(9.1%)이었다.

연도별 뎅기열 진단 의뢰 건수는 코로나바이러스감염증-19(코로나19) 유행기간(2020-2021년)에는 해외 출입국 제한으로 전반적으로 낮았다. 2020년에는 208건이었던 의뢰 건수는 2021년에는 69건으로 급감하였으나, 해외 출입국이 단계적으로 재개된 2022년부터 검사의뢰가 증가세로 전환되었고, 2024년(900건)에는 분석 기간 내 가장 높은 수준을 기록하였다(표 1). 같은 기간 내 해외 방문자 수 역시 코로나19 유행 동안 급감한 후 2022년 이후 회복세를 보였다. 그러나 월별 분포에서는 전체 해외 방문자 수가 겨울철에 상대적으로 높은 반면, 뎅기열 진단 의뢰 및 양성 사례는 주로 여름철에 증가하여 서로 다른 양상을 보였다(그림 1). 코로나19 기간을

제외하고 2022-2025년 월평균 진단 의뢰 건수는 8월(93건, 13.3%)이 가장 많았고, 7월(80건, 12.3%), 10월(61건, 9.3%) 순이었다. 전반적으로 해외여행 재개 이후 뎅기열 진단 의뢰는 여름 휴가철인 7-8월에 집중되는 경향을 보였다(그림 1).

연도별 양성 사례는 코로나19 유행 기간인 2020-2021년에 전체의 6.4% (39건)에 불과하였고, 2021년에는 3건(0.5%)으로 가장 낮았다(표 1). 이후 해외 출입국 재개와 함께 양성 건수는 증가하여 2023년과 2024년에 각각 177건(28.0%, 19.7%)으로 분석 기간 중 가장 높았다. 2025년에는 전년 대비 31.1% 감소하였으나, 코로나19 유행 기간과 비교하면 여전히 높은 수준으로 국내 유입 사례가 지속적으로 확인되었다. 2022-2025년 월평균 양성 건수는 8월(24.5건), 7월(18.3건), 10월(15.5건) 순으로 높았고, 주로 7-8월에 집중되는 경향을 보였다(그림 1).

2. 연도별 뎅기바이러스 혈청형 분포

유전자 검출검사법으로 양성인 289건 중 혈청형이 확인된 사례는 287건(99.3%)이었다. 혈청형별로는 DENV-2 (109건, 38.0%)가 가장 많았고, DENV-1 (94건, 32.8%), DENV-3 (76건, 26.5%), DENV-4 (8건, 2.8%) 순이었다. 분석 기간 전반에 걸쳐 네 가지 혈청형이 모두 확인되었으나, DENV-4의 비중은 다른 혈청형에 비해 낮았다.

연도별로는 2020년에 DENV-3가 8건(47.1%)으로 가장 높은 비중을 보였고, 2021년에는 DENV-1 1건만 확인되었다(그

표 1. 연도별 뎅기열 실험실 진단 검사 현황(2020-2025년)

연도	진단 의뢰(건)	실험실 양성(건)	양성률(%) ^{a)}
2020	208	36	17.3
2021	69	3	4.3
2022	338	98	29.0
2023	632	177	28.0
2024	900	177	19.7
2025	757	122	16.1
합계	2,904	613	21.1

^{a)}양성률=뎅기열 실험실 양성 건 수/실험실 진단 의뢰 건 수×100.

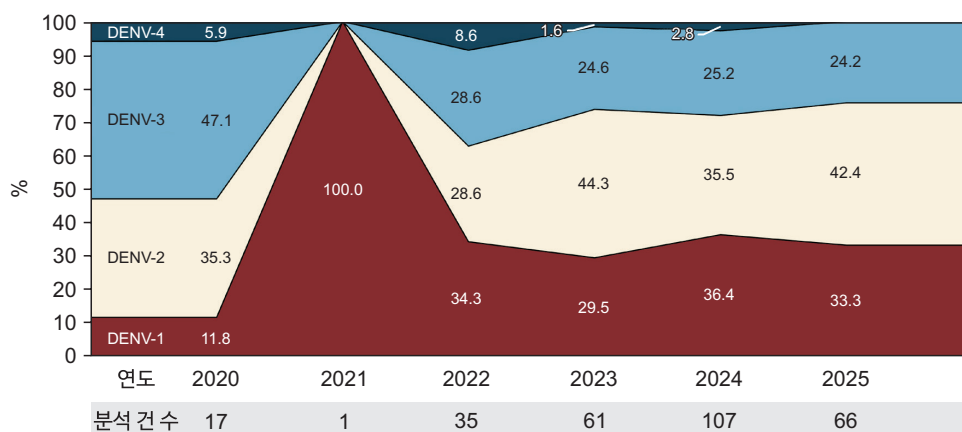


그림 2. 연도별 뎅기바이러스 혈청형 검출 분포(2020-2025년)

PCR 양성 사례 중 혈청형이 확인된 사례를 대상으로 연도별 뎅기바이러스 혈청형 분포를 비율로 나타냄. 백분율은 해당 연도 내에서 각 혈청형이 차지하는 비율을 의미. PCR=polymerase chain reaction; DENV-1-4=dengue virus serotype 1-4.

림 2). 2022년 이후에는 DENV-1, DENV-2 및 DENV-3가 매년 함께 확인되었으며, DENV-2는 2023년 27건(44.3%)과 2025년 28건(42.4%)으로 해당 연도에서 가장 높은 비중을 차지하였다. 2024년에는 혈청형 분석 건이 107건으로 가장 많았고, DENV-1 (39건, 36.4%)과 DENV-2 (38건, 35.5%)가 유사한 수준으로 확인되었다. DENV-4는 2020년 1건, 2022년 3건, 2023년 1건 및 2024년 3건으로 확인되었으며, 2025년에는 확인되지 않았다(그림 2).

3. 감염 추정 국가별 현황 및 혈청형 분포

덴기열 양성 사례 중 해외 방문력이 명확히 확인된 568건을 대상으로 감염 추정 국가를 분석하였다(그림 3A). 감염 추정 지역은 동남아시아 지역(85.7%)이 높은 비중을 차지하였고, 남아시아(11.1%)가 다음을 차지하였다. 그리고 북아메리카/카리브(0.9%), 서아시아(0.7%) 등 다른 지역은 낮은 분포

를 보였다. 국가별로는 인도네시아(124건, 21.8%), 필리핀(110건, 19.4%), 베트남(110건, 19.4%), 그리고 태국(71건, 12.5%) 순이었다.

해외 방문력과 혈청형이 모두 확인된 사례를 대상으로 감염 추정 국가별 혈청형 분포를 분석한 결과, 주요 유입국에서 여러 혈청형이 함께 확인되었다(그림 3B). 인도네시아, 필리핀, 베트남, 태국 등 덴기열 유입이 많은 국가에서는 DENV-1, DENV-2, 그리고 DENV-3가 반복적으로 검출되었으며, DENV-4는 필리핀, 베트남, 싱가포르, 파키스탄에서만 확인되었다.

논 의

이 연구에서는 2020년부터 2025년까지의 실험실 검사 결과를 바탕으로 국내 유입 덴기열 발생 현황을 분석하였다.

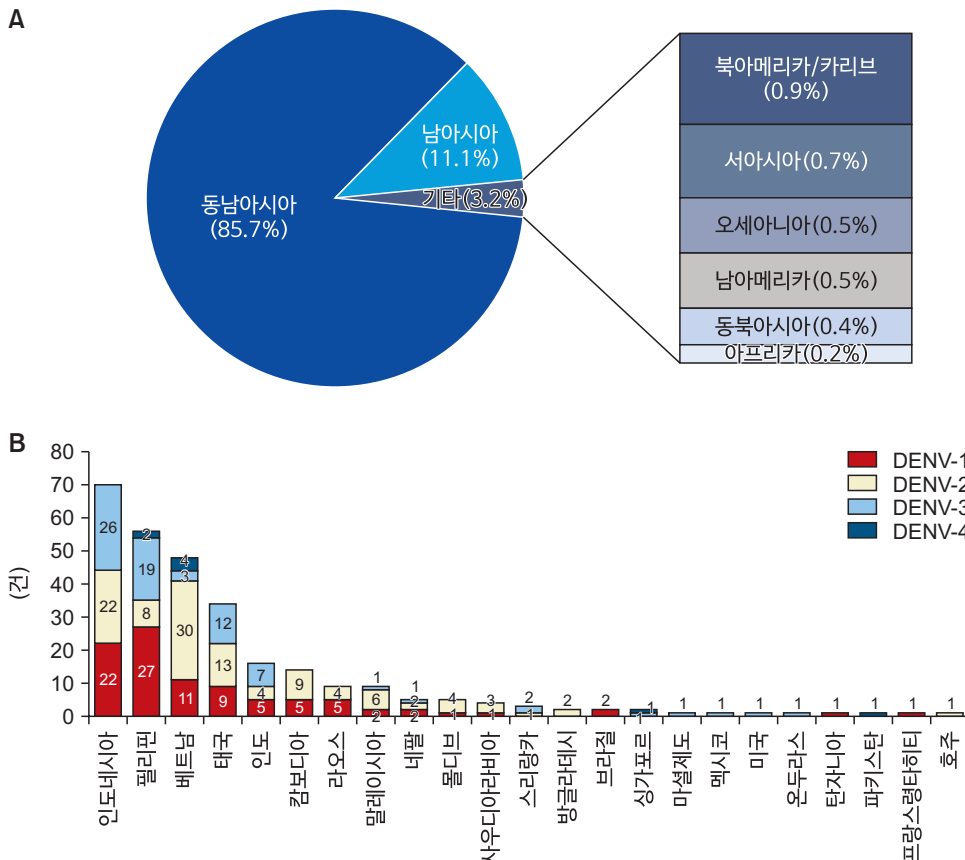


그림 3. 덴기열 양성 사례의 감염 추정 지역 및 국가별 혈청형 분포
(A) 덴기바이러스 감염 추정 국가 분포,
(B) 감염 추정 국가별 덴기바이러스 혈청형 분포. DENV-1-4=dengue virus serotype 1-4.

검사의뢰된 전체 검체 2,904건 중 613건(21.1%)이 양성으로 확인되었으며, 연도별로는 코로나19로 국제 이동이 제한되었던 2021년에 3건으로 가장 적게 나타났다. 이후 여행이 재개되면서 2022년부터 뚜렷한 증가세를 보였으나, 2025년에는 122건으로 다시 감소하였다. WHO에 따르면 전 세계 실험실 확진 건수 역시 2021년 52만 건에서 2022년 138만 건, 2023년 211만 건, 2024년 746만 건으로 증가한 뒤 2025년 203만 건으로 감소하는 비슷한 흐름을 보였다[3]. 이는 해외 유입 뎅기열 발생이 국제 이동량 회복뿐 아니라 전 세계 뎅기열 유행 규모의 변화와 유사한 양상임을 확인할 수 있었다.

DENV는 무증상 경과가 흔하고 바이러스혈증 기간이 짧아 증상 발생 직후 신속히 의료기관을 방문할수록 유전자 검사를 통한 조기 확진이 가능하다[7]. 이 연구에서 RT-PCR 양성이 전체의 47.1%를 차지한 것은 해외 방문 후 증상 초기에 의료기관을 방문하는 사례가 많음을 시사한다. 반면 증상 발생 5일 이후에는 바이러스혈증이 소실되어 RT-PCR의 민감도가 낮아지므로, 이 시기에는 IgM 항체 검출이 감염 여부 확인에 중요한 역할을 하는 것으로 보여진다. 이처럼 검사 방법별 특성에 따른 상보적 병행 운용은 임상 경과 전반에 걸친 진단 공백을 줄이는 데 도움이 될 수 있다.

감염 추정 국가 분석에서는 4개 국가(인도네시아, 필리핀, 베트남, 그리고 태국)가 전체 양성률의 73.1%를 차지하였다. 이들 동남아시아 국가는 우리나라 국민의 주요 해외 방문지이면서 연중 뎅기열이 지속적으로 유행하는 고위험 지역으로, 방문자의 감염 위험이 상시 존재함을 시사한다[5,8-10]. 전체 해외 방문자 수는 겨울철에 증가한 반면 뎅기열 양성 사례는 하절기(7-9월)에 집중되었으며, 이는 여름철 동남아시아 지역으로의 여행과 관련된 계절적 양상일 가능성이 있다.

혈청형 분석에서는 DENV-2가 38.0%로 가장 많았으며 DENV-1, DENV-3, DENV-4 등 모든 혈청형이 확인되었다. 국가별로는 베트남에서 DENV-2, 인도네시아에서 DENV-3, 필리핀에서 DENV-1이 우세하게 나타나, 현지 유행 혈청형이

유입 사례에 그대로 반영되는 것으로 보여진다[3]. 이미 특정 혈청형에 감염된 경험이 있는 재방문자가 이중 혈청형에 노출될 경우 중증 뎅기열로 진행할 위험이 높아질 수 있으므로[2], 반복 방문자를 대상으로 한 위험 안내 강화가 필요하다.

이 연구는 최근 6년간 전국 공공 실험실에서 확인된 해외 유입 뎅기열 환자의 정보를 분석한 것으로, 국내 해외유입 뎅기열의 전반적인 경향을 파악하는 자료로 볼 수 있다. 다만, 분석자료는 질병관리청 및 시도 보건환경연구원 등 공공 실험실에 의뢰된 실험실 검사 결과만 분석하여 국내에서 발생한 모든 뎅기열 환자의 자료는 아닐 수 있다. 그리고 추정 감염국은 방문력이 명확히 확인된 568건만을 대상으로 분석하였으므로, 방문력이 누락되거나 복수 국가를 방문한 사례는 정확히 분류되지 못하였을 가능성도 있다. 또한 혈청형 분포는 유전자 진단 양성 사례 중 혈청형이 확인된 287건만을 대상으로 분석하였으므로, 전체 양성 사례의 혈청형 분포와 차이가 있을 수 있다.

