



주간 건강과 질병

PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 17, No. 48, December 12, 2024

Content

조사/감시 보고

2077 충청권역 건강행태 및 만성질환 관리현황: 2023년 지역사회 건강조사 결과

리뷰와 전망

2095 디지털헬스 리터러시 개념에 대한 주제범위 문헌고찰
2134 해외 사례 분석을 통한 하수 기반 감염병 감시체계의 병원체 모니터링 활용과 의의

정책 보고

2147 코로나바이러스감염증-19 빅데이터(K-COV-N) 연구 성과 소개 및 활용방안
2160 2024년 하반기 중점감염관리지역 및 감염관리지역 안내

질병 통계

2174 청소년 우울감 경험률 추이, 2014-2023년

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, 7561, 7562), 팩스(+82-43-719-7569) 또는 이메일(phwrcdc@korea.kr)을 통해 가능하다.

발행일: 2024년 12월 12일

발행인: 지영미

발행처: 질병관리청

편집사무국: 질병관리청 질병감시전략담당관
(28159) 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 187 오송보건의료행정타운
전화. +82-43-719-7557, 7552, 7561, 7562, 팩스. +82-43-719-7569
이메일. phwrcdc@korea.kr
홈페이지. 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

곽진

전북대학교 의과대학

손현진

동아대학교 의과대학

류소연

조선대학교 의과대학

염준섭

연세대학교 의과대학

박지혁

동국대학교 의과대학

하미나

단국대학교 의과대학

편집위원

고현선

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원

권윤형

질병관리청

김동현

한림대학교 의과대학

김성순

질병관리청

김수영

한림대학교 의과대학

김용우

질병관리청 국립보건연구원

김윤희

인하대학교 의과대학

김은진

질병관리청

김중곤

서울의료원

김호

서울대학교 보건대학원

박영준

질병관리청

백선경

질병관리청

송경준

서울대학교병원운영 서울특별시보라매병원

송진수

서울대학교 의과대학

신다연

인하대학교 자연과학대학

안정훈

이화여자대학교 신산업융합대학

엄중식

가천대학교 의과대학

오경원

질병관리청

오주환

서울대학교 의과대학

유석현

가톨릭대학교 의과대학

유영

고려대학교 의과대학

이경주

국립재활원

이선희

부산대학교 의과대학

이윤환

아주대학교 의과대학

이재갑

한림대학교 의과대학

이혁민

연세대학교 의과대학

이형민

질병관리청

전경만

삼성서울병원

정은옥

건국대학교 의과대학

정재훈

가천대학교 의과대학

최선화

국가수리과학연구소

최원석

고려대학교 의과대학

최은화

서울대학교어린이병원

허미나

건국대학교 의과대학

사무국

김시우

질병관리청

이정민

질병관리청

박희빈

질병관리청

이희재

질병관리청

이은영

질병관리청

원고편집인

조소연

(주)메드랑

충청권역 건강행태 및 만성질환 관리현황: 2023년 지역사회건강조사 결과

김은성 , 강성현 , 최연화*

질병관리청 충청권질병대응센터 만성질환관리과

초 록

본 보고서는 2023년 지역사회건강조사 결과를 이용하여 충청권역(대전, 세종, 충북, 충남) 단위의 건강행태, 만성질환 이환 및 관리와 관련된 건강 지표를 분류하고 정리하였다. 그 결과, 현재흡연율, 남자 현재흡연율, 월간음주율, 고위험음주율, 비만율(자가보고), 스트레스 인지율 및 당뇨병 진단 경험률이 충청권 건강 취약지표로 확인되었다. 각 건강 취약지표별로 충청권 현재흡연율 및 남자 현재흡연율은 각각 22.2%와 39.2%였으며, 충청권 월간음주율과 고위험음주율은 각각 59.2%와 14.4%로 확인되었다. 충청권 비만율(자가보고)과 당뇨병 진단 경험률은 각각 34.0%와 9.8%였으며, 스트레스 인지율의 경우는 27.9%이었다. 이번 자료를 통해 확인된 건강 취약지표를 개선하기 위한 중재사업 수행 시 지역적 특성을 고려할 필요가 있으며, 이 자료가 만성질환 예방관리 중재사업 개발을 위한 기초자료로 사용되길 기대한다.

주요 검색어: 건강조사; 건강행태; 건강 취약지표; 만성질환; 예방관리

서 론

2022년 기준 만성질환은 우리나라 전체 사망의 74.3%를 차지하고 있으며, 만성질환으로 인한 진료비는 83조원(전체 진료비의 80.9%)으로 해마다 증가 추세에 있다[1]. 통계청 자료에 따르면 2025년에 우리나라 65세 이상 고령인구가 전체 인구의 20.6%로 초고령사회로 진입할 것으로 전망되며, 고령 인구 증가는 동시에 2개 이상의 만성질환을 가진 복합만성질환의 유병률에도 영향을 미친다[2,3]. 우리나라 65세 이상 고령자에서의 복합만성질환 유병률은 54.9%에 달하는데 3개

이상 복합만성질환자의 경우 65-69세는 18.2%인 반면 85세 이상의 경우 42.1%까지 급증해[4] 건강한 노년의 삶을 영위하기 위해서는 만성질환 관리는 필수적이라 하겠다. 또한, 최근 서구화된 식생활과 장시간 앉아 있는 생활습관 등으로 인해 30세 이상 성인 10명 중 6명이 고혈압, 당뇨병 환자이거나 전단계인 상황으로 만성질환 예방을 위해 청장년층의 건강 위해요인에 대한 관리도 필요한 실정이다[5].

만성질환 관리 목적은 금연, 절주, 신체활동 등 생활습관 개선을 통해 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증, 비만 등을 예방하고, 이러한 선행질환을 가진 대상자에 대한 지속적인 치료 및

Received October 29, 2024 Revised November 12, 2024 Accepted November 12, 2024

*Corresponding author: 최연화, Tel: +82-42-229-1560, 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

핵심요약

① 이전에 알려진 내용은?

2008년부터 시행된 지역사회건강조사는 지역 건강통계 생산을 위해 매년 실시되고 있으며, 지방자치단체에서 지역보건의료계획 수립 및 평가 시 근거자료로 활용하고 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

지역사회건강조사 주요 건강지표 중 현재흡연율, 남자 현재흡연율, 월간음주율, 고위험음주율, 비만율(자가보고), 스트레스 인지율, 당뇨병 진단 경험률(30세 이상)이 2023년 충청권역의 건강 취약지표로 확인되었다.

③ 시사점은?

권역단위의 만성질환 예방관리를 위한 중재사업 수행 시 지역적 특성을 고려하여 우선순위 지역을 선정할 필요가 있다.

건강증진 활동을 지원함으로써 암, 심뇌혈관 질환, 만성 신장 질환 등 치명적인 질병을 사전에 예방하는데 있다. 또한 만성질환 유병자를 잘 관리하여 조기사망을 예방하고 삶의 질을 높이는 것이다[6]. 이를 위해서는 대상자 개인의 노력뿐만 아니라 국가 및 지역사회 단위에서의 개입이 필요하며 지역 내 건강행태 및 만성질환 관리현황을 파악하여 지역사회 특성에 따른 맞춤형 만성질환 예방관리 중재사업을 추진할 필요가 있다.

우리나라는 2008년부터 매년 지역사회건강조사를 통해 지역단위 건강행태, 만성질환 이환 및 관리 수준에 대한 보건통계 자료를 생산하고 있으며, 지방자치단체에서는 지역보건의료계획 수립 및 평가 시 지역사회건강조사 결과를 근거자료로 활용하고 있다.

본 원고에서는 2023년 지역사회건강조사 결과를 바탕으로

표 1. 2023년 충청권역 18개 주요 건강지표별 현황

구분		전국 ^{a)} (2023)	충청권				
			2022	2023	증감 (2023-2022)	지표 개선 여부	권역 내 격차 ^{b)}
건강행태	현재흡연율	20.3	20.0	22.2	+2.0	악화	9.0
	남자 현재흡연율	36.1	35.8	39.2	+3.4	악화	16.1
	월간음주율	58.0	57.3	59.2	+1.9	악화	5.0
	고위험음주율	13.2	13.3	14.4	+1.1	악화	6.9
	걷기실천율	47.9	43.9	46.3	+2.4	개선	5.1
	중등도 이상 신체활동 실천율	25.1	24.1	26.2	+2.1	개선	3.9
	비만율(자가보고)	33.7	32.4	34.0	+1.6	악화	6.1
	연간 체중조절 시도율	66.9	65.1	65.9	+0.8	개선	8.3
	스트레스 인지율	25.7	24.5	27.9	+3.4	악화	2.5
	우울감 경험률	7.3	7.6	7.5	-0.1	개선	1.3
이환	혈압수치 인지율	62.8	66.9	69.1	+2.2	개선	7.6
	고혈압 진단 경험률(30세 이상)	20.6	21.6	21.4	-0.2	개선	2.7
	고혈압 진단 경험자(30세 이상)의 치료율	93.6	94.1	94.5	+0.4	개선	2.9
	혈당수치 인지율	30.6	32.2	34.7	+2.5	개선	6.9
	당뇨병 진단 경험률(30세 이상)	9.1	9.5	9.8	+0.3	악화	0.8
	당뇨병 진단 경험자(30세 이상)의 치료율	92.8	90.8	92.0	+1.2	개선	4.2
	뇌졸중(중풍) 조기증상 인지율	62.0	55.2	61.0	+5.8	개선	15.5
	심근경색증 조기증상 인지율	52.9	45.9	52.3	+6.4	개선	16.1

단위: %, %p. ^{a)}전국 258개 시·군·구 지표결과의 중앙값, ^{b)}충청권 4개 시·도별 지표결과 중 최댓값과 최솟값의 차이.

로 발간된 '지역건강통계 한눈에 보기'의 충청권 지역(대전, 세종, 충북, 충남)의 통계 결과를 중심으로 권역단위 건강행태와 만성질환 이환 및 관리 현황을 파악하고, 충청권역 단위 만성질환 예방관리 증대사업 개발을 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

방 법

1. 자료원 및 분석방법

충청권역 지역주민의 건강행태와 만성질환 이환 및 관

리 현황을 파악하기 위하여 질병관리청에서 발간한 '2023 지역건강통계 한눈에 보기' 통계집의 부록 통계자료를 이용하였으며, 해당 통계집에 수록된 43개 지표 중 분석을 위한 주요 건강지표로 18개 지표(건강행태 관련 지표 10개, 이환 및 건강지식 관련 지표 8개)를 선정하였다. 각 건강지표별 결과는 성·연령 표준화율을 사용하였으며, 충청권역의 각 지표별 대푯값은 권역 내 36개 시·군·구 중앙값으로 산출하였다. 2023년 충청권역 단위의 건강수준 평가를 위해 각 지표별 충청권 대푯값의 전년 대비 증감여부에 따라 악화된 지표를 취약지표로 선정하였으며, 해당 취약지표에 대한 충청권 4개

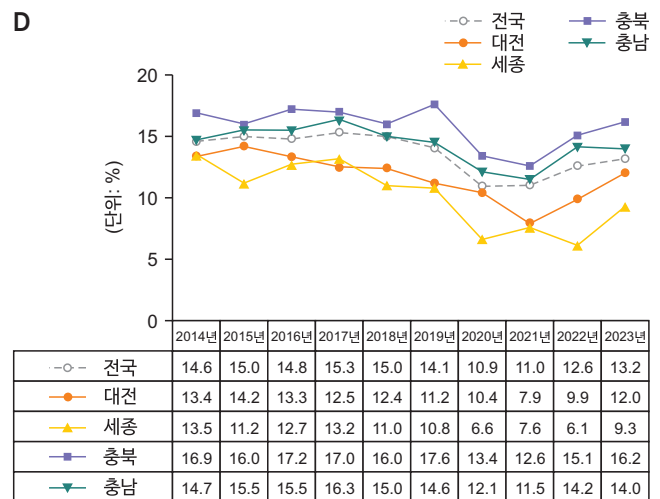
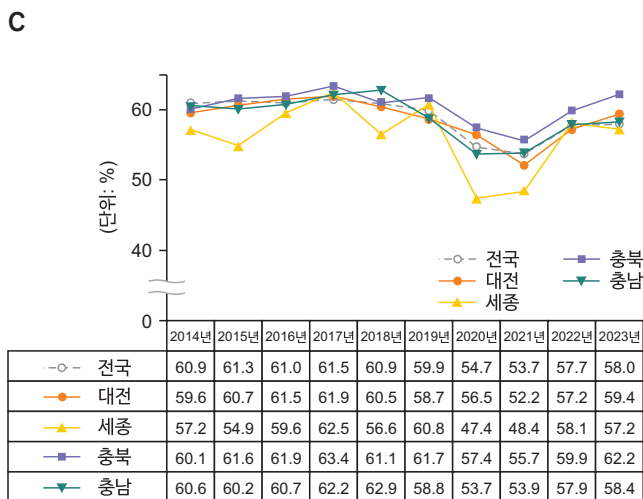
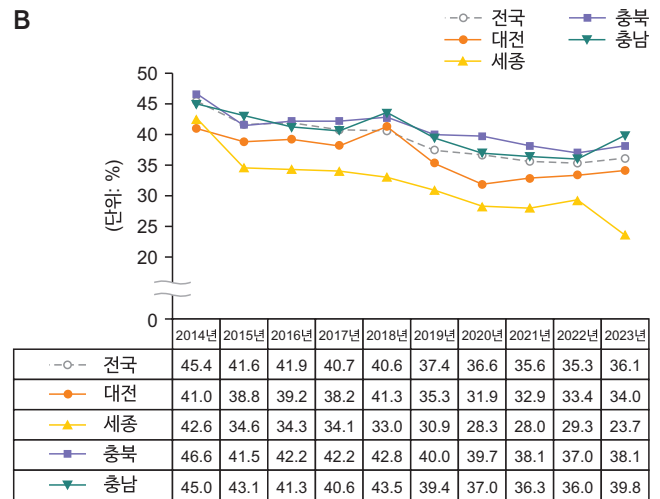
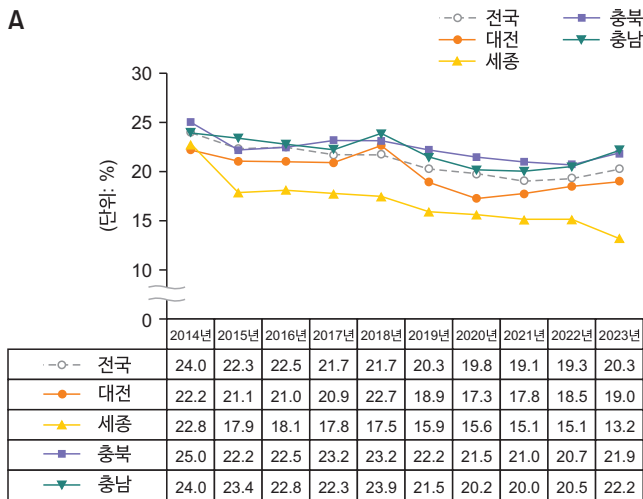


그림 1. 충청권역 건강 취약지표별 추이(2014-2023년)

(A) 현재흡연율, (B) 남자 현재흡연율, (C) 월간 음주율, (D) 고위험 음주율, (E) 비만율(자가보고), (F) 스트레스 인지율, (G) 당뇨병 진단 경험률(30세 이상).

