



주간 건강과 질병

PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 17, No. 24, June 20, 2024

Content

조사/감시 보고

- 1021 2023년 국내 일본뇌염 매개모기 발생 감시 현황
- 1034 제2기(2020-2022년) 국가 항균제 내성균 조사 (Kor-GLASS) 운영 결과
- 1055 우리나라의 근감소증 유병률 현황

질병 통계

- 1068 음료류 섭취량 추이, 2013-2022년

Supplements

- 주요 감염병 통계



KDCA

Korea Disease Control and
Prevention Agency

Aims and Scope

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

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

About the Journal

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

Submission and Subscription Information

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

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

발행일: 2024년 6월 20일

발행인: 지영미

발행처: 질병관리청

편집사무국: 질병관리청 질병감시전략담당관
(28159) 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 187 오송보건의료행정타운
전화. +82-43-719-7557, 7552, 7562, 팩스. +82-43-719-7569

이메일. phwrcdc@korea.kr

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

편집위원장

최보울

한양대학교 의과대학

부편집위원장

류소연

조선대학교 의과대학

염준섭

연세대학교 의과대학

박지혁

동국대학교 의과대학

유석현

가톨릭대학교 의과대학

손현진

동아대학교 의과대학

하미나

단국대학교 의과대학

편집위원

고현선

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원

곽진

전북대학교 의과대학

권동혁

질병관리청

김동현

한림대학교 의과대학

김수영

한림대학교 의과대학

김원호

질병관리청 국립보건연구원

김윤희

인하대학교 의과대학

김은진

질병관리청

김중곤

서울의료원

김호

서울대학교 보건대학원

박영준

질병관리청

송경준

서울대학교병원운영 서울특별시보라매병원

신다연

인하대학교 자연과학대학

안정훈

이화여자대학교 신산업융합대학

엄중식

가천대학교 의과대학

오경원

질병관리청

오주환

서울대학교 의과대학

유영

고려대학교 의과대학

유효순

질병관리청

이경주

국립재활원

이선희

부산대학교 의과대학

이윤환

아주대학교 의과대학

이재갑

한림대학교 의과대학

이혁민

연세대학교 의과대학

전경만

삼성서울병원

정은옥

건국대학교 이과대학

정재훈

가천대학교 의과대학

최선화

국가수리과학연구소

최원석

고려대학교 의과대학

최은화

서울대학교어린이병원

허미나

건국대학교 의과대학

사무국

박희빈

질병관리청

이은영

질병관리청

이희재

질병관리청

원고편집인

하현주

(주)메드랑



2023년 국내 일본뇌염 매개모기 발생 감시 현황

노병언, 신소은, 김현우, 주정원, 이희일*

질병관리청 진단분석국 매개체분석과

초 록

질병관리청 매개체분석과에서는 2023년 3월 말부터 10월까지 일본뇌염(Japanese encephalitis) 매개체로 알려진 작은빨간집모기의 발생 및 밀도변화 감시사업을 전국 9개 시·도, 11개 지점에서 각 지역 보건환경연구원과 함께 수행하였다. 매개모기 출현 시기가 빨라짐을 고려하여 일부 남부지역은 3월(13주차)부터 감시를 수행하였다. 일본뇌염 매개모기 감시사업을 통해 채집된 전체모기는 총 17종 221,311마리가 채집되었고, 그중 작은빨간집모기는 43,251마리 채집되어 전년(40,679마리) 대비 6.3% 증가하였다. 작은빨간집모기는 부산광역시에서 가장 빠르게 채집되었으며, 7월부터 9월까지 높은 밀도를 보이며 10월까지 채집되었다. 주로 남부지역의 밀도가 북부지역보다 높았으며, 작은빨간집모기의 최초 출현이 북쪽 지역으로 갈수록 늦어지는 지역적 차이를 확인하였다. 2023년 일본뇌염 주의보는 3월 22일 매개모기가 부산광역시와 제주특별자치도에서 채집됨에 따라 3월 23일 발령되었고, 경보는 매개모기 밀도가 50% 이상(91.4%) 확인된 7월 26일 발령되었다. 기후변화에 따른 매개체의 발생 시기가 앞당겨지고, 발생 양상도 변화되고 있어 지속적인 감시 조사가 필요하다.

주요 검색어: 일본뇌염; 작은빨간집모기

서 론

일본뇌염(Japanese encephalitis)은 모기에 의해 전파되는 인수공통감염병이며 인간에게도 영향을 미친다[1]. 일본뇌염 바이러스는 플라비바이러스(*Flavivirus*)에 속하며 뎅기열, 활열, 웨스트나일바이러스와 유사하다. 일본뇌염은 대부분 아시아 국가에서 발생하며, 바이러스의 주요 유전자형은 지리적으로 분포가 다르지만 발병 시 증상은 유사하다. 바이러스에 감염되면 대부분 발열 및 두통 등 가벼운 증상에 그치지만 드물

게 오한, 근육통, 정신 혼란증상이 나타난다. 소아에서는 위장 통증과 구토가 주요 초기 증상이며 경련도 흔하게 나타난다. 약 30억 명이 일본뇌염 바이러스 감염의 위험에 노출되어 있다고 생각되며, 매년 약 2만 명의 환자와 6,000여 명의 사망 건이 보고되고 있다. 치사율은 5-30%의 범위이지만, 생존 환자의 약 30-50%는 다양한 신경계 합병증을 가지고, 완전히 회복하는 것은 환자의 3분의 1이다[2,3].

일본뇌염을 매개하는 주요 모기종으로는 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)가 알려져 있으며 작은빨간집모기

Received April 15, 2024 Revised May 7, 2024 Accepted May 8, 2024

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

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



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



KDCA

Korea Disease Control and Prevention Agency

핵심요약

① 이전에 알려진 내용은?

일본뇌염은 플라비바이러스(Flavivirus)속 바이러스에 감염된 모기가 사람을 흡혈하는 과정에서 인체에 감염되는 급성 바이러스성 전염병이다. 일본뇌염을 매개하는 주요종은 작은빨간집모기이며, *Armigeres*, *Culex* 및 *Mansonia* 속의 30개 이상의 모기종에서 분리되었지만 이들 중 얼마나 많은 모기가 유능한 매개체인지는 불분명하다

② 새로이 알게 된 내용은?

2023년 전체모기는 총 17종 221,311마리 채집되었고, 작은빨간집모기는 43,251마리 채집하였다. 부산광역시과 제주특별자치도에서 첫 번째로 작은빨간집모기를 확인함에 따라 3월 23일 전국에 주의보를 발령하였고, 7월 26일에 작은빨간집모기가 전체모기의 50% 이상 채집되어 일본뇌염 경보를 발령하였다.

③ 시사점은?

기후 온난화로 인해 일본뇌염 매개모기의 최초 발생 시기가 점점 빨라지고 있으며, 일본뇌염 매개모기의 발생 시기 및 추세를 신속하게 파악하기 위해서는 기온과 강수량뿐만 아니라 강수일수 등의 환경요인이 매개모기 발생에 미치는 영향에 대한 지속적인 감시와 분석이 필요하다.

는 한국, 중국, 일본, 인도네시아, 필리핀 등 동남아시아에 주로 분포한다. 또한 일본뇌염바이러스는 *Aedes*, *Anopheles*, *Armigeres*, *Culex* 및 *Mansonia* 속의 30개 이상의 모기종에서 분리되었지만 이들 중 얼마나 많은 모기가 유능한 매개체인지는 불분명하다[4].

질병관리청 매개체분석과에서는 일본뇌염 매개모기 밀도 조사를 통하여 매개모기의 발생 시기 및 추세를 신속하게 파악하여 매개모기인 작은빨간집모기가 최초로 채집될 시 일본뇌염 주의보를 발령한다. 주 2회 채집된 모기의 1일 평균 개체수 중 작은빨간집모기가 500마리 이상이면 전체모기 밀도의 50% 이상일 때 또는 채집된 모기로부터 일본뇌염 바이러스가 분리되거나 검출된 경우, 그리고 일본뇌염 환자가 발생했을 때 일본뇌염 경보를 발령한다. 주의보와 경보 발령 기

준 충족 시 대국민 홍보와 함께 감시자료를 누리집을 통해 공유하고 있다. 효과적인 일본뇌염 방역대책을 수립하여 국민 보건 향상에 기여하고자 1975년부터 본 사업을 수행하고 있다. 본 글에서는 2023년 일본뇌염 감시사업의 결과를 분석하여 모개매개감염병 예방 및 관리를 위한 기초자료를 제공하고 자 한다.

방 법

1. 모기 채집

일본뇌염 매개모기 감시사업은 9개 시·도(부산광역시, 강원도, 충청북도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도, 제주도) 보건환경연구원의 업무협조를 통해 수행하였다. 2023년 3월 27일(13주)부터 11월 3일(44주)까지 모기 채집을 진행하였다. 11개의 채집지점(우사)에서 2018년부터 2023년까지 동일하게 유문등을 설치하여 주 2일 채집하였고 모기지수(trap index, 채집 개체수/채집기수/일, TI)를 산출하였다.

2. 결과분석

질병보건통합관리시스템의 매개체 통합감시 시스템(VectorNet)에 업로드한 주차별 분류·동정 채집결과와 지역별 기상자료를 비교 분석하였다. 본 사업에서 활용한 기상 자료는 기상청 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do>)의 기후 데이터를 활용하였다. 모기 분포도는 모기지수를 바탕으로 ArcGIS 9.0 (Environmental Research System Institute) 프로그램을 사용하여 interpolation 분석 방법 중 Inverse Distance Weighted, Spatial Analyst Tool을 이용하여 작성하였다.

3. 감시결과 공유

작은빨간집모기 밀도 조사 결과는 채집 후 다음 주에 매

주(15-45주) 업데이트되어 질병관리청 누리집(<https://www.kdca.go.kr>)의 간행물·통계 → (통계)감염병발생정보 → 주간 건강과질병 → 주요감염병통계에 주별로 제공하였다.

결 과

1. 모기 채집

2023년 9개 보건환경연구원(11개 채집지점)에서 채집된 전체모기는 총 17종 221,311마리였고, 전체모기의 모기 지수는 314.3마리였다. 채집된 모기의 우점종은 금빛숲모기가 45.3% (100,242마리)였으며, 중국얼룩날개모기 27.9% (61,705마리), 작은빨간집모기 19.5% (43,251마리) 순으로 확인되었다(표 1). 일본뇌염 주요 매개모기인 작은빨간집모기의 모기지수는 61.4로 나타났다(그림 1). 2019-2023년의 전체 모기 채집 경향은 2020년에 감소하였다가 2021년에 증가하고 작년부터 감소하여 올해는 전년과 비슷한 개체수가 채집되었다. 작은빨간집모기는 전체모기 발생 경향과 반대로

2021년에 감소하였고 작년에 다시 증가하여 올해는 작년과 비슷한 발생을 보였다.

2. 월별/주차별 모기 밀도

채집 결과를 바탕으로 모기의 월별 발생 분포도를 작성한 결과 5월부터 9월까지 높은 밀도를 나타냈다(그림 2). 3종(금빛숲모기, 얼룩날개모기류, 작은빨간집모기)의 모기가 전체

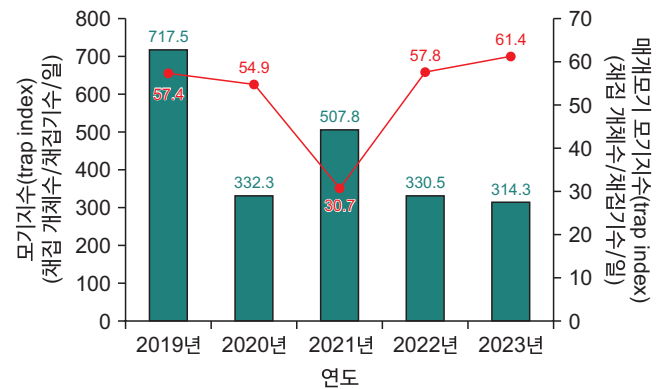


그림 1. 전체모기와 매개모기 발생 경향(2019-2023년)

표 1. 2023년 모기 종별 채집 개체수

속	국명	학명	개체수(%)
숲모기속	금빛숲모기	<i>Aedes vexans</i>	100,242 (45.3)
	한국숲모기	<i>Ochlerotatus koreicus</i>	2,944 (1.3)
	토고숲모기	<i>Ochlerotatus togoi</i>	595 (0.3)
	흰어깨숲모기	<i>Ochlerotatus nipponicus</i>	211 (0.1)
	흰줄숲모기	<i>Aedes albopictus</i>	206 (0.1)
	하토리숲모기	<i>Ochlerotatus hatorii</i>	72 (<0.1)
	등줄숲모기	<i>Ochlerotatus dorsalis</i>	3 (<0.1)
	흰뒷등숲모기	<i>Aedes alboscuteellatus</i>	9 (<0.1)
	금빛어깨숲모기	<i>Aedes lineatopennis</i>	7 (<0.1)
	얼룩날개모기속	중국얼룩날개모기	<i>Anopheles spp.</i>
집모기속	작은빨간집모기	<i>Culex tritaeniorhynchus</i>	43,251 (19.5)
	빨간집모기	<i>Culex pipiens</i>	7,113 (3.2)
	동양집모기	<i>Culex orientalis</i>	2,711 (1.2)
	반점날개집모기	<i>Culex bitaeniorhynchus</i>	90 (<0.1)
들모기속	큰검정들모기	<i>Armigeres subalbatus</i>	1,910 (0.9)
늪모기속	반점날개늪모기	<i>Mansonia uniformis</i>	240 (0.1)
	노랑늪모기	<i>Coquillettidia ochracea</i>	2 (<0.1)
전체			221,311 (100.0)

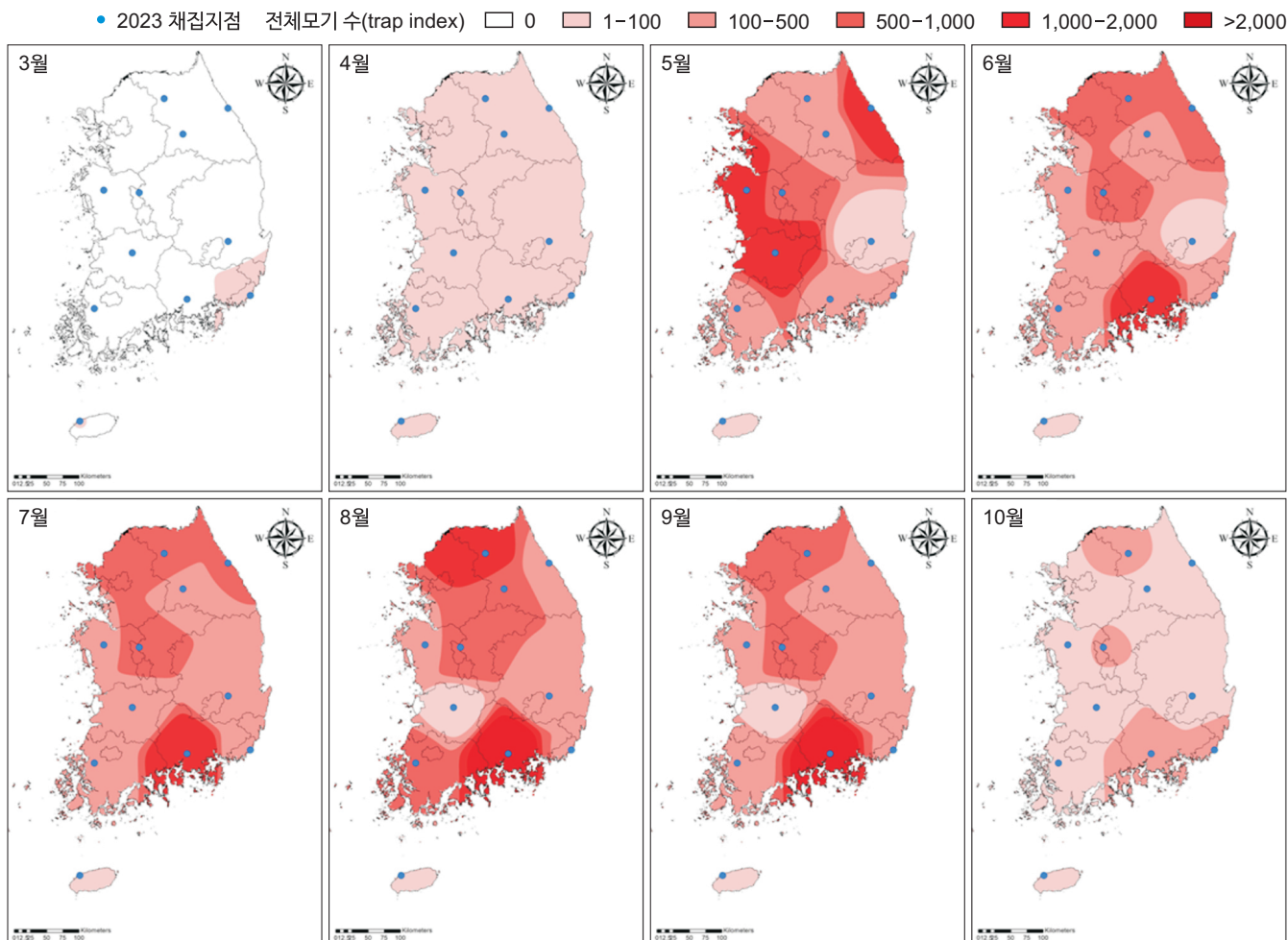


그림 2. 2023년 전체모기의 월별 발생 분포도

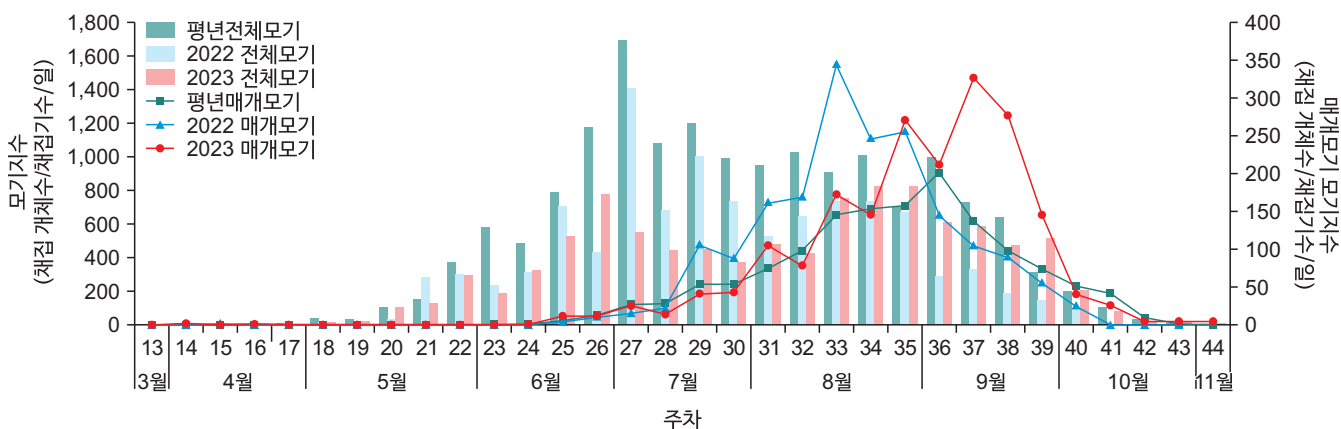


그림 3. 2023년 주차별 전체모기 및 매개모기 발생양상

모기의 92.8%를 차지하였으며, 모기 종류에 따라서 주요발생 시기는 차이가 있었다. 5월 중순부터 금빛숲모기가, 6월 중순부터는 얼룩날개모기류 그리고 8월부터 작은빨간집모기가 밀

도가 증가하였으며, 3종 모두 비교적 높은 밀도를 보였던 8월이 가장 높은 밀도를 보였다.

주차별로 비교해 보았을 때 평년과 작년에 가장 높은 밀도

표 2. 작은빨간집모기의 지역별 첫 출현 시기(2021-2023년)

채집 지역	첫 출현 시기		
	2021년	2022년	2023년
강원도	35주	29주	28주
충청북도	30주	30주	28주
충청남도	34주	32주	30주
전라북도	23주	30주	29주
전라남도	23주	26주	28주
경상북도	32주	27주	27주
경상남도	25주	17주	16주
부산광역시	14주	15주	13주
제주특별자치도	14주	16주	14주

를 보였던 7월 1주의 모기 지수가 현저히 낮았다(그림 3). 일본뇌염 매개모기인 작은빨간집모기의 최초 발생을 지역별/주차별로 확인해 보면 부산광역시(13주), 제주특별자치도(14주), 경상남도(16주), 경상북도(27주), 강원도·충청북도·전라남도(28주), 전라북도(29주), 충청남도(30주) 순으로 출현하였으며(표 2), 북쪽 지역으로 갈수록 출현 시기가 늦어지는 지역적 차이를 확인하였다(그림 2).

3. 일본뇌염 주의보/경보 발령

2023년도 일본뇌염 주의보와 경보는 질병관리청 매개체 분석과에서 운영 중인 매개체 감시사업 중 「권역별 기후변화 매개체 감시 거점센터」의 감시지점인 부산광역시와 제주특별자치도에서 2023년 3월 22일 첫 번째로 작은빨간집모기를 확인함에 따라 3월 23일 전국에 일본뇌염 주의보를 발령하였다. 일본뇌염 경보는 부산광역시에서 채집된 작은빨간집모기가 전체모기의 91.4% (1,056/1,155마리)로 확인되어 2023년 7월 26일 전국에 일본뇌염 경보를 발령하였다.