종합하면, 국내 유입 뎅기열은 국제교류 증가에 따라 지속적으로 증가하고 있으며, 그 중 동남아시아 방문과 관련된 사례가 다수를 차지하고 있다. 모든 혈청형이 지속적으로 유입되고 있는 만큼 전국 단위 실험실 진단감시 체계를 유지하고 강화하는 동시에 해외 방문 전과 후 단계별 예방홍보와 조기 진단 안내를 지속적으로 추진할 필요가 있다. 특히 여름 휴가철과 추석 연휴 등 해외 방문이 집중되는 시기에 동남아시아 방문객은 긴 소매 및 긴 바지 착용, 모기기피제 사용 등 모기 물림 예방수칙을 철저히 준수하고, 귀국 후 2주 이내 발열, 두통, 근육통, 발진 등 의심 증상이 나타나면 즉시 의료기관을 방문하여 해외 방문력을 알리고 검사를 받는 것이 바람직하다. 이를 통해 해외유입 뎅기열을 조기에 발견하고 중증 환자 발생을 줄이는 한편, 국내 자생적 전파를 예방하는 것이 중요하다.

Declarations

Ethics Statement: This study used de-identified public health surveillance data and did not involve direct human subject research; ethics committee review was not required under applicable Korean regulations (Bioethics and Safety Act).

Funding Source: None.

Acknowledgments: We thank the staff of the 17 regional public health and environmental research institutes nationwide for their contributions to laboratory surveillance activities.

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

Author Contributions: Conceptualization: HC, DY, SRC, YJL. Data curation: SRC, YJL, SYL. Formal analysis: YJL. Investigation: HMK, YJL, SYC, SGY, JRK, HIS, SYL. Methodology: SRC, YJL, SYC. Project administration: HC, DY, SRC, YJL, SYC, SGY, JRK, HIS, SYL. Supervision: HC. Visualization: SRC, YJL. Writing – original draft: SRC, YJL. Writing – review & editing: HC, DY, SRC, YJL.

References

1. Paz-Bailey G, Adams LE, Deen J, Anderson KB, Katzelnick LC. Dengue. *Lancet* 2024;403:667–82.
2. Pourzangiabadi M, Najafi H, Fallah A, Goudarzi A, Pou-ladi I. Dengue virus: etiology, epidemiology, pathobiology, and developments in diagnosis and control – a comprehensive review. *Infect Genet Evol* 2025;127:105710.
3. World Health Organization (WHO). Global Dengue Surveillance Dashboard [Internet]. WHO; 2024 [cited 2026 Jun 4]. Available from: https://worldhealthorg.shinyapps.io/dengue_global/
4. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Guidelines for the management of viral mosquito-borne infectious diseases 2025 [Internet]. KDCA; 2025 [cited 2026 Mar 21]. Available from: <https://www.kdca.go.kr/kdca/2861/subview.do?enc=Zm5jdDF8QEB8JTJGYmJzJTJGa2RjYSUyRjU1JTJGMjI4MjgyJTJGYXJOY2xWaWV3Lm-RvJTNG>
5. Korea Tourism Organization. Statistics on major destinations of Korean outbound tourists as of April 2026 [Internet]. Korea Tourism Organization; 2026 [cited 2026 Jun 4]. Available from: <https://datalab.visitkorea.or.kr/site/portal/ex/bbs/View.do?cbIdx=1127&bcIdx=310812>
6. InBios International, Inc. DENV Detect™ IgM capture ELISA: instructions for use [Internet]. InBios International, Inc.; 2015 [cited 2026 Jun 16]. Available from: <http://inbios.com/wp-content/uploads/2016/05/900106-07-IVD-DENV-Detect-IgM-Capture-ELISA-Insert.pdf>
7. Hunsperger EA, Muñoz-Jordán J, Beltran M, et al. Performance of dengue diagnostic tests in a single-specimen diagnostic algorithm. *J Infect Dis* 2016;214:836–44.
8. Kim JS, Kang HJ, Lim A, Lee YJ, Lee DY, Han MG. Serotypes of imported dengue fever cases in South Korea, 2018–2020. *Public Health Wkly Rep* 2021;14:2366–73.
9. Lee YJ, Cho SR, Kim WK, et al. Imported dengue fever in South Korea, 2020–2024: epidemiological trends and serotype distribution from national laboratory surveillance. *Travel Med Infect Dis* 2025;68:102939.
10. Duvignaud A, Stoney RJ, Angelo KM, et al.: GeoSentinel Network. Epidemiology of travel-associated dengue from 2007 to 2022: a GeoSentinel analysis. *J Travel Med* 2024;31:taae089.

Surveillance/Survey Report

Analysis of Laboratory Testing for Imported Dengue Fever in the Republic of Korea, 2020–2025

Ye-Ji Lee¹ , Seung-Rye Cho¹ , Seon-Young Lee² , So Youn Cheun¹ , Deog-Yong Lee¹ ,
Heui Man Kim¹ , Hyun-Il Shin² , Jeong Ran Kwon² , Sang Gu Yeo² , Hyuk Chu^{1*} 

¹Division of Viral Diseases, Department of Laboratory Diagnosis and analysis, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea, ²Division of Zoonotic and Vector Borne Disease Control, Department of Infectious Disease Policy, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

ABSTRACT

Objectives: Dengue fever is an acute, mosquito-borne disease that is widely endemic in tropical and subtropical regions. While no autochthonous cases have been reported in the Republic of Korea, imported cases continue to occur. This study analyzed laboratory testing data from 2020 to 2025 to support the surveillance of imported mosquito-borne infections.

Methods: A total of 2,904 laboratory test requests for dengue fever submitted to the Korea Disease Control and Prevention Agency and 17 provincial Institutes of Health and Environment were reviewed. Laboratory diagnosis was performed using real-time reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) and immunoglobulin M (IgM) enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). The analysis focused on annual trends, presumed countries of infection, and the distribution of dengue virus (DENV) serotypes.

Results: Of the 2,904 test requests, 613 cases were confirmed positive, with an overall positivity rate of 21.1%. The number of positive cases was lowest in 2021, with three cases, but increased after international travel resumed, reaching 177 cases in both 2023 and 2024. Most infections were presumed to have been acquired in Southeast Asia, particularly in Indonesia, the Philippines, and Vietnam. DENV-2 was the most common serotype, followed by DENV-1, DENV-3, and DENV-4; all four serotypes were detected.

Conclusions: Imported dengue fever increased following the recovery of international travel, with infections concentrated in Southeast Asia. Presumed countries of infection were mainly associated with four Southeast Asian countries (73.1%), with cases concentrated during the summer vacation season. Because reinfection with a different DENV serotype may increase the risk of severe dengue, individuals who travel repeatedly to dengue-endemic countries should exercise particular caution.

Key words: Dengue; Communicable diseases, imported; Public health surveillance; Dengue virus; Serotyping

*Corresponding author: Hyuk Chu, Tel: +82-43-719-8190, E-mail: chuhyuk@korea.kr

Key messages

① What is known previously?

Dengue is an acute febrile illness transmitted by *Aedes* spp. mosquitoes in tropical and subtropical regions. No autochthonous cases have been reported in the Republic of Korea.

② What new information is presented?

From 2020 to 2025, 613 of 2,904 tests (21.1%) were positive. The number of cases was lowest in 2021 and increased in 2023–2024 as international travel resumed. Most presumed infections were acquired in Southeast Asia. Dengue virus (DENV)-2 and DENV-1 predominated.

③ What are implications?

As international travel increases, imported dengue cases may continue to occur, emphasizing the importance of laboratory surveillance and rapid diagnosis. Data on regions of infection and serotypes can help monitor patterns of imported cases and assess the potential risk of local transmission. Traveler guidance and early post-travel diagnosis should be strengthened.

Introduction

Dengue fever is an acute febrile infectious disease caused by the dengue virus (DENV), which belongs to the family *Flaviviridae* and is classified into four serotypes (DENV-1–4). DENV is primarily transmitted by mosquitoes such as *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. Rare cases of blood-borne transmission, such as transfusion and organ transplantation, and vertical transmission from pregnant women to fetuses have also been reported [1,2]. Approximately 75% of infected individuals are asymptomatic, and when symptoms do manifest, they may be accompanied by fever, headache, myalgia, arthralgia, and rash. Most patients recover spontaneously, but

in approximately 5% of patients, the disease can progress to dengue hemorrhagic fever or dengue shock syndrome due to increased vascular permeability and plasma leakage. In particular, reinfection with a serotype different from that of the previous infection is known to increase the risk of developing severe disease. To date, there is no approved treatment, and vaccination is also permitted only for certain age groups with a confirmed history of infection, including information on the infecting serotype, which further emphasizes the importance of prevention and early diagnosis in dengue fever management [2].

Dengue fever is endemic in more than 100 countries worldwide, primarily in tropical and subtropical regions. According to official reports from the World Health Organization (WHO), more than 7.4 million dengue fever cases and over 9,700 deaths were reported in more than 100 countries in 2024 alone, and more than 2 million cases and over 3,000 deaths were reported in 2025. However, the WHO estimates that approximately half of the global population is at risk of infection and that about 100 million to 400 million infections occur annually [3].

In the Republic of Korea (ROK), dengue fever is managed as a Category III notifiable infectious disease, and comprehensive surveillance is conducted. While no autochthonous transmission has been reported in the ROK, imported cases among travelers returning from overseas endemic areas are reported annually [4,5]. The Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) operates a laboratory diagnostic system in linkage with 17 provincial Institutes of Health and Environment nationwide. In dengue fever, detectable markers, such as nucleic acids, antigens, and antibodies, can vary depending on the timing of infection and specimen collection.

Therefore, it is necessary to comprehensively analyze laboratory diagnostic test results, and dengue fever serotype analysis serves as important data for understanding the characteristics of DENV imported the ROK [4].

Therefore, in this report, based on national laboratory-based surveillance data from 2020–2025, we analyzed the annual status of laboratory testing and positivity, presumed countries of infection, and DENV serotype distribution of imported dengue fever.

Methods

1. Study Population and Data Collection

A total of 2,904 records of dengue fever laboratory tests performed by the KDCA and 17 provincial Institutes of Health and Environment nationwide from January 2020 to December 2025 were analyzed. Confirmed cases of dengue fever based on laboratory results were patients reported through the National Notifiable Infectious Disease Surveillance System (Infectious Disease Information System), and their overseas travel history obtained from epidemiological investigation data and the results of nucleic acid and immunoglobulin M (IgM) antibody detection tests were used in the analysis [4]. For the number of outbound travelers, the national outbound tourism statistics from the Korea Tourism Organization Tourism Knowledge & Information System were utilized [5].

2. Definition of Analyzed Population and Variables

The analyzed population was defined as cases wherein DENV infection was confirmed by nucleic acid or IgM antibody detection tests among those for whom laboratory testing was requested based on suspected dengue fever symptoms or

history of overseas travel. If multiple specimens were requested for the same patient, they were considered the same infection case and consolidated into a single case. The analysis of presumed country by infection was performed only on 568 laboratory test-positive cases with a clearly confirmed overseas travel history. The analysis of serotype distribution was conducted on 287 cases wherein DENV-1–4 serotypes were confirmed among the polymerase chain reaction (PCR)-positive cases. The analyzed variables consisted of the year and month as the timing of infection, the presumed country of infection, and test results and serotypes as the laboratory analysis results. The year and month were classified based on the date the dengue fever test request was made from the medical institution to the testing laboratory. The presumed country of infection was classified based on epidemiological information, such as overseas travel history before symptom onset. Cases wherein it was difficult to determine a specific presumed country of infection were excluded from the analysis.

3. Laboratory Diagnostic Tests

Nucleic acid detection tests were performed on the requested blood specimens (whole blood or serum). The primary testing method was real-time reverse transcription polymerase chain reaction (real-time RT-PCR), and the result was determined to be positive if DENV RNA (ribonucleic acid) was detected. For positive specimens, DENV-1–4 serotypes were confirmed through additional testing using serotype-specific primers.

Using serum specimens, testing was performed to detect DENV-specific IgM antibodies by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). DENV IgM antibody was tested using the DENV Detect™ IgM Capture ELISA kit (InBios International,

Inc.), and according to the manufacturer's interpretation criteria, a specimen was determined to be positive if the immune status ratio value was 1.65 or higher [6].

4. Data Analysis

Prior to the analysis, laboratory test results were cross-checked with epidemiological information to check for duplicate test requests and missing information. Whether repeated test requests were made for the same patient was confirmed by comprehensively reviewing sex, age, specimen receipt date, requesting institution, and test results. Cases with unclear information on the presumed country of infection or serotype were excluded from the analysis. Before the analysis, all raw data were anonymized so that individuals could not be identified and were then used in the analysis. The analysis results were presented as frequencies and percentages, and Microsoft Excel 2024 (Microsoft) was used for data organization and analysis.

Results

1. Annual Trends in Laboratory Testing for Dengue Fever

During the recent 6 years (2020–2025), a total of 2,904 laboratory tests for dengue fever were performed by the KDCA and provincial Institutes of Health and Environment, of which 613 (21.1%) were confirmed positive (Figure 1). Among the positive cases, 233 (38.0%), 324 (52.9%), and 56 (9.1%) were confirmed positive using nucleic acid detection, antibody detection, and both nucleic acid detection and antibody detection tests, respectively.