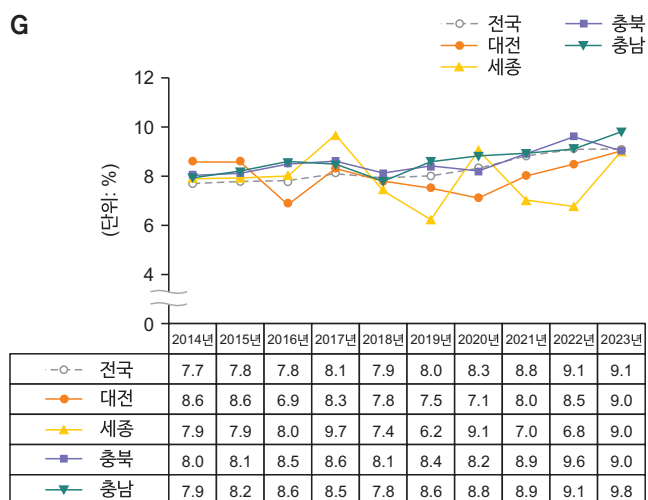
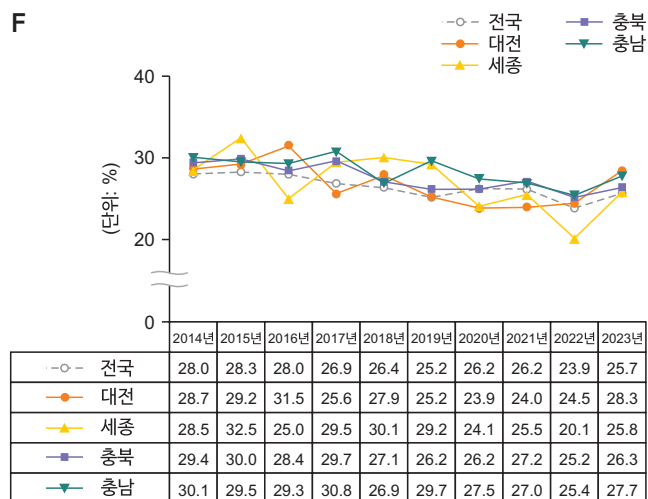
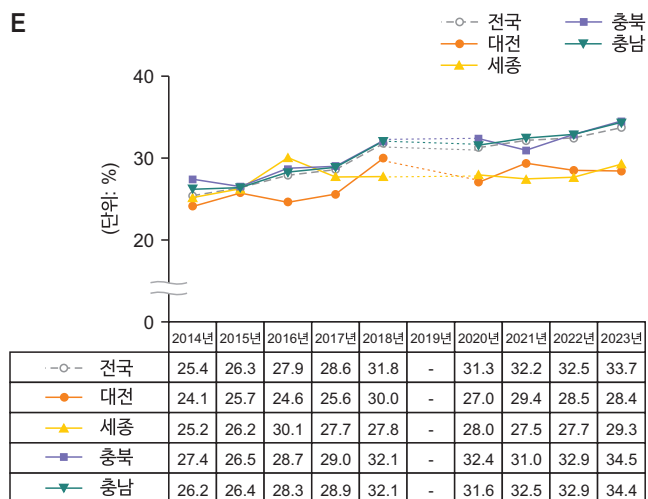


그림 1. 계속

시·도별 및 36개 시·군·구별 현황을 제시하였다.

결 과

18개 주요 건강지표 중 2023년 충청권역의 건강 취약지표는 7개로 흡연, 음주, 비만, 스트레스, 당뇨병과 관련된 지표였다. 세부 현황을 살펴보면 2023년 충청권 현재흡연율과 남자 현재흡연율은 각각 22.2%, 39.2%로 전년 대비 각각 2.0%p, 3.4%p 증가하였으며, 월간음주율과 고위험음주율은 59.2%, 14.4%로 전년 대비 각각 1.9%p, 1.1%p 증가하였다. 비만율(자가보고)의 경우 34.0%로 전년 대비 1.6%p 증가

하였으며, 스트레스 인지율은 27.9%, 당뇨병 진단 경험률은 9.8%로 전년 대비 각각 3.4%p, 0.3%p 증가하였다. 남자 현재흡연률의 경우 충청권역 내 시·도간 격차가 16.1%p로 건강 취약지표 중 권역 내 격차가 가장 큰 것으로 확인되었다(표 1).

1. 흡연율

충청권 시·도별 현재흡연율(10년 전후비교)은 2014년 대전 22.2%, 세종 22.8%, 충북 25.0%, 충남 24.0%에서 2023년 대전 19.0%, 세종 13.2%, 충북 21.9%, 충남 22.2%로 감소하였으나 충북과 충남의 경우 전국 현재흡연율

(20.3%)보다 높았다(그림 1A).

충청권 시·도별 남자 현재흡연율(10년 전후비교)의 경우 2014년 대전 41.0%, 세종 42.6%, 충북 46.6%, 충남 45.0%에서 2023년 대전 34.0%, 세종 23.7%, 충북 38.1%, 충남 39.8%로 감소하였으나 충북과 충남의 경우 전국 남자 현재흡연율(36.1%)보다 높았다(그림 1B). 2023년 충청권 시·군·구별 현재흡연율 및 남자 현재흡연율의 경우 충남 청양군이 각각 28.3%, 53.6%로 가장 높았고, 세종이 각각 13.2%, 23.7%로 가장 낮았다(그림 2A, B).

2. 음주율

충청권 시·도별 월간 음주율(10년 전후비교)은 2014년 대전 59.6%, 세종 57.2%, 충북 60.1%, 충남 60.6%에서 2023년 대전 59.4%, 세종 57.2%, 충북 62.2%, 충남 58.4%로 확인되었으며, 세종을 제외한 3개 시·도 모두 월간 음주율이 전국(58.0%)보다 높았다(그림 1C). 2023년 충청권 시·군·구별 월간 음주율은 충북 청주시 청원구가 66.2%로 가장 높고, 충남 금산군이 50.2%로 가장 낮았다(그림 2C).

충청권 시·도별 고위험 음주율(10년 전후비교)은 2014년 대전 13.4%, 세종 13.5%, 충북 16.9%, 충남 14.7%에서

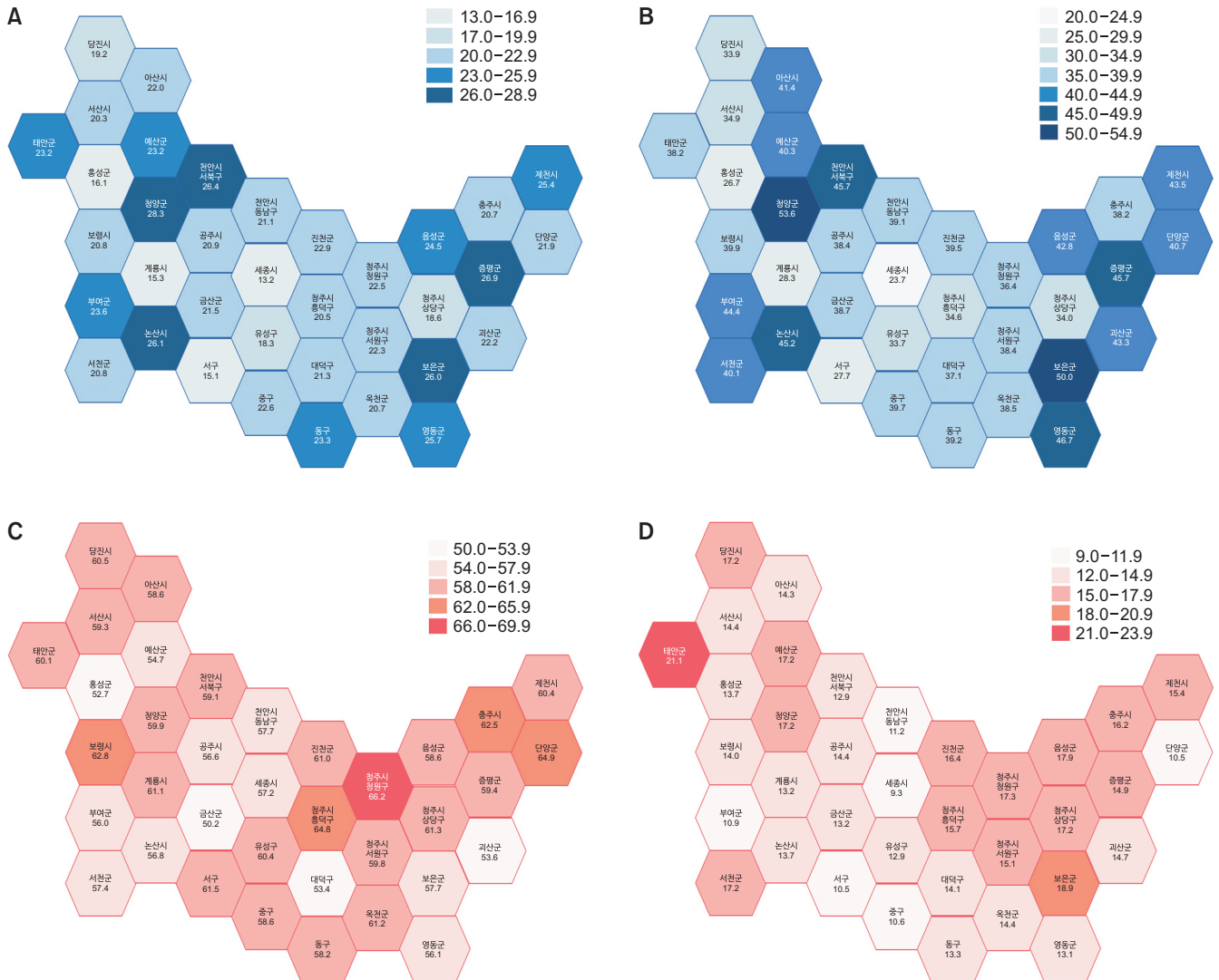


그림 2. 2023년 충청권역 건강 취약지표별 시·군·구 현황

(A) 현재흡연율, (B) 남자 현재흡연율, (C) 월간 음주율, (D) 고위험 음주율, (E) 비만율(자가보고), (F) 스트레스 인지율, (G) 당뇨병 진단 경험률(30세 이상).

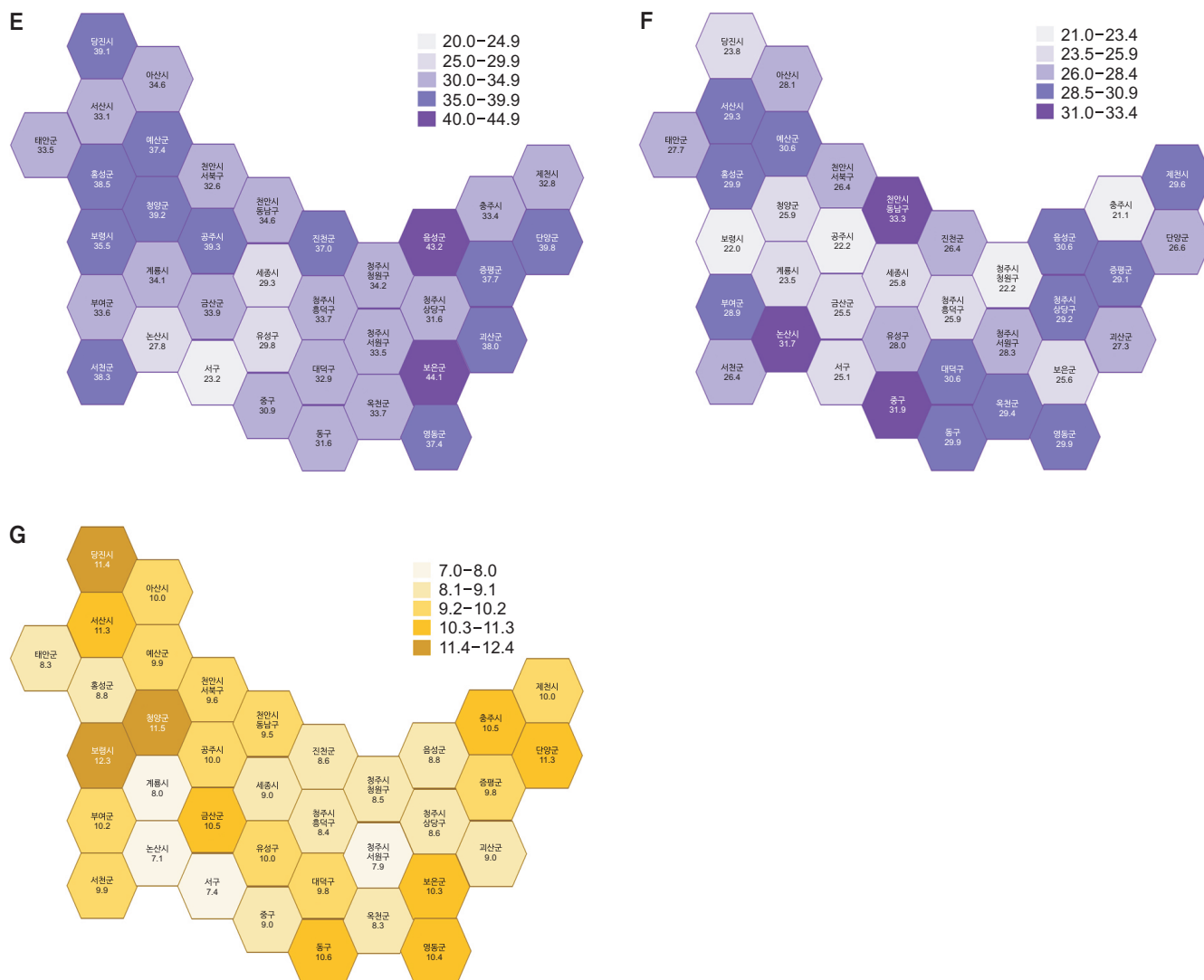


그림 2. 계속

2023년 대전 12.0%, 세종 9.3%, 충북 16.2%, 충남 14.0%로 감소하였으나, 충북과 충남의 경우 전국 고위험 읍·면·동(13.2%)보다 높았다(그림 1D). 2023년 충청권 시·군·구별 고위험 읍·면·동은 충남 태안군이 21.1%로 가장 높고, 세종이 9.3%로 가장 낮았다(그림 2D).

3. 비만율

충청권 시·도별 비만율(자가보고) (10년 전후비교)은
2014년 대전 24.1%, 세종 25.2%, 충북 27.4%, 충남 26.2%
에서 2023년 대전 28.4%, 세종 29.3%, 충북 34.5%, 충

남 34.4%로 증가하였으며, 충북과 충남의 경우 비만율(자가 보고)이 전국(33.7%)보다 높았다(그림 1E). 2023년 충청권 시·군·구별 비만율(자가보고)은 충북 보은군이 44.1%로 가장 높고, 대전 서구가 23.2%로 가장 낮았다(그림 2E).

4. 스트레스 인지율

충청권 시·도별 스트레스 인지율(10년 전후비교)은 2014년 대전 28.7%, 세종 28.5%, 충북 29.4%, 충남 30.1%에서 2023년 대전 28.3%, 세종 25.8%, 충북 26.3%, 충남 27.7%로 감소하였으나 4개 시·도 모두 스트레스 인

지율이 전국(25.7%)보다 높았다(그림 1F). 2023년 충청권 시·군·구별 스트레스 인지율은 충남 천안시 동남구가 33.3%로 가장 높고, 충북 충주시가 21.1%로 가장 낮았다(그림 2F).

5. 당뇨병 진단 경험률

충청권 시·도별 당뇨병 진단 경험률(10년 전후비교)은 2014년 대전 8.6%, 세종 7.9%, 충북 8.0%, 충남 7.9%에서 2023년 대전 9.0%, 세종 9.0%, 충북 9.0%, 충남 9.8%로 증가하였고, 충남의 경우 당뇨병 진단 경험률이 전국(9.1%)보다 높았다(그림 1G). 2023년 충청권 시·군·구별 당뇨병 진단 경험률은 충남 보령시가 12.3%로 가장 높고, 충남 논산시가 7.1%로 가장 낮았다(그림 2G).

결론

‘2023 지역건강통계 한눈에 보기’ 통계집 자료를 이용하여 충청권역의 건강행태와 만성질환 이환 및 관리 수준을 살펴본 결과, 건강행태와 관련된 지표 중 충청권의 현재흡연율, 남자 현재흡연율, 월간음주율, 고위험음주율, 비만율(자가보고), 스트레스 인지율의 경우 전년 대비 지렛값이 증가함에 따라 건강지표가 악화된 것으로 확인되었다. 반면 걷기실천율, 중등도 이상 신체활동 실천율, 연간 체중조절 시도율, 우울감 경험률은 전년 대비 지렛값이 개선되었으나 걷기실천율 및 연간 체중조절 시도율의 경우 전국 값보다는 낮은 수준을 보였다. 이환과 관련된 지표의 경우 충청권의 당뇨병 진단 경험률은 전년 대비 지렛값이 증가해 악화된 지표로 확인되었고, 혈압수치 인지율, 고혈압 진단 경험률, 고혈압 진단 경험자의 치료율, 혈당수치 인지율, 당뇨병 진단 경험자의 치료율, 뇌졸중(중풍) 및 심근경색 조기증상 인지율의 경우 전년 대비 지렛값이 개선되었으나 당뇨병 진단 경험자의 치료율, 뇌졸중(중풍) 및 심근경색증 조기증상 인지율의 경우 전국 값보다는 낮은

수준을 보였다.