논 의

2023년 9개 보건환경연구원(11개 채집지점)에서 채집한 전체모기는 2022년 대비 4.9% 감소하였고, 매개모기 또한

6.4% 감소하였다. 2023년에는 총 10개의 태풍이 발생하였는데(평년 11개), 그중 제6호 태풍 ‘카눈’이 우리나라에 영향(평년 여름철 2.5개 영향)을 주어 8월 9-10일에 강한 바람과 함께 많은 비가 내렸던 것(기상청 여름철 기후특성 보도자료)이 여름철 모기 증가시기인 32주의 전체모기와 매개모기 급감의 원인이라고 판단된다. 2023년 27주차(평년과 2022년 가장 높은 모기 밀도를 보인 시기)에는 전주와 2주 전의 평균 온도가 각각 2.3℃, 2.7℃ 낮았던 점이 낮은 밀도를 보인 이유로 보여지며, 일일 강수량이 75 mm 이상(폭우)이거나, 15일 동안 총 강수량이 150 mm 이상일 때 모기 알과 유충의 유실이 많다고 알려져 있는데[5], 여름철(6-8월) 월평균 강수일수는 13.3일, 월평균 강수량은 296.1 mm로 평년에 비해 높은 강수량과 강수일수가 40.0일로 전년(39.1일), 평년(35.1일)에 비해 많았던 점이 모기 발생이 감소한 것으로 추측된다. 이와 반대로 기상청 자료에 의하면 9월에는 평년(1993-2023)보다 2.1℃ 높은 22.6℃로 1973년 이후 가장 높은 온도를 보였던 점과 9월 중-하순 북태평양고기압 가장자리를 따라 따뜻한 남서풍이 불어 기온이 높았던 것이 여름철 높은 강수량으로 산란과 유충발달이 어려운 조건을 지나 가을철에 높은 밀도를 나타나게 된 원인으로 생각된다.

기후변화에 의한 아열대화, 서식환경의 변화 등에 일본뇌염 주의보 및 경보 발령 시기는 1975년에 비해 약 3개월(주의보), 약 1개월(경보) 차이로 앞당겨 지고 있으며, 특히 주의보 발령 시기는 기후온난화에 인해 변온동물인 곤충의 활동시기를 앞당기고 있다는 것을 대변한다고 생각된다[6]. 따라서 기후변화에 따른 다양한 환경/생태적 변화에 일본뇌염 매개모기의 발생 시기와 추세를 신속히 파악할 수 있도록 감시범위를 확대하고 지속적으로 균일한 감시가 이루어져야 할 것으로 보인다.

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: BEN, HWK, JWJ, HIL. Data curation: BEN, SES, HWK. Formal analysis: BEN, HWK. Writing – original draft: BEN. Writing – review & editing: BEN, HWK, JWJ, HIL.

References

1. Endy TP, Nisalak A. Japanese encephalitis virus: ecology and epidemiology. *Curr Top Microbiol Immunol* 2002;267:11-48.
2. Zheng Y, Li M, Wang H, Liang G. Japanese encephalitis and Japanese encephalitis virus in mainland China. *Rev Med Virol* 2012;22:301-22.
3. World Health Organization (WHO). Japanese encephalitis [Internet]. WHO; 2024 [cited 2024 Mar 22]. Available from: <https://www.who.int/teams/health-product-policy-and-standards/standards-and-specifications/vaccine-standardization/japanese-encephalitis>
4. Pearce JC, Learoyd TP, Langendorf BJ, Logan JG. Japanese encephalitis: the vectors, ecology and potential for expansion. *J Travel Med* 2018;25(suppl_1):S16-26.
5. Noh BE. Seasonal prevalence of mosquitoes collected with black light traps in Gyeongsangnam-do Province, Republic of Korea [master's thesis]. Busan: Kosin University; 2016.
6. Tong Y, Jiang H, Xu N, et al. Global distribution of *Culex tritaeniorhynchus* and impact factors. *Int J Environ Res Public Health* 2023;20:4701.

Surveillance of Japanese Encephalitis Vector Mosquito *Culex tritaeniorhynchus* in the Republic of Korea, 2023

Byung-Eon Noh, Soeun Shin, Hyunwoo Kim, Jung-Won Ju, Hee-Il Lee*

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

ABSTRACT

The Division of Vectors and Parasitic Diseases of the Korea Disease Control and Prevention Agency conducted a surveillance project at 11 locations from late March to October 2023 to monitor the abundance of *Culex tritaeniorhynchus*, a vector of Japanese encephalitis (JE). Considering the period of appearance, the southern region was monitored from March (13th week). A total of 221,311 females, comprising seven genera and 17 species, were collected. Of these, 43,251 *C. tritaeniorhynchus* were collected, representing an increase of 6.3% from the previous year (40,679). Higher densities were recorded from July to September, with higher numbers collected in the southern region than in the northern region. *C. tritaeniorhynchus* was first collected on March 22, 2023, from Busan Metropolitan City and Jeju Province, which led to a warning of precautions against JE. On July 26, 2023, an alert was issued because more than 50% of the mosquitoes collected in Busan Metropolitan City were *C. tritaeniorhynchus* (91.4%). Due to climate change, the period for the occurrence of mosquitos has quickened, and the pattern of mosquito prevalence is also changing; therefore, continuous monitoring is necessary.

Key words: Japanese encephalitis; *Culex tritaeniorhynchus*

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

Introduction

Japanese encephalitis (JE) is a zoonotic disease transmitted by mosquitoes [1]. This disease is caused by the JE virus, which belongs to the *Flavivirus* group that also includes the dengue virus, yellow fever virus, and West Nile virus. Although the main genotypes of the virus are geographically distributed, JE occurs primarily in Asian countries, and the initial symptoms are similar regardless of the genotype. On infection, most people experience mild symptoms, such as fever and headache;

however, in rare cases, symptoms such as chills, muscle pain, and mental confusion can occur. In children, gastrointestinal pain and vomiting are the main early symptoms; convulsions are also common. Approximately 3 billion people are at a risk of infection with the JE virus, with approximately 20,000 new cases and 6,000 deaths reported each year globally. While the fatality rate ranges from 5% to 30%, approximately 30–50% of survivors experience various lifelong neurological complications, and only one-third of the patients fully recover [2,3].

Culex tritaeniorhynchus is the main mosquito species that

Key messages

① What is known previously?

Japanese encephalitis (JE) is an acute viral infectious disease that is transmitted to humans through the bite of mosquitoes infected with the *Flavivirus*, during the process of bloodsucking. The JE virus has been isolated from over 30 mosquito species from the genera *Aedes*, *Anopheles*, *Armigeres*, *Culex*, and *Mansonia*, although how many of these are competent vectors is unclear.

② What new information is presented?

In 2023, a total of 221,311 mosquitoes from 17 species were collected. A warning against JE was issued on March 23, and thereafter, a nationwide alarm was issued on July 26.

③ What are implications?

Distribution of vectors will change alongside changes in the climate and environment, thus continued predictive monitoring of JE is essential so that trends in the timing of appearance can be detected.

transmits JE virus and is primarily distributed in East and Southeast Asian countries, including the Republic of Korea (ROK), China, Japan, Indonesia, and the Philippines. Although *C. tritaeniorhynchus* is the main vector, the JE virus has been isolated from over 30 mosquito species belonging to the genera *Aedes*, *Anopheles*, *Armigeres*, *Culex*, and *Mansonia*. However, it is unclear how many of these mosquito species are competent vectors [4].

In the ROK, the Division of Vectors and Parasitic Diseases of the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) conducts surveillance of the density of vector mosquitoes for JE virus to promptly identify the emergence and trends of the mosquitoes. On detection of *C. tritaeniorhynchus*, an alert for JE is issued. When one of the following conditions is met, a

warning is issued for JE: (1) an average daily count of *C. tritaeniorhynchus* collected twice a week exceeding 500 specimens, constituting more than 50% of the total mosquito density; (2) isolation or detection of JE virus from collected mosquitoes; (3) reported cases of JE. When the criteria for issuing an alert and warning are met, public awareness is raised through nationwide surveillance program, and surveillance data are shared through the KDCA website. This project has been implemented since 1975 to establish effective measures for the prevention and control of JE, with the aim of improving public health. This report provides foundational data for the prevention and management of mosquito-borne diseases by analyzing the results of the 2023 JE surveillance program.

Methods

1. Mosquito Collection

The JE vector mosquito surveillance program was conducted in cooperation with nine Public Health and Environment Research Institutes at the city and provincial levels (Busan Metropolitan City, Gangwon Province, Chungcheongbuk Province, Chungcheongnam Province, Jeollabuk Province, Jeollanam Province, Gyeongsangbuk Province, Gyeongsangnam Province, and Jeju Province). In 2023, mosquitoes were collected from March 27 (13th week) to November 3 (44th week). From 2018 to 2023, black light traps were installed in the same manner at 11 collection sites (cowshed), and mosquitoes were collected twice a week. The mosquito index (i.e., trap index, which is the number of individuals/trap/day) was calculated.

2. Data Analysis

We compared and analyzed the weekly results of the mosquito collection uploaded on VectorNet, the KDCA’s vector-integrated surveillance system, with regional meteorological data collected from the Korea Meteorological Administration’s Meteorological Data Open Portal (<https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do>). The mosquito distribution map was created using the ArcGIS 9.0 program (Environmental Research System Institute). We utilized the Inverse Distance Weighted Spatial Analyst Tool in the ArcGIS 9.0 software package for interpolation analysis based on the trap index.

3. Sharing of Surveillance Data

The density surveillance results for *C. tritaeniorhynchus* were updated every week (15–45 weeks) in the week following collection and were made available on the KDCA website (<https://www.kdca.go.kr>): “publications and statistics” →

“(statistics) infectious disease outbreak information” → “weekly health and disease” → “major infectious disease statistics”.

Results

1. Mosquito Collection Statistics

In 2023, a total of 221,311 mosquitoes belonging to 17 species were collected by nine Public Health and Environment Research Institutes from 11 collection sites. The trap index for all mosquitoes collected was 314.3. The dominant species in the collected mosquitoes was *Aedes vexans nipponii*, accounting for 45.3% (69,486 mosquitoes), followed by *Anopheles sinensis*, accounting for 27.9% (61,705 mosquitoes), and *C. tritaeniorhynchus*, accounting for 19.5% (43,251 mosquitoes) (Table 1). The mosquito index for *C. tritaeniorhynchus*, the primary vector of JE virus, was 61.4 (Figure 1). From 2019 to 2023, the overall trend showed a decrease in the number of

Table 1. Total number of collected mosquitoes (%) by species in 2023

Genus	Species	No. of mosquitoes (%)
<i>Aedes</i>	<i>Aedes vexans</i>	100,242 (45.3)
	<i>Aedes albopictus</i>	206 (0.1)
	<i>Aedes alboscuteallatus</i>	9 (<0.1)
	<i>Aedes lineatopennis</i>	7 (<0.1)
<i>Ochlerotatus</i>	<i>Ochlerotatus koreicus</i>	2,944 (1.3)
	<i>Ochlerotatus togoi</i>	595 (0.3)
	<i>Ochlerotatus nipponicus</i>	211 (0.1)
	<i>Ochlerotatus hatorii</i>	72 (<0.1)
	<i>Ochlerotatus dorsalis</i>	3 (<0.1)
<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles</i> spp.	61,705 (27.9)
<i>Culex</i>	<i>Culex tritaeniorhynchus</i>	43,251 (19.5)
	<i>Culex pipiens</i>	7,113 (3.2)
	<i>Culex orientalis</i>	2,711 (1.2)
	<i>Culex bitaeniorhynchus</i>	90 (<0.1)
<i>Armigeres</i>	<i>Armigeres subalbatus</i>	1,910 (0.9)
<i>Mansonia</i>	<i>Mansonia uniformis</i>	240 (0.1)
<i>Coquillettidia</i>	<i>Coquillettidia ochracea</i>	2 (<0.1)
Total		221,311 (100.0)

individuals collected in 2020, followed by an increase in 2021. However, from last year, there has been a decrease again, with

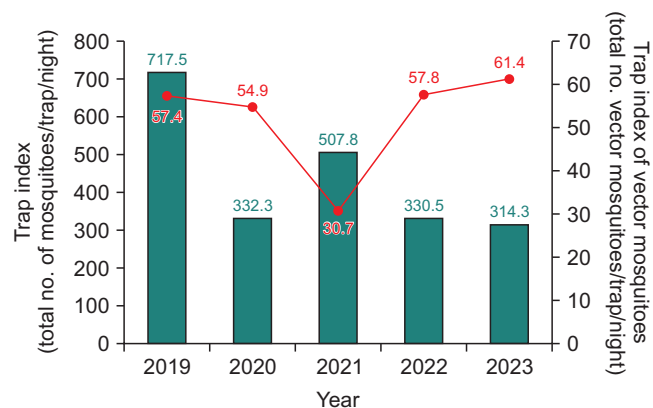


Figure 1. Total mosquito and vector mosquito prevalence trends (2019–2023)

this year’s number of collections being similar to that of the previous year. Contrary to the overall mosquito occurrence trend, the population of *C. tritaeniorhynchus* decreased in 2021 and then increased in 2022, with a similar occurrence trend being observed in 2023

2. Mosquito Density by Month and Week

Based on the collection results, a monthly distribution map of mosquito occurrence was created, which showed high density from May to September (Figure 2). Three species of mosquitoes (*A. vexans nipponii*, *A. sinensis*, and *C. tritaeniorhynchus*) accounted for 92.8% of all collected mosquitoes, and the main

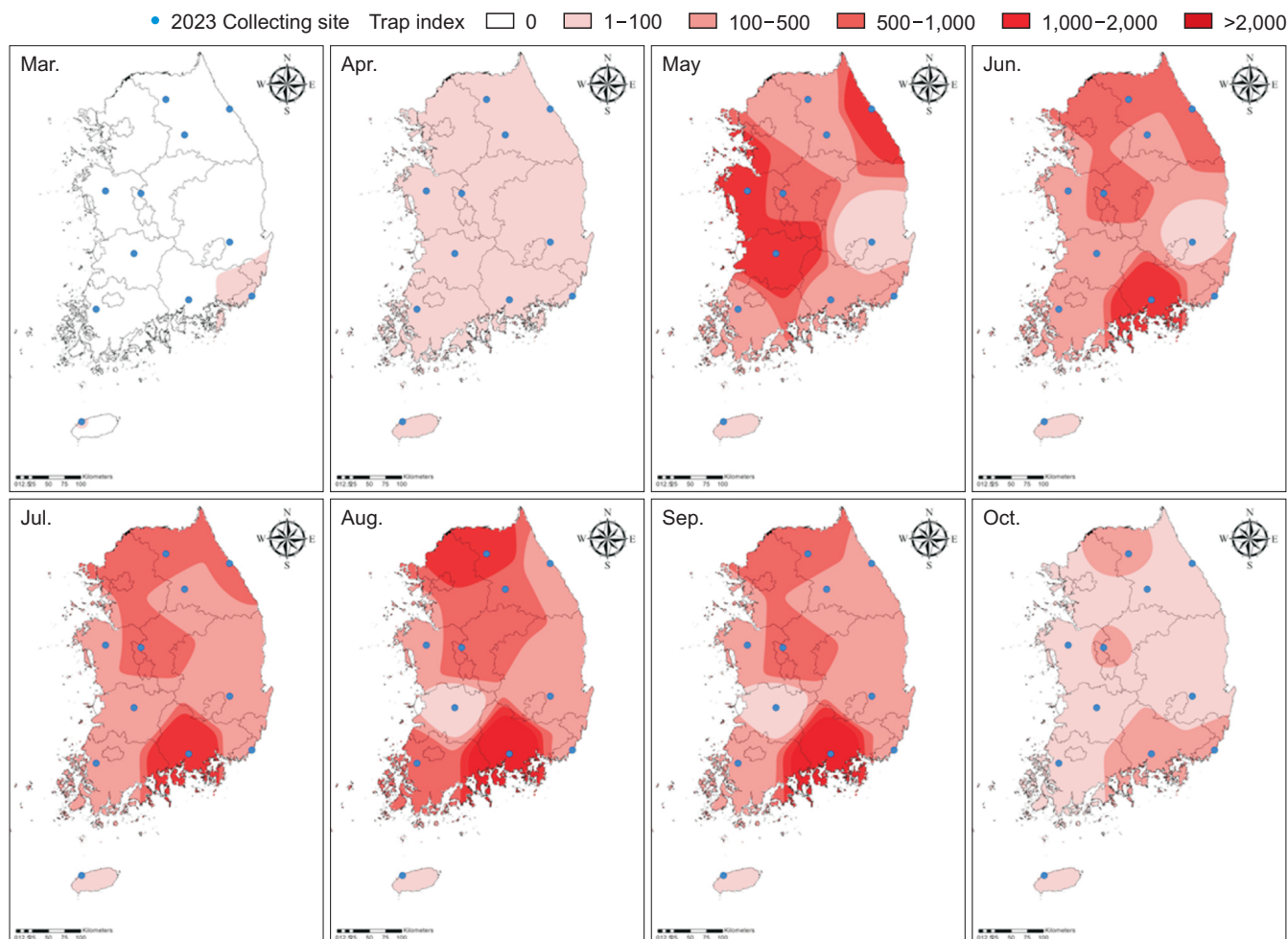


Figure 2. Monthly incidence of total mosquitoes in 2023

occurrence period differed depending on the species. The density of *A. vexans nipponii* increased from mid-May, that of *A. sinensis* from mid-June, and that of *C. tritaeniorhynchus* from August, with the highest overall density in August, wherein all three species also had a relatively high density.

When compared by week, the trap index was considerably reduced in the first week of July, which showed the highest average density across 2019–2023 and in 2022 (Figure 3). Considering the initial occurrence of *C. tritaeniorhynchus*, the primary vector for JE virus, by region and week, its appearance across different regions differed: it appeared by Week 13 in Busan Metropolitan City, by Week 14 in Jeju Province, by Week 16 in Gyeongsangnam Province, by Week 27 in Gyeongsangbuk Province, by Week 28 in Gangwon Province, Chungcheongbuk Province, and Jeollanam Province, by Week 29 in Jeollabuk Province, and by Week 30 in Chungcheongnam Province (Table 2). Hence, there was a regional difference in the timing of appearance of *C. tritaeniorhynchus*, with later appearances in the northern regions (Figure 2).

3. Issuance of JE Alerts/Warnings

In 2023, JE alerts and warnings were issued nationwide on March 23rd following the confirmation of collection of *C. tritaeniorhynchus* in Busan Metropolitan City and Jeju Province by the surveillance sites of a vector surveillance program, “Regional climate change vector surveillance hub centers” operated by the KDCA’s Division of Vectors and Parasitic Diseases, on March 22nd. Another JE warning was issued nationwide on July 26th following the confirmation of *C. tritaeniorhynchus* mosquitoes in Busan Metropolitan City, which accounted for 91.4% of all mosquitoes collected (1,056 of

Table 2. First collected week of *Culex tritaeniorhynchus* by region (2021–2023)

Region	First week of collected <i>C. tritaeniorhynchus</i>		
	2021	2022	2023
Gangwon Province	35	29	28
Chungcheongbuk Province	30	30	28
Chungcheongnam Province	34	32	30
Jeollabuk Province	23	30	29
Jeollanam Province	23	26	28
Gyeongsangbuk Province	32	27	27
Gyeongsangnam Province	25	17	16
Busan Metropolitan City	14	15	13
Jeju Province	14	16	14

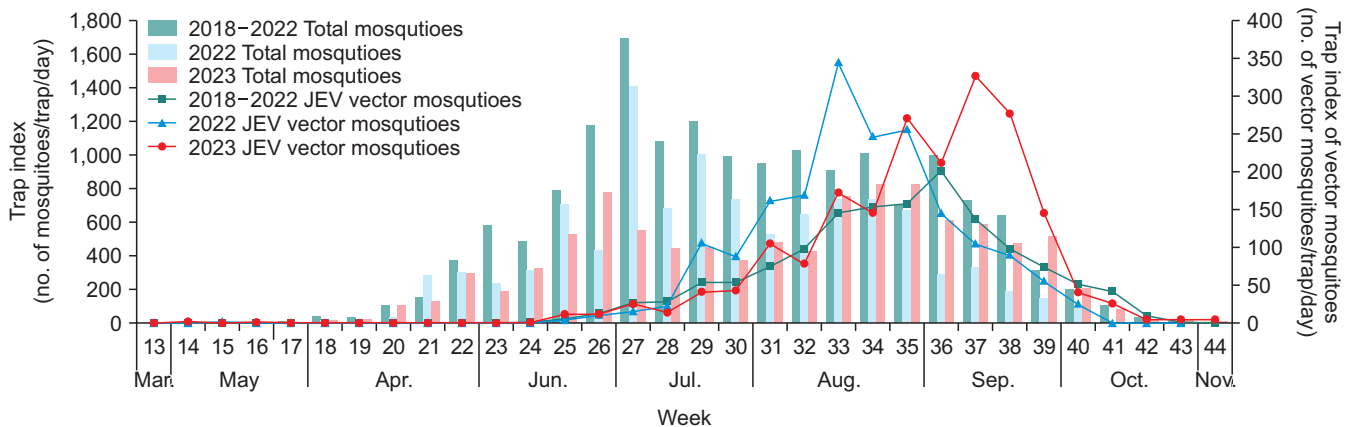


Figure 3. Weekly incidences of total mosquitoes and vector mosquitoes in 2023

1,155 individuals).