The annual number of diagnostic test requests for dengue fever was generally low during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic period (2020–2021) due to international travel restrictions. The number of requests, which was 208 in 2020, sharply decreased to 69 in 2021. However, with the gradual resumption of international travel, test requests shifted to an upward trend starting in 2022, and the highest number of requests within the analysis period was recorded in 2024 (900 cases) (Table 1). The number of outbound

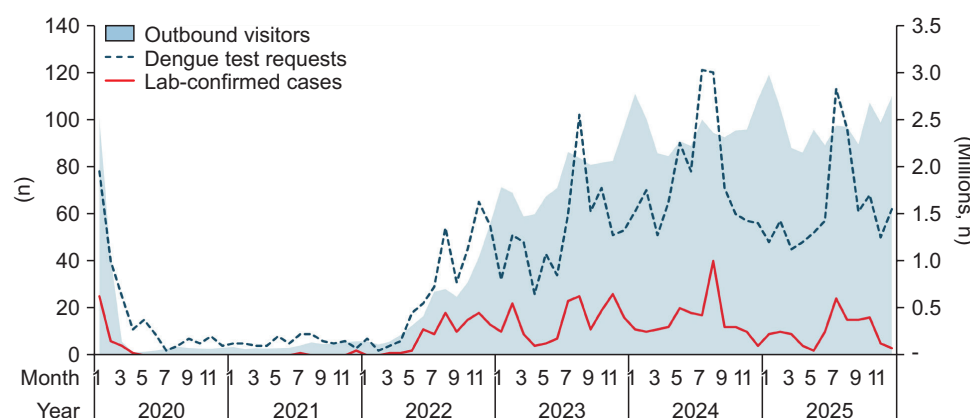


Figure 1. International travel volume and laboratory testing results for dengue fever, 2020–2025

The left y-axis indicates the number of dengue laboratory test requests and laboratory-confirmed cases, while the right y-axis indicates the number of Korean outbound visitors in millions. Months and years were classified according to the date of the test request. Korean outbound visitor data were obtained from the Korea Tourism Organization's outbound visitor statistics. Lab=laboratory.

Table 1. Annual laboratory testing results for dengue fever, 2020–2025

Year	No. of test requests	No. of lab-positive cases	Positivity rate (%) ^{a)}
2020	208	36	17.3
2021	69	3	4.3
2022	338	98	29.0
2023	632	177	28.0
2024	900	177	19.7
2025	757	122	16.1
Total	2,904	613	21.1

No.=number; lab=laboratory. ^{a)}Positivity rate (%)=(number of lab-positive cases/number of test requests)×100.

travelers during the same period also sharply declined during the COVID-19 pandemic and then showed a recovery trend after 2022. However, in the monthly distribution, while the total number of outbound travelers was relatively high during the winter season, diagnostic test requests and positive cases for dengue fever mainly increased during the summer season, showing differing patterns (Figure 1). Excluding the COVID-19 pandemic period, the monthly average number of diagnostic test requests from 2022 to 2025 was the highest in August (93 cases, 13.3%), followed by July (80 cases, 12.3%) and October (61 cases, 9.3%). Overall, after the resumption of international travel, diagnostic test requests for dengue fever tended to be concentrated in July and August, the summer vacation season (Figure 1).

By year, positive cases accounted for only 6.4% (39 cases) of the total cases during the COVID-19 pandemic period from 2020 to 2021, and their number was the lowest in 2021 at 3 cases (0.5%) (Table 1). Subsequently, along with the resumption of international travel, the number of positive cases increased, reaching the highest levels during the analysis period in 2023 and 2024, with 177 cases each (28.0% and 19.7%, respectively). In 2025, there was a 31.1% decrease compared

to the previous year. However, imported cases continued to be identified at a level that was still high compared to the COVID-19 pandemic period. The monthly average number of positive cases from 2022 to 2025 was the highest in August (24.5 cases), followed by July (18.3 cases) and October (15.5 cases), and tended to be concentrated in July and August (Figure 1).

2. Serotype Distribution of Dengue Virus by Year

Among the 289 cases that tested positive by nucleic acid detection testing, the serotype was identified in 287 cases (99.3%). By serotype, DENV-2 (109 cases, 38.0%) was the most common, followed by DENV-1 (94 cases, 32.8%), DENV-3 (76 cases, 26.5%), and DENV-4 (8 cases, 2.8%). All four serotypes were identified throughout the analysis period, but the proportion of DENV-4 was lower than that of other serotypes.

By year, DENV-3 showed the highest proportion in 2020 with 8 cases (47.1%), and only 1 case of DENV-1 was identified in 2021 (Figure 2). Since 2022, DENV-1, DENV-2, and DENV-3 were identified every year, and DENV-2 accounted for the highest proportion in the respective years, with 27 cases (44.3%) in 2023 and 28 cases (42.4%) in 2025. In 2024, the number of serotype analyses was the highest at 107 cases, and DENV-1 (39 cases, 36.4%) and DENV-2 (38 cases, 35.5%) were identified at similar levels. DENV-4 was identified in one case in 2020, three cases in 2022, one case in 2023, and three cases in 2024, but was not identified in 2025 (Figure 2).

3. Status and Serotype Distribution by Presumed Country of Infection

The presumed country of infection was analyzed for 568

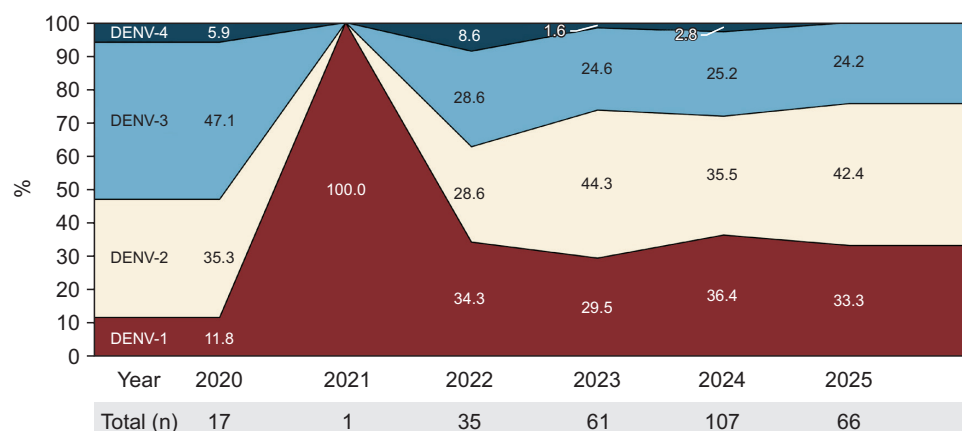


Figure 2. Annual distribution of detected DENV serotypes, 2020–2025

The figure shows the annual proportional distribution of DENV serotypes among PCR-positive cases with confirmed serotype information. The percentages indicate the proportion of each serotype per year. DENV=dengue virus; PCR=polymerase chain reaction; DENV-1–4=dengue virus serotype 1–4.

dengue fever–positive cases wherein overseas travel history was clearly confirmed (Figure 3A). As for the presumed region of infection, the Southeast Asian region (85.7%) accounted for a high proportion, followed by South Asia (11.1%). In addition, other regions, such as North America/Caribbean (0.9%) and West Asia (0.7%), showed low distributions. By country, Indonesia (124 cases, 21.8%) had the highest number of cases, followed by the Philippines (110 cases, 19.4%), Vietnam (110 cases, 19.4%), and Thailand (71 cases, 12.5%).

An analysis of the serotype distribution by presumed country of infection among cases with both confirmed overseas travel history and serotype revealed that multiple serotypes were identified together in major countries of importation (Figure 3B). DENV-1, DENV-2, and DENV-3 were repeatedly detected in major presumed countries of infection such as Indonesia, the Philippines, Vietnam, and Thailand. In contrast, DENV-4 was identified only in the Philippines, Vietnam, Singapore, and Pakistan.

Discussion

In this study, the status of imported dengue fever cases in the ROK was analyzed based on laboratory test results from 2020 to 2025. Among the total 2,904 specimens requested for testing, 613 (21.1%) were confirmed positive. By year, the lowest number of cases was observed in 2021 with three cases, when international travel was restricted due to COVID-19. Following the resumption of travel, there was a clear upward trend from 2022, but the number decreased again to 122 cases in 2025. According to the WHO, the number of laboratory-confirmed cases globally showed a similar trend, increasing from 520,000 cases in 2021 to 1.38 million in 2022, 2.11 million in 2023, and 7.46 million in 2024, before decreasing to 2.03 million in 2025 [3]. The occurrence of imported dengue fever in the ROK shows a pattern similar to both the recovery of international travel volume and changes in the scale of global dengue fever epidemics.

Since DENV infections often take an asymptomatic course and have a short duration of viremia, visiting a medical institution promptly after symptom onset enables early confirmation

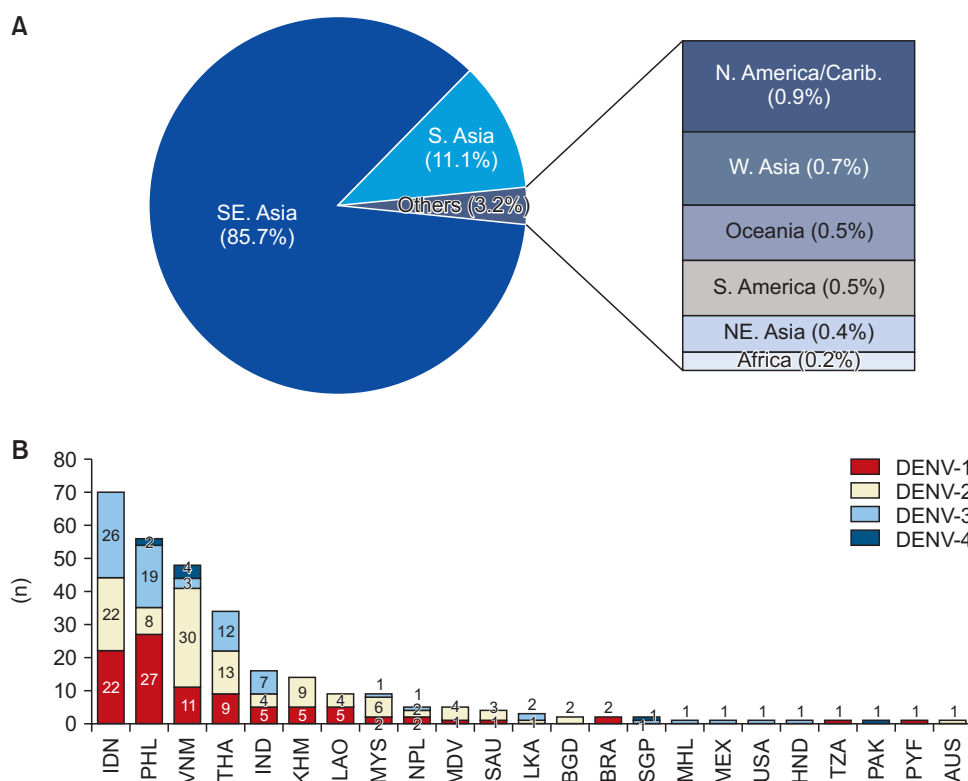


Figure 3. Presumed infection regions and country-specific serotype distribution among dengue-positive cases
(A) Distribution of presumed countries of DENV infection, grouped by geographic region. Percentages indicate regional proportions among laboratory-confirmed cases with an identified presumed country of infection. (B) DENV serotypes by presumed country of infection among PCR-positive cases with confirmed serotype information and a travel history. Country names are abbreviated using ISO 3166-1 alpha-3 codes. DENV=dengue virus; PCR=polymerase chain reaction; ISO=International Organization for Standardization; SE.=Southeast; S.=South; W.=West; NE.=Northeast; N.=North; Carib.=Caribbean; DENV-1–4=dengue virus serotype 1–4; IDN=Indonesia; PHL=Philippines; VNM=Vietnam; THA=Thailand; IND=India; KHM=Cambodia; LAO=Laos; MYS=Malaysia; NPL=Nepal; MDV=Maldives; SAU=Saudi Arabia; LKA=Sri Lanka; BGD=Bangladesh; BRA=Brazil; SGP=Singapore; MHL=Marshall Islands; MEX=Mexico; USA=United States of America; HND=Honduras; TZA=Tanzania; PAK=Pakistan; PYF=French Polynesia; AUS=Australia.

through nucleic acid detection tests [7]. In this study, the fact that RT-PCR positives accounted for 47.1% of the total cases suggests that many cases visit medical institutions during the early stages of symptoms after overseas travel. On the other hand, since viremia may no longer be detectable after 5 days following symptom onset and the sensitivity of RT-PCR decreases, IgM antibody detection appears to play an important role in confirming infection during this period. As such, the complementary parallel use based on the characteristics of each test method can help reduce diagnostic gaps throughout the clinical course.

In the analysis of the presumed country of infection, four countries (Indonesia, the Philippines, Vietnam, and Thailand) accounted for 73.1% of all positives. These Southeast Asian countries are major overseas travel destinations for Korean citizens and high-risk areas where dengue fever is continuously prevalent throughout the year, suggesting a constant risk of infection for visitors [5,8–10]. While the total number of overseas travelers increased during the winter season, dengue fever-positive cases were concentrated in the summer season (July–September), which may represent a seasonal pattern associated with travel to Southeast Asia during the summer.

In the serotype analysis, DENV-2 was the most common at 38.0% prevalence, and all serotypes, including DENV-1, DENV-3, and DENV-4, were identified. By country, DENV-2, DENV-3, and DENV-1 were predominant in Vietnam, Indonesia, and the Philippines, respectively, suggesting that the serotype patterns in imported cases may reflect local circulation patterns [3]. As repeat visitors who have already been infected with a specific serotype may face an increased risk of progressing to severe dengue if exposed to a heterologous serotype [2], it is necessary to strengthen risk guidance for repeat visitors.