특히, 충청권의 현재흡연율, 남자 현재흡연율, 월간음주율, 고위험음주율, 비만율(자가보고), 스트레스 인지율 및 당뇨병 진단 경험률의 경우 건강취약 지표로 확인되었는데, 이 지표들은 충청권역의 만성질환 관리를 위한 중장기 전략 개발을 위한 정책연구용역과제에서 제안된 만성질환 관리 효과평가 지표와도 관련이 있다. 동 연구에서는 만성질환 관리 효과평가를 위한 단기지표로 현재 흡연율, 중기지표는 고위험음주율, 고혈압, 당뇨, 비만 유병률, 장기지표로는 심혈관 질환 발생률을 평가지표로 제안된 바 있다[7].

이에, 이번 분석을 통해 확인된 건강 취약지표를 개선하기 위한 집중적인 관리가 필요하며, 충청권역 4개 시·도 중 충북과 충남의 경우 대전, 세종과 비교하여 고령인구 비율이 높고[8], 만성질환의 주요 위험이 되는 흡연, 음주, 비만과 관련된 지렛값이 상대적으로 높아 해당 지역을 중심으로 만성질환 예방관리 중재사업 추진이 필요하다. 특히, 충청권의 경우 현재흡연율, 고위험음주율 등 건강행태와 관련된 주요 지표가 인접 지역사회와 공간적 군집화를 이루고 있고, 의료 자원이 부족한 군집도 있어 중재사업 수행 시 우선순위 지역을 선정할 필요가 있다[9].

충청권질병대응센터에서는 2024년 7월 권역 단위의 건강통계 현황 및 지역별 우선 중재가 필요한 건강지표를 제시한 통계집인 ‘2023년 충청권 건강통계 한눈에 보기’를 발간하여 권역 내 시·군·구 및 유관기관에 배포하였고, 시·군·구에서 지역 내 보건사업 계획 수립 시 활용하도록 안내하였다. 또한, 건강 취약지역을 대상으로 충청권질병대응센터, 시·도 및 시·군·구와 협력하여 지역주민의 만성질환 예방관리를 위한 인식 개선 홍보를 실시해 건강생활 실천 유도를 통한 건강 취약지표를 개선하고자 노력하였다. 무엇보다 지자체별 만성질환 예방관리 사업의 활성화 정도와 사업내용 등이 상이하므로 체계적인 만성질환 예방관리 사업 지침 개발과 보급을 통해 사업의 효과성을 높일 필요가 있으며[7,10], 권역단

위 만성질환 예방관리 중재사업 추진을 위한 자원 확보 및 사업 수행을 통해 권역 내 건강지표 개선을 위한 중장기적인 노력이 필요할 것이다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

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

Author Contributions: Conceptualization: ESK, SHK. Data curation: ESK. Supervision: SHK, YHC. Visualization: ESK. Writing – original draft: ESK. Writing – review & editing: ESK, SHK, YHC.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Current status and issues of chronic diseases in 2023 [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2024 Oct 11]. Available from: https://www.kdca.go.kr/gallery.es?mid=a20503020000&bid=0003&b_list=9&act=view&list_no=146387&nPage=4&vlist_no_npage=4&keyField=&keyWord=&orderby=
2. Statistics Korea. 2023 Elderly statistics [Internet]. Statistics Korea; 2023 [cited 2024 Oct 11]. Available from: https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&act=view&list_no=427252
3. Kim CH, Hwang I, Yoo WS. The common patterns of multimorbidity and its impact on healthcare cost in Korea. HPM 2024;24:219-27.
4. Lee Y, Kim S, Hwang N, et al. 2020 The Korean elderly survey. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2021 Jul. Report No.: 2020-35.
5. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Know your vascular numbers and prevent cardiovascular disease [Internet]. KDCA; 2024 [cited 2024 Aug 30]. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list_no=725967&cg_code=&act=view&nPage=5&newsField=
6. Park YH. Strategy for noncommunicable disease control and prevention. J Korean Med Assoc 2024;57:808-14.
7. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Development of long-term strategy for the management of chronic diseases in the chungcheong region [Internet]. KDCA; 2024 [cited 2024 Oct 11]. Available from: https://kdca.go.kr/board/boardApi.es?mid=a20603010000&bid=0080&act=view&api_code=20221118&list_no=433481
8. Kim ES, Kang SH, Choi YH. Chungcheong regional community health at a glance 2023. Daejeon: Chungcheong Regional Center for Disease Control and Prevention; 2024 Jul.
9. Lee G, Park MB, Kim EA. A study on spatial autocorrelation according to the geographical distribution of major health indicators: focusing on regional units in Chungcheong province. Public Health Wkly Rep 2024;17:1071-89.
10. Lee MS, Lee KS, Lee JJ, et al. Directions and current issues on the policy of prevention and management for hypertension and diabetes, and development of chronic disease prevention and management model in Korea. J Agric Med Community Health 2020;45:13-40.

Health Behavior and Chronic Disease Management Status in the Chungcheong Region: The Results of 2023 Korea Community Health Survey

Eunseong Kim , Sung Hyun Kang , Yeon Hwa Choi* 

Division of Chronic Disease Control, Chungcheong Regional Center for Disease Control and Prevention, Korea Disease Control and Prevention Agency, Daejeon, Korea

ABSTRACT

Using the 2023 Korea Community Health Survey, this study verified and summarized healthcare-related indicators including health behaviors, chronic disease morbidity, and management status in the Chungcheong region (Daejeon, Sejong, Chungbuk, and Chungnam). Based on this, we identified health vulnerability indicators such as current smoking rate, current smoking rate of males, monthly drinking rate, high-risk drinking rate, obesity rate (self-reported), diabetes diagnosis experience rate, and stress awareness rate in the Chungcheong region in 2023. Regarding the seven health vulnerability indicators in 2023, the current smoking rate and current smoking rate of males were 22.2% and 39.2%, respectively. The monthly drinking rate and high-risk drinking rate were 59.2% and 14.4%, respectively. The obesity rate (self-reported) and diabetes diagnosis rate were 34.0% and 9.8%, respectively. The stress awareness rate was 27.9%. It is hoped that these data can be used as basic data for exploring intervention projects for chronic disease prevention and management in consideration of local characteristics.

Key words: Health survey; Health behavior; Health vulnerability indicator; Chronic disease; Prevention and management

*Corresponding author: Yeon Hwa Choi, Tel: +82-42-229-1560, E-mail: cyh6803@korea.kr

Introduction

As of 2022, chronic diseases accounted for 74.3% of all fatalities in the Republic of Korea (ROK), and medical expenses for chronic diseases were KRW 83 trillion (80.9% of all medical expenses) and increasing annually [1]. According to Statistics Korea, the elderly population, those aged 65 and over, is expected to reach 20.6% of the total population by

2025, as ROK transitions to a super-aged society. The increase in the elderly population also affects the multimorbidity [2,3], which among elderly persons—those aged 65 and older—is 54.9% in ROK. While the prevalence of three or more chronic conditions is 18.2% for those aged 65–69 years, it rapidly increases to 42.1% for those aged 85 years and older [4], highlighting the necessity of chronic disease management to enjoy a healthy elderly life. Since 6 out of 10 adults over age 30 have

Key messages

① What is known previously?

Since 2008, the Korea Community Health Survey has been conducted annually to produce local health statistics for use by local governments as a basis for local healthcare planning and evaluation.

② What new information is presented?

Among the main health indicators, the current smoking rate, current smoking rate of males, monthly drinking rate, high-risk drinking rate, obesity rate (self-reported), stress awareness rate, and diabetes diagnosis experience rate (30 years and older) were identified as health vulnerability indicators in the Chungcheong region in 2023.

③ What are implications?

When implementing interventions for chronic disease prevention and management at the regional level, it is necessary to select priority areas in consideration of local characteristics.

hypertension, diabetes, or pre-diabetes because of Westernized diets and sedentary lifestyles, health risk factors must be managed among young adults as well to prevent chronic diseases [5].

The purpose of chronic disease management is to prevent hypertension, diabetes, dyslipidemia, obesity, etc., through lifestyle modifications such as smoking cessation, alcohol abstinence, and physical activity, and fatal diseases such as cancer, cardiovascular disease, and chronic kidney disease, by supporting people with these pre-existing conditions with ongoing treatment and health promotion activities. It is also intended to prevent early death and improve the quality of life of people with chronic diseases [6]. To achieve these goals, not only are individual efforts needed but interventions at the national and community levels are required as well. It is also necessary to

identify the health behavior and chronic disease management status in the region and promote customized chronic disease preventive care intervention programs according to community characteristics.

In ROK, the Community Health Survey has been conducted annually since 2008 to produce health statistics data on health behavior, chronic disease morbidity, and management status at the regional level, and local governments have been utilizing the data of the Community Health Survey as evidence when establishing and evaluating regional healthcare plans.

This study aimed to investigate health behaviors and chronic disease morbidity and management at the regional level by focusing on the statistical results of the Chungcheong region (Daejeon, Sejong, Chungbuk, and Chungnam) in “Korea Community Health at a Glance 2023,” which is published according to the data of the Community Health Survey in 2023, and to provide foundational data for the development of chronic disease preventive care intervention programs in the Chungcheong region.

Methods

1. Data Sources and Analysis Methods

To investigate the health behavior and chronic disease morbidity and management status of the residents of the Chungcheong region, the appendix statistics of the statistical report “Korea Community Health at a Glance 2023,” published by the Korea Disease Control and Prevention Agency, were used. Of the 43 indicators included in the report, 18 indicators (10 related to health behavior and 8 related to morbidity including health knowledge) were selected as the main health indicators for analysis. The data for each health indicator were

standardized by sex and age, and the representative value of each indicator in the Chungcheong region was calculated using the median value of 36 Si-Gun-Gu in the region. To evaluate the health status of the Chungcheong region in 2023, deteriorated indicators were selected as vulnerability indicators

according to whether the value of the Chungcheong region's representative value for each indicator increased or decreased from the previous year, and the status of each of the four cities and provinces and 36 Si-Gun-Gu in the Chungcheong region was presented for each vulnerable indicator.

Table 1. Status of 18 health indicators in the Chungcheong region in 2023

Indicator		Nationwide ^{a)} (2023)	Chungcheong region				Gap within the region ^{b)}
			2022	2023	Increase/ decrease (2023-2022)	Status of indicator improvement	
Health behavior	Current smoking rate	20.3	20.0	22.2	+2.0	Deterioration	9.0
	Current smoking rate of males	36.1	35.8	39.2	+3.4	Deterioration	16.1
	Monthly drinking rate	58.0	57.3	59.2	+1.9	Deterioration	5.0
	High risk drinking rate	13.2	13.3	14.4	+1.1	Deterioration	6.9
	Walking practice rate	47.9	43.9	46.3	+2.4	Improvement	5.1
	Moderate or higher physical activity practice rate	25.1	24.1	26.2	+2.1	Improvement	3.9
	Obesity rate (self-reported)	33.7	32.4	34.0	+1.6	Deterioration	6.1
	Annual weight control attempt rate	66.9	65.1	65.9	+0.8	Improvement	8.3
	Stress awareness rate	25.7	24.5	27.9	+3.4	Deterioration	2.5
	Depression experience rate	7.3	7.6	7.5	-0.1	Improvement	1.3
Morbidity	Blood pressure level awareness rate	62.8	66.9	69.1	+2.2	Improvement	7.6
	Hypertension diagnosis experience rate (≥30 yr)	20.6	21.6	21.4	-0.2	Improvement	2.7
	Treatment rate for people diagnosed with hypertension (≥30 yr)	93.6	94.1	94.5	+0.4	Improvement	2.9
	Blood sugar level awareness rate	30.6	32.2	34.7	+2.5	Improvement	6.9
	Diabetes diagnosis experience rate (≥30 yr)	9.1	9.5	9.8	+0.3	Deterioration	0.8
	Treatment rate for people diagnosed with diabetes (≥30 yr)	92.8	90.8	92.0	+1.2	Improvement	4.2
	Awareness rate for early symptoms of stroke	62.0	55.2	61.0	+5.8	Improvement	15.5
	Awareness rate for early symptoms of myocardial infarction	52.9	45.9	52.3	+6.4	Improvement	16.1

Unit: %, %p. ^{a)}Median among 258 cities, counties, and districts, ^{b)}Difference between the maximum and minimum values of indicator values of four metropolitan cities and provinces in the Chuncheong region.

Results

Of the 18 major health indicators, 7 indicators, which were related to smoking, alcohol drinking, obesity, stress, and diabetes, were considered health vulnerability indicators in the Chungcheong region in 2023. In particular, the current smoking rate and the current smoking rate of males in the Chungcheong region were 22.2% and 39.2% in 2023, respectively, an increase of 2.0%p and 3.4%p, respectively, from the previous year, while the monthly drinking rate and high-risk

drinking rate were 59.2% and 14.4%, respectively, an increase of 1.9%p and 1.1%p, respectively, from the previous year. The obesity rate (self-reported) was 34.0%, an increase of 1.6%p from the previous year, while the stress awareness rate and diabetes diagnosis rate were 27.9% and 9.8%, corresponding to increases of 3.4%p and 0.3%p, respectively, from the previous year. As for the current smoking rate of males, the disparity between cities and provinces in the Chungcheong region was 16.1%p, which is the largest disparity in the area among health vulnerability indicators (Table 1).

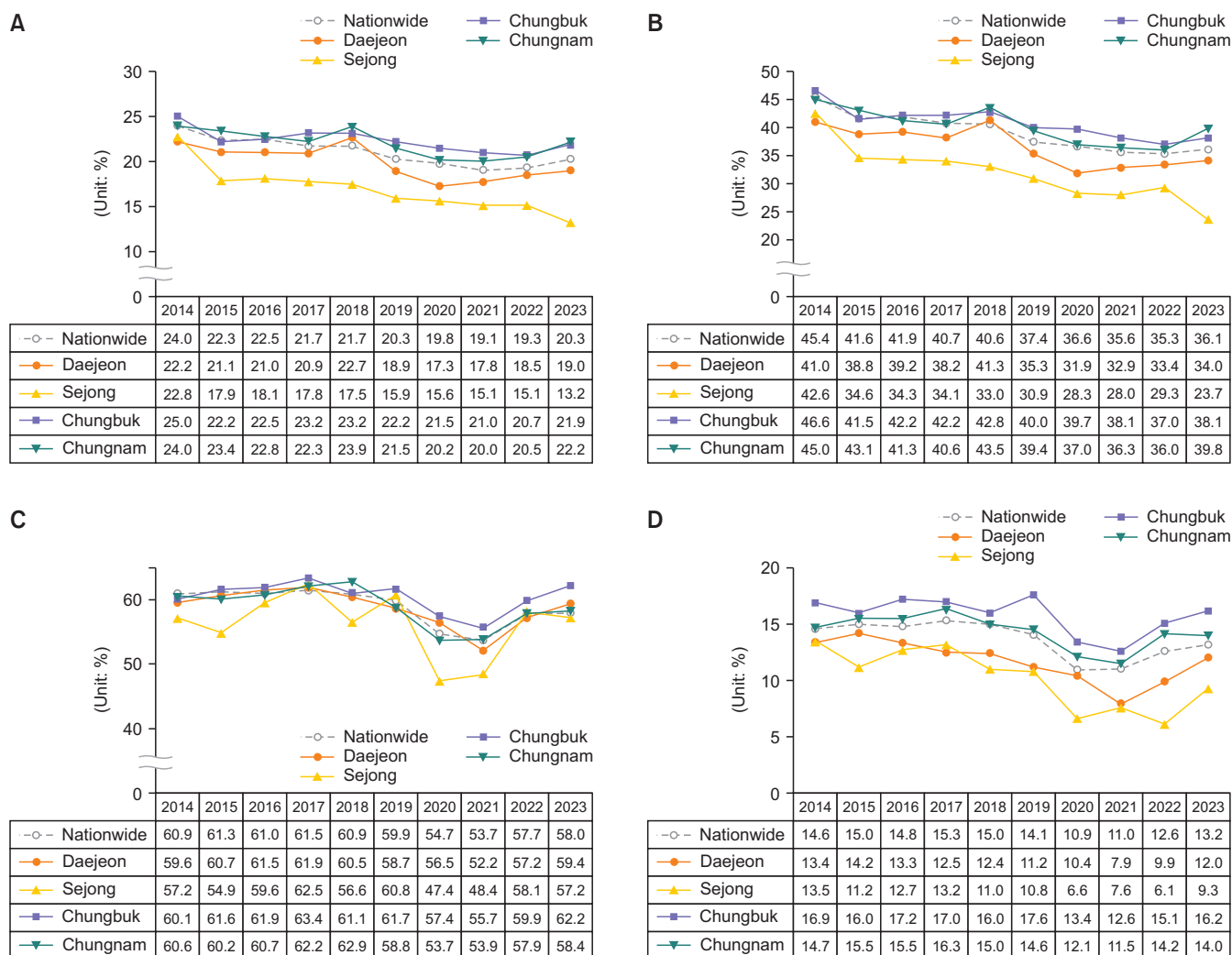


Figure 1. Trend of health vulnerability indicators in the Chungcheong region (2014–2023)

(A) Current smoking rate, (B) Current smoking rate of males, (C) Monthly drinking rate, (D) High risk drinking rate, (E) Obesity rate (self-reported), (F) Stress awareness rate, (G) Diabetes diagnosis experience rate (≥ 30 years). N/A=not available.