Discussion

In 2023, the total number of mosquitoes collected from nine Public Health and Environment Research Institutes (11 collection points) in the ROK decreased by 4.9% when compared to 2022; similarly, the number of vector mosquitoes decreased by 6.4% when compared to 2022. In the same year, a total of 10 typhoons occurred (with an average of 11 typhoons per year [1993–2023]). Among them, the sixth typhoon “Khanun” affected ROK, which experiences an average of 2.5 typhoons every summer, bringing heavy rain and strong winds on the 9th and 10th of August, as per Korea Meteorological Agency’s summer climate characteristics press release. This meteorological event is thought to be caused by the sudden decrease in the number of total and vector mosquitoes during Week 32 of 2023, which is generally the peak period for mosquito proliferation in summer. The reduced density of mosquitoes in Week 27 of 2023 (the period with the highest mosquito density on average and with the highest density in 2022) may be attributed to the average temperatures of the previous two weeks, i.e., Week 26 and Week 25, being 2.3°C and 2.7°C lower, respectively. Additionally, mosquito eggs and larvae are significantly affected when daily precipitation exceeds 75 mm (heavy rainfall) or when the total precipitation over 15 days exceeds 150 mm [5]. In 2023, the average number of rainy days per month was 13.3 days, and the monthly average precipitation was 296.1 mm during summer (June–August). The higher precipitation and number of rainy days in 2023, totaling 40.0 days during summer, compared to that in the previous year (39.1 days) and the average year (35.1 days), are

speculated to have led to the observed decrease in mosquito occurrence in 2023. On the contrary, according to data from the Korea Meteorological Administration, during September, the temperature was 22.6°C, which was 2.1°C higher than the average (1993–2023), marking the highest recorded temperature in autumn since 1973. Additionally, warm southwest winds blew along the edge of the North Pacific High Pressure during the mid to late September, which also contributed to the high temperatures in autumn. These conditions are believed to have led to higher mosquito densities in autumn owing to the difficulty in mosquito breeding and larval development during summer as a result of high rainfall.

Owing to effects of climate change, such as tropicalization and environmental changes, the timing of issuing JE alerts and warnings has advanced by approximately 3 months for alerts and 1 month for warnings when compared to that in 1975. The timing of issuing alerts, specifically, is thought to represent the increase in activity periods of ectothermic animals, such as insects, due to climate warming [6]. Therefore, it is necessary to expand the monitoring scope for JE vector mosquitoes and ensure continuous and uniform surveillance to promptly identify the trends in occurrence and density of these mosquitoes in response to various environmental and ecological changes caused by climate change.

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: BEN, HWK, JWJ, HIL. Data curation: BEN, SES, HWK. Formal analysis: BEN, HWK. Writing – original draft: BEN. Writing – review & editing: BEN, HWK, JWJ, HIL.

References

1. Endy TP, Nisalak A. Japanese encephalitis virus: ecology and epidemiology. *Curr Top Microbiol Immunol* 2002;267:11-48.
2. Zheng Y, Li M, Wang H, Liang G. Japanese encephalitis and Japanese encephalitis virus in mainland China. *Rev Med Virol* 2012;22:301-22.
3. World Health Organization (WHO). Japanese encephalitis [Internet]. WHO; 2024 [cited 2024 Mar 22]. Available from: <https://www.who.int/teams/health-product-policy-and-standards/standards-and-specifications/vaccine-standardization/japanese-encephalitis>
4. Pearce JC, Learoyd TP, Langendorf BJ, Logan JG. Japanese encephalitis: the vectors, ecology and potential for expansion. *J Travel Med* 2018;25(suppl_1):S16-26.
5. Noh BE. Seasonal prevalence of mosquitoes collected with black light traps in Gyeongsangnam-do Province, Republic of Korea [master's thesis]. Busan: Kosin University; 2016.
6. Tong Y, Jiang H, Xu N, et al. Global distribution of *Culex tritaeniorhynchus* and impact factors. *Int J Environ Res Public Health* 2023;20:4701.



제2기(2020-2022년) 국가 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS) 운영 결과

강서원¹, 이성영², 서승희¹, 이지은¹, 문동찬², 유정식², 최연화^{1*}

¹질병관리청 의료안전예방국 항생제내성관리과, ²질병관리청 국립보건연구원 국립감염병연구소 감염병연구센터 약제내성연구과

초 록

질병관리청은 2016년 World Health Organization Global Antimicrobial Resistance Surveillance System (GLASS)의 기준에 부합하면서, 국가 실정을 반영하는 국가 항균제 내성균 조사(Global Antimicrobial Resistance Surveillance System in Korea, Kor-GLASS)를 구축하였다. 본 보고서는 제2기(2020-2022년) Kor-GLASS 운영을 통해 수집된 41,857주의 주요 병원균의 항균제 내성 현황을 분석하였다. *Escherichia coli* 30,314주, *Klebsiella pneumoniae* 3,259주, *Staphylococcus aureus* 2,241주, *Enterococcus* spp. 1,932주, *Candida* spp. 1,208주, *Acinetobacter* spp. 870주, *Clostridioides difficile* 726주, *Pseudomonas aeruginosa* 669주, *Salmonella* spp. 560주, *Streptococcus pneumoniae* 77주, *Shigella* spp. 1주가 수집되었다. 병원균 분리 빈도를 확인한 결과 월별 분리건수는 대부분의 병원균에서 크게 차이가 없었으며 성별 분포는 대부분 남성에서 분리 비율이 높았다. 감염 유래별 분리 빈도를 확인하였을 때 장내세균목에서는 지역사회감염 유래의 빈도가 높았던 반면, *Acinetobacter* spp. (88.0%, 766/870), *Enterococcus* spp. (67.5%, 1,304/1,932), *C. difficile* (74.0%, 537/726), *Candida* spp. (87.2%, 1,053/1,208)에서는 병원감염 유래의 빈도가 높았다. 메티실린 내성 황색포도알균(methicillin-resistant *S. aureus*) 비율은 2016년 53.5%에서 지속 감소하여 2022년 45.7%의 수준을 유지하고 있으며, 반코마이신 내성 장알균(vancomycin-resistant *Enterococci*)의 경우 2019년 40.9%까지 증가하였던 내성률이 2022년 35.1%까지 소폭 감소하는 추세를 보였다. 다제내성균 치료에 사용할 수 있는 카바페넴계 내성률은 혈액 분리 장내세균목에 속하는 *E. coli*와 *Salmonella* spp.에서는 0.2% 이하의 매우 낮은 내성률을 보인 반면, *K. pneumoniae*에서는 2020년 4.0%, 2021년 6.8%, 2022년 6.7%로 증가한 것을 확인하였다. Kor-GLASS는 균주 및 관련 임상정보 수집을 기반으로 하여 표준화된 국내 항생제 내성의 정확한 실태파악이 가능하도록 고안된 감시체계로 수년간 누적된 신뢰성 있는 결과를 산출함으로써 항생제 내성 관리를 위한 정책 마련의 기초 자료로 활용될 수 있다.

주요 검색어: 항생제 내성; 항균제; 항진균제; 조사체계

서 론

18세기 항생제의 등장은 수많은 인류의 수명을 연장하

는 데 큰 역할을 하였으며, 항생제는 현대 의학에서 빼놓을 수 없는 필수약품으로 자리매김하였다. 그러나, 항생제가 개발되어 사용된 지 채 100년이 되지 않아 다제내성균

Received April 2, 2024 Revised May 9, 2024 Accepted May 9, 2024

*Corresponding author: 최연화, Tel: +82-43-719-7530, E-mail: cyh6803@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



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



KDCA

Korea Disease Control and Prevention Agency

핵심 요약

① 이전에 알려진 내용은?

항생제 내성은 '조용한 팬데믹(silent pandemic)'으로 불리며, 인류의 10대 공중보건 위협으로 선정될 만큼 중요한 보건문제이다. 우리나라는 항생제 내성 극복을 위해 「국가 항생제 내성 관리 대책」의 일환으로 2016년 국가 항균제 내성균 조사(Global Antimicrobial Resistance Surveillance System in Korea, Kor-GLASS)를 구축하여 운영하고 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

제2기(2020-2022년) Kor-GLASS 결과, MRSA (methicillin-resistant *S. aureus*) 비율은 지속 감소하여 2022년 45.7%로 나타났으며, VRE (vancomycin-resistant *Enterococci*)의 경우 2019년 40.9%까지 증가하던 내성률이 2022년 35.1%까지 감소하였다. 혈액 유래 CRE (carbapenem-resistant *Enterobacteriales*) 중 *Klebsiella pneumoniae*에서는 2022년 6.7%로 증가한 것을 확인하였다.

③ 시사점은?

Kor-GLASS는 내성균 발생 현황을 전국 단위에서 모니터링하는 감시체계로 수년간 누적된 신뢰성 있는 결과를 통해 항생제 내성 및 관리에 관한 제도 마련의 기초자료로 활용될 수 있다.

(multidrug-resistant bacteria)이 출현하였으며 항생제 내성으로 인한 환자의 치료 실패, 입원기간 및 의료비용 증가는 의료 부담으로 작용하고 있다. 항생제 내성은 2019년 인류의 10대 공중보건 위협으로 선정되었으며, 코로나바이러스감염증-19 팬데믹의 종료(2023년 5월, World Health Organization [WHO])가 선언된 지금 '조용한 팬데믹(silent pandemic)'으로 불릴 만큼 중요한 보건문제이다.

WHO는 전세계적으로 심각한 항생제 내성 문제 해결을 위해 2015년 68차 세계보건총회를 통해 항균제 내성 글로벌 행동계획(Global Action Plan on Antimicrobial Resistance)을 채택하였다. 동시에, 국가 간 비교 가능한 내성정보 산출을 위해 국제적으로 표준화된 항생제 내성자료 수집을 위한 글로벌 항균제 내성 감시체계(Global Antimicrobial Resistance

Surveillance System, GLASS)를 구축하였으며, 2022년 기준 전세계 126개의 지역 및 국가가 WHO GLASS에 참여하고 있다[1].

우리나라는 「제1차 국가 항생제 내성관리 대책」의 일환으로, 2016년 5월 국제 기준(WHO GLASS)에 부합하면서 국내 실정을 반영하는 감시체계인 Global Antimicrobial Resistance Surveillance System in Korea (Kor-GLASS)를 구축하였다[2,3]. 2016년 6개 권역을 대상으로 시범사업을 시작하여, 제1기 사업(2017-2019년)에는 8개 권역을 대상으로 감시체계를 운영하였다. 제2기 사업(2020-2022년)부터는 권역을 9개로 확대하였고, 각 권역당 1개 종합병원을 선정하여 수집센터를 운영하고 있으며, 균종별 분석센터 7개, 시험관리센터 1개 소로 구성하여 운영하고 있다(그림 1). WHO GLASS가 제시한 초기 이행 매뉴얼에 따라, 혈액, 소변, 대변, 비노생식기, 뇌척수액 등 총 5개 검체 8종 균종과 더불어 법정 감염병 감시대상인 *Enterococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa*와 항생제에 의해 유발되는 설사 원인균으로 중요한 *Clostridioides difficile*을 포함하여 총 12종에 대해 감시를 시작하였다. 제2기 사업부터는 *Candida* species를 추가하여 병원체 13종을 전수 조사(중복 균주 제외)하고 있다.

본 내용은 Kor-GLASS의 제2기 사업(2020-2022년)의 운영을 통해 수집된 종합병원 분리 주요 병원균의 항생제 내성 분석을 수행한 결과를 담았다.

방 법

1. 균주 및 임상정보 수집

전국 권역별 9개 수집센터를 통해 2020년부터 2022년까지 지정 검체로부터 중복 균주(동일 환자, 동일 검체에서 동일 병원균 확인 시 최초 1회만 수집)를 제외한 대상 병원체 전수를 수집하였다. 대상 병원체는 *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Streptococcus*

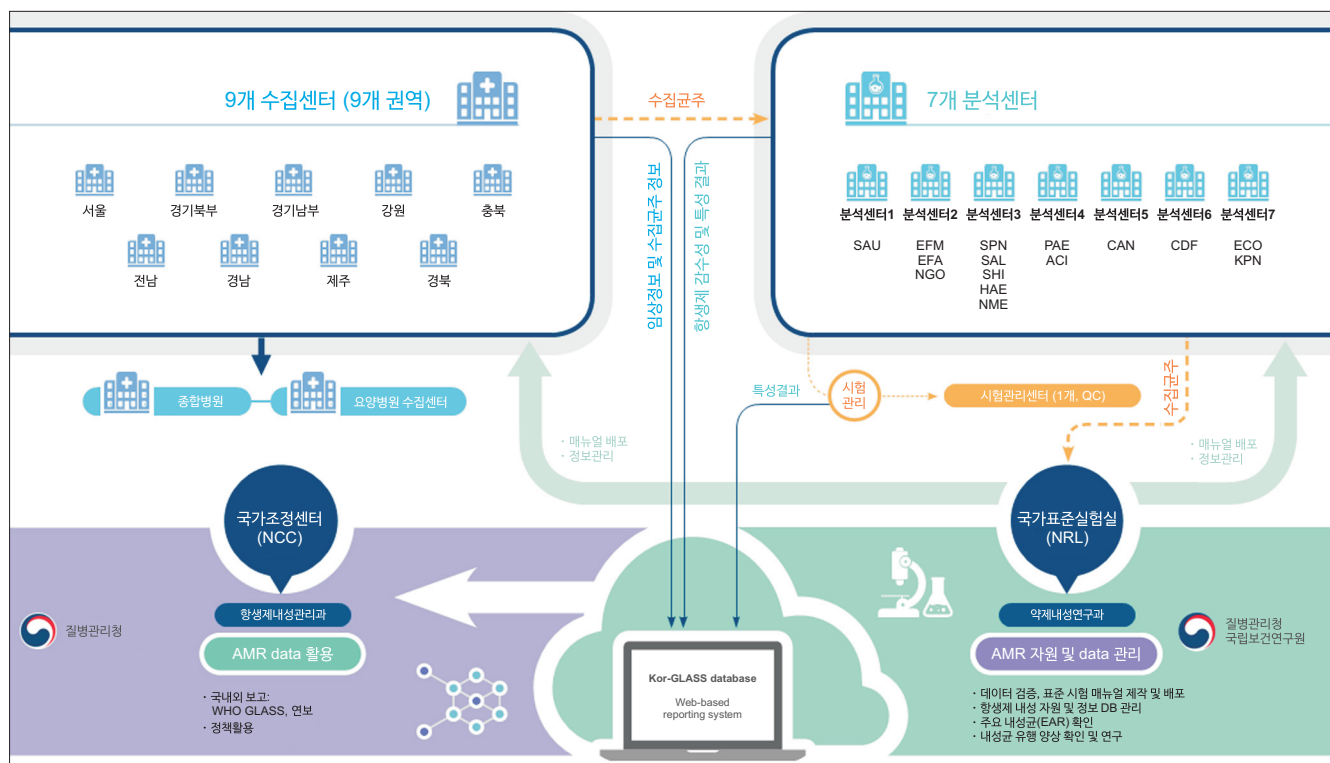


그림 1. 제2기(2020-2022년) 국가 항균제 내성균 조사(Kor-GLASS) 운영체제

AMR=antimicrobial resistance; WHO=World Health Organization; EAR=emerging antimicrobial resistance reporting; NCC=National Coordinating Center; NRL=National Reference Laboratory; QC=quality control; Kor-GLASS=Global Antimicrobial Resistance Surveillance System in Korea

pneumoniae, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *Acinetobacter* species, *C. difficile*, *Salmonella* species, *Shigella* species, *Neisseria gonorrhoeae* 및 *Candida* species 총 13종이며, 임상정보는 연령, 성별, 감염 유래(지역사회 및 병원 감염) 등 28개 항목을 수집하였다[4]. 지역사회감염 유래(community origin, CO)는 2일 이하 입원한 환자 또는 외래환자를 통해 얻은 검체, 병원감염 유래(hospital origin, HO)는 3일 이상 입원한 환자 또는 다른 병원에서 2일 이상 입원·치료 후 전원된 환자 검체에서 분리된 경우로 정의하였다[5].

2. 균종 동정 및 항생제 감수성 검사

수집된 모든 병원체는 Kor-GLASS 운영매뉴얼에 따라 표준화된 방법으로 균종별 지정된 분석센터에서 균종의 동정,

항생제 감수성 시험과 내성 유전자 검사를 수행하였다. 대상 균주는 matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF)를 이용하여 동정하였고, MALDI-TOF로 동정이 안 되는 일부 *Acinetobacter* spp., *Candida* spp. 균종의 경우는 16S rRNA 또는 *rpoB*, *ITS* 등 동정용 유전자 염기서열분석을 통해 확인하였다. 항생제 감수성 시험은 균종 및 항생제 종류에 따라 디스크확산법, 액체배지미량희석법 및 한천배지희석법을 이용한 최소억제농도(minimum inhibitory concentration, MIC)를 확인하였으며, 시험 결과는 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 및 European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST)의 기준에 따라 판정하였다. 3가지 계열 이상의 항생제에 내성인 경우는 다제내성(multi-drug resistance, MDR), 1-2가지 계열을 제외한 모든 항생

제에 내성인 경우는 광범위내성(extensively drug resistance, XDR), 모든 계열의 항생제에 내성인 경우는 극한 광범위내성(pandrug resistance, PDR)으로 분류하였다[6]. 모든 시험 결과의 신뢰성 확보를 위해 시험관리센터는 매월 무작위로 일부 수집주를 선정하여 내부시험관리를 실시하였고, 정기적으로 참여기관을 대상으로 외부시험관리를 실시하였다. Kor-GLASS에서 확보되는 모든 임상정보 및 병원체의 시험 결과, 특성 분석 결과, 시험관리 결과 등은 웹 기반의 Kor-GLASS 데이터베이스를 통해 관리되고 있으며, 매년 WHO GLASS에 분석 결과를 국가데이터로 제공하고 있다.

결 과

1. 배양 검사 의뢰 결과

2020년부터 2022년까지 의뢰된 검체별 배양 검사 건수는 혈액 검체 253,699건, 소변 검체 241,409건, 대변 검체 40,103건, 비뇨생식기 검체 14,475건으로 확인되었다. 혈액 검사의 연령별 분포를 보았을 때, 15-24세 군까지 감소하다가 25-34세 군부터 75-84세 군까지 증가하는 추세를 보였다. 소변 검사의 경우 1세 미만 군부터 15-24세 군까지 비슷한 수준을 유지하다 75-84세 군까지 증가하였다. 비뇨생식기 검체의 경우 *N. gonorrhoeae* 확인을 위해 수집하는 검체로 배양 검사 건수는 25-34세 군에서 5,454건으로 가장 많은 의뢰가 있었으며, 연령이 증가할수록 감소하였다(그림 2).

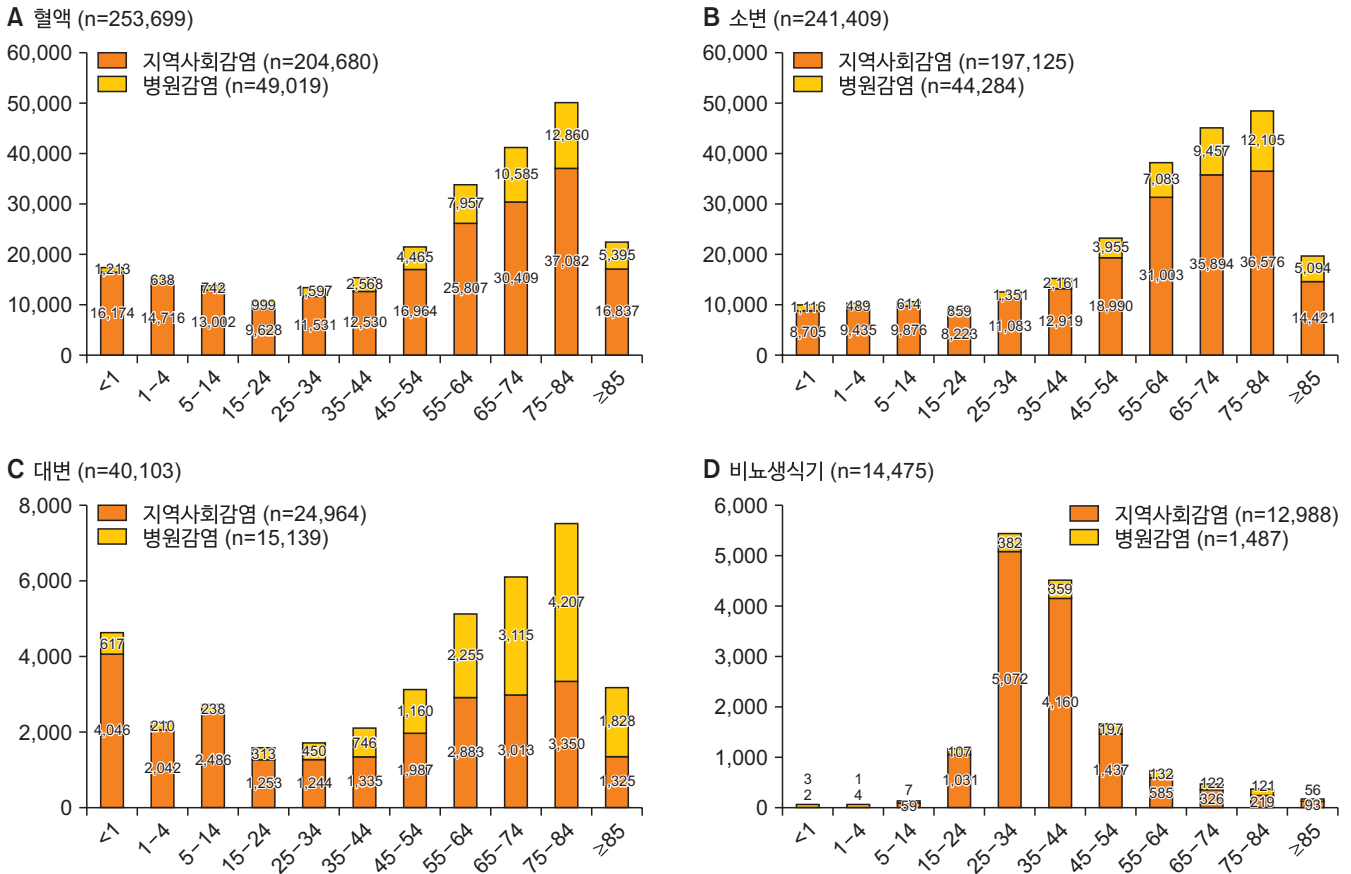


그림 2. 연령별 배양검사 건수
(A) 혈액, (B) 소변, (C) 대변, (D) 비뇨생식기

검체별 감염 유래 비율을 살펴볼 때, 혈액 및 소변, 비노생식기 검체의 모든 연령에서 지역사회감염 유래가 우세한 경향을 보였으나, 연령이 증가할수록 병원감염 비율이 증가하는 것을 확인하였다. 대변 검체의 경우 연령이 증가할수록 병원감염 비율이 증가하였으며, 65세 이상부터는 병원감염 비율이 더 우세한 경향으로 나타났다(그림 2).