This study analyzed the data on patients with imported dengue fever confirmed via public laboratories nationwide over the past 6 years and can provide an overview of the general trends in imported dengue fever in the ROK. However, because the analysis included only results of laboratory tests submitted to public laboratories such as the KDCA and provincial Institutes of Health and Environment, the analyzed data may not include data on all dengue fever patients in the ROK. In addition, because the analysis of the presumed country of infection was conducted on only 568 cases with a clearly confirmed overseas travel history, there is a possibility that cases with missing overseas travel history or those who visited multiple countries were not accurately classified. In addition, because the serotype distribution was analyzed based only on the 287 cases with confirmed serotypes among the positive cases by molecular diagnosis, it may differ from the serotype distribution of all positive cases.

In summary, the prevalence of imported dengue fever in the ROK is continuously increasing in accordance with the increase in international exchange, and among these, cases associated with visits to Southeast Asia account for a large

proportion of the positive cases. Given the continuous importation of all serotypes, it is necessary to maintain and strengthen the nationwide laboratory-based diagnostic surveillance system, while continuing preventive education and early diagnosis guidance at each stage before and after overseas travel. In particular, during periods when overseas travel is concentrated, such as the summer vacation season and the Chuseok holiday, visitors to Southeast Asia should strictly adhere to mosquito bite prevention guidelines, such as wearing long sleeves and long pants and using mosquito repellents. Furthermore, if suspected symptoms, such as fever, headache, myalgia, or rash, occur within 2 weeks after returning to the ROK, it is advisable to immediately visit a medical institution, report their overseas travel history, and undergo testing. Through this approach, it is important to detect imported dengue fever early and reduce the occurrence of severe cases, while preventing autochthonous transmission in the ROK.

Declarations

Ethics Statement: This study used de-identified public health surveillance data and did not involve direct human subject research; ethics committee review was not required under applicable Korean regulations (Bioethics and Safety Act).

Funding Source: None.

Acknowledgments: We thank the staff of the 17 regional public health and environmental research institutes nationwide for their contributions to laboratory surveillance activities.

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

Author Contributions: Conceptualization: HC, DYL, SRC, YJL. Data curation: SRC, YJL, SYL. Formal analysis: YJL. Investigation: HMK, YJL, SYC, SGY, JRK, HIS, SYL. Methodology: SRC, YJL, SYC. Project administration: HC, DYL. Resources: HMK, YJL, SYC, SGY, JRK, HIS, SYL. Supervision: HC. Visualization: SRC, YJL. Writing – original draft: SRC, YJL. Writing – review & editing: HC, DYL, SRC, YJL.

References

1. Paz-Bailey G, Adams LE, Deen J, Anderson KB, Katzelnick LC. Dengue. *Lancet* 2024;403:667-82.
2. Pourzangiabadi M, Najafi H, Fallah A, Goudarzi A, Pouladi I. Dengue virus: etiology, epidemiology, pathobiology, and developments in diagnosis and control – a comprehensive review. *Infect Genet Evol* 2025;127:105710.
3. World Health Organization (WHO). Global Dengue Surveillance Dashboard [Internet]. WHO; 2024 [cited 2026 Jun 4]. Available from: https://worldhealthorg.shinyapps.io/dengue_global/
4. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Guidelines for the management of viral mosquito-borne infectious diseases 2025 [Internet]. KDCA; 2025 [cited 2026 Mar 21]. Available from: <https://www.kdca.go.kr/kdca/2861/subview.do?enc=Zm5jdDF8QEB8JTJGYmJzJTJGa2RjYSUyRjU1JTJGMjI4MjgyJTJGYXJOY2xWaWV3Lm-RvJTNG>
5. Korea Tourism Organization. Statistics on major destinations of Korean outbound tourists as of April 2026 [Internet]. Korea Tourism Organization; 2026 [cited 2026 Jun 4]. Available from: <https://datalab.visitkorea.or.kr/site/portal/ex/bbs/View.do?cbIdx=1127&bcIdx=310812>
6. InBios International, Inc. DENV Detect™ IgM capture ELISA: instructions for use [Internet]. InBios International, Inc.; 2015 [cited 2026 Jun 16]. Available from: <http://inbios.com/wp-content/uploads/2016/05/900106-07-IVD-DENV-Detect-IgM-Capture-ELISA-Insert.pdf>
7. Hunsperger EA, Muñoz-Jordán J, Beltran M, et al. Performance of dengue diagnostic tests in a single-specimen diagnostic algorithm. *J Infect Dis* 2016;214:836-44.
8. Kim JS, Kang HJ, Lim A, Lee YJ, Lee DY, Han MG. Serotypes of imported dengue fever cases in South Korea, 2018-2020. *Public Health Wkly Rep* 2021;14:2366-73.
9. Lee YJ, Cho SR, Kim WK, et al. Imported dengue fever in South Korea, 2020-2024: epidemiological trends and serotype distribution from national laboratory surveillance. *Travel Med Infect Dis* 2025;68:102939.
10. Duvignaud A, Stoney RJ, Angelo KM, et al.: GeoSentinel Network. Epidemiology of travel-associated dengue from 2007 to 2022: a GeoSentinel analysis. *J Travel Med* 2024;31:taae089.

2023–2025년 경기도보건환경연구원 접수 환경수계 검체의 레지오넬라균 검출 특성: 검체 유형별 차이와 냉각탑수 양성 비중의 증가

곽신혜* , 권혜정 , 김상태 , 송혜림 , 홍예진 , 김이현 , 정진아 , 김명길

경기도보건환경연구원 감염병연구부

초 록

목적: 레지오넬라균은 냉각탑과 건물 급수 및 급탕시설 등 인공 수계에서 증식하며, 오염된 물에서 발생한 에어로졸의 흡입으로 감염을 일으킨다. 경기도보건환경연구원에 접수된 환경수계 검체의 레지오넬라균 검출 특성을 분석하여 환경수계 관리의 우선순위를 제시하고자 하였다.

방법: 2023년 1월 1일부터 2025년 12월 31일까지 접수된 환경수계 검체 9,172건의 레지오넬라균 시험검사 기록을 분석하였다. 공무원이 채취한 관원 검체와 의뢰자가 직접 채취한 민원 검체를 구분하고 검체 유형과 검사목적, 군종, 정량농도별로 요약하였다. 검출률 차이는 카이제곱검정으로, 전체 양성 중 냉각탑수 비중의 연도 추이는 Cochran-Armitage 경향검정으로 평가하였다.

결과: 전체 9,172건 중 570건(6.21%, 95% 신뢰구간 5.74–6.73%)에서 레지오넬라균이 검출되었다. 검체 유형별 검출률은 욕조수 18.30%, 온수 11.03%, 냉각탑수 5.53%, 기타 3.53%, 냉수 1.28%로 유형 간 유의한 차이가 있었고($p<0.001$), 기타를 제외한 검출률 순위(욕조수, 온수, 냉각탑수, 냉수)는 3년간 일관되게 유지되었다. 냉각탑수는 전체 양성의 47.2% (269/570건)를 차지했으며, 그 비중은 2023년 34.2%에서 2024년 43.8%, 2025년 59.6%로 유의하게 증가하였다(경향검정 $p<0.001$). 다만 이는 검체 구성을 보정하지 않은 값으로, 3년 합산 구성으로 직접표준화한 후 43.2%에서 53.1%로 증가폭이 축소되었다. 냉각탑수 검체의 96.4% (4,691/4,865건)는 민원 검체였고, 관원과 민원 냉각탑수의 검출률은 각각 14.94% (26/174건)와 5.18% (243/4,691건)였다. 10,000 CFU/L 초과 양성 133건 중 냉각탑수는 74건(55.6%)이었다.

결론: 욕조수와 온수는 검체당 레지오넬라균 검출 가능성이 높아 예방적 수계관리의 우선 대상이며, 냉각탑수는 전체 양성의 가장 큰 비중을 차지하고 그 비중도 증가하여 감시의 우선 대상이다. 따라서 검체 유형별 검출률과 양성 건수의 규모와 추이를 함께 적용하는 이중 우선순위가 필요하다. 냉각탑수 검사의 대부분이 자율의뢰에 의존하므로 관원 계획검사는 민원 수요로 포착되지 않는 고위험 시설을 표적 선정하여 보완할 필요가 있다.

주요 검색어: 레지오넬라증; 레지오넬라균; 환경감시; 급수; 수질 미생물학

Received August 18, 2026 Revised August 28, 2026 Accepted August 31, 2026

*Corresponding author: 곽신혜, Tel: +82-31-8008-9723, E-mail: shinhye9108@gg.go.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?**

레지오넬라균은 냉각탑과 건물 급수시설과 급탕시설 등 인공 수계에서 증식할 수 있어 수온과 소독, 청소 관리가 중요하다.

② 새로이 알게 된 내용은?

2023-2025년 9,172건의 검출률은 6.21%였고, 욕조수, 온수, 냉각탑수, 냉수의 순서는 3년간 일관되었다. 냉각탑수는 전체 양성률의 47.2%를 차지했으며 그 비중은 34.2%에서 59.6%로 유의하게 증가하였다($p < 0.001$). 연도별 검체 유형 구성을 직접표준화한 후 냉각탑수 비중은 43.2%에서 53.1%로 증가하였다. 냉각탑수 검사의 96.4%는 자율의뢰 민원 검체였다.

③ 시사점은?

관리 우선순위는 검출률과 양성 부담을 함께 고려해야 한다. 욕조수와 온수는 예방적 수계관리의 우선 대상으로, 냉각탑수는 감시의 우선 대상으로 관리하고, 관원 계획검사는 민원 자율의뢰로 포착되지 않는 고위험 시설을 보완해야 한다.

서론

레지오넬라증은 레지오넬라균(*Legionella species*) 감염에 의한 급성 호흡기 질환으로, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따라 24시간 이내 신고하여야 하는 제3급 법정감염병이다[1]. 레지오넬라균은 자연환경과 인공 수계에 존재하며, 인체 감염은 주로 오염된 물에서 생성된 에어로졸의 흡입으로 발생한다[2-4]. 임상적으로는 발열과 기침, 호흡곤란을 동반하는 폐렴형과 대개 자연 회복되는 경증의 폰티악열로 나타나며, 고령자와 만성질환자, 면역저하자에서 중증으로 진행할 위험이 높다[2].

레지오넬라균은 따뜻하고 정체된 물과 생물막이 형성된 환경에서 증식할 수 있어 냉각탑수, 목욕장 욕조수, 건물 급수시설과 급탕시설이 주요 관리 대상이다[3,4]. 국내 신고는 2016년 이후 증가하였고 2025년에는 560명(잠정)이 신고되

어 높은 수준을 보였다[5,6]. 질병관리청은 다중이용시설 환경검사 계획과 「레지오넬라증 관리지침」을 통해 시설별 환경관리와 검사 후 조치를 제시하고 있다[6]. 경기도보건환경연구원에는 관할 공무원이 채취한 관원 검체와 시설 관리자와 이용자 등 의뢰자가 직접 채취한 민원 검체가 함께 접수된다. 두 경로는 채취 주체와 대상 선정이 다르므로, 검출률의 단순 비교보다는 검사 구성과 관리 수요를 기술하는 자료로 해석할 필요가 있다.

이 보고는 2023-2025년 접수된 환경수계 검체의 레지오넬라균 배양검사 결과를 분석하여 검체 유형별 검출률과 냉각탑수 양성 비중의 연도별 변화 및 의뢰 경로별 구성을 파악하고, 검출 가능성과 양성 부담을 함께 고려한 환경수계 관리의 우선순위를 제시하고자 하였다.

방 법**1. 대상 검체 및 자료원**

이 연구는 2023년 1월 1일부터 2025년 12월 31일까지 경기도보건환경연구원에 접수된 환경수계 검체의 레지오넬라균 시험검사 기록을 분석하였다. 연도는 접수일을 기준으로 배정하였다. 관원 검체는 관할 공무원이 채취한 예방 목적의 계획검사와 환자 발생에 따른 역학조사 검체로 구분하였다. 민원 검체는 시설 관리자와 이용자 등 의뢰자가 직접 채취하여 연구원에 제출한 자율의뢰 검체이다. 분석 단위는 시설이 아닌 개별 채수지점의 검체이며, 검출률은 접수된 검체 중 양성 비율을 의미한다.

2. 검사 방법

검체의 전처리와 농축, 배양은 검사 당시 적용한 질병관리청 「레지오넬라증 관리지침」 및 국립환경과학원 「환경 중 레지오넬라 표준분석법」에 따라 수행하였다[6,7]. 선택배지인 GVPC (glycine, vancomycin, polymyxin B, cycloheximide)

배지, BCYE (buffered charcoal yeast extract) 배지, L-cysteine 을 제외한 BCYE-Cys 배지에서 배양한 후 의심 집락을 확인하고 집락형성단위(colony-forming unit, CFU)를 산출하여 CFU/L로 제시하였다. 배양검사의 최소 검출한계는 200 CFU/L였다. 배양에서 확인된 의심 집락에 대한 균종 동정(16S ribosomal ribonucleic acid [16S rRNA] 및 macrophage infectivity potentiator [*mip*] 유전자 중합효소연쇄반응과 염기서열분석)은 전체 양성 집락에 일률적으로 적용하지 않고, 순환여과식 욕조수 검체와 역학조사관이 동정이 필요하다고 판단한 검체에 한하여 선택적으로 시행하였다.