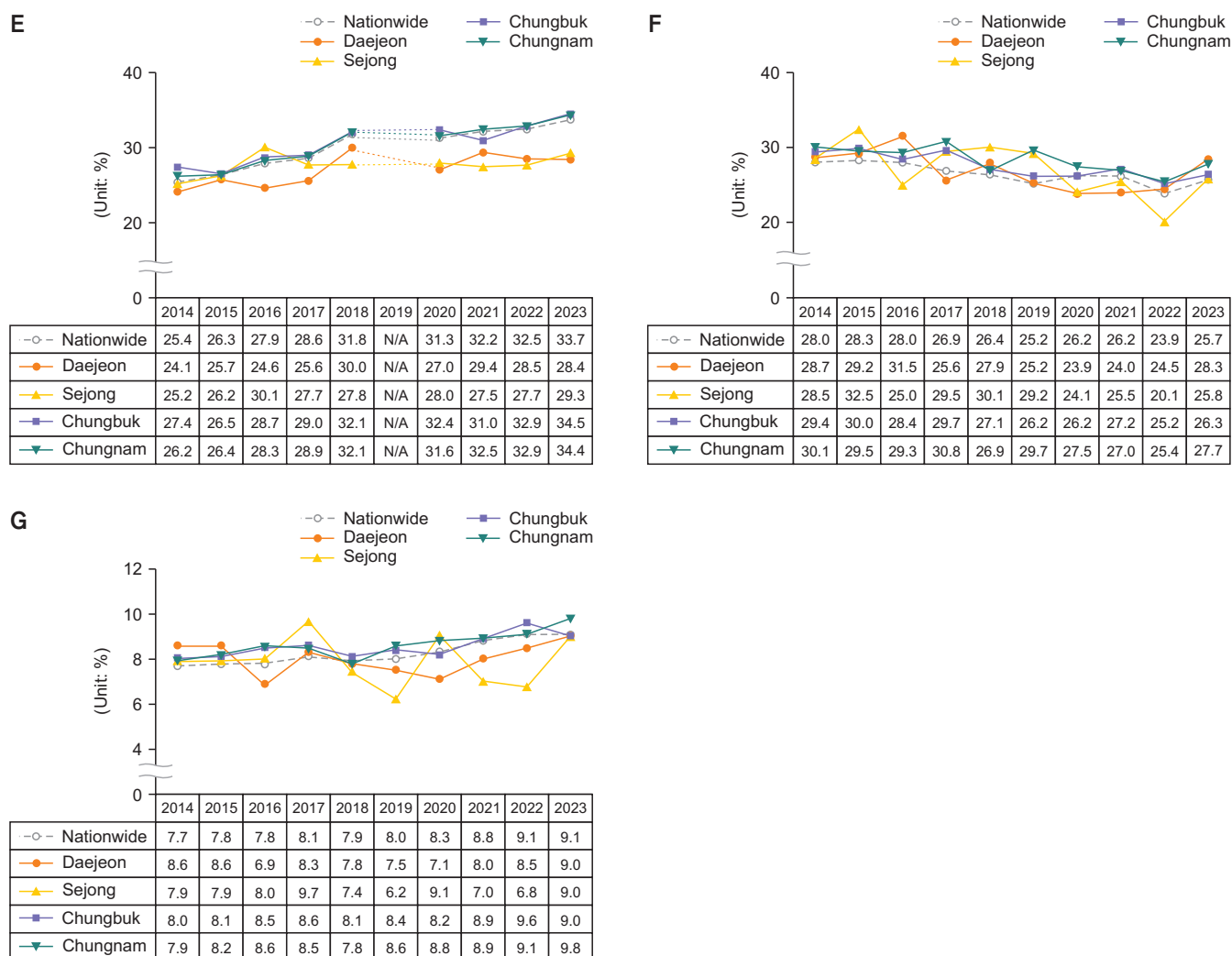


Figure 1. Continued

1. Smoking Rate

The current smoking rate by City-Province in the Chungcheong region declined from 22.2% in Daejeon, 22.8% in Sejong, 25.0% in Chungbuk, and 24.0% in Chungnam in 2014 to 19.0%, 13.2%, 21.9%, and 22.2% in Daejeon, Sejong, Chungbuk, and Chungnam, respectively, in 2023. However, the current smoking rates of Chungbuk and Chungnam were higher than the national rate (20.3%) (Figure 1A).

In terms of the current smoking rate of males by City-Province in the Chungcheong region, the 10-year comparison showed a decrease from 41.0% in Daejeon, 42.6% in

Sejong, 46.6% in Chungbuk, and 45.0% in Chungnam in 2014 to 34.0%, 23.7%, 38.1%, and 39.8% in Daejeon, Sejong, Chungbuk, and Chungnam, respectively, in 2023. However, Chungbuk and Chungnam had a higher current smoking rate of males than the national rate (36.1%) (Figure 1B). In 2023, the current smoking rate and the current smoking rate of males by Si-Gun-Gu in the Chungcheong region were the highest in Cheongyang-gun of Chungnam at 28.3% and 53.6%, respectively, and the lowest in Sejong at 13.2% and 23.7%, respectively (Figure 2A, B).

2. Alcohol Drinking Rate

The monthly drinking rate by City-Province in the Chungcheong region (in a 10-year comparison) was 59.6% in Daejeon, 57.2% in Sejong, 60.1% in Chungbuk, and 60.6% in Chungnam in 2014, and 59.4%, 57.2%, 62.2%, and 58.4% in Daejeon, Sejong, Chungbuk, and Chungnam, respectively, in 2023, with all three cities and provinces except Sejong having higher monthly drinking rates than the national rate (58.0%) (Figure 1C). In 2023, the monthly drinking rate by Si-Gun-Gu

in the Chungcheong region was highest in Cheongwon-gu of Cheongju-si, Chungbuk, at 66.2% and lowest in Geumsan-gun of Chungnam at 50.2% (Figure 2C).

The high-risk drinking rate (in a 10-year comparison) by City-Province in the Chungcheong region decreased from 13.4% in Daejeon, 13.5% in Sejong, 16.9% in Chungbuk, and 14.7% in Chungnam in 2014 to 12.0%, 9.3%, 16.2%, and 14.0% in Daejeon, Sejong, Chungbuk, and Chungnam, respectively, in 2023, but Chungbuk and Chungnam had a higher

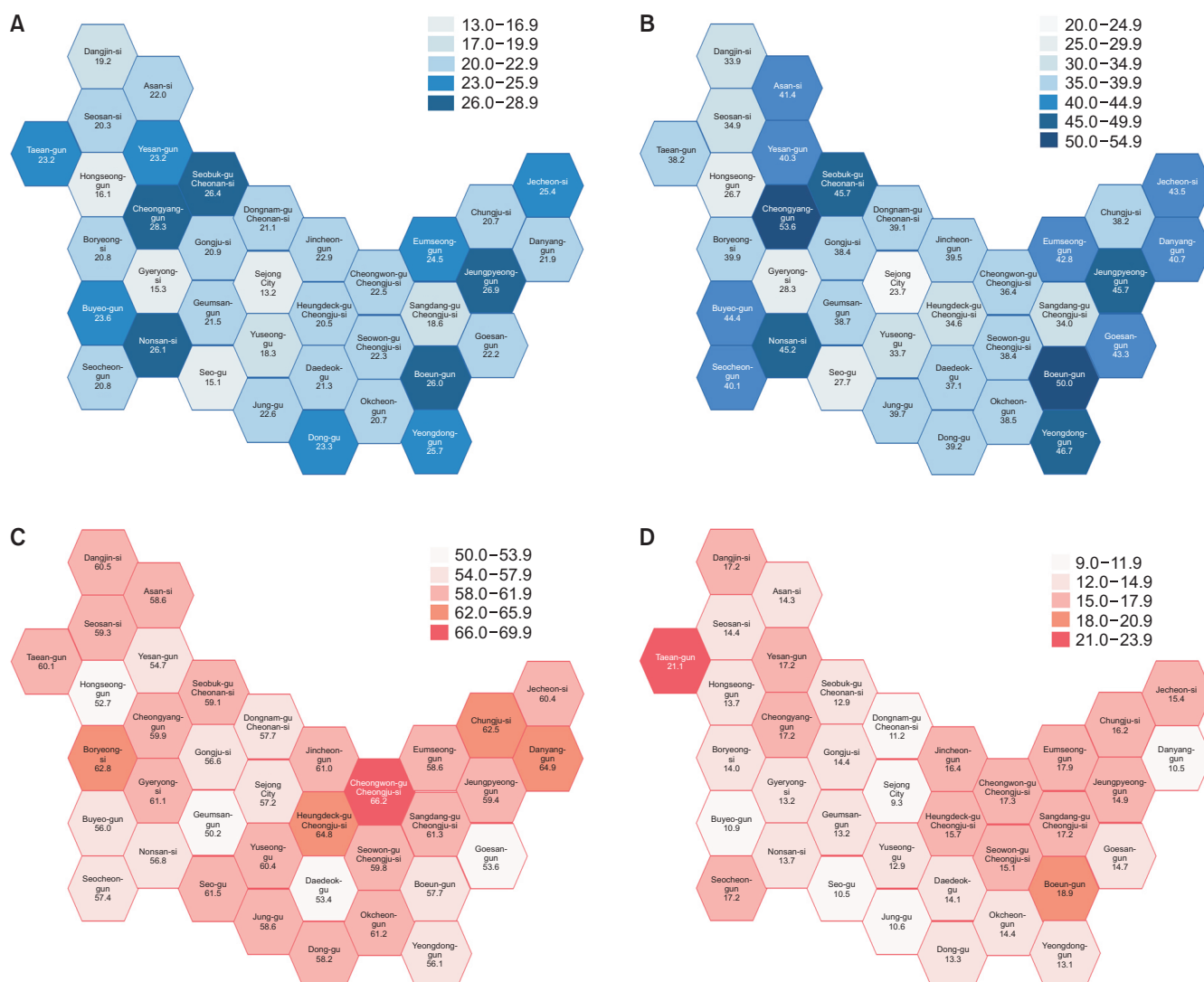


Figure 2. Status of health vulnerability indicators in cities/countries/districts (2023)

(A) Current smoking rate, (B) Current smoking rate of males, (C) Monthly drinking rate, (D) High risk drinking rate, (E) Obesity rate (self-reported), (F) Stress awareness rate, (G) Diabetes diagnosis experience rate (≥ 30 years).

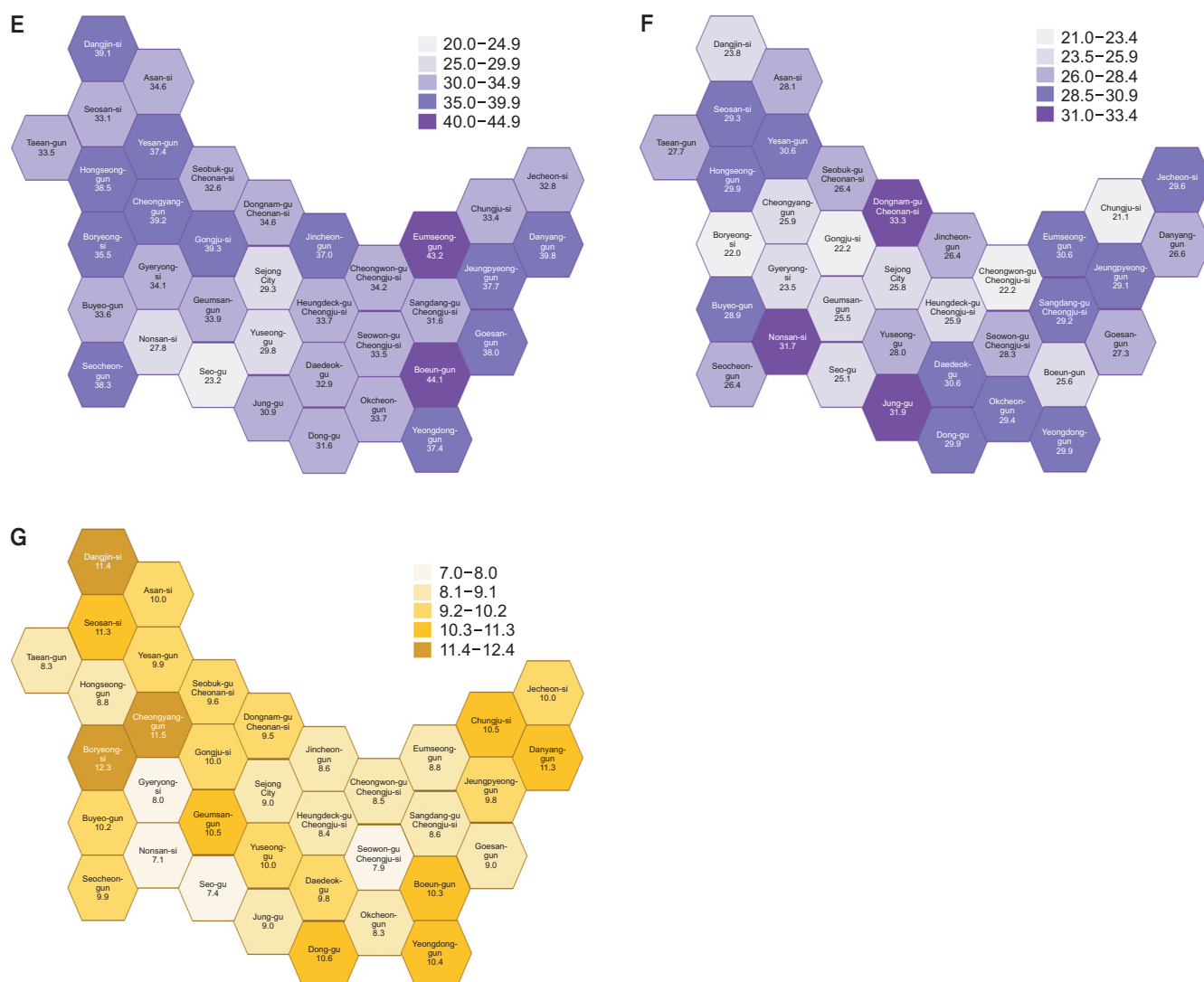


Figure 2. Continued

high-risk drinking rate than the national rate (13.2%) (Figure 1D). In 2023, the high-risk drinking rate by Si-Gun-Gu in the Chungcheong region was highest in Taejeon-gun of Chungnam at 21.1% and lowest in Sejong at 9.3% (Figure 2D).

3. Obesity Rate

The obesity rate (self-reported) by City-Province in the Chungcheong region (in a 10-year comparison) increased from 24.1% in Daejeon, 25.2% in Sejong, 27.4% in Chungbuk, and 26.2% in Chungnam in 2014 to 28.4%, 29.3%, 34.5%,

and 34.4% in Daejeon, Sejong, Chungbuk, and Chungnam, respectively, in 2023, with Chungbuk and Chungnam having higher obesity rates (self-reported) than the national rate (33.7%) (Figure 1E). In 2023, the obesity rate (self-reported) by Si-Gun-Gu in the Chungcheong region was highest in Boeun-gun of Chungbuk at 44.1% and lowest in Seo-gu of Daejeon at 23.2% (Figure 2E).