2. 수집 균주 현황

2020년부터 2022년까지 의뢰된 전체 혈액 검사 건수 253,699건 중 감시 대상 병원균 양성 건수는 총 16,611건(6.5%)으로 확인되었다. 혈액 분리주 중 *E. coli*가 6,655건(40.1%)으로 가장 많았으며, *K. pneumoniae* (2,830건, 17.0%), *S. aureus* (2,241건, 13.5%), *E. faecium* (1,242건, 7.5%) 순으로 많이 분리되었다. 전체 소변 검사의 경우 전체 의뢰 건수 241,409건 중 감시 대상 병원균 양성 건수는 27,553건(11.4%)이었으며, *E. coli* 23,659건, *K. pneumoniae* 3,894건 분리되었다. 대변 검사 40,103건 중 양성 건

수는 전체 1,156건(2.9%)으로 확인되었으며, *Salmonella* spp. 429건, *C. difficile* 726건으로 확인되었다. 대변 분리 *Shigella* spp.와 뇌척수액 분리 *S. pneumoniae*는 각각 1건, 2건으로 매우 드물게 분리되었으며, 비노생식기 분리 *N. gonorrhoeae*는 검출되지 않았다(표 1).

대부분의 병원균의 월별 분리건수에서 차이가 크게 없었으나, *Salmonella* spp.의 경우 여름철인 6-8월 사이에 증가한 것을 확인 할 수 있었다. 성별 분포를 보면, 대부분의 병원균은 남성에서의 분리 빈도가 더 높았으나, 혈액 및 소변 분리 *E. coli*와 소변 분리 *K. pneumoniae* 등 일부 균주에서 여성의 분리빈도가 더 높은 것으로 확인하였다(그림 3).

3. 주요 내성균의 항생제 내성 현황

1) 그람양성균(gram-positive pathogens)

(1) *Staphylococcus aureus*

혈액에서 분리된 cefoxitin 내성 *S. aureus*는 2020년 47.4%, 2021년 45.2%, 2022년 45.7%로 2016년 53.5%

표 1. 검체에 따른 병원균 분리 건수

검체	균종	2020년	2021년	2022년	총계
혈액	<i>Staphylococcus aureus</i>	734	772	735	2,241
	<i>Enterococcus faecalis</i>	204	243	243	690
	<i>Enterococcus faecium</i>	355	406	481	1,242
	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	28	20	27	75
	<i>Escherichia coli</i>	2,209	2,165	2,281	6,655
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	870	957	1,003	2,830
	<i>Acinetobacter baumannii</i>	180	231	363	774
	<i>non-baumannii Acinetobacter</i>	37	34	25	96
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	206	233	230	669
	<i>Salmonella</i> spp.	37	45	49	131
	<i>Candida</i> spp.	356	410	442	1,208
소변	<i>E. coli</i>	7,293	7,901	8,465	23,659
	<i>K. pneumoniae</i>	1,274	1,057	1,563	3,894
대변	<i>Salmonella</i> spp.	102	157	170	429
	<i>Shigella</i> spp.	0	0	1	1
	<i>Clostridioides difficile</i>	229	227	270	726
비노생식기	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	0	0	0	0
뇌척수액	<i>S. pneumoniae</i>	0	1	1	2

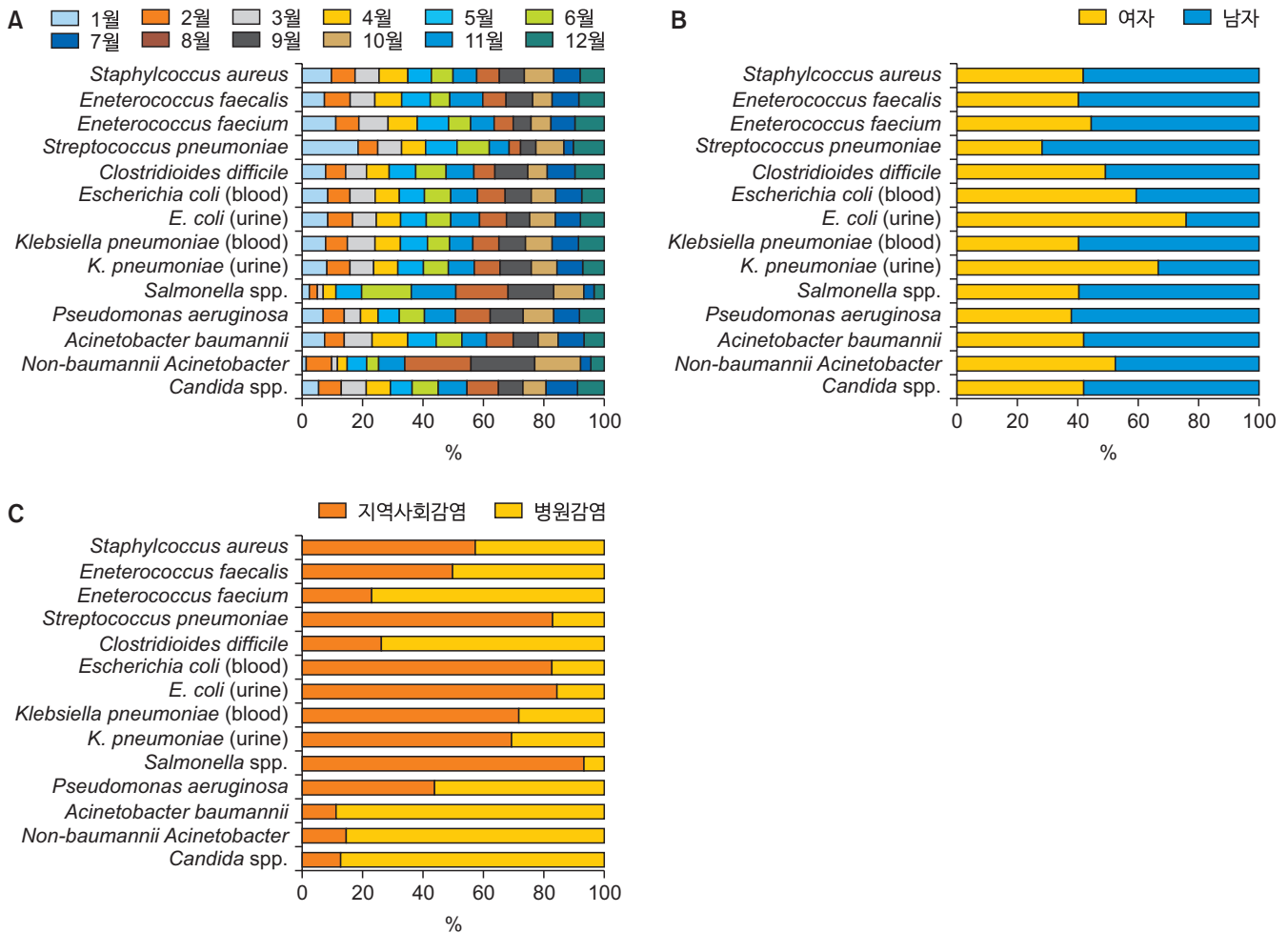


그림 3. 병원균별 (A) 월별, (B) 성별, (C) 감염유래 분포율

에서 지속적으로 감소하였으며[7], 2021년부터 비슷한 수준을 유지하고 있는 것으로 나타났다(보충 표 1). 모든 균주가 quinupristin-dalfopristin, vancomycin, teicoplanin, linezolid, tigecycline 항생제에 감수성을 나타내었다. *S. aureus* 2,241주 중, 3개월 이상 항생제에 내성을 보이는 MDR 비율은 46.9%로 확인되었다(그림 4).

(2) *Enterococcus* spp.

혈액 분리 *E. faecalis*의 ampicillin 내성률은 2020년 8.3%에서 2021년, 2022년 모두 0.0%로 감소한 것으로 나타났다. *E. faecalis* 혈류 감염 치료 시 세포벽합성억제 항생제와 병행요법으로 사용되는 aminoglycoside계 항생제인 농농도

streptomycin에 대한 내성률은 2020-2022년 각각 11.3%, 6.6%, 10.3%로 2021년 소폭 감소하였다가 다시 증가하는 경향을 보였으며, gentamicin의 내성률은 각각 38.2%, 32.5%, 38.7%로 streptomycin에 비해 높은 내성을 보였다. Vancomycin의 경우 각각 1.0%, 0.4%, 1.2%로 낮은 수준을 보였다(보충 표 1). 3년 동안 분리된 *E. faecalis* 전체 690주의 MDR 비율은 7.2%로 확인되었다(그림 4).

한편, 혈액 분리 *E. faecium*의 ampicillin 내성률은 3년간 각각 86.8%, 88.2%, 89.2%로 지속적으로 높은 수치를 보였다. 그람양성균 치료에 중요하게 쓰이는 vancomycin에 대한 내성률의 경우 2020년 38.6%에서 2021년 37.7%, 2022년 35.1%로 소폭 감소하는 추세를 보였으나, 여전히 *E. faecalis*

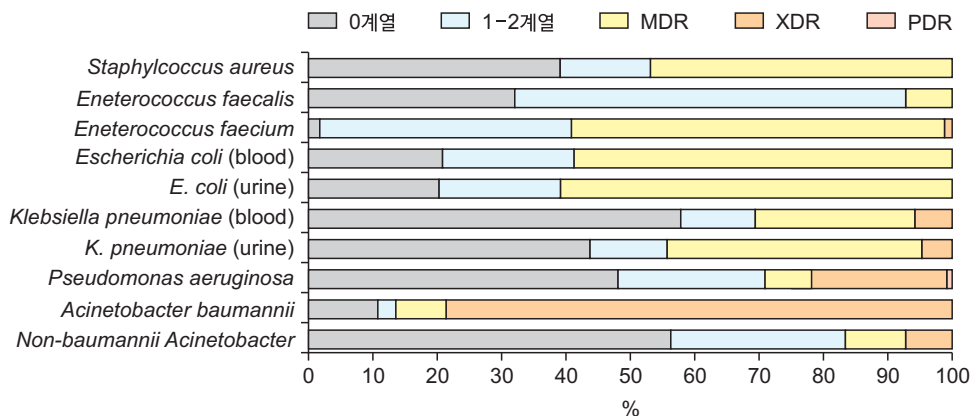


그림 4. 국내 종합병원에서 분리된 주요 내성균의 다제내성(MDR) 비율
MDR=multidrug resistance; XDR=extensively drug resistance; PDR=pandrug resistance

에 비해 높은 내성률을 보였다. 반코마이신 내성 장알균(vancomycin-resistant *Enterococci*, VRE) 감염증 치료항생제인 linezolid와 daptomycin에 대한 내성을 살펴보면, linezolid의 경우 모든 군주에서 감수성을 보였으나 daptomycin에서는 2021년 3.0%, 2022년 0.6%로 나타났다. Quinupristin-dalfopristin의 경우 2020년 4.5%에서 2021년, 2022년 각각 24.6%, 22.0%로 크게 증가한 것으로 보여지나, 이는 2021년부터 시험법을 변경하여 적용한 영향인 것으로 생각된다(보충 표 1). 3년간 분리된 *E. faecium* 1,242주의 MDR은 57.9%로 높은 수준이며, 1-2계열을 제외한 모든 항생제 계열에 내성을 보이는 XDR도 1.3%로 확인되었다(그림 4).

(3) *Streptococcus pneumoniae*

혈액 분리 *S. pneumoniae*에서 penicillin 내성률은 2020년 10.7% (3주), 2021년 5.0% (1주), 2022년 18.5% (5주)로 확인되었다. 지역사회 *S. pneumoniae* 감염증에 흔히 사용되는 erythromycin에 대한 내성은 2020-2022년 3년 동안 각각 78.6%, 90.0%, 85.2%로 높게 나타났다(보충 표 1). 뇌척수액 분리 *S. pneumoniae*는 2021년과 2022년에 각각 1주씩 분리되었다. 2021년 균주의 경우 vancomycin을 제외한 모든 항균제에 내성을 보였으며, 2022년 균주의 경우 amoxicillin-clavulanate, vancomycin에는 감수성, cefepime,

trimethoprim-sulfamethoxazole에는 중간내성, 나머지 항생제 모두에서 내성을 보였다.

(4) *Clostridioides difficile*

*C. difficile*은 2018년부터 감시 대상에 포함되어 현재 2개 수집센터로부터 수집하고 있다. *C. difficile* 감염증 치료 항생제인 metronidazole과 vancomycin에 내성을 가지는 균주는 확인되지 않았다. 다만, 보조요법으로 사용되는 rifaximin의 경우 2020년 11.8%, 2021년 11.9%, 2022년 7.4%로 확인되었다(보충 표 1).

2) 장내세균목(Enterobacterales)

(1) *Escherichia coli*

혈액 및 소변 분리 *E. coli*의 내성률은 전반적으로 비슷한 수준이었다. 혈액 분리 *E. coli*의 ampicillin 내성률은 2020년부터 2022년까지 각각 65.6%, 66.2%, 66.9%로 나타났다. *E. coli* 혈류 감염에 가장 흔하게 사용되는 3세대 세팔로스포린계 항생제의 3년간 내성률을 살펴보면, cefotaxime의 내성률이 각각 37.7%, 36.6%, 38.8%, ceftazidime의 내성률이 각각 11.9%, 10.3%, 9.6%로 나타났다. 카바페넴계 항생제인 imipenem, meropenem, ertapenem의 내성률은 모두 1% 미만으로 낮은 수치를 유지하였다. 소변 분리 *E. coli*의 내성률을

살펴보면, *E. coli* 요로감염에 중요한 치료 항생제인 플로로퀴놀론계 항생제인 ciprofloxacin의 내성률은 2020년부터 2022년까지 44.8%, 45.4%, 45.9%로 확인되었다. 카바페넴계 항생제인 imipenem, meropenem, ertapenem의 내성률 역시 1% 미만으로 낮은 수치를 보였다(보충 표 2). *E. coli*의 MDR 비율은 혈액 및 소변 분리주에서 경향이 비슷했으며, 혈액 분리주에서 58.8%, 소변 분리주에서 60.4%로 나타났다(그림 4).

(2) *Klebsiella pneumoniae*

혈액 분리 *K. pneumoniae*의 3세대 세팔로스포린계 항생제 내성률을 살펴보면, cefotaxime 내성률은 2020년 25.4%, 2021년 27.6%, 2022년 27.3%였으며, ceftazidime 내성률은 2020년 18.4%, 2021년 21.4%, 2022년 21.7%로 나타났다. 카바페넴계 항생제인 imipenem의 경우 2020년 3.7%에 비해 2021년 5.0%, 2022년 5.8%로 소폭 증가한 것을 확인하였다. 소변 분리 *K. pneumoniae*의 경우 전반적으로 혈액 분리주에 비해 내성률이 높은 것을 확인하였다. 다만, 카바페넴계 항생제의 내성은 소변 분리주에서 더 낮게 나타났으며, imipenem에 대해 2020년 2.4%, 2021년 1.9%, 2022년 2.4%로 확인하였다(보충 표 2). MDR 비율 역시 혈액 분리주(24.8%)에 비해 소변 분리주(39.4%)에서 더 높은 것을 확인하였다(그림 4).

(3) *Salmonella* species

Salmonella species의 3세대 세팔로스포린계 항생제인 cefotaxime, ceftazidime, ceftriaxone의 내성률은 각각 2020년 5.0%, 4.3%, 4.3%에서 2022년 11.9%, 9.6%, 11.9%로 증가한 것을 확인하였다. 반면, 모든 분리주에서 카바페넴계 항생제인 imipenem에 감수성을 보였다(보충 표 2).

3) 비발효성그람음성간균(non-fermenting gram-negative bacilli)

(1) *Pseudomonas aeruginosa*

혈액 분리 *P. aeruginosa*의 piperacillin 내성률은 2020년 20.9%, 2021년 24.5%, 2022년 23.0%로 나타났다. 항-녹농균 세팔로스포린으로 사용되는 ceftazidime에 대한 내성률은 2020년부터 2022년까지 각각 16.5%, 18.0%, 17.0%였다. 카바페넴계 항생제인 imipenem과 meropenem의 내성률은 각각 2020년 33.5%, 30.1%에서 2021년 36.9%, 35.6%, 2022년 34.8%, 32.6%로 비슷한 수준을 유지하였다(보충 표 3). 전체 분리주의 MDR 비율을 보면, 모든 항생제에 감수성을 보이는 균주의 비율은 48.1%로 높은 편이고, XDR, PDR 균주의 비율 역시 각각 23.9%, 1.0%로, 극단적으로 MDR인 경우가 많아 주의 깊은 관심이 필요하다(그림 4).

(2) *Acinetobacter* species

혈액 분리 *Acinetobacter baumannii*에서 카바페넴계 항생제인 imipenem, meropenem의 내성률은 2020년 각 87.2%, 2021년 각 87.9%, 2022년 85.7%, 86.0%로 나타났다. 카바페넴에 내성을 보이는 균주의 경우 다른 베타락탐계 항생제에도 내성을 보이는 경우가 많아 *A. baumannii*의 XDR 비율 역시 78.6%로 높게 나타났다(보충 표 3, 그림 4). 반면, ampicillin-sulbactam에 대한 내성률은 2020년 81.1%에서 2021년 61.0%, 2022년 60.3%로 감소하여, 다른 베타락탐계 항생제에 비해 상대적으로 내성률이 낮았다. Non-*baumannii* *Acinetobacter*의 경우 *A. baumannii*에 비해 전반적으로 내성률이 낮았다(보충 표 3).

4) *Candida* species

혈액에서 분리된 *Candida* species의 항진균제 내성을 확인한 결과, fluconazole 내성률은 2020년 1.8% (6주/336주), 2021년 3.1% (12주/390주), 2022년 3.3% (14주/430주)

주)로 나타났다. Voriconazole 내성률의 경우 2020년 0.4% (1주/282주), 2021년 0.6% (2주/313주), 2022년 0.9% (3주/336주)였으며, 에키노칸딘계 항진균제에 해당하는 micafungin, caspofungin, anidulafungin의 내성률을 살펴보면, micafungin과 anidulafungin의 경우 모든 균주가 감수성을 보였으며, caspofungin의 경우 2021년 0.3% (1주/392주), 2022년 0.7% (3주/430주)로 확인되었다(보충 표 4).

논 의

Kor-GLASS는 WHO가 국제적으로 표준화된 내성자료 수집을 위해 구축한 GLASS의 매뉴얼을 기반으로, 국제 기준에 부합하면서 법정감염병 대상 병원체 추가 감시 등 국내 상황을 반영하여 고안된 한국형 GLASS이다. Kor-GLASS는 (1) 권역별 1개 종합병원을 선정하여, 대상 병원체 전수 수집, (2) 표준매뉴얼을 기반으로 균종별 분석센터를 통한 전문성 있고 표준화된 특성분석 수행, (3) 시험관리센터를 통한 시험 결과의 완결성 높은 질 관리, (4) 웹기반 데이터 관리시스템을 통한 신뢰도 높은 감시체제로 구축하였다.

제2기(2020-2022년) Kor-GLASS를 통해 총 41,857주의 병원균이 수집되었으며, 표준매뉴얼에 따라 균종별 감수성 시험과 특성분석 시험이 수행되었다. 주요 다제내성균의 내성률을 살펴보면 methicillin-resistant *S. aureus*는 2020년 47.4%에서 2021년 45.2%로 감소하여 비슷한 수준을 유지하는 양상을 보였다. VRE의 경우, 2020년 38.6%에서 2022년 35.1%로 내성률은 감소하는 경향을 보였다. 다만, Kor-GLASS 내 장알균의 분리수와 반코마이신 내성균 수가 증가하고 있고, 마찬가지로 법정감염병 표본감시결과에 따른 VRE 혈액검체 분리율이 2016년 0.05에서 2022년 0.08로 증가하고 있음을 감안하여 지속적으로 주의, 감시해야 할 필요성이 있다[8]. 카바페넴의 경우 다제내성균 치료에 사용되는 중요한 항생제이고, 카바페넴 내성균의 치료에 제한적인 상황에서

신중한 사용을 필요로 하는 항생제이다. 장내세균목에 속하는 *E. coli*, *K. pneumoniae*, *Salmonella* spp.의 카바페넴 내성률을 살펴보면, *E. coli*의 경우 1% 미만을 유지하고 *Salmonella* spp.의 경우 모두 감수성이었으나 *K. pneumoniae*에서 내성률이 2020년 4.0%에서 2022년 6.7%로 지속 증가하는 양상을 보였다.