3. 검출 정의 및 변수

검출(양성)은 선택배지 배양에서 레지오넬라균 집락이 확인된 경우로 정의하였고, 정량이 가능한 수계검체는 200 CFU/L 이상을 검출로 산출하였다. 검체 유형은 시험일지의 세부내역을 기준으로 냉각탑수, 온수, 욕조수, 냉수, 기타로 분류하였으며, 급수전과 샤워기 등 표면 도말검체는 기타에 포함하였다. 도말검체는 채수량이 없어 정량 환산이 불가하므로 정성 결과로 처리하였고, 이에 해당하는 양성 12건은 농도 분석에서 제외하였다. 농도는 정량값이 확인된 양성 검체 558건을 대상으로 1,000 CFU/L 미만, 1,000 CFU/L 이상-10,000 CFU/L 이하, 10,000 CFU/L 초과-100,000 CFU/L 미만, 100,000 CFU/L 이상으로 구분하였다. 구간 경계는 지침의 조치기준을 따라 정하였다. 2026년 지침은 냉각탑수와 급수시설 냉수와 온수에 서로 다른 단계별 조치를 제시하고, 목욕장 순환욕조수에는 1,000 CFU/L 수질기준이 적용되므로 농도구간은 검체 유형에 따라 해석하였다[6].

4. 통계 분석

검출률은 검출 검체 수를 검사 검체 수로 나누어 산출하였다. 검체 유형 간 차이는 Pearson 카이제곱검정으로 평가했고, 검체원 및 냉각탑수 검체원 비교의 2×2 표에는 Yates 연속성

보정을 적용하였다. 냉수를 기준으로 유형별 검출률비를 산출하였다. 전체 양성 중 냉각탑수가 차지하는 비중의 연도 추이는 Cochran-Armitage 경향검정으로 평가하였으며, 주요 검출률에는 Wilson 95% 신뢰구간을 제시하였다. 의뢰경로별 검정은 두 접수군의 검출률 분포를 비교하기 위해 시행했으며, 대상 선정과 채취 주체, 재검 방식이 다르므로 경로 자체의 효과나 채취 방식의 우열을 평가한 것으로 해석하지 않았다. 전체 양성 중 냉각탑수 비중은 연도별 검체 유형 구성의 영향을 받으므로 3년 합산 검체 유형 구성을 표준으로 한 직접표준화를 민감도분석으로 시행하고 관찰값과 함께 제시하였다. 직접표준화 비중은 각 연도의 검체 유형별 검출률을 3년 합산 검체 유형 구성에 적용하여 산출한 것으로 검체 구성이 매년 동일했다고 가정할 때 기대되는 냉각탑수 비중을 의미한다. 이를 통해 관찰된 비중 변화를 검체 유형 구성의 변화에 기인한 부분과 유형별 검출률의 변화에 기인한 부분으로 구분하고자 하였다. 직접표준화 비중의 95% 신뢰구간은 각 검체 유형 및 연도 층의 이항 재표집에 기반한 부트스트랩(bootstrap)으로 산출하였다. 분석은 Python 3.12 (Python Software Foundation)를 이용하였고 양측 $p < 0.05$ 를 통계적 유의수준으로 하였다.

결 과

1. 전체 및 연도별 검출 현황

분석 대상 9,172건(관원 검체 3,643건, 민원 검체 5,529건) 중 570건(6.21%, 95% 신뢰구간 5.74-6.73%)에서 레지오넬라균이 검출되었다. 연도별 검출률은 2023년 6.98% (193/2,764건), 2024년 4.22% (137/3,246건), 2025년 7.59% (240/3,162건)로 경향성은 보이지 않았다. 관원 검체와 민원 검체의 3년 합산 검출률은 각각 6.73%와 5.88%였고 통계적으로 유의한 차이는 없었다(표 1). 검사목적별로는 관원 역학조사 검체가 9.82% (120/1,222건)로 가장 높았고, 민원 검체 5.88% (325/5,529건), 관원 예방검체 5.16%

표 1. 경기도보건환경연구원 접수 검체의 연도 및 검체원별 레지오넬라균 검사 및 검출 현황, 2023-2025년

검체원	연도 ^{a)}	검사 건수	검출 건수	검출률(%) ^{b)}
관원 검체	2023	1,441	109	7.56
	2024	1,243	54	4.34
	2025	959	82	8.55
민원 검체	2023	1,323	84	6.35
	2024	2,003	83	4.14
	2025	2,203	158	7.17
전체	2023	2,764	193	6.98
	2024	3,246	137	4.22
	2025	3,162	240	7.59
	2023-2025	9,172	570	6.21

^{a)}접수일 기준으로 연도 배정, 접수일이 결측된 1건은 접수번호를 기준으로 배정. ^{b)}검출률=검출 건수/검사 건수×100.

표 2. 경기도보건환경연구원 접수 검체의 연도 및 검체 유형별 레지오넬라균 검출률, 2023-2025년

검체 유형	2023 ^{a)}	2024	2025	전체 검사	검출률(%)
욕조수	27/138 (19.57)	34/180 (18.89)	25/152 (16.45)	470	18.30
온수	79/588 (13.44)	32/501 (6.39)	55/416 (13.22)	1,505	11.03
냉각탑수	66/1,182 (5.58)	60/1,839 (3.26)	143/1,844 (7.75)	4,865	5.53
냉수	5/583 (0.86)	2/496 (0.40)	12/402 (2.99)	1,481	1.28
기타 ^{b)}	16/273 (5.86)	9/230 (3.91)	5/348 (1.44)	851	3.53

^{a)}각 연도 칸은 검출 건수/검사 건수(검출률)를 나타냄. ^{b)}기타에는 분수대수, 저수조수, 여과기수 등과 급수전 및 샤워기 표면 도말검체 포함.

(125/2,421건) 순이었다. 연도별 값은 검체 유형과 의뢰 경로의 구성 변화가 반영된 보정하지 않은 비율이므로 기술적으로 제시하였다.

2. 검체 유형별 검출 현황

검체 유형별 검출률은 욕조수 18.30% (86/470건, 95% 신뢰구간 15.06-22.05%), 온수 11.03% (166/1,505건, 95% 신뢰구간 9.54-12.72%), 냉각탑수 5.53% (269/4,865건, 95% 신뢰구간 4.92-6.21%), 기타 3.53% (30/851건), 냉수 1.28% (19/1,481건)로 유형 간 유의한 차이가 있었다 ($p<0.001$). 냉수 대비 검출률비는 욕조수 14.3배, 온수 8.6배, 냉각탑수 4.3배였다. 욕조수, 온수, 냉각탑수, 냉수의 순서는 3년간 같았으나, 기타의 순위는 연도별로 달랐다(표 2, 그림 1). 기타는 분수대수와 저수조수, 여과기수 등 성격이 다른 수계와 정량이 불가한 표면 도말검체가 함께 포함된 혼

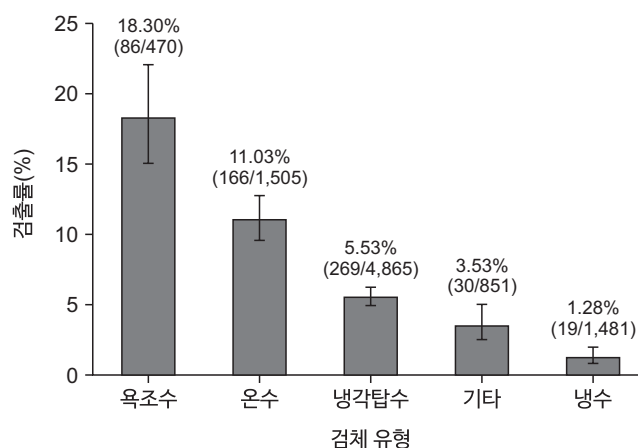


그림 1. 경기도보건환경연구원 접수 검체의 검체 유형별 레지오넬라균 검출률, 2023-2025년 합산
오차막대는 Wilson 95% 신뢰구간을 의미.

합 범주이다. 냉각탑수는 전체 검사량의 53.0%와 전체 양성률의 47.2%를 차지하였다. 전체 양성 중 냉각탑수 비중은 2023년 34.2%, 2024년 43.8%, 2025년 59.6%로 유의하게 증가

하였다(경향검정 $p<0.001$) (그림 2). 다만 냉각탑수가 전체 검사에서 차지하는 비중도 2023년 42.8%, 2024년 56.7%, 2025년 58.3%로 증가하였고 온수와 냉수의 검사 건수는 감소하였다. 3년 합산 검체 유형 구성으로 직접표준화한 냉각탑수 비중은 2023년 43.2%, 2024년 41.5%, 2025년 53.1%로 지속적으로 증가하지는 않았으나 2025년이 가장 높았다.

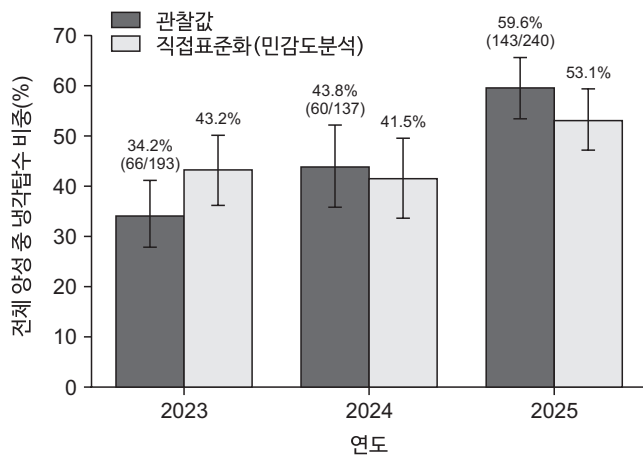
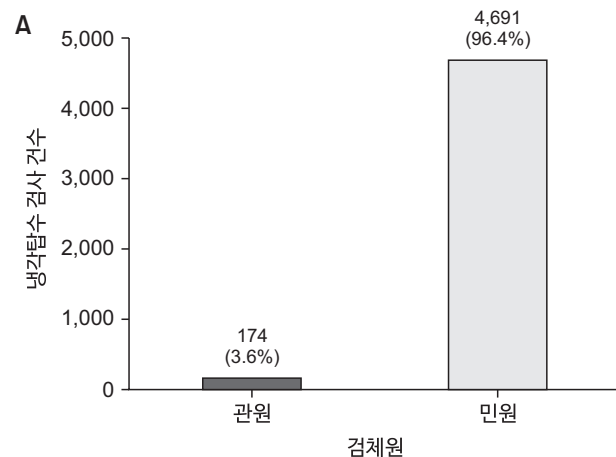


그림 2. 경기도보건환경연구원 접수 양성 검체 중 냉각탑수 비중의 연도별 관찰값과 직접표준화값, 2023-2025년
진한 막대는 관찰값(전체 양성 중 냉각탑수 비중이며, 막대 위에 비중과 냉각탑수 양성/전체 양성 건수를 표시)을, 옅은 색 막대는 3년 합산 검체 유형 구성으로 직접 표준화한 값을 나타냄. 오차막대는 95% 신뢰구간으로, 관찰값은 Wilson 방법으로, 직접표준화 값은 이항 재 표집에 기반한 부트스트랩(bootstrap)으로 산출.



관찰된 증가분의 약 3분의 2는 검체 구성 변화에, 약 3분의 1은 유형별 검출률 변화에 기인하였다. 냉각탑수 검체 내 검출률의 연도별 추이는 유의하였다(2023년 5.58%, 2024년 3.26%, 2025년 7.75%; 경향검정 $p=0.001$).

3. 냉각탑수 검사 구성

냉각탑수 4,865건 중 4,691건(96.4%)은 민원 검체였고 174건(3.6%)은 관원 검체였다. 냉각탑수 양성 269건 중 243건(90.3%)은 민원 검체였다. 관원 냉각탑수 검출률은 14.94% (26/174건, 95% 신뢰구간 10.41-20.99%), 민원 검체는 5.18% (243/4,691건, 95% 신뢰구간 4.58-5.85%)였고 차이는 유의하였다(그림 3).

4. 균종 및 정량 농도

양성 570건 중 염기서열분석으로 균종이 동정된 131건에서는 *Legionella pneumophila* 112건(85.5%), *Legionella qingyii* 6건(4.6%), *Legionella spiritensis* 4건(3.1%), *Legionella anisa* 및 *Legionella pneumophila* subsp. *pascullei* 각 3건(2.3%) 등이 확인되었다. *L. pneumophila* subsp. *pascullei*를 포함한 *L. pneumophila* 계열은 115건(87.8%)이었다. 정량 환산이 가능한 양성 558건(도말검체 12건 제외)의 중앙값은

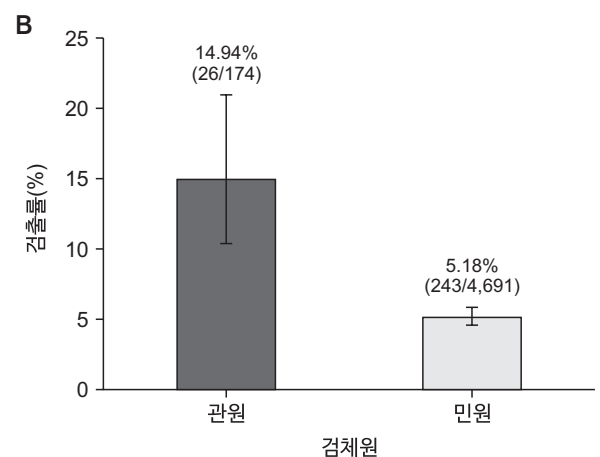


그림 3. 경기도보건환경연구원 접수 검체의 검체원별 냉각탑수 검사량과 검출률, 2023-2025년

(A) 냉각탑수 검사량, (B) 냉각탑수 검출률. 관원 검체 174건은 예방 173건과 역학조사 1건으로 구성. 오차막대는 Wilson 95% 신뢰구간을 의미.