4. Stress Awareness Rate

The stress awareness rate by City-Province in the

Chungcheong region (in a 10-year comparison) decreased from 28.7% in Daejeon, 28.5% in Sejong, 29.4% in Chungbuk, and 30.1% in Chungnam in 2014 to 28.3%, 25.8%, 26.3%, and 27.7% in Daejeon, Sejong, Chungbuk, and Chungnam, respectively, in 2023, but all four cities and provinces had higher stress awareness rates than the national rate (25.7%) (Figure 1F). In 2023, the stress awareness rate by Si-Gun-Gu in the Chungcheong region was highest in Dongnam-gu of Cheonan-si, Chungnam, at 33.3%, and lowest in Chungju-si, Chungbuk, at 21.1% (Figure 2F).

5. Diabetes Diagnosis Rate

The diabetes diagnosis rate by City-Province in the Chungcheong region (in a 10-year comparison) increased from 8.6% in Daejeon, 7.9% in Sejong, 8.0% in Chungbuk, and 7.9% in Chungnam in 2014 to 9.0%, 9.0%, 9.0%, and 9.8% in Daejeon, Sejong, Chungbuk, and Chungnam, respectively, in 2023, with Chungnam having a higher diabetes diagnosis rate than the national rate (9.1%) (Figure 1G). In 2023, the diabetes diagnosis rate by Si-Gun-Gu in the Chungcheong region was highest in Boryeong-si, Chungnam, at 12.3% and lowest in Nonsan-si, Chungnam, at 7.1% (Figure 2G).

Conclusion

Using data from the “Korea Community Health at a Glance 2023” statistics report, we examined health behaviors and chronic disease morbidity and management levels in the Chungcheong region. We found that, among the indicators related to health behaviors, current smoking rate, current smoking rate of males, monthly drinking rate, high-risk drinking rate, obesity rate (self-reported), and stress awareness rate in

the Chungcheong region worsened compared with the previous year. On the other hand, the walking activity rate, moderate or intense physical activity rate, annual weight control attempts rate, and depression experience rate improved compared with the previous year, but the walking activity rate and annual weight control attempts were lower than the national rate. Of the indicators related to morbidity, the diabetes diagnosis rate in the Chungcheong region worsened compared with the previous year, while the blood pressure level awareness rate, hypertension diagnosis rate, treatment rate for those diagnosed with hypertension, blood glucose level awareness rate, treatment rate for those diagnosed with diabetes, and awareness rate of early symptoms of stroke (acute stroke) and myocardial infarction improved compared with the previous year. However, the treatment rate for those diagnosed with diabetes and the awareness rate of early symptoms of stroke and myocardial infarction were lower than the national rate.

In particular, the current smoking rate, current smoking rate of males, monthly drinking rate, high-risk drinking rate, obesity rate (self-reported), stress awareness rate, and diabetes diagnosis rate in the Chungcheong region were identified as health vulnerability indicators, which are also related to the indicators for evaluating the effects of chronic disease management proposed in the policy research project to develop a mid- to long-term strategy for chronic disease management in the Chungcheong region. That study proposed the current smoking rate as a short-term indicator; the high-risk drinking rate, hypertension, diabetes, and obesity prevalence as medium-term indicators; and cardiovascular disease incidence as a long-term indicator for evaluating the effects of chronic disease management [7].

Thus, the health vulnerability indicators identified in this

analysis should be intensively managed to drive improvements. Among the four cities and provinces in the Chungcheong region, Chungbuk and Chungnam have a higher proportion of elderly people [8], and the indicators related to smoking, alcohol drinking, and obesity, which are major risks for chronic diseases, are higher than those of Daejeon and Sejong. Thus, it is necessary to promote chronic disease preventive care intervention programs focusing on these areas. In particular, major indicators related to health behaviors, such as the current smoking rate and high-risk drinking rate in the Chungcheong region, are spatially clustered with neighboring communities; however, some clusters lack medical resources, and hence it is necessary to select priority areas for implementing intervention programs [9].

In July 2024, the Chungcheong Regional Center for Disease Control and Prevention (RCDC) published “Chungcheong region Community Health at a Glance 2023,” a report that presents the current health statistics at the regional level and health indicators that require priority intervention by local area, and distributed it to Si-Gun-Gu and competent organizations in the region; Si-Gun-Gu was instructed to use it when planning local health programs. In cooperation with RCDC, City-Province, and Si-Gun-Gu, we also conducted awareness-raising campaigns for the prevention and management of chronic diseases in vulnerable areas to improve health vulnerability indicators by encouraging people to practice healthy lifestyles. Since local governments differ in their degree of activation and content of chronic disease prevention management programs, it is necessary to systematically develop and disseminate guidelines for chronic disease prevention management programs to improve the effectiveness of the programs [7,10]. Mid- to long-term efforts are also needed to improve

health indicators in the region by securing financial resources to promote chronic disease preventive care intervention programs and implement the programs.

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: ESK, SHK. Data curation: ESK. Supervision: SHK, YHC. Visualization: ESK. Writing – original draft: ESK. Writing – review & editing: ESK, SHK, YHC.

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Current status and issues of chronic diseases in 2023 [Internet]. KDCA; 2023 [cited 2024 Oct 11]. Available from: https://www.kdca.go.kr/gallery.es?mid=a20503020000&bid=0003&b_list=9&act=view&list_no=146387&nPage=4&vlist_no_npage=4&keyField=&keyWord=&orderBy=
2. Statistics Korea. 2023 Elderly statistics [Internet]. Statistics Korea; 2023 [cited 2024 Oct 11]. Available from: https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&act=view&list_no=427252
3. Kim CH, Hwang I, Yoo WS. The common patterns of multimorbidity and its impact on healthcare cost in Korea. *HPM* 2024;24:219-27.
4. Lee Y, Kim S, Hwang N, et al. 2020 The Korean elderly survey. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2021 Jul. Report No.: 2020-35.
5. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Know your vascular numbers and prevent cardiovascular disease [Internet]. KDCA; 2024 [cited 2024 Aug 30].

Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list_no=725967&cg_code=&act=view&nPage=5&newsField=

6. Park YH. Strategy for noncommunicable disease control and prevention. *J Korean Med Assoc* 2024;57:808-14.
7. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Development of long-term strategy for the management of chronic diseases in the chungcheong region [Internet]. KDCA; 2024 [cited 2024 Oct 11]. Available from: https://kdca.go.kr/board/boardApi.es?mid=a20603010000&bid=0080&act=view&api_code=20221118&list_no=433481
8. Kim ES, Kang SH, Choi YH. Chungcheong regional community health at a glance 2023. Daejeon: Chungcheong Regional Center for Disease Control and Prevention; 2024 Jul.
9. Lee G, Park MB, Kim EA. A study on spatial autocorrelation according to the geographical distribution of major health indicators: focusing on regional units in Chungcheong province. *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1071-89.
10. Lee MS, Lee KS, Lee JJ, et al. Directions and current issues on the policy of prevention and management for hypertension and diabetes, and development of chronic disease prevention and management model in Korea. *J Agric Med Community Health* 2020;45:13-40.

디지털헬스 리터러시 개념에 대한 주제범위 문헌고찰

윤정희^{1,2†} , 이만경^{3,4†} , 조주희^{1,3,4,5*}

¹성균관대학교 삼성융합의과학원 임상연구설계평가학과, ²삼성서울병원 암환자삶의질 연구소, ³성균관대학교 삼성융합의과학원 디지털헬스학과, ⁴삼성서울병원 임상역학연구센터, ⁵삼성서울병원 암교육센터

초 록

최근 보건의료계의 디지털화로 디지털헬스 리터러시(digital health literacy)에 대한 중요성이 날로 증가하고 있다. 그러나 디지털헬스 리터러시가 무엇인지 개념 및 관련 요인을 조사한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 건강 격차를 해소하고 디지털헬스 기술 및 서비스를 임상적용하기 위해 디지털헬스 리터러시 개념 및 핵심요인을 파악하고자 수행하였다. 2011년 1월부터 2019년 10월까지 MEDLINE, Embase, Cochrane Library, Web of Science에서 발표된 연구들을 대상으로 PRISMA-ScR 가이드라인을 사용하여 주제 범위 문헌 고찰을 실시했다. 새로운 디지털 의료 기술을 포함한 디지털헬스 리터러시 또는 e헬스 리터러시의 개념화를 기술한 연구, 연구의 주요 주제가 디지털헬스 리터러시의 요인으로 임상적용한 연구, 새로 개발된 디지털헬스 리터러시 측정도구 개발연구와 새로운 디지털헬스 기술을 포함한 e헬스 리터러시를 포함한 연구를 포함하였다. 최종 26개의 연구에서 다양한 용어와 정의가 사용되었으나, 대부분 e헬스 리터러시의 개념을 사용하였다. 문헌고찰 결과 본 연구에서는 진화된 헬스 리터러시, 디지털 기반 기능적, 상호작용적, 비판적 리터러시, 그리고 영향을 미치는 내부 또는 외부 요인 세 가지로 범주화하여 요인을 파악하였다. 디지털헬스 리터러시는 사람들이 건강을 유지하고 관리하는 데 필요한 디지털 기술과 서비스의 사용을 촉진하는 중요한 요소로, 이를 개선하기 위한 추가 연구와 개입이 필요하다.

주요 검색어: 디지털헬스 리터러시; 헬스 리터러시; 디지털헬스; 주제범위 문헌고찰

서 론

디지털헬스는 모바일헬스, 개인 건강 기록(personal health record), 웨어러블 기기, 원격 의료, 병원 IT 및 의료 기술 등 다양한 기술과 서비스를 포함하는 넓은 범위의 개념이다 [1,2]. 디지털헬스 기술은 질병 예방, 환자 상태 모니터링 및 만성질환 관리를 효율적으로 하여 의료의 질을 개선하고 의료

비용을 낮추는 것이다[1,2]. 특히 스마트폰, 웨어러블 기기 등 환자 중심의 디지털헬스 기술은 보건 환경과 의료 체계에 큰 변화를 가져왔다[3,4]. 이렇듯 다양한 디지털 기술로 사람들은 스스로 건강을 관리할 기회가 많아지면서, 건강 문제를 예방하고 건강과 형평성을 증진하기 위해 디지털 기술과 서비스를 활용할 수 있는 개인의 능력, 즉 디지털헬스 리터러시(digital

Received August 22, 2024 Revised October 31, 2024 Accepted November 1, 2024

*Corresponding author: 조주희, Tel: +82-2-3410-1448, E-mail: jcho@skku.edu

†이 저자들은 본 연구에서 공동 제1저자로 기여하였음.

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 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?**

디지털헬스 리터러시는 모바일 헬스, 개인 건강 기록, 웨어러블 기기, 원격 의료 등 다양한 디지털 기술 및 서비스를 활용하여 건강정보를 찾고, 이해, 평가하고, 건강 문제를 해결하는 능력으로, e헬스 리터러시와 자주 혼용된다.

② 새로이 알게 된 내용은?

본 연구는 디지털헬스 리터러시의 다양한 용어와 정의로 일관성이 부족하며, 광범위한 디지털 기술 및 서비스와 관련된 역량을 포함하지 못하는 한계를 발견했다. 또한 진화된 헬스 리터러시와 디지털 기능적, 상호작용적, 비판적 리터러시를 파악하여 새로운 프레임워크를 제안하였다.

③ 시사점은?

디지털헬스 리터러시는 건강 정보의 접근과 이해를 증진하고, 건강 결정을 돕는 중요한 역량으로, 중재 및 교육의 적용 등을 위해 개념의 일관되고 포괄적인 정립이 필요함을 시사점을 제공한다.

health literacy)가 중요해졌다[5,6].

그러나 임상 내 건강관리, 치료 등에 있어 디지털헬스 리터러시에 대한 개념에 대한 합의가 부족한 실정으로 새롭게 정의해야 할 필요가 있다[6-8]. 지금까지 대부분의 연구 또는 기관에서는 디지털헬스 리터러시를 e헬스 리터러시(eHealth literacy)와 함께 사용해 왔다[9,10]. e헬스 리터러시라는 용어는 2001년부터 사용하고 있으며, 주로 인터넷 사용과 관련된 능력과 기술을 의미한다. 그러나 실제 세계보건기구(World Health Organization)에서 정의한 e헬스는 정보 통신 기술(Information and Communication Technology, ICT)의 사용에 초점을 두고 있어 더 진화된 모바일 기술이나 서비스를 포함하지 않는다[11]. 반면, 건강 측면 밖에서는 급속도로 변화된 디지털화에 디지털 리터러시(digital literacy)라는 개념이 등장했다. 디지털 리터러시는 "디지털 기술을 통해 정보 및 통신을 사용하여 정보를 찾고, 평가, 생성, 전달하는 능력으

로 인지적 능력과 기술적 능력이 모두 필요함"으로 정의한다[12]. 디지털 리터러시의 개념은 디지털헬스 리터러시와 개념적으로 유사하지만, 건강 관련 역량은 일부에만 국한되고 있다[13]. 따라서 유사한 세 개념의 차이는 건강 및 의료 지원을 개선하는 데 집중하느냐, 혹은 어떤 기술을 사용하느냐에 기반한다[14]. 그 예로 최근 디지털헬스 리터러시 측정도구 개발 연구에서는 건강(Health 2.4)의 확장된 개념으로 성과 기반 항목 및 광범위한 기술을 포함하였다, 다만, 기술적 역량에서 컴퓨터와 인터넷 브라우저를 중심으로 포함하였다[7].

디지털헬스는 만성질환을 포함해 건강관리를 위한 임상 적용에 엄청난 잠재력을 가지고 있다. 그러나 이를 다룰 수 있는 역량에 따른 건강 격차가 생길 수 있으므로, 취약한 집단을 찾아 실현 및 확장할 수 있는 중재를 개발하는 것이 중요하다. 따라서 본 연구에서는 건강 격차 해소 및 디지털의 임상 적용을 목표로 주제범위 문헌고찰을 통해 디지털헬스 리터러시의 개념을 파악하고 새롭게 정의하고자 한다.

방 법**1. 연구 설계**

본 연구는 디지털헬스 리터러시란 무엇인가라는 주요 연구 질문을 알고자, 다양한 유사 리터러시의 유형, 디지털헬스 리터러시에 사용된 정의, 디지털 서비스 플랫폼, 디지털헬스 리터러시 촉진 및 방해요인 등 관련 요인을 주제로 문헌을 추출하고 평가하는 주제범위 문헌고찰 연구이다.

주제범위 문헌고찰이란, 광범위한 분야의 개요에 대한 정보가 필요할 때, 개별 연구 주제에 대한 근거 개요를 제공하기 위한 수행하는 고찰 유형이다. 본 연구는 피터스 등[15]이 제안한 주제범위 검토 방법론을 사용했으며, PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews) 가이드라인을 준수하였다. 연구팀은 보건의료 전문가들의 의견을 반영하여

프로토콜을 기반으로 포함 기준, 문헌 검색 전략, 데이터 추출 항목을 본 연구의 목적과 설계에 맞게 세부적으로 정의하였다.

2. 검색 전략 및 관련 연구 검색

본 연구는 코로나바이러스감염증-19 이전에 대두된 디지털헬스 리터러시라는 새로운 개념을 분석하기 위해 국외 학술지 논문을 대상으로 하였다. 문헌 검색은 PubMed, EMBASE, Cochrane Library, Web of Science를 통해 수행되었으며, 디지털헬스의 최신 기술 확장을 포착하기 위해 2011년 1월부터 2019년 10월까지 발표된 연구를 추출하였다[16]. 주요 검색어는 디지털헬스 리터러시의 개념적 범위를 포괄하기 위해 ‘e헬스 리터러시’와 ‘디지털 리터러시’와 연관된 다양한 연구를 체계적으로 포함하여 확인했다. 초기 문헌 검색에서 직접적인 ‘디지털헬스 리터러시’라는 확장된 용어를 포함한 연구가 많지 않아, 기존의 의학 주제 제목(medical subject heading,

MeSH) 용어와 관련 출판물 키워드를 기반으로 ‘디지털헬스(digital health)’와 ‘헬스 리터러시(health literacy)’라는 두 가지 영역을 포괄하는 통제 어휘와 핵심 검색어를 사용하는 검색 전략을 사용했다. 또한 회색 문헌을 검토하여 “디지털헬스 리터러시란 무엇인가”라는 질문을 포함한 웹페이지를 참고하여 추가적인 관련 정의와 개념을 탐색하였다.