한편 카바페넴 내성률은 *P. aeruginosa*에서 지난 3년간 33.5%-36.9%로 장내세균목에 비해 높은 양상을 보였으며, *A. baumannii*에서는 86.0%-87.9%로 지속적으로 높은 수치를 유지하고 있는 상황이다.

종합병원의 주요 내성균의 경우 적극적인 집락화 예방 조치 및 손위생 등의 감염관리 강화 등 노력을 통해 일부 감소하였으나, 여전히 carbapenem-resistant Enterobacterales (CRE) 등 일부 주요 다제내성균은 증가하고 있다. 이러한 내성균의 증가는 국내 카바페넴분해효소 생성 장내세균목(carbapenemase-producing Enterobacterales, CPE)의 감염 빈도 증가와 카바페넴분해효소를 암호화하는 유전자가 다른 세균으로 쉽게 전달될 수 있어 빠른 확산이 원인이 된다. 특히, 장내세균목의 경우 지역 사회와 의료환경 모두에서 감염을 일으키는 흔한 원인균이며, CPE에 감염된 경우 선택 가능한 항생제의 범위가 제한적인 상황으로 확산을 방지하고자 이에 대한 모니터링을 강화할 필요가 있다.

향후 Kor-GLASS는 항생제 내성 감시체계로서의 안정적인 역할을 유지하면서, 다제내성균 등 주요 내성균 및 신규 내성균 발생 현황을 전국 단위에서 모니터링 가능하도록 권역 확대 및 감시대상 검체 및 병원균의 확대를 지속 추진할 예정이다.

또한, 병원균의 단순 내성률만을 산출하는 감시체계가 아닌 새로운 내성에 대한 감시와 확산 차단, 항생제 내성이 가지는 부담(burden), 내성률과 항생제 사용량과의 상관관계 등에 대한 추가 분석 등이 필요할 것으로 보인다. 이를 통해 수년간 누적된 신뢰성 있는 국가 항생제 내성 자료를 기반으로 지속

적인 항생제 내성 추이 파악 및 신종 항생제 내성균의 조기 감시 결과를 도출하여 항생제 내성 관리를 위한 정책 마련의 기초자료 활용 및 항생제 내성균 확산 제어에 기여할 것으로 기대된다.

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: SWK. Data curation: SWK. Formal analysis: SWK. Methodology: SYL. Project administration: SHS, DCM. Supervision: YHC, JSY. Validation: SWK, SYL. Visualization: SWK. Writing – original draft: SWK, SYL. Writing – review & editing: YHC, JSY, SHS, DCM, SYL, JEL, SWK.

Supplementary Materials

Supplementary data are available online.

References

1. World Health Organization. Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS) report: 2022. World Health Organization; 2022.
2. Kim IH, Kim SH, Lee KJ, Park C. Introduction of WHO Global Antimicrobial Surveillance System (GLASS) in Korea, 2016. *Public Health Wkly Rep* 2017;10:234-8.
3. Lee H, Yoon EJ, Kim D, et al. Establishment of the South Korean national antimicrobial resistance surveillance system, Kor-GLASS, in 2016. *Euro Surveill* 2018;23:1700734.
4. Korea Disease Control and Prevention Agency. National antimicrobial resistance surveillance in Korea 2022 annual report. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023.
5. World Health Organization. Global antimicrobial resistance surveillance system-manual for early implementation. World Health Organization; 2017.
6. Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, et al. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect* 2012;18:268-81.
7. Kim JW, Bae SM, Lee SY, Yoo JS, Choo SY. Trends of antimicrobial resistance rates of major clinical pathogens isolated from general hospitals in Korea in 2016-2019: results from Kor-GLASS. *Public Health Wkly Rep* 2021;14:2007-24.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency. Annual report on the notified infectious diseases in Korea, 2022. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023.

Antimicrobial Resistance of Major Clinical Pathogens Isolated from General Hospitals in Korea: Results from the 2nd Phase (2020–2022) Kor–GLASS

Seowon Kang¹, Sung Young Lee², Seung Hee Seo¹, Jieun Lee¹, Dong Chan Moon², Jung Sik Yoo², Yeon Hwa Choi^{1*}

¹Division of Antimicrobial Resistance Control, Department of Healthcare Safety and Immunization, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea, ²Division of Antimicrobial Resistance Research, Center for Infectious Disease Research, National Institute of Infectious Diseases, Korea National Institute of Health, Korea Disease Control and Prevention Agency, Chengju, Korea

ABSTRACT

The Korea Disease Control and Prevention Agency established Global Antimicrobial Resistance Surveillance System in Korea (Kor–GLASS), an antimicrobial resistance (AMR) surveillance system compatible with the Global Antimicrobial Resistance Surveillance System (GLASS). This study aimed to analyze the AMR status of major pathogens collected during the operation of the 2nd Kor–GLASS from 2020 to 2022. Among 549,686 target cultures, 41,857 pathogens were identified. The predominant bacterial species were *Escherichia coli* (n=30,314), *Klebsiella pneumoniae* (n=3,259), and *Staphylococcus aureus* (n=2,241). The resistance rate of methicillin-resistant *S. aureus* decreased from 53.5% in 2016 to 45.7% in 2022. The resistance rate to vancomycin of *Enterococcus faecium* increased from 29.9% in 2016 to 40.9% in 2019, and then slightly decreased to 35.1% in 2022. Among the blood isolates of Enterobacterales resistant to carbapenem used to treat multidrug-resistant bacteria, *E. coli* and *Salmonella* spp. maintained a resistance rate of less than 0.2%, whereas the rate for *K. pneumoniae* steadily increased from 2.1% (2016) to 4.0% (2020), 6.8% (2021), and 6.7% (2022). Kor–GLASS generates standardized AMR data based on a collection of strains and clinical information related to the bacterial isolates. The results of this study provide basic data for the development of policies for antimicrobial resistance control.

Key words: Antimicrobial resistance; Antibacterials; Antifungals; Surveillance system

*Corresponding author: Yeon Hwa Choi, Tel: +82-43-719-7530, E-mail: cyh6803@korea.kr

Introduction

The emergence of antibiotics in the 18th century played an essential role in extending the human lifespan. Antimicrobials have become indispensable in modern medicine. However, less than 100 years after the development and use of antimicrobials,

multidrug-resistant bacteria emerged. The resulting antimicrobial resistance has led to treatment failures, prolonged hospitalization, and increased medical costs, posing a significant burden on healthcare systems. Antimicrobial resistance was declared among the top 10 public health threats in 2019. With the end of the coronavirus disease pandemic declared in May

Key messages

① What is known previously?

Antimicrobial resistance (AMR) is considered one of the top ten public health threats to humanity. Republic of Korea has been operating Global Antimicrobial Resistance Surveillance System in Korea (Kor-GLASS) since 2016 as part of the national action plan on AMR.

② What new information is presented?

The resistance rate of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* decreased to 45.7% in 2022. The resistance rate of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* increased to 40.9% in 2019, then slightly decreased to 35.1% in 2022. Among blood isolates of carbapenem-resistant Enterobacterales, *Klebsiella pneumoniae* steadily increased to 6.7% (2022).

③ What are the implications?

Kor-GLASS generated standardized AMR data based on the collection of the strains and clinical information related to bacterial isolates. The results of this surveillance can provide basic data for developing policies for AMR control.

2023 by the World Health Organization (WHO), antimicrobial resistance is now considered a significant health issue, often called the “silent pandemic.”

At the 68th World Health Assembly in 2015, the WHO adopted the Global Action Plan on Antimicrobial Resistance to address the serious issue of antimicrobial resistance worldwide. Simultaneously, the WHO established the Global Antimicrobial Resistance Surveillance System (GLASS) to standardize the international collection of antimicrobial resistance data to obtain comparable information on antimicrobial resistance across countries. As of 2022, 126 regions and countries worldwide have participated in WHO GLASS [1].

As part of the 1st National Antimicrobial Resistance

Management Plan, the Republic of Korea introduced the Global Antimicrobial Resistance Surveillance System in Korea (Kor-GLASS) surveillance system in May 2016, which aligns with international standards (WHO GLASS) while reflecting national circumstances [2,3]. In 2016, a pilot project was launched covering six regions. In the 1st phase of the project (2017–2019), the surveillance system was implemented in eight regions. From the 2nd phase of the project (2020–2022), the number of regions was expanded to nine. One general hospital was selected for each region to act as a data collection center. The project comprises seven centers for strain-specific analyses and one test management center (Figure 1). Following the WHO GLASS initial implementation manual, the surveillance began on 12 species, including 5 types of specimens and 8 strains from blood, urine, stool, urogenital, and cerebrospinal fluid (CSF). It also included *Enterococcus* spp. and *Pseudomonas aeruginosa*, subject to mandatory surveillance of infectious diseases, and *Clostridioides difficile*, a bacterium of concern causing diarrhea due to antimicrobial resistance. From the 2nd phase of the project, *Candida* species have been added, and 13 strains are subject to mandatory surveillance (excluding duplicate strains).

This report contains the results of antimicrobial resistance analyses conducted on major pathogens isolated from the general hospitals during the 2nd phase of the Kor-GLASS project (2020–2022).

Methods

1. Collection of Strains and Clinical Information

From 2020 to 2022, all target pathogens were collected from designated samples through nine regional collection

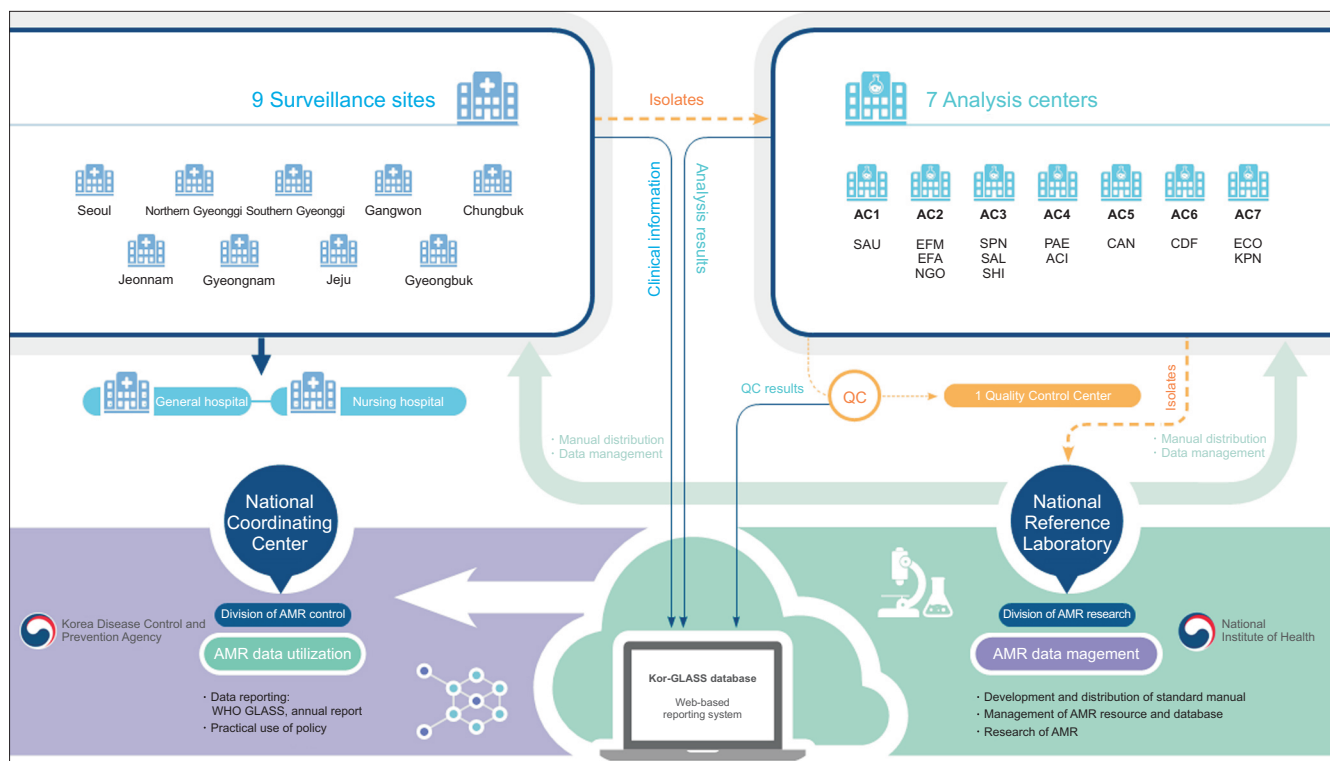


Figure 1. 2nd phase (2020–2022) Kor-GLASS system

AMR=antimicrobial resistance; WHO=World Health Organization; EAR=emerging antimicrobial resistance reporting; QC=quality control; Kor-GLASS=Global Antimicrobial Resistance Surveillance System in Korea.

centers across the country, excluding duplicate strains (only collected once if the same pathogen was confirmed in the same patient and sample). The target pathogens included *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *Acinetobacter* species, *C. difficile*, *Salmonella* species, *Shigella* species, *Neisseria gonorrhoeae*, and *Candida* species, 13 species in total. Clinical information was collected in 28 items, such as age, sex, and source of infection (community-acquired or hospital-acquired) [4]. Community-acquired infection was defined as specimens from patients hospitalized for ≤ 2 days or from outpatients. Hospital-acquired infection was defined as specimens from patients hospitalized for ≥ 3 days or from patients transferred from another hospital after being hospitalized or treated for ≥ 2 days [5].

2. Strain Identification and Antimicrobial Susceptibility Testing

All pathogens collected were identified by strain identification and tested for antimicrobial susceptibility and resistance genes at designated analysis centers using standardized methods described in the Kor-GLASS manual. The target strains were identified using matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF). Some *Acinetobacter* spp. and *Candida* spp. strains that could not be identified using MALDI-TOF were confirmed through gene sequencing, such as 16S rRNA, *rpoB*, and *ITS*. Antimicrobial susceptibility testing was performed using methods such as disk diffusion, broth microdilution, and agar dilution to confirm the minimum inhibitory concentration, depending on the strains and antibiotics. The test results were assessed according

to the criteria of the Clinical and Laboratory Standards Institute and the European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Cases showing resistance to three or more antimicrobial classes were categorized as multidrug resistance (MDR), those that were resistant to all but one or two antimicrobial classes as extensively drug resistance (XDR), and those that were resistant to all antimicrobial classes as pandrug resistance (PDR) [6]. To ensure the reliability of all test results, the test management center conducted internal quality control by randomly selecting a few samples each month. Additionally, regular external quality control was performed, addressing participating institutions. All clinical information, pathogen test results, characteristic analysis results, and test management outcomes obtained through Kor-GLASS are managed via the

web-based Kor-GLASS database. The analysis results are made available to WHO GLASS annually as national data.

Results

1. Results of the Requested Culture Tests

From 2020 to 2022, the number of culture tests requested per specimen was as follows: 253,699 blood, 241,409 urine, 40,103 stool, and 14,475 urogenital samples. Regarding the age distribution of blood tests, there was a decrease in the age group 15–24 years, followed by an increase from the age group 25–34 years to the age group 75–84 years. For urine tests, they remained at a similar level from the under 1-year-old group to the age group 15–24 years and then increased to 75–84 years.

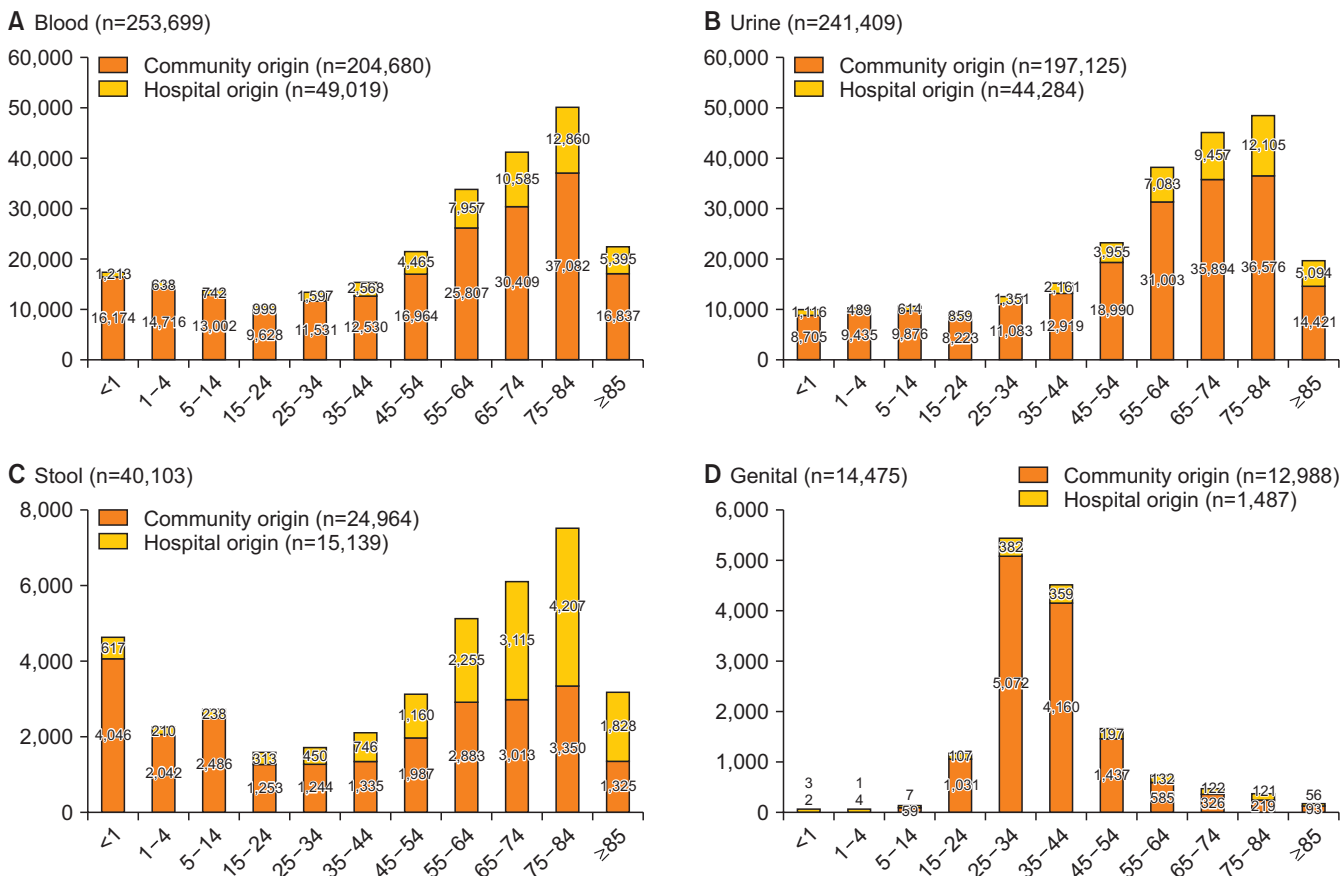


Figure 2. Number of patients samples for bacterial culture by age group (A) Blood, (B) urine, (C) stool, (D) genital.

For urogenital specimens collected to confirm *N. gonorrhoeae*, the number of culture tests requested was highest in the age group 25–34 years, with 5,454 requests, and decreased with increasing age (Figure 2).

When analyzing the proportion of sources of infection by type of specimen, community-acquired infections predominated in blood, urine, and urogenital specimens in all age groups. However, with increasing age, the proportion of hospital-acquired infections increased. The proportion of hospital-acquired infections in stool specimens increased with age, and hospital-acquired infections predominated at ages ≥ 65 years (Figure 2).

2. Status of Collected Strains

From 2020 to 2022, out of 253,699 blood tests requested, 16,611 positive cases (6.5%) were confirmed for pathogens

under surveillance. Among the blood isolates, *E. coli* was the most common, with 6,655 cases (40.1%), followed by *K. pneumoniae* with 2,830 cases (17.0%), *S. aureus* with 2,241 cases (13.5%), and *E. faecium* with 1,242 cases (7.5%). In the urine tests, out of 241,409 requests, 27,553 positive cases (11.4%) were confirmed for pathogens under surveillance, with 23,659 cases of *E. coli* and 3,894 cases of *K. pneumoniae* isolated. Of 40,103 stool tests, the total number of positive cases was 1,156 (2.9%), with 429 and 726 confirmed cases of *Salmonella* spp. and *C. difficile*, respectively. *Shigella* spp. was isolated once from stool samples, and *S. pneumoniae* was isolated twice from CSF samples, indicating a rare occurrence. No *N. gonorrhoeae* was detected from urogenital isolates (Table 1).

Most pathogens showed relatively constant monthly isolation counts. However, there was an increase in *Salmonella* spp. isolates during the summer months from June to August.