표 3. 경기도보건환경연구원 접수 양성 검체의 동정 균종 및 정량 농도 분포, 2023-2025년

분류	건(%)
동정 균종(n=131) ^{a)}	
<i>Legionella pneumophila</i>	112 (85.5)
<i>Legionella qingyii</i>	6 (4.6)
<i>Legionella spiritensis</i>	4 (3.1)
<i>Legionella anisa</i>	3 (2.3)
<i>Legionella pneumophila</i> subsp. <i>pascullei</i>	3 (2.3)
기타 ^{b)}	3 (2.3)
정량 농도 구간(n=558) (CFU/L) ^{c)}	
1,000 미만	208 (37.3)
1,000 이상 10,000 이하 ^{d)}	217 (38.9)
10,000 초과 100,000 미만	117 (21.0)
100,000 이상	16 (2.9)

농도 구간은 기술적 분포로 수계 유형별 조치기준과 구분하여 해석해야 하며, 값은 건수(구성비, %). 반올림으로 인해 백분율의 합이 100%가 되지 않을 수 있음. CFU=colony-forming unit (집락형성단위). ^{a)}양성 검체 중 동정 결과가 기록된 131건을 기준. ^{b)}기타는 *Legionella bozemanii*, *Legionella erythra*, *Legionella micdadei* 각 1건. ^{c)}양성 570건 중 정량 환산이 불가능한 표면 도말검체 12건을 제외한 558건을 기준. ^{d)}농도 구간은 상호배타적.

1,800 CFU/L (범위 200-1,024,000 CFU/L)이었다. 350건 (62.7%)은 1,000 CFU/L 이상이었고, 10,000 CFU/L 초과 133건 중 냉각탑수는 74건(55.6%)이었다(표 3).

논 의

욕조수와 온수는 검출률이 가장 높았지만, 냉각탑수는 전체 검사량의 53.0%와 양성 47.2%를 차지했고 전체 양성 중 비중도 2023년 34.2%에서 2025년 59.6%로 증가하였다(검체 구성 표준화 시 43.2%에서 53.1%). 이 연구가 제시하는 핵심은 검체당 검출률과 전체 양성 부담이 서로 다른 관리 지표라는 점이다. 따라서 환경수계 관리의 우선순위를 단일 검출률 순위로 정하기보다, 검체당 검출 가능성과 양성 건수의 규모와 추이를 함께 평가해야 한다.

욕조수, 온수, 냉각탑수, 냉수의 검출률 순서는 3년간 일

관되었고, 이는 따뜻하고 정체된 수계와 생물막이 레지오넬라균 증식에 적합하다는 기존 지식과 부합한다[3,4]. 욕조수와 온수는 검사량이 상대적으로 적더라도 검출 가능성이 높으므로 수온과 소독, 순환 및 청소를 중심으로 한 예방적 수계관리 우선 대상이다. 다만 이 값은 접수 검체의 검출률이며 시설 수준의 오염률이나 감염위험을 직접 의미하지 않는다. 기타는 성격이 다른 수계와 정량이 불가한 표면 도말검체가 섞인 혼합 범주이므로 연도별 순위 변동을 단일 수계의 검출 특성으로 해석하지 않았다.

냉각탑수는 검출률 자체는 5.53%였지만 양성 건수와 고농도 양성에서 차지하는 비중이 컸고, 전체 양성 중 냉각탑수 비중이 3년간 유의하게 증가하였다. 이는 냉각탑수가 검출률 순위만으로는 드러나지 않는 감시 부담을 형성하고 있음을 보여준다. 또한 냉각탑수 검사의 96.4%와 양성 90.3%가 자율의뢰 민원 검체였으므로 현재 확인되는 냉각탑수 양성 부담은 민원 수요에 크게 의존한다. 관원 냉각탑수에서 높은 검출률이 관찰된 점은 공무원의 대상 선정에 고위험 시설이 포함되었을 가능성을 시사한다. 다만 관원 냉각탑수는 174건으로 검사 건수가 적어 검출률의 95% 신뢰구간이 10.41-20.99%로 넓었으므로, 두 경로 간 대상 선정 및 채취 주체의 차이를 고려하면 이 차이를 정량적으로 확정하기는 어렵다. 관원 계획검사는 검사 건수의 일률적 확대보다는 시설 유형과 에어로졸 노출 가능성, 과거 검출 이력 등 위험요인에 따라 민원 자율의뢰로 포착되지 않는 고위험 시설을 표적 선정하는 방향을 고려할 수 있다.

정량 환산이 가능한 양성 558건 중 350건(62.7%)이 1,000 CFU/L 이상이었고, 10,000 CFU/L 초과 133건 중 냉각탑수가 74건(55.6%)을 차지하였다. 이는 냉각탑수의 중요성이 검사량뿐 아니라 고농도 양성 부담에서도 확인됨을 보여준다. 다만 냉각탑수, 급수시설 냉수와 온수, 목욕장 욕조수에는 서로 다른 조치기준이 적용되므로[6], 농도는 수계 유형별 기준에 따라 해석해야 한다. 동정 결과가 기록된 131건에서는 *L. pneumophila* 계열이 87.8%를 차지하였다. 다만 균종 동정

은 순환여과식 욕조수와 역학조사 검체 등 일부에만 선택적으로 시행되었으므로, 확인된 균종 분포는 전체 양성 검체를 대표하지 않는다.

이 분석에는 다음과 같은 네 가지 제한점이 있다. 첫째, 단일 기관에 접수된 관원 검체와 자율의뢰 민원 검체를 분석했으므로 경기도 전체 시설의 오염률을 추정할 수 없다. 둘째, 관원 검체와 민원 검체는 대상 선정과 채취 주제, 재검 방식이 달라 의뢰경로별 검출률 차이를 인과적으로 해석할 수 없다. 셋째, 수온과 잔류염소, 배관 상태, 청소 이력 등 시설 관리변수를 분석하지 못해 검출 차이의 구체적 원인을 평가하지 못했다. 넷째, 전체 양성 중 냉각탑수 비중은 연도별 검체 구성의 영향을 받아 관찰된 증가의 상당 부분이 구성 변화로 설명된다(2023-2024년 상승은 표준화 후 소실되나, 2025년 비중은 표준화 후에도 가장 높았다). 따라서 이 비중은 연구원이 처리한 양성 부담의 구성을 기술하는 값이며, 냉각탑 시설의 오염 위험 증가를 직접 의미하지는 않는다.

결론적으로, 이 연구는 ‘어디에서 검출률이 높은가’와 ‘어디에서 양성 부담이 크게 축적되는가’가 동일하지 않음을 보여주었다. 욕조수와 온수는 예방적 수계관리의 우선 대상이고, 냉각탑수는 전체 양성의 가장 큰 비중을 차지하며 그 비중도 증가하고 있어 감시의 우선 대상이다. 따라서 환경수계 관리의 검체 유형별 검출률과 양성 건수의 규모와 추이를 함께 적용하는 이중 우선순위로 설계해야 하며 관원 계획검사는 민원 자율의뢰로 포착되지 않는 고위험 냉각탑을 보완하는 역할을 강화할 필요가 있다. 이러한 환경감시가 고위험 수계의 조기 확인과 선제적 조치로 이어질 때 레지오넬라증 환자 발생을 줄이는 데 기여할 수 있다.

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: SHK. Data curation: SHK, HJK, STK, HRS, YJH, IHK, JAJ, MGK. Formal analysis: SHK. Investigation: SHK, HJK, STK, HRS, YJH, IHK, JAJ, MGK. Methodology: SHK. Project administration: SHK, JAJ, MGK. Resources: SHK, HJK, STK, HRS, YJH, IHK. Software: SHK. Supervision: SHK, JAJ, MGK. Validation: SHK. Visualization: SHK. Writing – original draft: SHK, HJK, STK, HRS, YJH, IHK. Writing – review & editing: SHK, JAJ, MGK.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Legionellosis [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2026 Jul 24]. Available from: <https://kdca.go.kr/KDCAtemp/5004/sub-view.do>
2. Cunha BA, Burillo A, Bouza E. Legionnaires' disease. Lancet 2016;387:376-85.
3. Menzies D, Bourbeau J. Building-related illnesses. N Engl J Med 1997;337:1524-31.
4. Fields BS, Benson RF, Besser RE. Legionella and Legionnaires' disease: 25 years of investigation. Clin Microbiol Rev 2002;15:506-26.
5. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Infectious disease statistics: Legionellosis [Internet]. KDCA; 2026 [cited 2026 Jul 24]. Available from: <https://dportal.kdca.go.kr/pot/is/inftnsdsEDW.do>
6. KDCA. 2026 Guideline for the management of Legionellosis. KDCA; 2026.
7. National Institute of Environmental Research. Analysis method for *Legionella* in environment. Incheon: Ministry of Environment; 2013 Nov. NIER-GP2013-124.

Surveillance/Survey Report

Legionella Detection in Environmental Water Samples Submitted to the Gyeonggi-do Institute of Health and Environment, 2023–2025: Sample-type Differences and the Increasing Contribution of Cooling-tower Water to Positive Samples

Shin-Hye Kwak* , Hye-Jung Kwon , Sang-Tae Kim , Hye-Rim Song ,
Ye-Jin Hong , I-Hyeon Kim , Jin-A Jeong , Myung-Gil Kim 

Division of Infectious Disease Research, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment, Suwon, Korea

ABSTRACT

Objectives: *Legionella* spp. proliferate in artificial water systems, such as cooling towers and water supply and hot water systems of buildings, causing infection through the inhalation of contaminated aerosols. We analyzed the detection characteristics of *Legionella* spp. within environmental water samples submitted to the Gyeonggi-do Institute of Health and Environment, the Republic of Korea, to determine management priorities.

Methods: We analyzed 9,172 *Legionella* spp. testing records for environmental water samples received from January 2023 through December 2025, summarized by sample type, purpose, submission route, species, and concentration. Chi-square and Cochran-Armitage trend tests were used.

Results: *Legionella* spp. were detected in 570/9,172 samples (6.21%; 95% confidence interval, 5.74–6.73%). Detection differed significantly by sample type ($p < 0.001$)—bathtub water: 18.30%, hot water: 11.03%, cooling-tower water: 5.53%, other water: 3.53%, and cold water: 1.28%; the ranking excluding other water was consistent across 3 years. Cooling-tower water accounted for 47.2% of positives, increasing significantly from 34.2% in 2023 to 59.6% in 2025 (p for trend < 0.001); after standardization for sample-type composition, the increase was smaller (43.2% to 53.1%). Requester-collected submissions comprised 96.4% (4,691/4,865) of cooling-tower samples; detection rates were 14.94% (26/174) for officially-collected and 5.18% (243/4,691) for requester-collected samples. Cooling-tower water accounted for 55.6% of positives $> 10,000$ CFU/L.

Conclusions: Bathtub and hot water systems require preventive management given their high detection proportions, whereas cooling towers require surveillance priority given their large and increasing contribution to positives. Priorities should combine sample-type detection rates with the size and trend of positive counts. As cooling-tower testing relies largely on voluntary requests, risk-targeted official testing should complement it.

Key words: Legionellosis; *Legionella*; Environmental monitoring; Water supply; Water microbiology

*Corresponding author: Shin-Hye Kwak, Tel: +82-31-8008-9723, E-mail: shinhye9108@gg.go.kr

Key messages

① What is known previously?

Legionella spp. can proliferate in artificial water systems, including cooling towers and building water systems; temperature, disinfection, and cleaning are central to prevention.

② What new information is presented?

Detection ranked consistently as bathtub water, hot water, cooling-tower water, and cold water. Cooling towers accounted for 47.2% of positives, increasing from 34.2% in 2023 to 59.6% in 2025 (43.2% to 53.1% after standardization for sample-type composition); 96.4% of cooling-tower samples were voluntary submissions.

③ What are implications?

Priorities should combine detection probability and positive burden: preventive management for bathtub/hot water systems and surveillance priority for cooling towers, complemented by risk-targeted official testing.

Introduction

Legionellosis is an acute respiratory disease caused by *Legionella* species infection, and is a Group 3 notifiable infectious disease that must be reported within 24 hours in accordance with the Infectious Disease Control and Prevention Act [1]. *Legionella* exists in natural environments and artificial water systems, and human infection mainly occurs through the inhalation of aerosols generated from contaminated water [2-4]. Clinically, it manifests as a pneumonic form accompanied by fever, cough, and dyspnea, and a mild Pontiac fever that usually resolves spontaneously, with a high risk of progressing to severe disease in the elderly, individuals with chronic diseases, and immunocompromised individuals [2].

Legionella can proliferate in warm, stagnant water and bio-film-formed environments. Thus, cooling-tower water, bath water in public bath facilities, and building water supply facilities and hot water supply facilities are the main targets of management [3,4]. In the Republic of Korea, reported cases have increased since 2016, and 560 cases (provisional) were reported in 2025 [5,6]. The Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) presents environmental management for each facility and post-testing measures through environmental inspection plans for multi-use facilities and the 2026 Guideline for the Management of Legionellosis [6]. The Gyeonggi-do Institute of Health and Environment receives both official samples collected by public officials in charge and client-requested samples directly collected by requestors, such as facility managers and users. Since the two pathways differ in terms of the sampling entity and target selection, it is necessary to interpret them as data describing the testing composition and management demand rather than as a simple comparison of detection rates.

This report aimed to analyze the results of *Legionella* culture tests on environmental water samples received from 2023 to 2025 to determine the detection rate by sample type, yearly changes in the proportion of cooling-tower water among positive samples, and the composition by request pathway, and to suggest priorities for environmental water system management considering the likelihood of detection and the burden of positive results.

Methods

1. Target Samples and Data Sources

This study analyzed the testing and inspection records

of *Legionella* environmental water samples received by the Gyeonggi-do Institute of Health and Environment from January 1, 2023 to December 31, 2025. The year was assigned based on the receipt date. Official samples collected by public officials with jurisdiction were classified into samples collected for planned preventive inspections and epidemiological investigation samples collected following the occurrence of cases. Client-requested samples were voluntarily submitted samples directly collected and submitted to the institute by requesters, such as facility managers and users. The unit of analysis was the sample from each water collection point rather than the facility, and the detection rate referred to the proportion of positive results among the received samples.