3. 문헌 선정

본 연구의 선정기준과 제외 기준은 다음과 같다. 주제 범위 문헌 고찰의 특성상 본 연구의 선정 기준에 부합하는 문헌을 포함하되, 연구 목적에 맞추어 디지털헬스 리터러시의 보편적 개념을 다루지 않거나 특정 그룹 및 특정 기술에 한정된 문헌은 배제 기준을 통해 제외하였다. 전체 원문을 포함한 논문으로, 검색은 영어로 제한하였다. 선정 기준은 1) 새로운 디지털 의료 기술을 포함한 디지털헬스 리터러시 또는 e헬스 리터러시의 개념화를 기술한 연구, 2) 연구의 주요 주제가 디지털

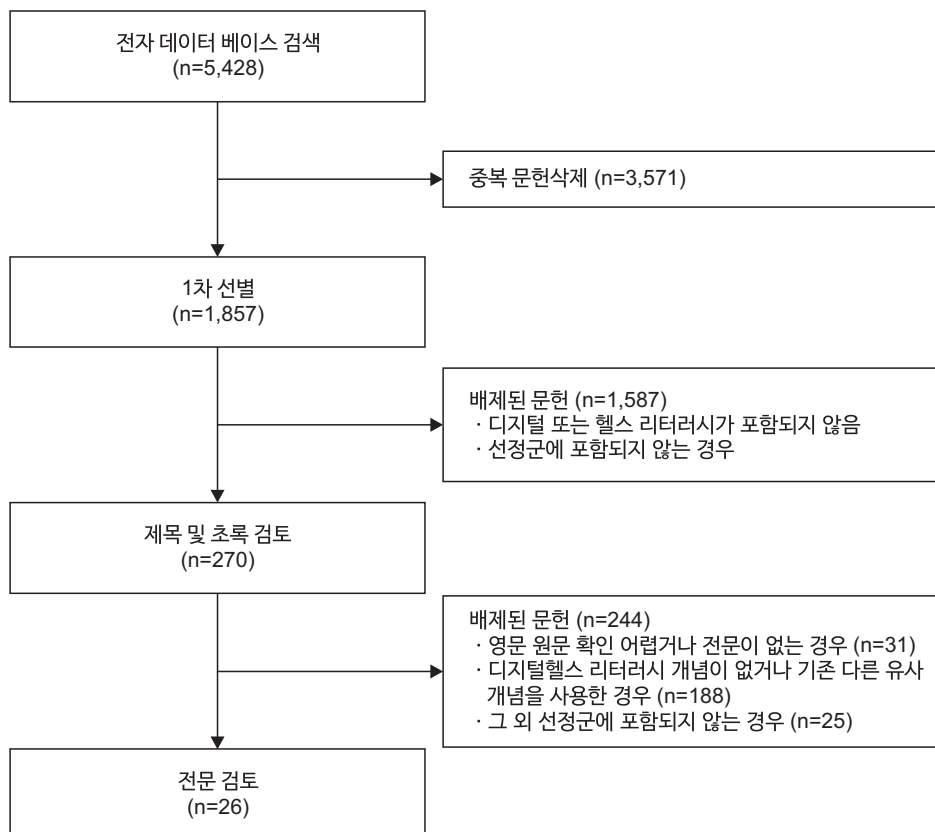


그림 1. 문헌 검색 및 선정 과정(PRISMA flowchart)

디지털헬스 리터러시의 요인으로 임상적용한 연구, 3) 새로 개발된 디지털헬스 리터러시 측정도구 개발연구와 새로운 디지털헬스 기술을 포함한 e헬스 리터러시를 포함한 연구이다. 제외 기준은 1) 디지털헬스 리터러시를 언급했지만 명확한 정의나 개념이 없는 연구, 2) 18세 미만 대상 연구는 제외하였으며, 대학생과 같이 기존 디지털헬스 리터러시 개념에서 수준 높은 집단이나 의료 전문가 및 사서와 같은 특정 그룹만 실시한 연구, 3) 단순히 온라인 건강 정보(예: eHEALS)를 검색하는 영역에서 측정도구 개발, 프로그램 운영, 언어 타당성 검증만 한 연구, 4) 그 밖에 디지털헬스 리터러시에 대한 고찰이나 종설 연구 중에서 새로운 개념이나 정의가 사용되지 않은 연구, 5) 학술대회 발표자료, 학위 논문, 출판되지 않은 보고서, 사설, 상업적 글로 하였다.

한 명의 연구원이 초기 문헌 선별을 수행하였고, 연구자 2명이 독립적으로 각 연구를 비교하며 분석하여 모호한 경우 검토하고 논의하여 결정하였다. 모든 검색 결과는 엔드노트(EndNote X20, Clarivate)으로 가져와서 5,428개의 논문에서 3,571개의 중복 논문을 제거했다. 1,857편의 논문 제목을 선별하여 관련성이 없는 1,587편의 연구를 제외하였고, 남은 270개 논문의 초록을 추가로 검토하여 포함 기준을 충족하는 연구를 38편을 선별한 후, 이들의 전문을 검토하였다. 그 결과, 244편이 제외되었고 최종적으로 26편의 문헌이 연구에 포함되었다(그림 1). 포함 기준을 충족한 연구의 참고문헌을 검토하여 추가 논문이 있는지 확인했으나, 최종 문헌에 추가된 연구는 없었다.

4. 자료 추출 및 분석

자료 추출은 기존의 문헌고찰 연구 및 저자 간의 지속적인 논의를 통해 사전 설계된 양식을 따랐다. 연구의 저자 중 두 명이 다음과 같은 세부사항으로 논문을 검토하였다.

표 1은 연구 특성에 따라 각 문헌을 체계적으로 나열하였으며, 디지털헬스 리터러시 관련 정보를 일관된 순서로 1) 연

구의 특성(저자, 출판 국가, 출판 연도, 연구 설계, 대상 인구 및 표본 크기, 연구 목적), 2) 디지털헬스 리터러시 관련 정보(문해력 유형, 디지털헬스 리터러시의 정의), 디지털 서비스 플랫폼, 디지털헬스 리터러시의 장벽 및 촉진자 등 관련 요소에 대한 정보 등 선정된 문헌의 결과를 요약해서 제시하였다(표 1) [7,17-59].

결 과

1. 문헌의 일반 특성

최종 선정된 문헌을 국가별로 살펴보면, 미국(n=9, 34.6%), 덴마크(n=4, 15.4%), 네덜란드(n=3, 11.5%)가 가장 많았고, 이스라엘(n=2, 7.7%)이 그 뒤를 이었다(표 1). 스페인, 독일, 그리스, 중국은 각각 1편씩 수행하였고, 4개 연구(15.4%)는 여러 국가에서 수행되었다. 연구의 특성으로는 대부분 정량적 방법(n=20, 76.9%)을 사용했고, 정성적 방법(n=2, 7.7%), 그 밖에 4편은 종설 연구였다. 연구 유형은 개발 및 타당도 검증(n=20, 76.9%), 종설(n=4, 15.4%), 코호트 및 중재 연구(n=2, 7.7%) 등으로, 대부분 횡단적 연구로 극히 일부만 종단적 연구가 있었다. 암, 당뇨병, 만성폐쇄성폐질환, 류마티스 질환 등 만성질환 환자를 대상으로 한 연구는 8편(30.8%), 고령자를 대상으로 한 연구는 6편(23.1%)이었다. 일반 연령층을 대상으로 한 연구는 5편(19.2%), 일반 및 만성환자를 대상으로 한 연구는 2편(7.7%)이었다.

연구 목적에 따라 9개 연구(34.6%)는 설문조사, 테스트, 데이터 분석을 통해 디지털헬스 리터러시의 현황 또는 사용실태를 파악하였고, 8개 연구(30.8%)는 다양한 방법을 사용하여 디지털헬스 리터러시의 관련 요인이나 추세를 조사했다. 7개의 연구(26.9%)는 새로 개발된 측정도구를 검증, 평가하는 것을 목표로 했으며, 2개의 연구(7.7%)는 디지털헬스 리터러시의 정의, 개념, 모델을 조사했다.

표 1. 선정된 연구의 특성 (n=26)

연도	저자/국가	연구 설계	표본수/연령 /인구집단	연구 목적	사용된 디지털헬스 관련 리터러시의 유형과 정의	디지털 서비스 플랫폼(영문)
2019	Kayser et al. [17], 덴마크	개발 및 타당도 검증	n=305; 90≥ age ≥18 yr; cancer	새로운 측정 도구인 READY가 선택한 차원과 어떻게 결합되는지 평가하고, 이를 통해 생성된 데이터가 어떻게 건강 기술 및 디지털 건강 서비스의 잠재 사용자들의 건강 기술 준비 프로필을 만드는 데 사용될 수 있는지 탐색하기	<ul style="list-style-type: none"> Digital readiness: "readiness" - 준비된 상태와 의지로, 여기서 준비(readiness)는 개인의 지식, 기술 및 태도의 결과로 해석되며, 신뢰와 동기를 포함하여 개인의 행동 가능성을 확장하는 요소로 간주하기[18] 	Digital services and health technologies (e.g., smartphone)
2019	Holt et al. [19], 단면 덴마크	단면	n=246; 89≥ age ≥18 yr; diabetes, other endocrine conditions, and/or gastrointestinal diseases	디지털 서비스 사용자 및 비사용자가 eHealth literacy 측면에서 어떻게 차이가 있는지 조사하고, 사용 및 비사용과 eHealth literacy 수준이 나이, 성별, 교육 수준, 자가 평가된 건강뿐 만 아니라 개인의 지식, 기술, 인식, 그리고 병원 외래 클리닉에 정기적으로 연락하는 환자 그룹 내 디지털 건강 서비스에 대한 경험에 특히 초점을 맞추어 어떻게 연관되어 있는지 검토하기	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy or DHL: 디지털 건강 서비스 및 건강 기술 사용과 관련된 지식, 기술, 인식, 경험 	Digital health services and technology/ ICT
2019	Jiang et al. [20], 싱가포르 (미국)	코호트	n=(563; 459; 504); mean age=64.9, 66.1, and 66.3 yr; cancer	암 생존자들의 인터넷 건강 정보 탐색 (IHIS) 경향을 탐구하고, 디지털 격차의 네 가지 차원(예: 정신적 접근, 물리적 접근, 기술적 접근, 사회적 접근)과 IHIS 간의 관계를 조사하기	<ul style="list-style-type: none"> Digital divide: ICT (정보통신기술)에 접근할 수 있는 사람들과 그렇지 못한 사람들 간의 격차[21] 	Internet, online health information, and eHealth activities
2018	Kayser et al. [22], 덴마크	개발 및 타당도 검증	n=475; age ≥18 yr; general people and chronic patients	7차원의 eHLIF를 측정하는 설문지 개발 및 검증 - 접근법을 사용하여 7개 eHLIF 차원을 포착하는 항목 및 척도를 생성하고 테스트하기	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy (or DHL): 체계적이고 귀납적인 방법을 기반으로 한 모델을 통해 eHealth 기술 및 서비스를 이해하고 사용하는 데 필요한 모든 요소를 식별하는 것[23] 	eHealth technologies and digital services; health portals and health records, which are accessed by people from their homes
2018	Karnoe et al. [24], 덴마크	개발 및 타당도 검증	n=(208; 475); age ≥18 yr; general people and chronic patients including those with COPD	기존 및 새롭게 개발된 척도를 혼합하여 개인의 건강 문해력 및 디지털 문해력을 평가하는 eHLA 개발 및 검증하기	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: 디지털 기술을 사용하여 건강 정보를 탐색, 획득, 이해, 평가, 소통 및 적용하는 데 있어 개인적 및 사회적 요인의 상호작용을 포함. 이는 모든 보건의료 맥락에서 건강 유지 또는 삶의 질 향상을 목표로 	Digital solution: digital technology

[25]

표 1. 계속 1

연도	저자/국가	연구 설계	표본수/연령/인구집단	연구 목적	사용된 디지털헬스 관련 리터러시의 유형과 정의	디지털 서비스 플랫폼(영문)
2018	Griebel et al. [26], 유럽	종설	N/A	e헬스 리터러시 분야의 최신 연구 현황에 대한 지식을 증진하고, 향후 연구 커뮤니티가 집중해야 할 과학적 연구의 격차를 식별하기	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: 디지털 기술을 사용하여 건강 정보를 탐색, 획득, 이해, 평가, 소통, 적용 및 창조하는 데 있어 동적이고 상황에 특정한 개인 및 사회적 요인들, 그리고 기술적 제약(예를 들어, 시스템이 사용자에게 맞는 정도)을 포함. 이러한 요소들은 모든 보건의료 맥락에서 삶의 질을 유지하거나 향상시키는 것을 목표 	eHealth
2018	Levin-Zamir et al. [27], 이스라엘/스위스	종설	N/A	MHL과 eHealth literacy의 개념을 소개하고 사회환경에서 사회인구학적 요인, 사회적 지원, 시스템 복잡성과 같은 맥락변수와 MHL 및 eHealth literacy의 연관성에 대한 연구 결과를 검토하기	<ul style="list-style-type: none"> Media health literacy: 미디어의 다양한 유형에서 건강 관련 콘텐츠(문서적 및/또는 암시적)를 식별하는 능력에서부터 시작해, 그것이 건강 행동에 미치는 영향을 인식하고, 콘텐츠를 비판적으로 분석하며, 개인의 건강 행동이나 옹호를 통해 행동으로 응답할 의도를 표현하는 것까지의 연속체를 포함 eHealth literacy: 인터넷 등 전자 출처에서 건강 정보를 찾고, 이해하며, 평가하는 능력과 이러한 지식을 건강 문제를 해결하거나 해결하는 데 적용하는 능력[28] 	Media saturated and digital environment/digital media (Internet, social media, and mobile tools)

표 1. 계속 2

연도	저자/국가	연구 설계	표본수/연령 /인구집단	연구 목적	사용된 디지털헬스 관련 리터러시의 유형과 정의	디지털 서비스 플랫폼(영문)
2018	Gordon et al. [29], 미국	단면	n=2,602; 79≥ age ≥65 yr; older adults	노인들이 건강 정보 및 조언을 얻기 위 해 웹 기반 및 기타 디지털 기술을 사 용하는 것에 대한 접근성, 기술 및 경 험, 선호도를 조사하고, 이러한 세로 운 디지털 플랫폼을 건강 관련 목적 으로 사용할 준비성을 조사하기	<ul style="list-style-type: none"> • Digital divide: "digital readiness- 인 터넷을 사용하여 다양한 작업을 수 행하기 위해 필요한 디지털 기술을 갖추고 있으며, 온라인이나 디지털로 생성된 정보의 신뢰성을 판단할 수 있는 능력과 온라인에서 개인 정보를 보호할 수 있는 믿음, 그리고 사람들 이 온라인 작업 수행 과정에서 디지 털 도구를 얼마나 사용하는지에 대 한 정도를 의미[30]" • eHealth literacy: 전자 출처에서 건강 정보를 찾고, 이해하며, 평가하는 능 력과 이러한 지식을 건강 문제를 해 결하거나 해결하는 데 적용하는 능력 [28,31,32]. 또한 연구되고 있는 다 른 요소들로는 인터넷에 대한 신뢰 [33]와 디지털 기술 사용에 대한 태 도 및 선호도[34,35] 	Digital technologies: desktop, laptop, or netbook computer; tablet; smartphone; and home Internet
2018	Paige et al. [36], 미국	종설	N/A	e건강 문해력의 정의, 모델 및 측 정 방법을 체계적으로 검토하여 Transactional Model을 기반으로 한 개념적 및 운영적 정의를 제안하기	<ul style="list-style-type: none"> • eHealth literacy: 온라인 환경에서 건 강 정보를 찾고, 이해하며, 교환하고, 평가하는 능력, 특히 동적인 맥락적 요인들이 존재하는 상황에서 이를 수 행하는 것을 포함. 이러한 지식을 다 양한 생애적 수준에서 적용하여 건 강을 유지하거나 개선하는 목적으로 사용하는 능력을 의미 	eHealth
2018	Castilla et al. [37], 스페인	종재	n=46; 76≥ age ≥60 yr; older adults	농촌 지역 노인을 위한 디지털 문해력 방법으로 선행 탐색이 포함된 소셜 네트워킹을 테스트하기	<ul style="list-style-type: none"> • Digital literacy: 디지털 환경에서 정보 를 이해하고 작업을 수행하는 능력을 의미[38] 	ICTs
2018	Chang et al. [39], 중국	단면	n=352; age ≥18 yr; chronic patients	중국 eHEALS와 다른 eHEALS 결과를 비교하여 중국에서 만성 질환 환자와 함께 신뢰도 증거를 제공했는지 결정 하고, 큰 환자 그룹이 e건강 자원에 접근하여 중국에서 건강 문제에 e건 강 정보를 찾고 적용하는 방식을 조 사하고 비교하기	<ul style="list-style-type: none"> • eHealth literacy: 읽기, 컴퓨터 사용, 정보 검색, 건강 정보 이해 및 맥락에 맞게 적용하는 능력[40] • Media and computer literacy: 후자는 컴퓨 터에 대한 실질적인 지식을 측정하는 것 으로, 과학에 대한 기본적인 이해와 사 회적 맥락에 대한 감사를 포함[28,40,41] 	Email, computer, Internet, Web, mobile phone, and social medial