Table 1. Number of pathogen isolates by specimen

Specimen	Pathogen	2020	2021	2022	Total
Blood	<i>Staphylococcus aureus</i>	734	772	735	2,241
	<i>Enterococcus faecalis</i>	204	243	243	690
	<i>Enterococcus faecium</i>	355	406	481	1,242
	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	28	20	27	75
	<i>Escherichia coli</i>	2,209	2,165	2,281	6,655
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	870	957	1,003	2,830
	<i>Acinetobacter baumannii</i>	180	231	363	774
	<i>Non-baumannii Acinetobacter</i>	37	34	25	96
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	206	233	230	669
	<i>Salmonella</i> spp.	37	45	49	131
	<i>Candida</i> spp.	356	410	442	1,208
Urine	<i>E. coli</i>	7,293	7,901	8,465	23,659
	<i>K. pneumoniae</i>	1,274	1,057	1,563	3,894
Stool	<i>Salmonella</i> spp.	102	157	170	429
	<i>Shigella</i> spp.	0	0	1	1
	<i>Clostridioides difficile</i>	229	227	270	726
Genital	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	0	0	0	0
CSF	<i>S. pneumoniae</i>	0	1	1	2

CSF=cerebrospinal fluid.

Regarding sex distribution, most pathogens showed a higher isolation frequency in men. However, some strains, such as the blood and urine isolate *E. coli* and the urine isolate *K. pneumoniae*, showed higher isolation rates in female (Figure 3).

3. The Antimicrobial Resistance Status of Major Resistant Bacteria

1) Gram-positive pathogens

(1) *Staphylococcus aureus*

Among blood-isolated *S. aureus*, the resistance of *Staphylococcus aureus* to cefoxitin decreased continuously from 53.5% in 2016 to 47.4% in 2020, 45.2% in 2021, and 45.7%

in 2022 [7]. Since 2021, it has remained at a similar level (Supplementary Table 1). All strains exhibited susceptibility to quinupristin-dalfopristin, vancomycin, teicoplanin, linezolid, and tigecycline. Of the 2,241 *S. aureus* strains, the proportion of MDR to three or more antimicrobial classes was 46.9% (Figure 4).

(2) *Enterococcus* species

The resistance rate of blood-isolated *E. faecalis* to ampicillin decreased from 8.3% in 2020 to 0.0% in 2021 and 2022. The resistance rate to high-level streptomycin, an aminoglycoside antibiotic used in combination therapy with cell wall synthesis

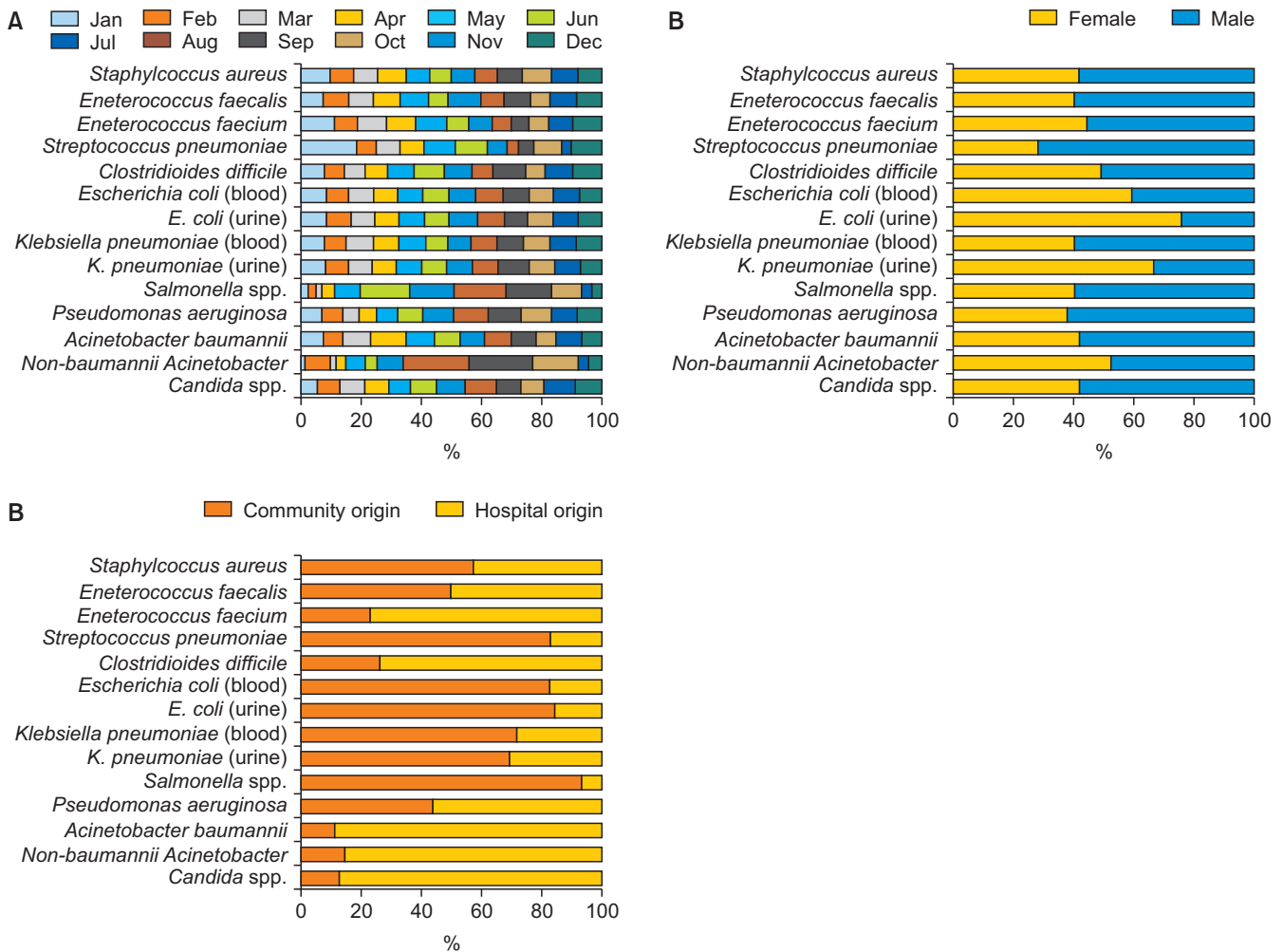


Figure 3. Distribution of (A) month, (B) sex, (C) infection origin by pathogen

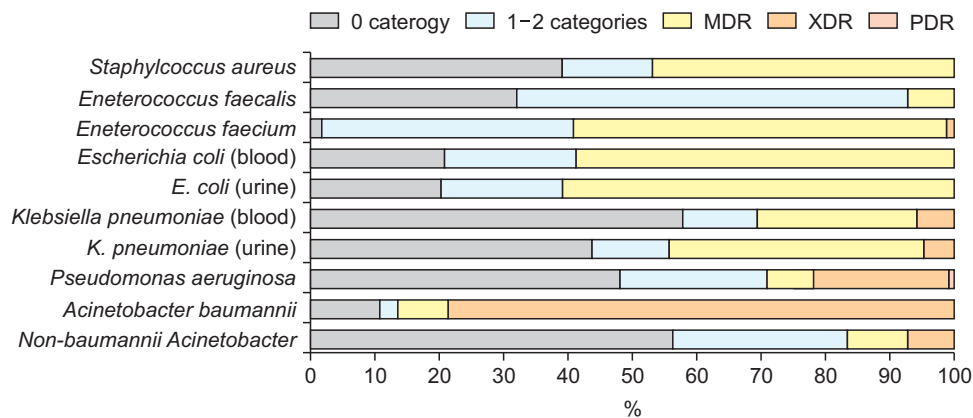


Figure 4. The rates of multidrug resistance (MDR) of major pathogen XDR=extensively drug resistance; PDR=pandrug resistance.

inhibitors to treat *E. faecalis* bloodstream infections, was 11.3% in 2020, 6.6% in 2021, and 10.3% in 2022. There was a slight decline in 2021, followed by an increase. The resistance rate to gentamicin was 38.2%, 32.5%, and 38.7% in 2020, 2021, and 2022, respectively, and was thus higher than that to streptomycin. For vancomycin, the resistance rates were low at 1.0% in 2020, 0.4% in 2021, and 1.2% in 2022 (Supplementary Table 1). Among the 690 *E. faecalis* strains isolated over 3 years, the MDR rate was 7.2% (Figure 4).

Meanwhile, the resistance rate of blood-isolated *E. faecium* to ampicillin remained consistently high in 2020, 2021, and 2022, with 86.8%, 88.2%, and 89.2%, respectively. The resistance rate to vancomycin, crucial for treating gram-positive bacteria, decreased slightly from 38.6% in 2020 to 37.7% in 2021 and further to 35.1% in 2022. However, it still had a higher resistance rate compared with *E. faecalis*. For linezolid and daptomycin, antimicrobials used to treat vancomycin-resistant *Enterococci* (VRE) infections, all strains showed susceptibility to linezolid, while resistance to daptomycin was observed at 3.0% in 2021 and 0.6% in 2022. The resistance rate to quinupristin-dalfopristin increased significantly from 4.5% in 2020 to 24.6% in 2021 and 22.0% in 2022. However, this

is assumed to be due to a change in testing methodology implemented since 2021 (Supplementary Table 1). Regarding the 1,242 *E. faecium* isolates obtained over 3 years, MDR accounted for 57.9%, indicating a high level. Additionally, XDR, showing resistance to all antibiotic classes except one or two, was identified at a rate of 1.3% (Figure 4).

(3) *Streptococcus pneumoniae*

The resistance rate to penicillin among blood-isolated *S. pneumoniae* was found to be 10.7% (3 isolates) in 2020, 5.0% (1 isolate) in 2021, and 18.5% (5 isolates) in 2022. The resistance rate to erythromycin, commonly used to treat community-acquired *S. pneumoniae* infections, was notably high over the three years, with rates of 78.6% in 2020, 90.0% in 2021, and 85.2% in 2022 (Supplementary Table 1). *S. pneumoniae* isolated from CSF was identified once in 2021 and 2022. In 2021, the strain showed resistance to all antimicrobials except vancomycin. In 2022, the strain showed susceptibility to amoxicillin-clavulanate and vancomycin, intermediate susceptibility to cefepime and trimethoprim-sulfamethoxazole, and resistance to all other antimicrobials.

(4) *Clostridioides difficile*

C. difficile has been under surveillance since 2018 and is being collected from two collection centers. No strains have been identified to show resistance to metronidazole and vancomycin, antibiotics used to treat *C. difficile* infections. However, the resistance rate to rifaximin, used as adjuvant therapy, was 11.8% in 2020, 11.9% in 2021, and 7.4% in 2022 (Supplementary Table 1).

2) Enterobacterales

(1) *Escherichia coli*

The resistance rates of *E. coli* isolated from blood and urine were generally similar. The resistance rates of blood-isolated *E. coli* to ampicillin were 65.6% in 2020, 66.2% in 2021, and 66.9% in 2022. When examining the resistance rates of third-generation cephalosporins commonly used for *E. coli* bloodstream infections in 2020, 2021, and 2022, the resistance rates for cefotaxime were 37.7%, 36.6%, and 38.8%, respectively, while the resistance rates for ceftazidime were 11.9%, 10.3%, and 9.6%, respectively. The resistance rates to carbapenems, including imipenem, meropenem, and ertapenem, remained below 1%, indicating consistently low resistance levels. When examining the resistance rates of urine-isolated *E. coli*, the resistance rate to ciprofloxacin, a fluoroquinolone antibiotic necessary for treating urinary tract infections caused by *E. coli*, was 44.8% in 2020, 45.4% in 2021, and 45.9% in 2022. The resistance rates to carbapenem, including imipenem, meropenem, and ertapenem, also remained below 1%, indicating consistently low resistance levels (Supplementary Table 2). The MDR rates of *E. coli* showed similar trends for blood and urine isolates, with MDR rates of 58.8% for blood isolates and 60.4% for urine isolates (Figure 4).

(2) *Klebsiella pneumoniae*

For the resistance rates of third-generation cephalosporin antibiotics in blood-isolated *K. pneumoniae*, the resistance rate to cefotaxime was 25.4% in 2020, 27.6% in 2021, and 27.3% in 2022, while the resistance rate to ceftazidime was 18.4% in 2020, 21.4% in 2021, and 21.7% in 2022. For carbapenem antibiotics such as imipenem, a slight increase was observed from 3.7% in 2020 to 5.0% in 2021 and 5.8% in 2022. The overall resistance rate for urine isolate *K. pneumoniae* was higher than that of blood isolate. However, resistance to carbapenem-based antibiotics was lower in urine isolates, with 2.4% in 2020, 1.9% in 2021, and 2.4% in 2022 for imipenem (Supplementary Table 2). The MDR rate was also higher for urine isolates (39.4%) than for blood isolates (24.8%; Figure 4).

(3) *Salmonella* species

The resistance rates of *Salmonella* species to cefotaxime, ceftazidime, and ceftriaxone, third-generation cephalosporins, increased from 5.0%, 4.3%, and 4.3%, respectively, in 2020 to 11.9%, 9.6%, and 11.9% in 2022. In contrast, all isolated strains showed susceptibility to imipenem, a carbapenem antibiotic (Supplementary Table 2).

3) Non-fermenting gram-negative bacilli

(1) *Pseudomonas aeruginosa*

The resistance rate of blood-isolated *P. aeruginosa* to piperacillin was 20.9% in 2020, 24.5% in 2021, and 23.0% in 2022. The resistance rate to ceftazidime, a cephalosporin used against *P. aeruginosa*, was 16.5% in 2020, 18.0% in 2021, and 17.0% in 2022. The resistance rates to imipenem and meropenem, which belong to the carbapenems class, were similar over the years. In 2020, the resistance rates to imipenem and

meropenem were 33.5% and 30.1%, respectively. In 2021, the resistance rates to imipenem and meropenem increased to 36.9% and 35.6%, respectively. In 2022, the resistance rates to imipenem and meropenem were 34.8% and 32.6%, respectively (Supplementary Table 3). Regarding the MDR rate of all isolates, the proportion of strains susceptible to all antimicrobials was high at 48.1%. Meanwhile, the proportion of XDR and PDR was 23.9% and 1.0%, respectively, suggesting a considerable number of strains with extreme MDR that require careful attention (Figure 4).

(2) *Acinetobacter* species

Blood-isolated *Acinetobacter baumannii* showed resistance rates to imipenem and meropenem, which are carbapenem antibiotics, at 87.2% for each in 2020, 87.9% for each in 2021, and 85.7% and 86.0%, respectively, in 2022. Many strains resistant to carbapenems also showed resistance to other beta-lactam antibiotics. Looking at the MDR rate of *A. baumannii*, the XDR rate was also notably high at 78.6% (Supplementary Table 3, Figure 4). However, the resistance rate to ampicillin-sulbactam decreased from 81.1% in 2020 to 61.0% in 2021 and 60.3% in 2022, indicating a relatively lower resistance rate compared to other beta-lactam antimicrobials. For non-*baumannii* *Acinetobacter*, the overall resistance rate was lower than for *A. baumannii* (Supplementary Table 3).

4) *Candida* species

The antifungal susceptibility test results for blood-isolated *Candida* species showed that the resistance rate to fluconazole was 1.8% (6 of 336 isolates) in 2020, 3.1% (12 of 390 isolates) in 2021, and 3.3% (14 of 430 isolates) in 2022. The resistance rates to voriconazole were 0.4% (one of 282 isolates)

in 2020, 0.6% (two of 313 isolates) in 2021, and 0.9% (three of 336 isolates) in 2022. Regarding resistance rates for echinocandin antifungals, specifically micafungin, caspofungin, and anidulafungin, all isolates were susceptible to micafungin and anidulafungin. However, for caspofungin, the resistance rates were 0.3% (one of 392 isolates) in 2021 and 0.7% (three of 430 isolates) in 2022 (Supplementary Table 4).

Discussion

The Kor-GLASS is a Korean GLASS developed based on the GLASS manual proposed by the WHO to collect resistance data that meets international standards and reflects the domestic situation, such as additional surveillance of pathogens targeted for statutory infectious diseases. Kor-GLASS has established a highly reliable monitoring system by (1) selecting one general hospital for each region and collecting all target pathogens; (2) conducting professional and standardized characteristic analysis for each strain type based on the standard manual by analysis centers; (3) managing the quality of test results with high completeness by the test management center; and (4) using a web-based data management system.

During the 2nd phase of Kor-GLASS (2020–2022), 41,857 strains of hospital-acquired pathogens were collected, and susceptibility testing and characteristic analyses were performed for each strain according to the standardized manual. Looking at the resistance rate of major MDR bacteria, the resistance rate for methicillin-resistant *S. aureus* decreased from 47.4% in 2020 to 45.2% in 2021 and remained at a similar level. The resistance rate for VRE decreased from 38.6% in 2020 to 35.1% in 2022. However, considering the increasing number of enterococcal isolates and vancomycin-resistant

strains within Kor-GLASS, as well as the rise in VRE blood isolate rates from 0.05 in 2016 to 0.08 in 2022 according to mandatory infectious disease surveillance results, continuous monitoring and vigilance are necessary [8]. Carbapenems are crucial antibiotics for treating MDR bacteria. Given the limited treatment options for carbapenem-resistant bacteria, they must be used cautiously. The resistance rates of Enterobacterales, including *E. coli*, *K. pneumoniae*, and *Salmonella* spp., to carbapenem were <1% for *E. coli* and fully susceptible for *Salmonella* spp. However, *K. pneumoniae* showed a continuously increasing resistance rate, rising from 4.0% in 2020 to 6.7% in 2022.

Meanwhile, the resistance rate of *P. aeruginosa* to carbapenem over the past 3 years ranged from 33.5% to 36.9%, higher than that of Enterobacterales. For *A. baumannii*, the resistance rate remained consistently high, ranging from 86.0% to 87.9%.

There has been a partial decline in cases of major resistant bacteria in general hospitals due to efforts to prevent active colonization and to strengthen infection control, such as hand hygiene. However, major MDR bacteria like carbapenem-resistant Enterobacterales continue to rise. The increase in these resistant bacteria is due to the increasing incidence of infections caused by carbapenemase-producing Enterobacterales (CPE) and the rapid spread of genes encoding carbapenemase enzymes that can be easily transmitted to other bacteria in the Republic of Korea. Enterobacterales are common causative agents of infections both in the community and healthcare settings. When infections are caused by CPE, the choice of effective antibiotics is minimal. Preventing the spread of CPE is therefore crucial to enhance and improve surveillance.

In the future, Kor-GLASS aims to maintain its stable role as an antimicrobial resistance surveillance system. It will continue

to expand its regions and broaden the scope of monitored specimens and pathogens, enabling nationwide surveillance of major and emerging resistant strains, including MDR bacteria.

Furthermore, it is essential to go beyond merely calculating resistance rates. The surveillance system should also focus on monitoring new resistance patterns, preventing the spread of resistance, assessing the burden of antimicrobial resistance, and analyzing the correlation between resistance rates and antimicrobial usage. With this approach, based on the reliable national data on antimicrobial resistance accumulated over several years, the results of continuous monitoring of antimicrobial resistance trends and early detection of emerging antimicrobial-resistant strains will be used as preliminary data to establish policies for antimicrobial resistance management and controlling the spread of antimicrobial-resistant bacteria.

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: SWK. Data curation: SWK. Formal analysis: SWK. Methodology: SYL. Project administration: SHS, DCM. Supervision: YHC, JSY. Validation: SWK, SYL. Visualization: SWK. Writing – original draft: SWK, SYL. Writing – review & editing: YHC, JSY, SHS, DCM, SYL, JEL, SWK.

Supplementary Materials

Supplementary data are available online.

References

1. World Health Organization. Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS) report: 2022. World Health Organization; 2022.
2. Kim IH, Kim SH, Lee KJ, Park C. Introduction of WHO Global Antimicrobial Surveillance System (GLASS) in Korea, 2016. *Public Health Wkly Rep* 2017;10:234-8.
3. Lee H, Yoon EJ, Kim D, et al. Establishment of the South Korean national antimicrobial resistance surveillance system, Kor-GLASS, in 2016. *Euro Surveill* 2018;23:1700734.
4. Korea Disease Control and Prevention Agency. National antimicrobial resistance surveillance in Korea 2022 annual report. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023.
5. World Health Organization. Global antimicrobial resistance surveillance system-manual for early implementation. World Health Organization; 2017.
6. Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, et al. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect* 2012;18:268-81.
7. Kim JW, Bae SM, Lee SY, Yoo JS, Choo SY. Trends of antimicrobial resistance rates of major clinical pathogens isolated from general hospitals in Korea in 2016-2019: results from Kor-GLASS. *Public Health Wkly Rep* 2021;14:2007-24.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency. Annual report on the notified infectious diseases in Korea, 2022. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023.



우리나라의 근감소증 유병률 현황

김도연, 오경원*

질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과

초 록

본 연구는 국민건강영양조사 자료를 이용하여 우리나라의 65세 이상 악력저하율 및 근감소증 유병률 현황을 파악하였다. 분석대상은 2022년 국민건강영양조사 악력 및 체성분검사에 참여한 65세 이상이며, 악력 및 임피던스체지방측정기(bioelectrical impedance analysis)를 이용한 근육량 측정 자료를 2019년 아시아 진단기준(Asian Working Group for Sarcopenia)에 따라 분류하여 악력저하율 및 근감소증 유병률을 산출하였다. 2022년 65세 이상 악력저하율은 남자 14.2%, 여자 18.8%이며, 근감소증 유병률은 남자 6.6%, 여자 9.2%였다. 근감소증 유병률은 고령일수록 높았고, 여자가 남자에 비해 높았으며, 소득수준이 낮은 군에서 높았다. 본 연구 결과, 고령과 소득수준이 낮은 경우 근감소증에 취약하므로 해당 대상자의 경우 근감소증의 조기 발견과 예방·관리 중재 프로그램의 중점적 실시가 필요함을 확인할 수 있었다.