2. Test Method

Pretreatment, concentration, and culture of samples were performed in accordance with the KDCA “2026 Guideline for the Management of Legionellosis” and the National Institute of Environmental Research (NIER) “Analysis method for *Legionella* in environment” applied at the time of testing [6,7]. After culturing on glycine, vancomycin, polymyxin B, cycloheximide (GVPC) selective agar, buffered charcoal yeast extract (BCYE) agar, and BCYE agar without L-cysteine (BCYE-Cys), suspected colonies were identified, and colony-forming units (CFUs) were calculated and presented in terms of CFU/L. The limit of detection of the culture test was 200 CFU/L. Species identification (16S ribosomal ribonucleic acid [16S rRNA] and macrophage infectivity potentiator [*mip*] gene polymerase chain reaction and sequencing) of suspected colonies confirmed in culture was not uniformly applied to all positive colonies, but was selectively performed only for recirculating filtered bath water samples and samples deemed by epidemiological investigators

to require identification.

3. Definition of Detection and Variables

Detection (positive) was defined when *Legionella* colonies were confirmed on selective media culture, and for water system samples where quantification was possible, a value of 200 CFU/L or more was considered positive detection. Based on the details of the test log, sample types were classified into cooling-tower water, hot water, bathtub water, cold water, and other. Surface swab samples from water taps and showerheads were included in other. Because swab samples do not have a collected water volume, quantitative conversion is not possible, so they were processed as qualitative results, and the corresponding 12 positives were excluded from the concentration analysis. For 558 positive samples with confirmed quantitative values, concentrations were categorized into <1,000, 1,000–10,000, >10,000–<100,000, and ≥100,000 CFU/L. The interval boundaries were determined in accordance with the action thresholds of the guidelines. The 2026 guidelines present different phased measures for cooling-tower water and cold and hot water in water supply facilities, and since a water quality standard of 1,000 CFU/L is applied to recirculating bath water in public baths, the concentration intervals were interpreted according to sample types [6].

4. Statistical Analysis

The detection rate was calculated by dividing the number of detected samples by the number of tested samples. Differences between sample types were evaluated using the Pearson chi-square test, and Yates’ continuity correction was applied to 2×2 tables for comparisons of sample sources and for comparisons of cooling-tower water sample sources. The detection rate ratio

by type was calculated using cold water as the reference. The yearly trend in the proportion of cooling-tower water among all positives was evaluated using the Cochran–Armitage trend test, and the Wilson 95% confidence interval (CI) was presented for key detection rates. Testing by request pathway was performed to compare the distribution of detection rates between the two receipt groups, and since target selection, the sampling entity, and the retesting method differed, it was not interpreted as an evaluation of the effect of the pathway itself or the superiority of the sampling method. Since the proportion of cooling-tower water among all positives is influenced by the annual sample type composition, direct standardization using the combined 3-year sample type composition as the standard was performed as a sensitivity analysis and presented alongside the observed values. The directly standardized proportion is calculated by applying the detection rate by sample type of each year to the 3-year combined sample type composition, representing the expected proportion of cooling-tower water assuming that the sample composition was identical every year. Through this approach, we aimed to separate the observed change in proportion into the portion attributable to changes in sample type

composition and the portion attributable to changes in type-specific detection rates. The 95% CIs of the directly standardized proportions were calculated using a bootstrap based on binomial resampling for each sample type and year stratum. Analysis was performed using Python 3.12 (Python Software Foundation), and a two-sided p-value of <0.05 was considered statistically significant.

Results

1. Overall and Annual Detection Status

Among the 9,172 analyzed samples (3,643 official samples and 5,529 client-requested samples), *Legionella* was detected in 570 samples (6.21%, 95% CI 5.74–6.73%). The annual detection rates were 6.98% (193 positive/2,764 samples) in 2023, 4.22% (137 positive/3,246 samples) in 2024, and 7.59% (240 positive/3,162 samples) in 2025, showing no apparent trend. The 3-year combined detection rates for official samples and client-requested samples were 6.73% and 5.88%, respectively, with no significant difference (Table 1). By purpose of testing, official epidemiological investigation

Table 1. Annual *Legionella* testing and detection by submission route, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment, 2023–2025

Submission route	Year ^{a)}	No. of samples tested	No. of positive samples	Detection rate (%) ^{b)}
Officially-collected	2023	1,441	109	7.56
	2024	1,243	54	4.34
	2025	959	82	8.55
Requester-collected	2023	1,323	84	6.35
	2024	2,003	83	4.14
	2025	2,203	158	7.17
Total	2023	2,764	193	6.98
	2024	3,246	137	4.22
	2025	3,162	240	7.59
	2023–2025	9,172	570	6.21

^{a)}Year was assigned by the date of receipt; one sample with a missing receipt date was assigned by its accession number. ^{b)}Detection rate=number of positive samples/number of tested samples×100.

Table 2. *Legionella* detection by sample type and year, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment, 2023–2025

Sample type	2023 ^{a)}	2024	2025	Total tested	Detection rate (%)
Bathtub water	27/138 (19.57)	34/180 (18.89)	25/152 (16.45)	470	18.30
Hot water	79/588 (13.44)	32/501 (6.39)	55/416 (13.22)	1,505	11.03
Cooling-tower water	66/1,182 (5.58)	60/1,839 (3.26)	143/1,844 (7.75)	4,865	5.53
Cold water	5/583 (0.86)	2/496 (0.40)	12/402 (2.99)	1,481	1.28
Other ^{b)}	16/273 (5.86)	9/230 (3.91)	5/348 (1.44)	851	3.53

^{a)}Each yearly cell shows the number of positive samples/number of tested samples (detection rate). ^{b)}Fountain water, storage tank water, and filter water as well as surface swab samples from faucets and showerheads.

samples showed the highest detection rate at 9.82% (120 positive/1,222 samples), followed by client-requested samples at 5.88% (325 positive/5,529 samples) and official preventive samples at 5.16% (125 positive/2,421 samples). The annual values were unadjusted proportions reflecting changes in the composition of sample types and request pathways and were thus presented descriptively.

2. Detection Status by Sample Type

The detection rate by sample type showed significant differences among types, with bathtub water at 18.30% (86 positive/470 samples, 95% CI 15.06–22.05%), hot water at 11.03% (166 positive/1,505 samples, 95% CI 9.54–12.72%), cooling-tower water at 5.53% (269 positive/4,865 samples, 95% CI 4.92–6.21%), other at 3.53% (30 positive/851 samples), and cold water at 1.28% (19 positive/1,481 samples) ($p < 0.001$). Compared to cold water, the detection rate ratio was 14.3-fold for bathtub water, 8.6-fold for hot water, and 4.3-fold for cooling-tower water. The order of bathtub water, hot water, cooling-tower water, and cold water remained the same for the 3 years, but the ranking of other varied by year (Table 2, Figure 1). The “Other” category is a mixed category that includes water systems with different characteristics, such as fountain water, storage-tank water, and filter water, along

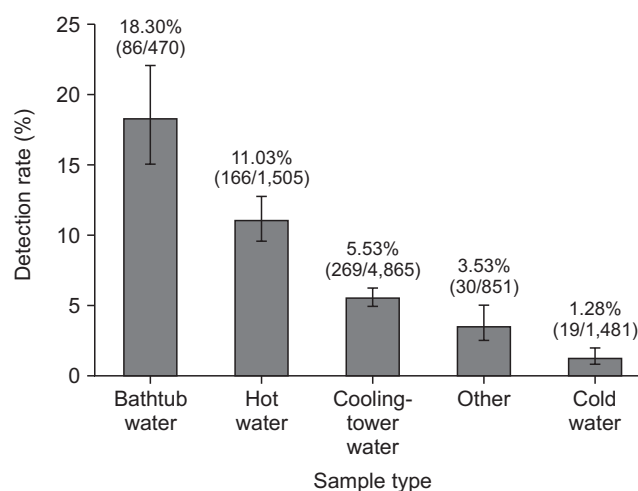


Figure 1. *Legionella* spp. detection rate by sample type in environmental water samples submitted to the Gyeonggi-do Institute of Health and Environment, 2023–2025 combined. Error bars indicate Wilson 95% confidence intervals.

with surface swab samples for which quantitation is not possible. Cooling-tower water accounted for 53.0% of all tests and 47.2% of all positives. The proportion of cooling-tower water among all positives significantly increased from 34.2% in 2023 to 43.8% in 2024 and 59.6% in 2025 (trend test $p < 0.001$) (Figure 2). However, the proportion of cooling-tower water out of the total tests also increased to 42.8% in 2023, 56.7% in 2024, and 58.3% in 2025, and the number of tests for hot water and cold water decreased. The proportion of cooling-tower water, directly standardized to the 3-year combined sample type composition, was 43.2% in 2023, 41.5% in 2024, and

53.1% in 2025; although it did not increase consistently, it was the highest in 2025. Approximately two-thirds of the observed increase was attributed to changes in sample composition, and

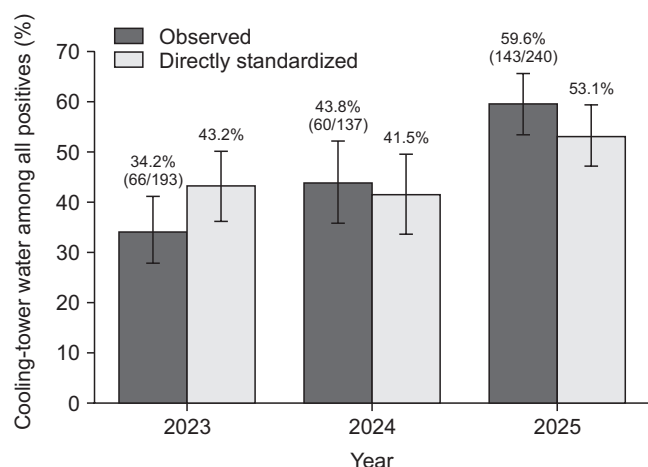


Figure 2. Observed and directly standardized proportions of cooling-tower water among *Legionella* spp.-positive samples by year, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment, 2023–2025

Dark bars indicate observed proportions—labels show the proportion and cooling-tower positives/total positives; light-colored bars indicate proportions directly standardized to the 3-year pooled sample-type composition. Error bars represent 95% confidence intervals, calculated by using the Wilson method for observed values and by a binomial-resampling bootstrap for standardized values.

approximately one-third was attributed to changes in type-specific detection rates. The annual trend of the detection rate in cooling-tower water samples was significant (5.58% in 2023, 3.26% in 2024, and 7.75% in 2025; trend test $p=0.001$).

3. Cooling-tower Water Testing Composition

Of the 4,865 cooling-tower water samples, 4,691 (96.4%) were client-requested samples and 174 (3.6%) were official samples. Of the 269 positive cooling-tower water samples, 243 (90.3%) were client-requested samples. The detection rate of official cooling-tower water was 14.94% (26 positives/174 samples, 95% CI 10.41–20.99%), and that of client-requested samples was 5.18% (243 positives/4,691 samples, 95% CI 4.58–5.85%), and the difference in the rates was significant (Figure 3).

4. Bacterial Species and Quantitative Concentration

Among the 570 positives, in 131 samples for which the species was identified by sequencing, *Legionella pneumophila*, *Legionella qingyii*, *Legionella spiritensis*, *Legionella anisa*,

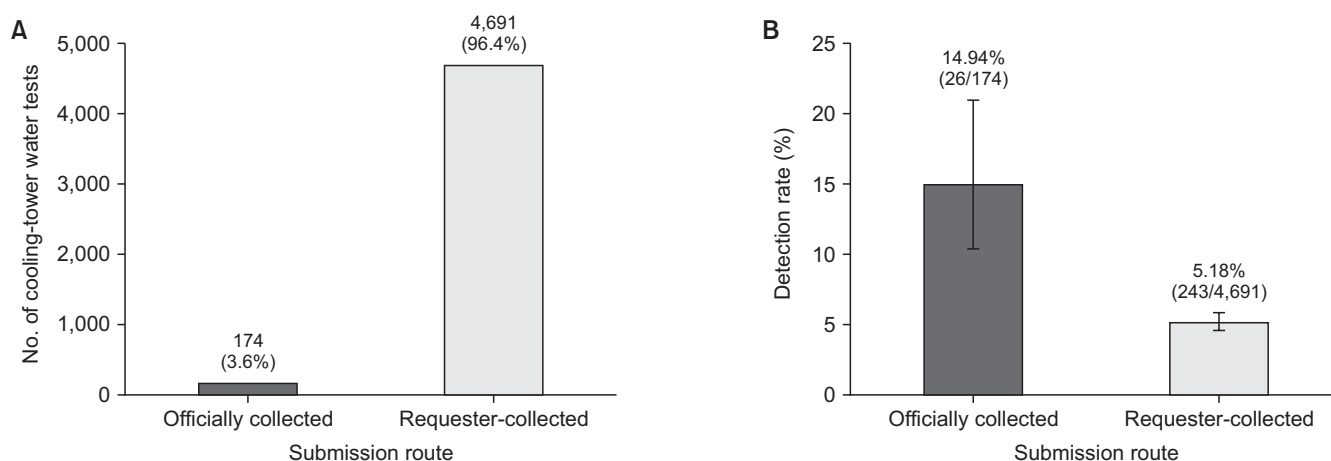


Figure 3. Cooling-tower water testing and detection by submission route, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment, 2023–2025

(A) No. of cooling-tower water tests, (B) cooling-tower water detection rate. Officially-collected samples included 173 preventive surveillance samples and 1 epidemiological investigation sample; error bars indicate Wilson 95% confidence intervals.

and *L. pneumophila* subsp. *pasculei* were identified in 112 (85.5%), 6 (4.6%), 4 (3.1%), 3 (2.3%), and 3 (2.3%) samples, respectively. The *L. pneumophila* group, including *L. pneumophila* subsp. *pasculei*, accounted for 115 samples (87.8%). The median of 558 positive samples (excluding 12 surface swab samples) for which quantitative conversion was possible was 1,800 CFU/L (range 200–1,024,000 CFU/L). The concentrations of 350 samples (62.7%) were 1,000 CFU/L or higher. Among the 133 samples with concentrations exceeding 10,000 CFU/L, cooling-tower water accounted for 74 samples (55.6%) (Table 3).