표 1. 계속 3

연도	저자/국가	연구 설계	표본수/연령 /인구집단	연구 목적	사용된 디지털헬스 관련 리터러시의 유형과 정의	디지털 서비스 플랫폼(영문)
2018	van Houwelingen et al. [42], 네 덜란드	단면	n=(256; 15): age ≥65 yr: older adults	비디오 컨퍼런스 사용 의도 및 일상생활에서 디지털 기술 사용 능력과 같은 지표를 통해 지역 사회 거주 노인의 원격의료 수용 준비성을 조사하기	• Digital literacy: 디지털 환경에서 효과적으로 기능하기 위해 사용자들이 필요로 하는 다양한 복잡한 인지, 운동, 사회적, 감정적 기술[43]	Digital technology: videoconferencing (telehealth)
2017	van der Vaart and Drossaert [7], 네덜란드	개발 및 타당도 검증	n=200; 84≥ age ≥18 yr: general people	DHL의 자기보고 척도의 분포 측정, 신뢰성, 내용 타당성 및 구성 타당성을 연구하고 추가 성능 기반 항목 세트의 타당성 탐색하기	• DHL or eHealth literacy: 온라인 건강 정보 및 건강 관련 디지털 애플리케이션을 검색, 선택, 평가, 적용하는 기술은 건강 관리 소비자들에게 점점 더 중요[28,44]	Information gathering (Health 1.0 skills) and interactivity on the Web (Health 2.0)
2017	Halwas et al. [45], 독일	단면 조사	n=142: age ≥18 yr: cancer and their relatives	인터넷 및 e헬스 사용에 대해 e헬스 리터러시 측면에서 조사하기	• eHealth literacy: 인터넷 등 전자 출처에서 건강 정보를 찾고, 이해하며, 평가하는 능력과 이러한 지식을 건강 문제를 해결하거나 해결하는 데 적용하는 능력[28]	Internet, eHealth service (Youtube, blog, email, and eBook) and mobile application (smartphone), tracker or smartwatch
2017	Kim et al. [46], 미국	종설	N/A	헬스 리터러시가 제한된 사람들의 온라인 건강 서비스 사용에 관한 연구를 식별하여 e건강 시대에 건강 문해력이 어떻게 다루어져야 하는지에 대한 통찰력을 조사하기	• eHealth literacy: 기술 기반 건강 도구와의 생산적인 상호작용을 위해 필수적인 일련의 기술과 지식[47]	eHealth services, mobile apps
2017	Neter et al. [48], 이스라엘	단면 조사	n=82: age ≥50 yr: older adults	헬스 리터러시 기술의 최근 개념화를 사용하여 인식된 및 수행된 e헬스 리터러시를 평가하기	• eHealth literacy: 인터넷 등 전자 자원에서 건강 정보를 찾고, 이해하며, 평가하는 능력과 이러한 지식을 건강 문제를 해결하거나 해결하는 데 적용하는 능력[49]	ICTs, eHealth (computer/Web/Internet)
2017	Tsai et al. [50], 미국	단면 조사	n=21: 91≥ age ≥69 yr: older adults	노인이 태블릿 컴퓨터를 사용하는 방법을 조사하기	• Digital literacy: 다양한 디지털 장치에서 정보를 사용하고 이해하는 능력 [38]	Internet and mobile devices (mobile phones and tablet computer)
2017	Paige et al. [51], 미국	단면 조사	n=81: age ≥18 yr, general people	다양한 사회인구학적 그룹들 사이에서 e헬스 리터러시와 온라인 건강 커뮤니케이션 채널 및 출처에 대한 인지된 신뢰도 간의 관계를 조사하기	• eHealth literacy: 인터넷 등 전자 출처에서 건강 정보를 찾고, 평가하며, 건강 문제를 다루고 건강 결정을 내리는 데 필요한 기술[40]	online health communication channels and sources

표 1. 계속 4

연도	저자/국가	연구 설계	표본수/연령/인구집단	연구 목적	사용된 디지털헬스 관련 리터러시의 유형과 정의	디지털 서비스 플랫폼(영문)
2016	Seckin et al. [52], 미국	개발 및 타당도 검증	n=710; 93≥ age ≥18 yr: general adults; n=194; age ≥60 yr: older people	e헬스 리터러시 연구에 사용될 도구 개발 및 새로운 e건강 문해력 척도의 심리측정학적 특성을 전국 인터넷 사용자 표본에서 검토하기, 특히 노인 사용자에 초점을 맞추어 e헬스 리터러시가 건강 관리 변수와 어떻게 연관되어 있는지 이해를 돕기	• eHealth literacy: 건강 정보를 읽고 이해하는 능력 외에도 다양한 내용 영역과 기술의 여러 차원에 초점을 맞춰야 할 필요성을 강조하는 더 넓은 범위의 기술	eHealth; Internet, Websites
2016	Xesfingi et al. [53], 그리스	단면 조사	n=1,064; age ≥15 yr: general people	e헬스 리터러시 수준을 최도를 사용하여 평가하고 이를 형성하고 관련된 요인을 추가적으로 탐색하기	• eHealth literacy: 건강 문제를 제시하는 개인의 능력, 교육 배경, e헬스 만능 시의 건강 상태, 정보를 찾고자 하는 동기, 사용된 기술들과 같은 일련의 요소들에 의해 이루어지며, 개인들을 권한을 부여하고 e헬스 자원에 의해 정보가 제공되는 건강 결정에 완전히 참여할 수 있도록 하는 것을 목표로 함[40]	eHealth; Internet
2015	Tennant et al. [54], 미국	단면 조사	n=283; age ≥50 yr: older people	사회인구학적 요인, 사회적 결정 요인, 전자 기기 사용이 베이비부머와 노인들 사이의 e건강 문해력 및 건강 정보를 위한 웹 2.0 사용에 어떻게 영향을 미치는지 탐구하기	• Computer (or digital) literacy: 개인이 새로운 기술에 생산적이고 효율적으로 적응하여 전자 장치를 사용하여 문제를 해결하거나 질문에 답하는 능력[28,55]	eHealth; Internet and Web 2.0 (social media such as Facebook and Twitter)
2015	Kayser et al. [56], 덴마크, 캐나다, 호주	개발 및 타당도 검증	N/A	새로운 정보 및 커뮤니케이션 기술 솔루션을 의료 분야에서 설계할 때 사용자의 요구와 역할을 어떻게 고려할 수 있는지 제안하기 위해 사용자-작업-맥락 행렬 모델을 e건강 문해력의 새로운 개념의 영역으로 확장하기	• eHealth literacy: 개인이 전자 출처에서 원하는 건강 정보를 찾고, 성공적으로 접근하며, 이해하고 평가한 다음, 그러한 정보를 사용하여 특정 건강 문제를 해결하려고 시도하는 능력[40]	eHealth; information technology (IT), technologies (e.g., computers and other digital media), healthcare system
2014	Koopman et al. [57], 미국	개발 및 타당도 검증	n=16; 75≥ age ≥27/ n=200; 86≥ age ≥20 yr: chronic conditions (diabetes, hypertension, heart disease, or heart failure)	만성 질환을 가진 성인 환자들 사이에서 건강 기술에 참여할 준비를 측정하기 위한 도구 만들기	• Readiness: 잠재적인 대상 환자 인구의 기술뿐만 아니라 그들의 동기와 관심사도 포함	Health technologies (e.g., computer, Internet, online, and mobile health interventions)

표 1. 계속 5

연도	저자/국가	연구 설계	표본수/연령/인구집단	연구 목적	사용된 디지털헬스 관련 리터러시의 유형과 정의	디지털 서비스 플랫폼(영문)
2013	van der Vaart et al. [58], 네덜란드	단면 조사	n=15; 74≥ age ≥39/ n=16; 72≥ age ≥24 yr; rheumatic diseases	류마티스 질환을 가진 환자들의 e헬스 리터러시 연구하고 그들이 인터넷을 사용할 때 그들의 질병과 관련하여 마주하는 문제 유형 조사하기	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: 인터넷 등 전자 출처에서 건강 정보를 찾고, 이해하며, 평가하는 능력과 이러한 지식을 건강 문제를 해결하거나 주소하는 데 적용하는 능력[10]. 이 정의는 Health 1.0 응용 프로그램에 필요한 기술에 한정되며, 일반적인 Health 2.0 응용 프로그램에 필요한 추가 기술이 필요 	eHealth: Internet (browser), social media Website, PDF file, personal medical information, and computer
2013	Choi et al. [59], 미국	단면 조사	n=980; 64≥ age ≥18 yr; disabled and homebound adult	60세 이상의 저소득 가정에 머무는 개인들 사이의 인터넷 사용 패턴, 사용 중단 이유, e건강 문해력, 그리고 컴퓨터/인터넷 사용에 대한 태도를 그들의 젊은 동료들—60세 미만 가정애 머무는 성인들과 비교하여 조사하기	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: 인터넷 등 전자 출처에서 건강 정보를 찾고, 이해하며, 평가하는 능력과 이러한 지식을 건강 문제를 해결하거나 해결하는 데 적용하는 능력[40] 	eHealth (Internet and computer)
2012	Neter et al. [31], 이스라엘	단면 조사	n=1,289; age ≥18 yr; general people	인터넷에서 건강 정보를 검색할 때 리터러시 격차가 줄어들거나 확대되는지 탐구하기	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: 인터넷 등 전자 출처에서 건강 정보를 찾고, 이해하며, 평가하는 능력과 이러한 지식을 건강 문제를 해결하거나 주소하는 데 적용하는 능력이며, 개인들에게 권한을 부여하고 e건강 자원에 의해 제공되는 정보에 근거한 건강 결정에 완전히 참여할 수 있도록 하는 것을 포함 [28] 	Internet and digital literacy

• Digital literacy: 언급 없음

READY=Readiness and Enablement Index for Health Technology; IHIS=Internet health information seeking; DHL=digital health literacy; ICT=information and communication technology; COPD=chronic obstructive pulmonary disease; N/A=not applicable; eHLF=eHealth literacy framework; eHLA=eHealth literacy assessment toolkit; MHL=media health literacy; eHEALS=eHealth literacy scale; DHL=DHL instrument.

2. 디지털헬스 리터러시 정의

디지털헬스 리터러시와 관련된 다양한 유형의 리터러시 및 정의가 사용되었다. 가장 널리 사용된 리터러시 유형은 ‘e헬스 리터러시(n=19, 73.1%)’로, Norman과 Skinner [28,40]가 정의한 “전자 출처에서 건강 정보를 탐색, 발견, 이해, 평가하고 얻은 지식을 건강 문제를 해결하거나 해결하기 위해 적용하는 능력”으로 정의하였다. 26개의 연구 중 ‘디지털’이라는 용어를 사용한 9개의 연구로 ‘디지털 리터러시’ (n=5, 19.2%), ‘디지털 격차’ (n=2, 7.7%), ‘디지털 준비성’ (n=1, 3.8%), ‘디지털헬스 리터러시’ (n=1, 3.8%) 순이었다. 그 외

두 연구에서는 ‘컴퓨터 리터러시’, 한 연구에서는 ‘미디어 건강 리터러시’, 다른 연구에서는 ‘미디어 리터러시’라는 용어가 사용되었다.

3. 디지털헬스 리터러시 관련 디지털 서비스 플랫폼

사용된 디지털 기술은 논문에서 주로 사용된 용어를 중심으로 분류하였다. 12개 연구(46.2%)에서 인터넷, 온라인, 웹사이트 또는 웹, ICT 등 e헬스 관련 기술 용어를 사용했고, 몇몇 연구는 비디오(예: 유튜브), 블로그, 이메일, 전자책, 소셜 미디어, PDF 파일, 개인 의료 정보, 컴퓨터 등 더 확장되거나

표 2. 디지털헬스 리터러시와 연관된 요인

1. 건강 관련 요인	2. 디지털 관련 요인	3. 기타
<p>기능적 리터러시</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기능적 헬스 리터러시[19,24] <ul style="list-style-type: none"> • 읽기 능력[45] • 수리력[27] • 언어 숙련도[27] ○ 건강개념, 질병, 보건의료에 대한 이해[17,19,22] <ul style="list-style-type: none"> • 건강 및 질병에 대한 지식[19,56] • 보건의료에 대한 지식[24] ○ 건강, 질병, 보건의료에 대한 친숙도[19,24] ○ 정보 검색 기술[7,58] <ul style="list-style-type: none"> • 인터넷 접근[20] • e헬스 활동[20] <p>상호작용적 리터러시</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 의사소통 요인[52] ○ 정보와 상호작용할 능력[56] <p>비판적 리터러시</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 온라인 정보의 신뢰성 및 관련성 평가[7,58] <ul style="list-style-type: none"> • 정보 신뢰[20] 	<p>기능적 리터러시</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 디지털서비스에 적극적으로 참여할 능력[17,19,22,31,39,45,48,51,52,54,59] <ul style="list-style-type: none"> • 건강정보 처리를 위한 기술 사용[17,19,22,31,39,45,48,51,52,54,59] • 디지털 서비스에 참여하려는 동기[17,19,22,59] • 기술 및 작동법 습득[17,20,39,48] • 휴대전화 관련 지식[57] • 운영 기술[7,58] • 탐색 기술[7,58] ○ 디지털 친숙도[19] <ul style="list-style-type: none"> • 기술에 대한 친숙도[24,59] • 건강 정보 검색을 위해 사용하는 전자 기기의 총 갯수[54] • 기술적 경험[27,39] ○ 사용 가능한 디지털 서비스에 대한 접근성[17,19,22,56] <ul style="list-style-type: none"> • 기술 접근[27] <p>상호작용적 리터러시</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 웹 기반 앱에 자체 생성된 콘텐츠 추가[7,58] ○ 대상 청중에게 관련되고 적절한 내용 제공[27] <p>비판적 리터러시</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 인터넷 사용 시 개인정보 보호 및 존중[7,57,58] <ul style="list-style-type: none"> • 안전하고 통제된 느낌[17,22,56] 	<p>건강 요구 및 관점</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 개인의 요구에 맞는 디지털 서비스[17,19,22,56] ○ 건강 정보 요구[57] ○ 건설적인 태도 및 접근 방식[17] <p>자기 효능감</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 디지털 관련 자신감[19,59] <ul style="list-style-type: none"> • 기술 관련 자신감[24,39] <p>인지된 유용성 및 방해요인</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 신체활동[53] ○ 디지털 인센티브[19] <ul style="list-style-type: none"> • 기술 사용의 혜택에 대한 느낌[56] • 기술 참여에 대한 인센티브[24] ○ 디지털 도구의 사용 용이성[27] ○ 컴퓨터 관련 불안[57] <p>사회적 지지</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 건강을 위한 사회적 지원[17,27,50] <ul style="list-style-type: none"> • 보건 의료 제공자에 의해 이해되고 지원받는 느낌[17] ○ 의사와의 관계[57] ○ 사용 가능한 구조화된 교육 및 가이드라인 사용[27]

나 구체적인 기술 및 서비스를 사용했다. 디지털 서비스, 디지털 기술, 디지털 솔루션, 디지털 환경, 디지털 미디어 등 디지털 관련 용어만 사용한 연구는 4편(15.4%)이었으며, 10편(38.5%)의 연구는 e헬스와 디지털 관련 용어를 모두 사용했다.

‘디지털 디바이스’와 관련하여서 한 단면 연구[29]에서는 “데스크톱, 노트북 또는 넷북 컴퓨터, 태블릿, 스마트폰, 가정용 인터넷”의 사용률을 평가했고, 또 다른 연구[42]에서는 “화상 회의(원격 의료)”의 사용률을 평가했다. 네덜란드의 e헬스 리터러시에 관한 연구[31]에서는 블로그 방문, 토론 포럼 참여, 게임, 음악 다운로드, 음악 듣기, 소프트웨어 다운로드 또는 친구와의 이메일과 같은 기술 및 서비스 사용에 대한 디지털 리터러시 수준을 평가했다. 6개 연구(23.1%)는 스마트폰, 휴대폰, 추적시스템, 스마트워치, 모바일 애플리케이션(앱) 등 e-헬스와 모바일 관련 용어를 모두 사용했다 [27,39,45,46,50,57].