주요 검색어: 근감소증; 악력; 국민건강영양조사

서 론

근감소증(sarcopenia)은 노화에 따른 근육량 감소와 더불어 근력이나 신체 기능이 감소한 상태로 정의하고 있다[1]. 근육량이 감소하면 낙상과 골절 위험 증가, 당뇨병, 고혈압, 심뇌혈관질환 등 만성질환의 발생이 증가하게 된다[1-3]. 노인실태조사에서 평가한 하지근력 수행률은 2014년 79.7%, 2017년 78.6%, 2020년 77.9%로 감소 경향이 보고되었고[4-6], 국내에서 2016-2017년 수행된 지역사회 거주 70세 이상 대상 연구에서는 근감소증 유병률이 남자 14.4%, 여자

6.4%였으나, 지속적인 추이가 보고된 바 없다[7]. 근감소증은 질병으로 인식되어 2016년 세계보건기구의 제10차 국제질병통계분류(ICD-10)에 병명코드(M62.84)가 등재되었고, 우리나라에서도 2021년 제8차 한국표준질병·사인분류(KCD-8) 진단코드(M62.5)에 포함되었다[1]. 국민건강영양조사에서는 2014년부터 악력을 측정하여 10세 이상의 악력 분포를 공표하고 있고, 아시아근감소증진단그룹(Asian Working Group for Sarcopenia, AWGS)의 지침(2019)에 따라 2019년부터 65세 이상의 악력저하율을 공표하고 있다[1]. 또한 2022년부터 임피던스체지방측정기(bioelectrical impedance analysis,

Received April 22, 2024 Revised May 10, 2024 Accepted May 13, 2024

*Corresponding author: 오경원, Tel: +82-043-719-7460, E-mail: kwoh27@korea.kr

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



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



KDCA

Korea Disease Control and Prevention Agency

핵심요약

① 이전에 알려진 내용은?

근감소증은 노화에 따라 근육량과 더불어 근력이나 신체수행능력이 감소한 상태로 이로 인해 낙상과 골절 위험 증가, 당뇨병, 고혈압, 심뇌혈관질환 등 만성질환의 발생이 증가하게 된다. 국내에서 수행된 기존 연구에서 70세 이상 근감소증 유병률(AWGS 2019 기준, DXA 및 악력 측정)은 약 10%로 보고되고 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

국민건강영양조사 근감소증 조사 결과, 유병률은 남자 6.6%, 여자 9.2%였다. 여자가 남자보다 유병률이 높고, 소득수준 낮은 군에서 더 높았다.

③ 시사점은?

본 연구 결과는 고령, 낮은 소득수준 등 취약계층 대상의 근감소증의 조기 발견과 예방·관리 중재 프로그램의 실시가 필요함을 시사한다.

BIA)를 도입하여 근육량을 측정하여 근감소증 유병률을 신규로 산출하였다. 이 글에서는 2022년 국민건강영양조사 악력 및 근육량 측정 자료를 토대로 우리나라의 근감소증 유병률 현황을 살펴보았다.

방 법

1. 연구대상

국민건강영양조사는 우리나라 국민의 건강수준, 건강행태, 식품 및 영양섭취 실태를 파악하기 위해 국민건강증진법 제16조에 근거하여 시행하는 전국 규모의 건강 및 영양조사이다[8]. 조사 표본은 2단계 층화집락표본추출방법을 적용하여 조사구 및 가구를 1, 2차로 추출하였다. 조사대상은 연간 약 192개 조사구, 조사구당 25개 표본가구 내 1세 이상의 모든 가구원이었다. 본 연구는 2022년 국민건강영양조사 중 65세 이상 악력(1,462명) 및 체성분검사(1,276명) 참여자를 대

상으로 분석하였다.

2. 연구방법

국민건강영양조사의 검진조사는 이동검진차량에서 질병관리청 소속의 조사원에 의해 수행되었다. 악력검사는 디지털 악력계(TKK 5401; Takei)를 이용하여 양손 또는 한 손의 악력을 2회 측정하였으며, 최대값을 악력 측정치로 사용하였다. 악력검사 제외자 선별을 위해 시진 및 설문조사를 실시하였다. 시진 항목인 팔/손/엄지손가락의 결손, 손의 마비, 손/손목의 깎스 또는 붕대를 한 경우와 설문조사 항목인 주관적 조사참여 불가능한 경우, 최근 7일 이내 손의 통증/쑤심/뻣뻣함이 악화된 경우 검사를 실시하지 않았다.

체성분검사는 BIA (InBody970; InBody Co., Ltd.)를 이용하여 제지방량, 근육량(골무기질 제외), 체지방, 체수분, 전신위상각을 측정하였다. 인공심장박동기, 이식형심장충격기장착 등 일부 대상자는 제외하였다. 근육량(골무기질 제외)은 부위별로 측정하였고, 사지근육량(오른팔, 왼팔, 오른다리, 왼다리)의 합을 산출하였다.

3. 분석방법

본 연구는 우리나라 국민의 특성을 대표할 수 있도록 가중치를 적용한 복합표본설계분석방법으로 SAS (version 9.4; SAS Institute Inc.)를 이용하여 산출하였다. 악력저하율 및 근감소증 유병률은 국민건강영양조사에 참여한 65세 이상 대상자 중 지표산출에 필요한 항목에 결측이 없는 대상자만을 통계분석에 이용하여 산출하였다. 거주지역은 시 또는 구의 하위 행정 구역인 동(도시지역), 군의 하위 행정 구역인 읍면(농어촌지역)으로 분류하였고, 가구소득수준은 월가구균등화소득(월가구소득/ $\sqrt{\text{가구원수}}$)을 성별·연령별(5세 단위) 오분위로 분류하였다.

4. 지표정의

악력저하율은 AWGS (2019) 기준인 양손 또는 한 손의 악력을 2회 측정된 값 중 최대값이 남자 28 kg 미만, 여자 18 kg 미만인 분율로 산출하였다[1]. 근감소증 유병률 또한 AWGS (2019) 기준에 따라 악력저하에 해당하면서 BIA 결과 ‘사지근육량(골무기질 제외)의 합/신장²’이 남자 7.0 kg/m² 미만, 여자 5.7 kg/m² 미만인 분율로 산출하였다[1].

결 과

1. 악력저하율 유병률 현황

65세 이상의 악력저하율은 2022년 기준 16.7% (남자 14.2%, 여자 18.8%)이며, 연령이 증가함에 따라 증가하여 80세 이상은 40.1%이다(표 1). 75세 미만에서는 성별에 따른 차이가 크지 않았으나, 75-79세부터 여자가 남자에 비해 높았다. 거주지역에 따라 남자에서는 차이를 보이지 않으나, 여자에서는 동지역 거주자(17.0%)에 비해 읍면 거주자(25.4%)가 악력저하율이 높았다. 소득수준별로 남녀 모두 소득수준이

낮은 군의 악력저하율이 더 높은 경향이었으며, 여자에서 더 뚜렷하였다.

2. 근감소증 유병률 현황

65세 이상의 근감소증 유병률은 2022년 기준 7.9%이며, 연령이 증가할수록 증가하여 70-74세 7.1%, 75-79세 9.9%, 80세 이상 20.0%였다(표 2). 남자(6.6%)에 비해 여자(9.2%)가 높았는데 75-79세는 여자가 남자에 비해 약 2배 높았고, 80세 이상에서는 남녀 비슷한 수준이었다. 남자는 거주지역 별 차이가 없었으나 여자에서 읍면 거주자(14.8%)가 동지역 거주자(7.7%)보다 약 2배 높았다. 남녀 모두 소득수준 하위 40%인 ‘하’ 또는 ‘중하’ 군의 근감소증 유병률이 더 높은 경향이 있었다.

논 의

우리나라 65세 이상 악력저하율은 16.7% (남자 14.2%, 여자 18.8%)이고, 근감소증 유병률은 7.9% (남자 6.6%, 여자

표 1. 악력저하율(2022년)^{a)}

구분	전체		남자		여자	
	대상자 수(명)	분율(표준오차)	대상자 수(명)	분율(표준오차)	대상자 수(명)	분율(표준오차)
≥65세	1,462	16.7 (1.2)	681	14.2 (1.5)	781	18.8 (1.7)
연령(세)						
65-69	498	6.7 (1.4)	233	6.8 (2.2) ^{d)}	265	6.5 (1.7) ^{d)}
70-74	390	12.9 (2.0)	182	12.6 (2.9)	208	13.2 (2.6)
75-79	341	19.9 (2.3)	161	15.5 (3.0)	180	22.9 (3.4)
≥80	233	40.1 (3.9)	105	35.2 (5.8)	128	43.3 (5.2)
거주지역						
동	1,020	15.6 (1.4)	475	13.8 (1.8)	545	17.0 (1.9)
읍면	442	21.1 (2.5)	206	15.6 (2.7)	236	25.4 (3.7)
소득수준 ^{b)}						
하	276	21.8 (3.0)	129	16.0 (3.3)	147	26.5 (4.7)
중하	289	20.4 (3.1)	135	17.6 (3.9)	154	22.9 (4.5)
중	290	12.8 (2.3)	137	11.7 (3.1) ^{d)}	153	14.0 (2.9)
중상	302	15.1 (2.8)	142	11.6 (2.6)	160	18.1 (4.5)
상	302	14.9 (2.6)	138	14.9 (3.9) ^{d)}	164	15.0 (3.3)

^{a)}2022 국민건강통계 인용[8]. ^{b)}소득수준: 월가구균등화소득(월가구소득/√가구원수)을 성별·연령별(5세 단위) 오분위로 분류. ^{c)}변동계수: 25-50%.

표 2. 근감소증 유병률(2022년)^{a)}

구 분	전체		남자		여자	
	대상자 수(명)	분율(표준오차)	대상자 수(명)	분율(표준오차)	대상자 수(명)	분율(표준오차)
≥65세	1,276	7.9 (0.8)	605	6.6 (1.0)	671	9.2 (1.2)
연령(세)						
65-69	461	2.7 (0.8) ^{d)}	220	2.2 (1.0) ^{d)}	241	3.3 (1.2) ^{d)}
70-74	343	7.1 (1.4)	163	5.9 (1.9) ^{d)}	180	8.1 (2.1) ^{d)}
75-79	287	9.9 (1.7)	133	6.6 (2.0) ^{d)}	154	12.8 (2.8)
≥80	185	20.0 (3.3)	89	18.8 (4.5)	96	21.2 (5.0)
거주지역						
동	910	7.3 (1.0)	428	6.8 (1.1)	482	7.7 (1.4)
읍면	366	10.4 (1.7)	177	5.9 (2.1) ^{d)}	189	14.8 (2.5)
소득수준 ^{b)}						
하	235	9.8 (2.0)	110	8.2 (2.5) ^{d)}	125	11.1 (2.7)
중하	254	13.8 (2.4)	123	10.0 (3.0) ^{d)}	131	17.9 (3.8)
중	252	4.6 (1.2) ^{d)}	121	4.2 (1.8) ^{d)}	131	5.1 (1.8) ^{d)}
중상	271	5.6 (1.3)	129	4.9 (1.7) ^{d)}	142	6.2 (2.0) ^{d)}
상	262	6.9 (1.9) ^{d)}	122	6.5 (2.2) ^{d)}	140	7.2 (2.5) ^{d)}

^{a)}2022 국민건강통계 인용[8]. ^{b)}소득수준: 월가구균등화소득(월가구소득/√가구원수)을 성별·연령별(5세 단위) 오분위로 분류. ^{c)}변동계수: 25-50%.

9.2%)였다. 근감소증 유병률은 여자가 남자에 비해 높았고, 소득수준이 낮은 군에서 높은 경향이였다.

근감소증 유병률은 근육량 측정방법, 근감소증 유병률을 산출하는 기준 등에 따라 차이가 있다(유병률 범위: 10-27%) [9]. 동일한 AWGS 기준을 적용 시에도 이중에너지 방사선 흡수계측법(dual energy X-ray absorptiometry, DXA) 측정 연구에서는 18%, BIA 측정 연구에서는 14%로 측정방법에 따라 차이가 있었고[9], 동일한 대상자에서 AWGS 외 여러 근감소증 유병률을 산출하는 기준에 따라 유병률이 차이가 있었다 [7,10].

본 연구의 근감소증 유병률은 7.9%로, 아시아인 대상의 메타분석 결과인 근감소증 유병률(15.0%)에 비해 낮은 수준이었다[9]. BIA를 이용한 기존 연구 결과에서는 아시아인(남자 10%, 여자 11%)의 유병 수준이 비아시아인(유럽, 미국 등)(남자 19%, 여자 20%)에 비해 낮았고[11], 우리나라의 근감소증 유병률은 이에 비해 더 낮은 수준(남자 6.6%, 여자 9.2%)이었다. 인종에 따른 차이에 대해서는 아시아인의 근감소증 유병률 산출기준 절단값이 서양인에 비해 낮고, 아시아

인이 서양인에 비해 더 건강한 식품섭취 및 신체활동을 하여 근감소증이 예방되었을 가능성이 제안되고 있다[11].

근감소증을 성별로 구분하여 비교 시 여자의 근감소증 유병률이 남자보다 높았는데, 우리나라 노쇠코호트 결과로 보고된 70세 이상 근감소증 유병률(AWGS 2019 기준, DXA 및 악력 측정) 결과에서는 남자(14.4%)가 여자(6.4%)보다 높았고[7], AWGS 기준 메타분석 연구에서는 남녀 근감소증 유병률이 각각 14.0%로 차이가 없어 성별에 따른 다른 방향의 연구 결과에 관해 후속 연구가 필요할 것이다[9]. 또한, 연령별로 비교 시 75-79세의 근감소증 유병률이 여자가 남자에 비해 높았지만 80세 이상에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 여러 요인 중 여자는 폐경 이후 에스트로겐과 안드로젠 등 성호르몬 분비가 감소하여 근육량 소실을 유도하여 60-70대에 근감소증 유병률이 증가하지만, 남자는 여자보다 늦은 나이에 성호르몬(테스토스테론) 분비가 감소하여 80세 이후 근감소증 유병률이 급증한다고 보고되고 있다[11].

본 연구의 근감소증 유병률은 소득수준에 따라 차이가 있었는데, 중국 65세 이상 대상의 조사 결과에 따르면 가구소

특이 낮을수록 근감소증 유병률(AWGS 2019 기준, 근육량 [BIA] 및 악력[3회] 또는 보행속도)이 높아 본 연구와 유사한 결과를 보였다[12]. 소득수준이 낮을수록 근감소증 유병률이 높은 요인에 대해 중국 농촌 거주 60-89세 대상 연구에서는 소득수준이 낮을수록 건강관리를 위한 영양지식 수준이 낮음으로 인한 영향의 가능성을 제안한 바 있고[13], 중국 중장년층 대상 연구에 따르면 근감소증 환자의 경우 소득수준이 낮은 군에서 의료비 지출에 대한 부담이 증가하여 근감소증 진단 및 관리가 어려울 수 있다고 설명하였다[14]. 또한 본 결과에서 동지역 거주자에서는 근감소증 유병률의 성별 차이가 크지 않았으나, 읍면지역 거주자에서 차이가 뚜렷하였는데(남자 5.9%, 여자 14.8%), 중국 농촌지역에 거주하는 60-89세 대상 조사 결과(AWGS 2019 기준, 근육량[BIA] 및 악력[2회 이상])에서도 여자(21.7%)가 남자(12.9%)보다 더 높아 본 조사 결과와 유사하였다[15].

결론적으로 본 연구의 우리나라 65세 이상 근감소증 유병률은 7.9%로 국외에 비해 낮은 수준이지만[9], 연령이 증가할수록 근감소증이 증가하고, 특히 소득수준이 낮은 경우 근감소증에 취약할 수 있음을 시사한다. 제5차 국민건강증진종합계획에서는 만성질환 관리 위주로 추진하던 보건소 어르신 방문건강관리서비스를 허약·노쇠 등 보편적 건강관리서비스 체계로 개편하여 인공지능·사물인터넷(AI·IoT) 기반 어르신 건강관리사업 등 지역사회 지원 확대를 추진하고 있다[16]. 저소득층 등 취약계층을 우선적으로 근감소증 조기 발견과 영양관리 프로그램(경로당·복지관 등 노인 회합형 프로그램, 방문·배달 프로그램, 요리교실 등) 및 운동을 포함한 조기 개입이 중요할 것이다. 국민건강영양조사에서는 악력 측정과 함께 2024-2028년 이중에너지 방사선 DXA를 도입하여 더 정확한 근육량 측정을 실시하고 이를 기초로 근감소증 추이 및 관련요인을 모니터링할 계획이다.

Declarations

Ethics Statement: This study was approved by the Institutional Review Board of Korea Disease Control and Prevention Agency, and all subjects provided written informed consent (IRB no. 2018-01-03-4C-A).

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

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

Author Contributions: Conceptualization: DYK, KWO. Data curation: DYK. Methodology: DYK, KWO. Writing – original draft: DYK. Writing – review & editing: KWO.

References

1. Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc* 2020;21:300-7.e2.
2. Celis-Morales CA, Welsh P, Lyall DM, et al. Associations of grip strength with cardiovascular, respiratory, and cancer outcomes and all cause mortality: prospective cohort study of half a million UK Biobank participants. *BMJ* 2018;361:k1651.
3. Mainous AG 3rd, Tanner RJ, Anton SD, Jo A. Grip strength as a marker of hypertension and diabetes in healthy weight adults. *Am J Prev Med* 2015;49:850-8.
4. Chung K, Oh YH, Kang E, et al. 2014 National survey of older Koreans. Korea Institute for Health and Social Affairs; 2015.
5. Chung K, Oh YH, Kang E, et al. 2017 National survey of older Koreans. Korea Institute for Health and Social Affairs; 2018.
6. Lee YK, Kim S, Hwang N, et al. 2020 National survey of older Koreans. Korea Institute for Health and Social Affairs; 2021.
7. Kim M, Won CW. Sarcopenia in Korean community-dwelling adults aged 70 years and older: application of

- screening and diagnostic tools from the Asian Working Group for Sarcopenia 2019 update. *J Am Med Dir Assoc* 2020;21:752-8.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea health statistics 2021: Korea National Health and Nutrition Examination Survey [KNHANES IX-1]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2022.
 9. Petermann-Rocha F, Balntzi V, Gray SR, et al. Global prevalence of sarcopenia and severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2022;13:86-99.
 10. Liu X, Hou L, Zhao W, et al. The comparison of sarcopenia diagnostic criteria using AWGS 2019 with the other five criteria in West China. *Gerontology* 2021;67:386-96.
 11. Shafiee G, Keshtkar A, Soltani A, Ahadi Z, Larijani B, Heshmat R. Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta-analysis of general population studies. *J Diabetes Metab Disord* 2017;16:21.
 12. Wan H, Hu YH, Li WP, et al. Quality of life, household income, and dietary habits are associated with the risk of sarcopenia among the Chinese elderly. *Aging Clin Exp Res* 2024;36:29.
 13. Zhang X, Wang G, Ma J, Bai H. The impact of income level on skeletal muscle health in rural Chinese older residents: a study of mediating effects based on dietary knowledge. *Front Public Health* 2024;12:1329234.
 14. Ye C, Zheng X, Aihemaitijiang S, et al. Sarcopenia and catastrophic health expenditure by socio-economic groups in China: an analysis of household-based panel data. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2022;13:1938-47.
 15. Yang Y, Zhang Q, He C, et al. Prevalence of sarcopenia was higher in women than in men: a cross-sectional study from a rural area in eastern China. *PeerJ* 2022;10:e13678.
 16. Ministry of Health and Welfare. The 5th national health plan (2021-2030). 2nd ed. Korea Health Promotion Institute; 2022.

Prevalence of Sarcopenia in the Republic of Korea

Doyeon Kim, Kyungwon Oh*

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

ABSTRACT

The prevalence of low handgrip strength and sarcopenia in people aged ≥ 65 , in the Republic of Korea, was investigated using data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). This study included participants in the 2022 KNHANES aged ≥ 65 years who had handgrip strength and muscle mass measured by bioelectrical impedance analysis, according to the Asian Working Group for Sarcopenia 2019 guidelines. In 2022, prevalence of low handgrip strength among those aged ≥ 65 was 14.2% for men and 18.8% for women, and the prevalence of sarcopenia was 6.6% for men and 9.2% for women. In this study, the prevalence of sarcopenia was higher in older age, women than in men, and low-income groups. In conclusion, older people and those with in low-income groups are vulnerable to sarcopenia; therefore, it is necessary to focus on early identification of sarcopenia and development of prevention and management intervention programs for these people.

Key words: Sarcopenia; Handgrip strength; Korea National Health and Nutrition Examination Survey

*Corresponding author: Kyungwon Oh, Tel: +82-043-719-7460, E-mail: kwoh27@korea.kr

Introduction

Sarcopenia is characterized by the loss of muscle mass associated with aging, as well as the decline in muscle strength or physical function [1]. The loss of muscle mass increases the risk of falls and fractures and the incidence of chronic diseases such as diabetes mellitus, high blood pressure, and cardiovascular disease [1-3]. The lower extremity muscle strength performance evaluated in the National Survey of Older Koreans was decreasing from 79.7% in 2014 to 78.6% in 2017 and 77.9% in 2020 [4-6]. Although a domestic study of community-dwelling people aged 70 years or older in 2016–2017 reported that the prevalence of sarcopenia was 14.4% in men

and 6.4% in women, continuous trends in its prevalence have not been reported [7]. As sarcopenia is recognized as a disease, its disease code (M62.84) was registered in the World Health Organization's 10th International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems code (ICD-10) in 2016. In the Republic of Korea (ROK), sarcopenia was also included as a diagnosis code (M62.5) in the 8th Korean Standard Classification of Diseases and Causes of Death (KCD-8) in 2021 [1]. The Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) has included measuring handgrip strength and published the distribution of handgrip strength in individuals aged 10 years or older since 2014, along with the prevalence of low handgrip strength in people

Key messages

① What is known previously?