Table 3. Identified *Legionella* species and concentration distribution among positive samples, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment, 2023–2025

Category	n (%)
Identified species (n=131) ^{a)}	
<i>Legionella pneumophila</i>	112 (85.5)
<i>Legionella qingyii</i>	6 (4.6)
<i>Legionella spiritensis</i>	4 (3.1)
<i>Legionella anisa</i>	3 (2.3)
<i>Legionella pneumophila</i> subsp. <i>pasculei</i>	3 (2.3)
Others ^{b)}	3 (2.3)
Concentration category (n=558) (CFU/L) ^{c)}	
<1,000	208 (37.3)
1,000–10,000 ^{d)}	217 (38.9)
>10,000–<100,000	117 (21.0)
≥100,000	16 (2.9)

Concentration categories are descriptive and must be interpreted separately from thresholds applied to each water-system type. Values are the number of samples (%). Percentages may not sum to 100% due to rounding. CFU=colony-forming unit. ^{a)}Based on the 131 positive samples with sequencing results available. ^{b)}Others: *Legionella bozemanii*, *Legionella erythra*, and *Legionella micdadei* (1 each). ^{c)}Based on 558 positive samples, excluding 12 swab samples for which quantification was not possible. ^{d)}Concentration categories are mutually exclusive: the 1,000–10,000 CFU/L category includes 10,000 CFU/L.

Discussion

Although bathtub water and hot water had the highest detection rates, cooling-tower water accounted for 53.0% of all tests and 47.2% of positives, and its proportion among all positives also increased from 34.2% in 2023 to 59.6% in 2025 (from 43.2% to 53.1% when standardizing sample composition). The core point presented by this study is that the sample-level detection rate and overall burden of positive results represent distinct management indicators. Therefore, rather than prioritizing environmental water system management solely based on a single detection rate ranking, the sample-level likelihood of detection and the magnitude and trend of the number of positive samples must be evaluated together.

The ranking of detection rates for bathtub water, hot water, cooling-tower water, and cold water was consistent over the 3 years. This finding was consistent with the results of previous studies showing that warm, stagnant water systems and biofilms are suitable for the proliferation of *Legionella* [3,4]. Since bathtub water and hot water have a high likelihood of detection even when the testing volume is relatively low, they are priority targets for preventive water system management focusing on water temperature, disinfection, circulation, and cleaning. However, our findings reflected the detection rate of received samples and do not directly indicate the facility-level contamination rate or infection risk. Since “Other” is a mixed category comprising water systems with different characteristics and non-quantifiable surface swab samples, annual fluctuations in rankings were not interpreted as the detection characteristics of a single water system.

Although the detection rate for cooling-tower water was 5.53%, it accounted for a large proportion of positive samples

and high-concentration positives, and the proportion of cooling-tower water among all positives significantly increased over the 3 years. This finding indicates that cooling-tower water poses a surveillance burden that is not revealed by the detection rate ranking alone. In addition, since 96.4% of cooling-tower water tests and 90.3% of positives were voluntary client-requested samples, the currently identified burden of positive results for cooling-tower water heavily depends on client demand. The observation of a high detection rate in official cooling-tower water suggests the possibility that high-risk facilities were included in the target selection by public officials. However, as the number of tests for official cooling-tower water was small at 174, resulting in a wide 95% CI of 10.41–20.99% for the detection rate, it is difficult to quantitatively confirm this difference, along with the differences in target selection and sampling entities between the two routes. For official planned inspections, rather than a uniform expansion of the number of tests, consideration may be given to targeting high-risk facilities that are not captured through voluntary client requests, based on risk factors such as facility types, the likelihood of aerosol exposure, and past detection history.

Of the 558 positive samples for which quantitative conversion was possible, the concentrations of 350 samples (62.7%) were 1,000 CFU/L or higher, and cooling-tower water accounted for 74 (55.6%) of the 133 samples with concentrations exceeding 10,000 CFU/L. This finding shows that the importance of cooling-tower water is evident not only in the testing volume but also in the high-concentration burden of positive results. However, because different action thresholds apply to cooling-tower water, cold and hot water in water supply facilities, and bath water in public baths [6], the concentration must be interpreted according to the standards for each

water system type. Among the 131 samples with recorded identification results, the *L. pneumophila* group was detected in 87.8% of samples. However, since species identification was selectively performed only on a portion of samples, such as recirculating filtered bath water and epidemiological investigation samples, the identified species distribution does not represent all positive samples.

This analysis has four limitations. First, because official samples and voluntary client-requested samples received by a single institution were analyzed, the contamination rate of all facilities in Gyeonggi-do cannot be estimated. Second, official samples and client-requested samples differ in target selection, the sampling entity, and retesting methods, so differences in detection rates by request pathway cannot be causally interpreted. Third, because facility management variables, such as water temperature, residual chlorine, piping conditions, and cleaning history, could not be analyzed, the specific causes of the differences in detection could not be evaluated. Fourth, the proportion of cooling-tower water among all positives was affected by the annual sample composition. Therefore, a significant portion of the observed increase is explained by changes in composition (the increase in 2023–2024 disappeared after standardization, but the 2025 proportion was the highest even after standardization). Therefore, this proportion reflects the composition of the burden of positive results processed by the institute and does not directly imply an increased risk of contamination in cooling-tower facilities.

In conclusion, this study showed that “where the detection rate is high” and “where the burden of positive results accumulates substantially” are not the same. Bathtub water and hot water are priority targets for preventive water system management, and cooling-tower water accounts for the largest

proportion of overall positives; as its proportion is also increasing, it is a priority target for surveillance. Therefore, environmental water system management should be designed with dual priorities that simultaneously apply the detection rate by sample type and the magnitude and trend of the number of positive samples, and official planned inspections need to strengthen their role in supplementing high-risk cooling towers that are not captured through voluntary client requests. When such environmental surveillance leads to the early identification of and preemptive measures for high-risk environmental water systems, it can contribute to reducing the occurrence of legionellosis cases.

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: SHK. Data curation: SHK, HJK, STK, HRS, YJH, IHK, JAJ, MGK. Formal analysis: SHK. Investigation: SHK, HJK, STK,

HRS, YJH, IHK, JAJ, MGK. Methodology: SHK. Project administration: SHK, JAJ, MGK. Resources: SHK, HJK, STK, HRS, YJH, IHK. Software: SHK. Supervision: SHK, JAJ, MGK. Validation: SHK. Visualization: SHK. Writing – original draft: SHK, HJK, STK, HRS, YJH, IHK. Writing – review & editing: SHK, JAJ, MGK.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Legionellosis [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2026 Jul 24]. Available from: <https://kdca.go.kr/KDCAtemp/5004/subview.do>
2. Cunha BA, Burillo A, Bouza E. Legionnaires' disease. Lancet 2016;387:376-85.
3. Menzies D, Bourbeau J. Building-related illnesses. N Engl J Med 1997;337:1524-31.
4. Fields BS, Benson RF, Besser RE. Legionella and Legionnaires' disease: 25 years of investigation. Clin Microbiol Rev 2002;15:506-26.
5. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Infectious disease statistics: Legionellosis [Internet]. KDCA; 2026 [cited 2026 Jul 24]. Available from: <https://dportal.kdca.go.kr/pot/is/inftnsdsEDW.do>
6. KDCA. 2026 Guideline for the management of Legionellosis. KDCA; 2026.
7. National Institute of Environmental Research. Analysis method for *Legionella* in environment. Incheon: Ministry of Environment; 2013 Nov. NIER-GP2013-124.

빈혈 유병률 추이, 2015-2024년 – 국민건강영양조사

김보람 

질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과

빈혈 유병률(10세 이상, 연령표준화)은 2024년 7.4%로 2023년 대비 1.4%p 감소했고, 남자는 2.5%, 여자는 12.7%로 각각 0.8%p, 2.1%p 감소했다(그림 1). 빈혈 유병률은 모든 연령에서 여자가 남자보다 높았고, 남녀 모두 70대 이상에서 약 20% 수준으로 다른 연령에 비해 높았다(그림 2).

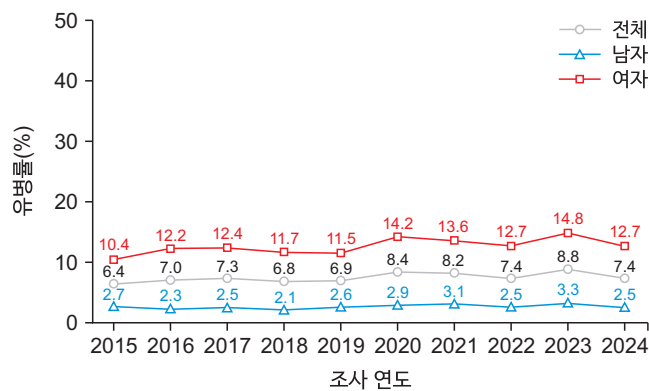


그림 1. 빈혈 유병률 추이, 2015-2024년

*빈혈 유병률: 현재 빈혈(헤모글로빈 기준[†])을 가지고 있는 분율, 10세 이상

**남자 30대의 경우 분율 0.1% 미만으로 비제시

[†]헤모글로빈(g/dL)이 10-11세 11.5 미만, 12-14세 12 미만, 15세 이상 비임신여성 12 미만, 임신여성 11 미만, 남성 13 미만

※그림 1에 제시된 통계치는 2005년 추세인구로 연령표준화

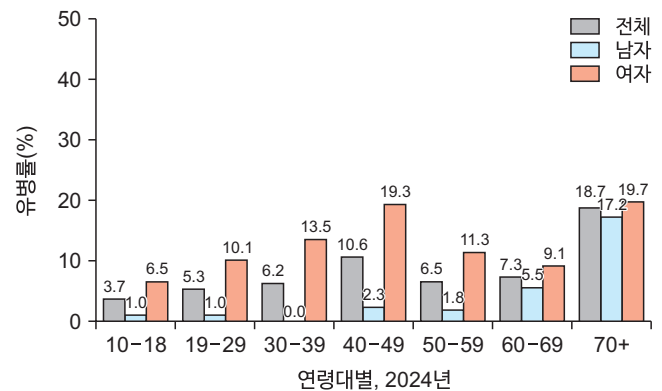


그림 2. 연령대별 빈혈 유병률, 2024년

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

담당 부서: 질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과

보충 자료: 온라인 이용 가능

QuickStats–Other

Trends in the Prevalence of Anemia, 2015–2024 – KNHANES

Boram Kim 

Division of Health and Nutrition Survey and Analysis, Department of Chronic Disease Prevention and Control, Korea Disease Control and Prevention Agency

The prevalence of anemia (among individuals aged ≥ 10 years, age-standardized) was 7.4% in 2024, a decrease of 1.4%p from 2023. The prevalence was 2.5% among males and 12.7% among females, representing decreased of 0.8%p and 2.1%p, respectively (Figure 1). The prevalence of anemia was higher among females than males across all age groups and was approximately 20% among both males and females aged 70 years and older, which was higher than that in other age groups (Figure 2).

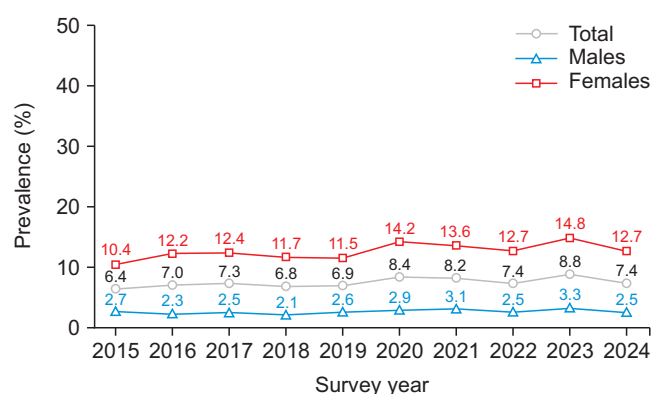


Figure 1. Trends in the prevalence of anemia, 2015–2024

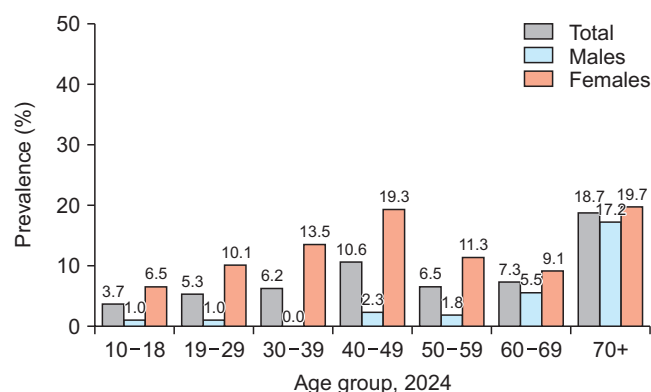


Figure 2. Prevalence of anemia by age group, 2024

*Prevalence of anemia: proportion of people who currently have anemia (based on hemoglobin level[†]), among those aged ≥ 10 years.

**The prevalence among males in their 30s was not presented because it was less than 0.1%.

[†]Hemoglobin level of <11.5 g/dL in 10–11 years, <12.0 g/dL in 12–14 years, <12.0 g/dL in non-pregnant women aged ≥ 15 years, <11.0 g/dL in pregnant women, and <13.0 g/dL in men.

※Age-standardized prevalence was calculated using the 2005 population projections for the Republic of Korea.

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

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

Supplementary data: available online