Sarcopenia is defined as the age-related loss of skeletal muscle mass, loss of muscle strength, and/or reduced physical performance, and it increases the risk of falls, fractures, and chronic diseases. In a previous study conducted in the Republic of Korea, the prevalence of sarcopenia was reported to be approximately 10%.

② What new information is presented?

The prevalence of sarcopenia was 6.6% in men and 9.2% in women and was higher in low-income groups.

③ What are implications?

Early identification of sarcopenia and development of prevention/management interventions for vulnerable groups, such as older people and individuals in low-income groups, are required.

aged 65 years or older according to the criteria of the Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS 2019) since 2019 [1]. In 2022, the KNHANES introduced bioelectrical impedance analysis (BIA) to measure muscle mass and newly calculate the prevalence of sarcopenia. In this study, we investigated the prevalence of sarcopenia in the ROK based on the handgrip strength and muscle mass measurement data from the 2022 KNHANES.

Methods

1. Participants

The KNHANES is a nationwide health and nutrition survey to assess health status, health behaviors, and food and nutritional intake status of Koreans based on Article 16 of the National Health Promotion Act [8]. The target sample of the

KNHANES was extracted to select primary sampling units (PSUs) and household members in the primary and secondary stages using two-stage stratified, clustered sampling. The participants in the KNHANES comprise approximately 192 PSUs every year, and all household members aged 1 year or older in 25 sample households per PSU. This study analyzed 2022 KNHANES participants aged 65 years or older who underwent handgrip strength (n=1,462) and body composition (n=1,276) analyses.

2. Methods

The health examination of the KNHANES was conducted at mobile examination centers by survey staff members from the Korea Disease Control and Prevention Agency. For measuring handgrip strength, the handgrip strength of both hands or one hand was measured twice using a digital grip dynamometer (TKK 5401; Takei), and a maximum value was used as the handgrip strength measurement. A visual examination and survey were conducted to select those who should be excluded from handgrip strength testing. Handgrip strength testing was not performed in people with visual examination items, such as defects in the arm/hand/thumb, hand paralysis, cast or bandage on the hand/wrist, or survey items, such as subjective inability to participate in the survey or worsening of pain/tingling/stiffness in the hands within the past 7 days.

Body composition analysis was performed to evaluate lean body mass, muscle mass (excluding bone mineral), body fat mass, body water, and whole-body phase angle using an impedance body fat analyzer (Inbody 970; InBody Co., Ltd.). Some participants with artificial pacemakers and implantable cardioverter defibrillators were excluded. Muscle mass (excluding bone mineral) was measured for each body part, and the

sum of the limb muscle masses (right arm, left arm, right leg, left leg) was calculated.

3. Statistical Analysis

In this study, data were analyzed using a complex sample design analysis method that assigned sample weights to represent the Korean population using SAS (version 9.4; SAS Institute Inc.). The prevalence of low handgrip strength and sarcopenia were analyzed for only those aged 65 years or older who participated in the KNHANES and who had no missing data required for calculating the concerned indicators. The residential area was classified into dong (urban area), which is a lower administrative district of a city or district, and eup-myeon (rural area), which is a lower administrative district of a county. Household income levels were classified using the monthly equivalized household income (monthly household income/ $\sqrt{\text{number of household members}}$) into quintiles by sex

and age (5-year units).

4. Definitions of Indicators

The prevalence of low handgrip strength was calculated as the percentile of those with a maximum grip strength value of <28 kg for men and <18 kg for women, among the values of handgrip strength, which were measured twice for both hands or one hand according to the criteria of the AWGS 2019 [1]. The prevalence of sarcopenia was also calculated as the percentage of those with correspondingly low handgrip strengths based on the criteria of the AWGS 2019, and the sum of all limbs muscle masses (excluding bone minerals)/height² <7.0 kg/m² for men and <5.7 kg/m² for women in the results of impedance body fat analysis [1].

Table 1. Prevalence of low handgrip strength (2022)^{a)}

Variables	Total		Men		Women	
	n	% (SE)	n	% (SE)	n	% (SE)
Total (≥65)	1,462	16.7 (1.2)	681	14.2 (1.5)	781	18.8 (1.7)
Age (yr)						
65–69	498	6.7 (1.4)	233	6.8 (2.2) ^{d)}	265	6.5 (1.7) ^{d)}
70–74	390	12.9 (2.0)	182	12.6 (2.9)	208	13.2 (2.6)
75–79	341	19.9 (2.3)	161	15.5 (3.0)	180	22.9 (3.4)
≥80	233	40.1 (3.9)	105	35.2 (5.8)	128	43.3 (5.2)
Residential area						
Urban areas	1,020	15.6 (1.4)	475	13.8 (1.8)	545	17.0 (1.9)
Rural areas	442	21.1 (2.5)	206	15.6 (2.7)	236	25.4 (3.7)
Household income ^{b)}						
Low	276	21.8 (3.0)	129	16.0 (3.3)	147	26.5 (4.7)
Low-middle	289	20.4 (3.1)	135	17.6 (3.9)	154	22.9 (4.5)
Middle	290	12.8 (2.3)	137	11.7 (3.1) ^{d)}	153	14.0 (2.9)
Middle-high	302	15.1 (2.8)	142	11.6 (2.6)	160	18.1 (4.5)
High	302	14.9 (2.6)	138	14.9 (3.9) ^{d)}	164	15.0 (3.3)

SE=standard error. ^{a)}Cited from Korea Health Statistics 2022 [8]. ^{b)}The household income was calculated by dividing the household monthly income by the square root of the household size, and then categorized into quintile. ^{c)}Coefficient of variation: 25–50%.

Results

1. Prevalence of Low Handgrip Strength

The prevalence of low handgrip strength among those aged 65 years or older was 16.7% (14.2% in men, 18.8% in women) as of 2022 and increased with age, reaching 40.1% in those aged 80 years or older (Table 1). For those under 75 years old, there was no remarkable sex difference, but for those aged 75–79 years or older, it was higher in women than in men. There was no difference in the prevalence of low handgrip strength in men with respect to residential area. However, the prevalence of low handgrip strength in women was higher in eup-myeon area residents (25.4%) than in dong area residents (17.0%). With respect to income levels, the prevalence of low handgrip strength was higher in low-income groups for both men and women, and it was more evident in women.

2. Prevalence of Sarcopenia

The prevalence of sarcopenia in those aged 65 years or older was 7.9% as of 2022 and increased with age, reaching 7.1% in those aged 70–74 years, 9.9% in those aged 75–79 years, and 20.0% in those aged 80 years or older (Table 2). Its prevalence was higher in women (9.2%) than in men (6.6%), its prevalence in women aged 75–79 years was about twice as high as in men aged 75–79 years and was similar between men and women aged 80 years or older. With respect to residential areas, the prevalence of sarcopenia showed no difference in men. However, its prevalence in women was about twice as high in eup-myeon area residents (14.8%) than in dong area residents (7.7%). With respect to income levels, the prevalence of sarcopenia in both men and women was higher in the low (or bottom 40% of income earners) or lower-middle income groups.

Table 2. Prevalence of sarcopenia (2022)^{a)}

Variable	Total		Men		Women	
	n	% (SE)	n	% (SE)	n	% (SE)
Total (≥65)	1,276	7.9 (0.8)	605	6.6 (1.0)	671	9.2 (1.2)
Age (yr)						
65–69	461	2.7 (0.8) ^{d)}	220	2.2 (1.0) ^{d)}	241	3.3 (1.2) ^{d)}
70–74	343	7.1 (1.4)	163	5.9 (1.9) ^{d)}	180	8.1 (2.1) ^{d)}
75–79	287	9.9 (1.7)	133	6.6 (2.0) ^{d)}	154	12.8 (2.8)
≥80	185	20.0 (3.3)	89	18.8 (4.5)	96	21.2 (5.0)
Residential area						
Urban areas	910	7.3 (1.0)	428	6.8 (1.1)	482	7.7 (1.4)
Rural areas	366	10.4 (1.7)	177	5.9 (2.1) ^{d)}	189	14.8 (2.5)
Household income ^{b)}						
Low	235	9.8 (2.0)	110	8.2 (2.5) ^{d)}	125	11.1 (2.7)
Low-middle	254	13.8 (2.4)	123	10.0 (3.0) ^{d)}	131	17.9 (3.8)
Middle	252	4.6 (1.2) ^{d)}	121	4.2 (1.8) ^{d)}	131	5.1 (1.8) ^{d)}
Middle-high	271	5.6 (1.3)	129	4.9 (1.7) ^{d)}	142	6.2 (2.0) ^{d)}
High	262	6.9 (1.9) ^{d)}	122	6.5 (2.2) ^{d)}	140	7.2 (2.5) ^{d)}

SE=standard error. ^{a)}Cited from Korea Health Statistics 2022 [8]. ^{b)}The household income was calculated by dividing the household monthly income by the square root of the household size, and then categorized into quintile. ^{c)}Coefficient of variation: 25–50%.

Discussion

The prevalence of low handgrip strength among Koreans aged 65 or older was 16.7% (14.2% in men, 18.8% in women). The prevalence of sarcopenia was 7.9% (6.6% in men, 9.2% in women). The prevalence of sarcopenia was higher in women than in men and in those with low income.

The prevalence of sarcopenia varies from 10% to 27% depending on the methods to measure muscle mass and the criteria [9]. Although AWGS criteria are used, the calculated prevalence still vary with respect to measurement methods, for example, 18% in a study using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) and 14% in a study using BIA [9]. More so, the prevalence of sarcopenia also differs in the same participants with respect to the criteria other than the AWGS criteria [7,10].

The prevalence of sarcopenia in this study was 7.9%, which was lower than that reported in a meta-analysis study of Asians (15.0%) [9]. In another study that used BIA, the prevalence of sarcopenia in Asians (10% in men, 11% in women) was lower than that in non-Asians (Europeans, Americans, etc.) (19% in men, 20% in women) [11], and that in the ROK was even lower (6.6% in men, 9.2% in women). Regarding racial differences in the prevalence of sarcopenia, it has been suggested that the cutoff value for calculating the prevalence of sarcopenia in Asians is lower than that in Western societies and that sarcopenia was likely to be prevented in Asians by consuming healthier foods and engaging in more physical activity compared to people in Western societies [11].

By sex, the prevalence of sarcopenia in women was higher than that in men, and in those aged 70 years or older (AWGS 2019, DXA, and handgrip strength measurement) as reported in the results of the frailty cohort in the ROK, it was higher in

men (14.4%) than in women (6.4%) [7]. However, a meta-analysis based on the AWGS criteria reported that the prevalence of sarcopenia in men and women was 14.0%, respectively, with no sex difference. Therefore, follow-up studies are needed to investigate study results in different directions according to sex [9].

By age, the prevalence of sarcopenia in women aged 75–79 years was higher than that of men of the same age group, but there was no significant difference in those aged 80 or older. In women, the secretion of sex hormones such as estrogen and androgen decreases after menopause, leading to loss of muscle mass, which increases the prevalence of sarcopenia in their 60s and 70s. Meanwhile, in men, the secretion of sex hormones (testosterone) decreases at a later age than women and its prevalence increases rapidly after the eighth decade of life [11].

The results of this study showed that the prevalence of sarcopenia differed according to income level. A study of people aged 65 or older in China reported that lower household income was associated with a higher prevalence of sarcopenia (based on AWGS 2019, muscle mass [BIA], and handgrip strength [3 measurements] or walking speed) [12], which was similar to the results of this study. A study of individuals aged 60–89 years living in rural areas in China suggested that the factors contributing to the higher prevalence of sarcopenia in those with lower income levels might be affected by the possibility that lower income levels might be associated with lower nutritional knowledge levels for health management [13]. A study involving middle-aged people in China stated that patients with sarcopenia in the low-income class might have increasing risk of catastrophic health expenditure, making it difficult for them to diagnose and manage sarcopenia [14].

Moreover, the results of this study showed that there was

no significant sex difference in the prevalence of sarcopenia in dong area residents, but there was a distinct difference in its prevalence among eup-myeon area residents (5.9% in men and 14.8% in women). In a previous study of people aged 60–89 years living in rural areas of China (based on AWGS 2019, muscle mass [BIA] and handgrip strength [more than 2 measurements]) were also higher in women (21.7%) than in men (12.9%), which was similar to the results of this survey [15].

In conclusion, the results of this study suggest that the prevalence of sarcopenia in those aged 65 or older in the ROK is 7.9%, which is lower than in other countries [9]. However, this study suggests that sarcopenia increases with age, and, in particular, those with low income levels may be particularly vulnerable to sarcopenia. In the 5th Health Plan, public health centers' home visiting health services for older adults, which were focused on managing chronic diseases, were reorganized into a universal healthcare service system for frailty and is promoting expansion of community support projects such as AI or IoT-based health service projects for older adults [16]. It is important to provide vulnerable groups such as low-income groups with priority early intervention such as early detection of sarcopenia, nutritional management programs (senior gathering programs at senior centers and welfare centers, home visit/delivery programs, cooking classes, etc.), and exercise programs. Along with handgrip strength measurement, the KNHANES plans to introduce DXA between 2024 and 2028 to measure muscle mass more accurately and monitor trends in sarcopenia and related factors accordingly.

Declarations

Ethics Statement: This study was approved by the

Institutional Review Board of Korea Disease Control and Prevention Agency, and all subjects provided written informed consent (IRB no. 2018-01-03-4C-A).

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

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

Author Contributions: Conceptualization: DYK, KWO. Data curation: DYK. Methodology: DYK, KWO. Writing – original draft: DYK. Writing – review & editing: KWO.

References

1. Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc* 2020;21:300–7.e2.
2. Celis-Morales CA, Welsh P, Lyall DM, et al. Associations of grip strength with cardiovascular, respiratory, and cancer outcomes and all cause mortality: prospective cohort study of half a million UK Biobank participants. *BMJ* 2018;361:k1651.
3. Mainous AG 3rd, Tanner RJ, Anton SD, Jo A. Grip strength as a marker of hypertension and diabetes in healthy weight adults. *Am J Prev Med* 2015;49:850–8.
4. Chung K, Oh YH, Kang E, et al. 2014 National survey of older Koreans. Korea Institute for Health and Social Affairs; 2015.
5. Chung K, Oh YH, Kang E, et al. 2017 National survey of older Koreans. Korea Institute for Health and Social Affairs; 2018.
6. Lee YK, Kim S, Hwang N, et al. 2020 National survey of older Koreans. Korea Institute for Health and Social Affairs; 2021.
7. Kim M, Won CW. Sarcopenia in Korean community-dwelling adults aged 70 years and older: application of screening and diagnostic tools from the Asian Working Group for Sarcopenia 2019 update. *J Am Med Dir Assoc* 2020;21:752–8.
8. Korea Disease Control and Prevention Agency. Korea

- health statistics 2021: Korea National Health and Nutrition Examination Survey [KNHANES IX-1]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2022.
9. Petermann-Rocha F, Balntzi V, Gray SR, et al. Global prevalence of sarcopenia and severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2022;13:86-99.
 10. Liu X, Hou L, Zhao W, et al. The comparison of sarcopenia diagnostic criteria using AWGS 2019 with the other five criteria in West China. *Gerontology* 2021;67:386-96.
 11. Shafiee G, Keshtkar A, Soltani A, Ahadi Z, Larijani B, Heshmat R. Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta-analysis of general population studies. *J Diabetes Metab Disord* 2017;16:21.
 12. Wan H, Hu YH, Li WP, et al. Quality of life, household income, and dietary habits are associated with the risk of sarcopenia among the Chinese elderly. *Aging Clin Exp Res* 2024;36:29.
 13. Zhang X, Wang G, Ma J, Bai H. The impact of income level on skeletal muscle health in rural Chinese older residents: a study of mediating effects based on dietary knowledge. *Front Public Health* 2024;12:1329234.
 14. Ye C, Zheng X, Aihemaitijiang S, et al. Sarcopenia and catastrophic health expenditure by socio-economic groups in China: an analysis of household-based panel data. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2022;13:1938-47.
 15. Yang Y, Zhang Q, He C, et al. Prevalence of sarcopenia was higher in women than in men: a cross-sectional study from a rural area in eastern China. *PeerJ* 2022;10:e13678.
 16. Ministry of Health and Welfare. The 5th national health plan (2021-2030). 2nd ed. Korea Health Promotion Institute; 2022.

음료류 섭취량 추이, 2013-2022년

음료류 섭취량(만 1세 이상)은 지난 10년간 증가 경향으로 남자가 여자보다(그림 1), 다른 연령에 비해 19-49세에서 많았다(그림 2).

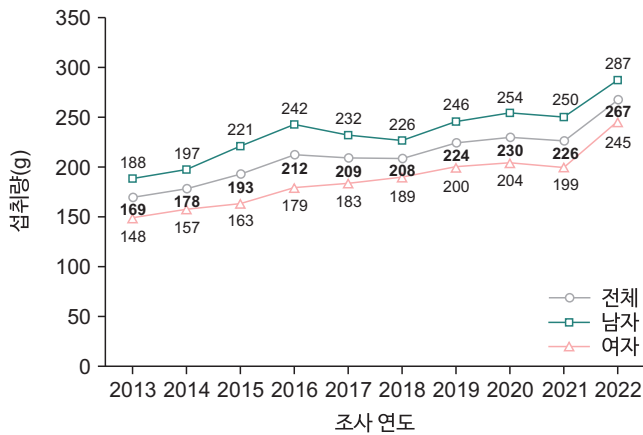


그림 1. 음료류 섭취량 추이, 2013-2022년

*그림 1의 연도별 섭취량은 2005년 추계인구로 연령표준화

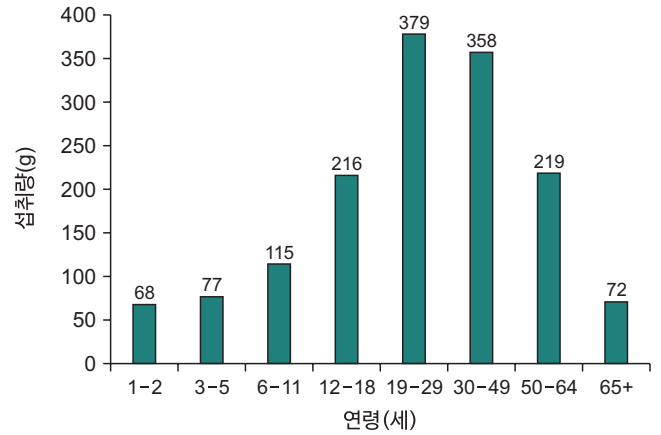


그림 2. 연령별 음료류 섭취량, 2022년

출처: 2022년 국민건강통계, <https://knhanes.kdca.go.kr/>

작성부서: 질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과



QuickStats

Trends in the Intake of Beverages, 2013–2022

Beverage intake among Korea population aged 1 years and over has increased in the past 10 years, with higher consumption observed in men than in women (Figure 1). Beverage intake among those aged 19–49 years was higher than other age groups (Figure 2).

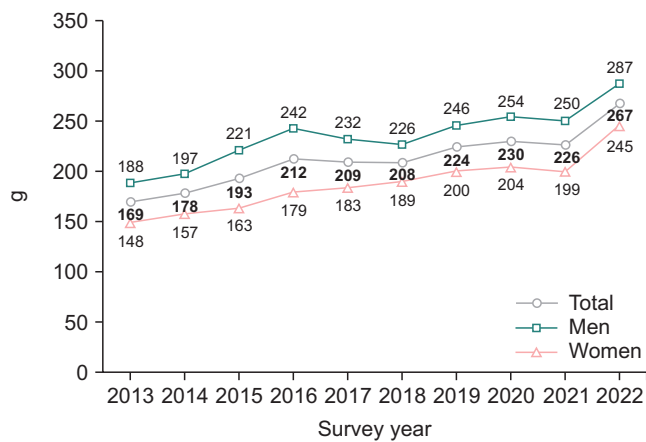


Figure 1. Trends in intake of beverages, 2013–2022

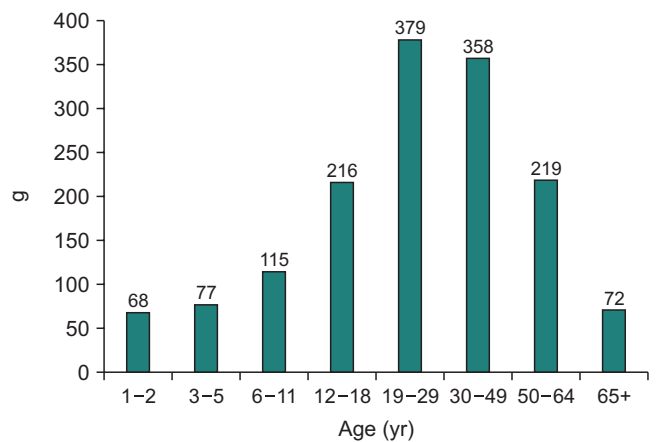


Figure 2. Beverage intake by age groups, 2022

*Beverage intake in Figure 1 was calculated using age- and sex-specific structures of the estimated population in the 2005 Korea Census.

Source: Korea Health Statistics 2022, Korea National Health and Nutrition Examination Survey, <https://knhanes.kcdc.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