4. 디지털헬스 리터러시의 유용성 및 장애요인

디지털헬스 리터러시와 관련된 요인은 건강 관련 요인, 디지털 관련 요인, 기타 요인, 세 가지로 분류했다(표 2) [7,17,19,20,22,24,27,31,39,45,48,50-54,56-59]. 또한 각 도메인은 Nutbeam [60]이 제안한 모델을 기반으로 세 가지 범주로 나뉘었다. 먼저 기능적 리터러시는 건강 정보를 얻고, 이해하고, 활용하기 위한 기본적인 수준의 읽기 및 쓰기 능력을 의미하며, 상호작용적 리터러시는 정보를 추출하고, 다양한 의사소통 자원에서 의미를 도출하고, 변화하는 상황에 새로운 정보를 적용할 수 있는 높은 역량을 의미한다. 비판적 리터러시는 받은 정보나 조언을 비판적으로 분석하고 반성하며, 정보를 활용하여 삶의 사건과 상황을 더 잘 통제할 수 있는 더 높은 역량을 의미한다.

1) 건강 관련 요인

7편의 연구에서 읽기, 수리력, 언어 능력[19,24,27,45], 건강과 질병에 대한 지식[17,19,22,24,56], 건강, 질병 및 의료에 대한 친숙함[19,24] 등 건강 관련 기능적 리터러시 요인(38.4%)을 보고했고, 세 편의 연구에서 e헬스의 기본 기능, 즉 인터넷에 접근하는 정보 검색 기술을 포함했다[7,20,58]. 두 연구[52,56]는 의사소통과 정보와 상호작용할 능력을 상호작용적 리터러시로, 비판적 리터러시에는 세 연구에서 온라인 건강정보의 신뢰성이 관련 요인으로 도출되었다[7,20,57].

2) 디지털 관련 요인

기존 헬스 리터러시의 세 가지 범주와 마찬가지로 디지털 관련 요인을 기능적, 상호작용적, 비판적 리터러시로 나누었다. 먼저, 기능적 리터러시 측면에서 15편 연구(57.7%)에서 컴퓨터, 인터넷, 휴대폰을 포함한 디지털 서비스[7,17,19,20,22,31,39,45,48,51,52,54,57-59]를 적극적으로 참여하는 능력을 꼽았고, 디지털 기술에 대한 친숙도[19,24,27,39,54,59], 디지털 기술 및 서비스의 접근성[17,19,22,27,56]을 도출하였다. 상호작용적 리터러시는 웹 기반 앱에 자체 생성 콘텐츠를 추가하는 기능[7,58], 콘텐츠의 대상 청중에게 적절한 내용 제공[27]이 포함되었다. 비판적 리터러시에는 5개의 연구에서 디지털헬스 사용시 개인 정보를 보호하고 존중하는 개인의 능력을 확인했다 [7,22,56-58].

3) 기타 요인

또한 디지털헬스 리터러시에 영향을 미칠 수 있는 네 가지 기타 요인이 확인하였다. 첫 번째는 건강에 대한 요구 및 관점으로 건강정보 요구, 개인 요구에 맞는 디지털 서비스 [17,19,22,56,57], 그리고 건설적인 태도 및 접근 방식[17]이 영향을 미칠 수 있는 요인으로 확인되었다. 두 번째는 자기효능감으로 4개의 연구에서 기술을 포함한 디지털 자신

감이 자기효능감을 증진할 수 있는 요인으로 보고되었다 [19,24,39,59]. 세 번째는 인지된 유용성 및 방해요인으로 신체 활동[53], 디지털 인센티브[19,24,56], 디지털 도구의 사용 유용성[27]이 유용성으로 컴퓨터 불안[57]이 방해요인으로 도출되었다. 마지막으로 사회적 지지에는 사회적 지원 [17,27,50], 의사와의 관계[57], 디지털 건강을 위한 교육 및 가이드라인 사용[27]이 포함되었다.

5. 디지털헬스 리터러시의 개념화 및 프레임워크

1) 디지털헬스 리터러시의 개념화

본 연구의 디지털헬스 리터러시의 개념화를 위해 통합 기술수용 및 사용 이론(Unified Theory of Acceptance and Use of Technology)의 4가지 핵심 요소(성과 기대, 노력 기대, 사회적 영향력, 촉진 조건)와 4가지 조절 변수(연령, 성별, 경험, 자발성)를 기반[61]으로 이론적으로 도출하였다(그림 2). 무엇보다 디지털헬스 기술 및 서비스를 건강과 웰빙에 사용하기 위해서는 사용자(환자)의 필요와 건강정보에 대한 요구가 필

요하며 개별적 인지된 유용성과 장애요인을 파악할 필요가 있음. 또한, 자기 효능감, 사회적지지, 자원의 가용성 파악이 필요하며 디지털헬스 리터러시 범주 내 건강 관련 헬스리터러시 디지털 관련 리터러시 측면에서 파악할 필요가 있다.

2) 디지털헬스 리터러시의 프레임워크

본 연구에서는 디지털헬스 리터러시의 유용성 및 장애요인(표 2)을 바탕으로 다음과 같이 디지털헬스 리터러시 프레임워크(그림 3)을 제시하였다. 먼저, 디지털 리터러시 측면에서 기능적 리터러시는 디지털 건강에 적극적으로 참여하는 능력, 디지털 서비스에 접근하는 능력, 디지털 기술/서비스에 대한 친숙함으로 구성된다. 디지털 상호작용적 리터러시는 디지털 서비스에 자체 생성 콘텐츠를 추가하고, 적절한 콘텐츠를 추출하는 능력이 포함된다. 디지털 비판적 리터러시에는 디지털 기술이나 서비스 사용 시 개인정보 보호 및 존중이 포함된다.

헬스 리터러시는 기존과 매우 유사하여 건강 개념, 질병

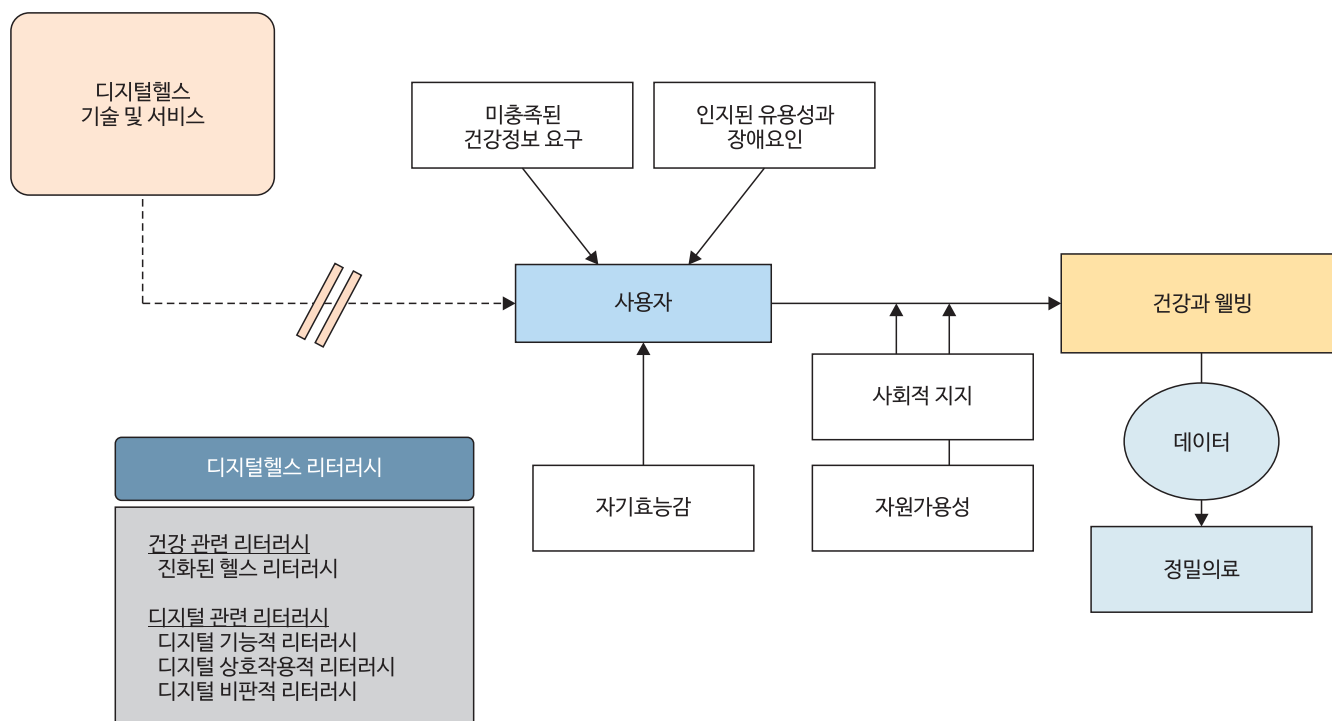


그림 2. 디지털헬스 리터러시의 개념화

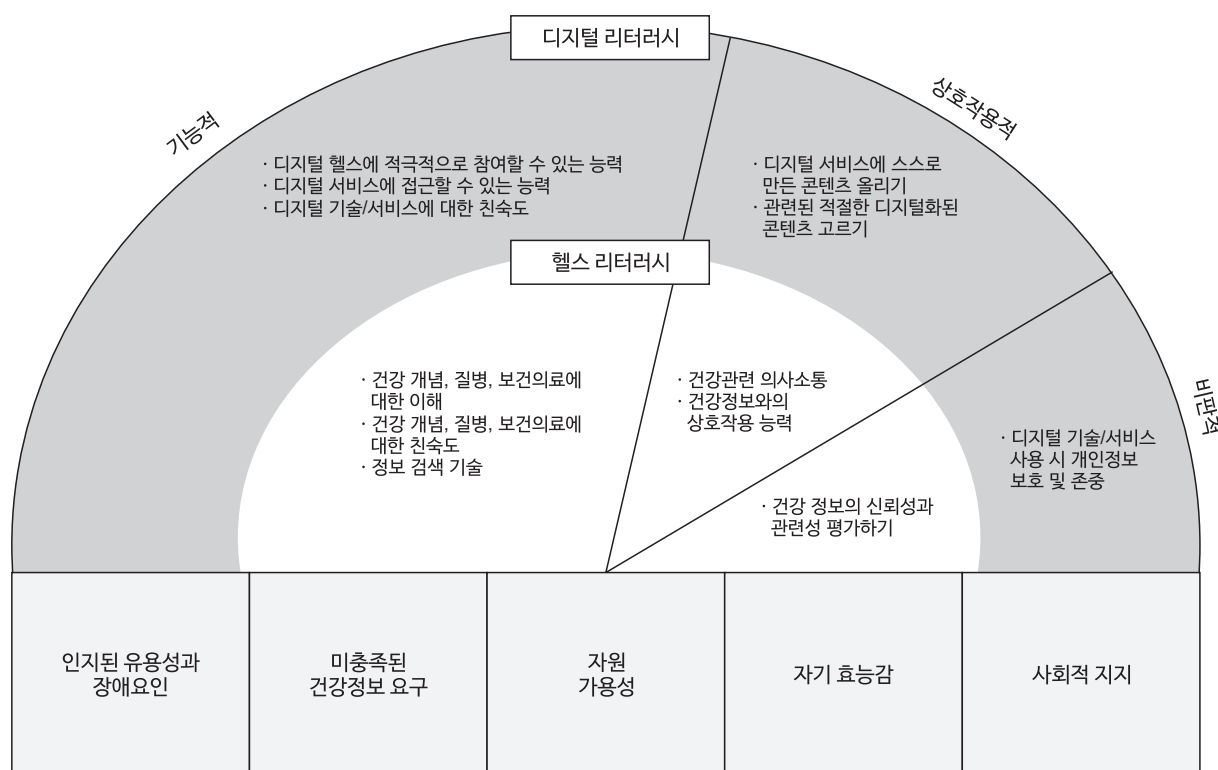


그림 3. 디지털헬스 리터러시의 프레임워크

및 의료에 대한 이해 능력과 친숙도, e헬스라고 불리는 건강 정보 검색 기술, 건강관련 의사소통 및 건강정보와의 상호작용 능력, 더불어 이를 파악하기 위한 신뢰성과 관련성을 평가하는 역량이 포함되었다. 마지막으로 인지된 유용성과 장애요인, 건강 정보의 미충족된 요구, 자원의 가용성, 자기 효능감, 사회적지지 역시 중요한 영향 요인으로 간주되었다.

논 의

본 연구의 목적은 디지털헬스 리터러시에 대한 개념을 명확히 파악하는 것으로, 이를 위해 26개의 연구를 체계적으로 검토하고 다양한 요소를 종합적으로 분석하였다. 그 결과 디지털헬스 리터러시에 대한 기존의 다양한 용어와 정의를 확인하였고, 새로운 기술에 바탕한 새로운 재정의도 확인할 수 있었다. 이를 크게 세 가지 주요 범주로 분류하였다. 먼저, 진화된 헬스 리터러시는 디지털헬스를 효과적으로 활용하기 위한

건강 개념, 건강 정보, 건강 유지를 위한 지식을 이해하는 데 중요한 전제 조건이다. 두 번째, 디지털 기능적, 상호작용적, 비판적 리터러시는 디지털 기술 기반 및 다차원의 리터러시로 디지털 기술 및 서비스를 사용하여 건강 정보를 전달하고 건강 관련 결정과 행동을 실행하는 데 결정적인 범주이다. 마지막으로 디지털헬스에 대한 사용자 참여를 위해서는 내부 또는 외부 요인으로 구성된 기타 요인을 파악할 필요가 있다.

본 연구에서는 여전히 디지털헬스 리터러시라는 용어 사용에 포괄적인 접근 방식과 일관성이 부족하고 분류 체계에 대한 합의가 부족하다는 사실이 확인하였다. 디지털헬스 리터러시라는 용어는 다양한 의료 환경에서 다양한 이해관계자가 사용하는 디지털 기술 및 서비스와 관련된 광범위한 역할을 설명하기 때문에 공식적으로 채택 가능한 정의는 찾지 못했다. 한편, e헬스 리터러시라는 용어와 정의가 동일한 표현으로 널리 사용 중이었지만, 단지 e헬스와 디지털헬스가 유사한 기능을 수행하고 전자적 수단을 통해 건강을 돕기 때문으

로 각각 다른 측면의 기술을 정의할 필요가 있다[62]. 이러한 결과는 ‘e헬스’ 개념에 대한 선행 문헌 고찰에서 ‘우리 손안의 건강’, ‘건강을 위한 상호작용’, ‘건강을 가능하게 하는 데이터’ 등의 핵심 영역으로 구성된 디지털 기술에 대한 차별성과 일치한다[63]. 다시 말해, 디지털 기술 및 서비스가 다양해졌음에도 인터넷 중심의 기술에 집중화된 것을 의미하며, 이 접근 역시 이론적 근거와 접근 방식이 모두 부족하다는 비판적 관점에도 노출되어 있다[26]. 일관되지 않은 서로 다른 용어와 정의는 관련 리터러시 연구 시 디지털헬스 측정 도구 및 구현의 기회를 저해할 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 다양한 최신 디지털 기술 및 서비스를 반영하고 이론적 근거와 접근법에 따라 디지털헬스 리터러시를 명확히 재정의할 필요가 있다.

본 연구에서는 디지털 기술 및 서비스의 기능적 측면, 즉, 기술에 익숙한 사람들이 디지털헬스를 사용할 가능성이 높게 해주는 변수가 가장 많이 도출되었다. 이는 기능적 리터러시가 디지털 건강 참여 및 활용과 밀접한 관련이 있음을 보여주는 여러 선행 연구 결과와 일치한다[7,17,48]. 또한 기술 능력을 향상하기 위한 교육과 개입이 사람들의 디지털헬스 참여를 보완적으로 높일 수 있다고 봤다. 그러나 디지털 기능적 리터러시는 단순히 기술 역량이 아닌, 질병과 환자의 건강 목표에 따라 역량이 필요하므로 이를 고려할 필요가 있다[8]. 예를 들어, 당뇨병 환자에게 우선시 할 기술은 모바일 앱, 인슐린 펌프, 혈당계, 웨어러블 등 데이터를 생성하고 자가 관리를 하는 역량이다[64]. 따라서 향후 연구에서는 디지털헬스 리터러시 개선을 위한 교육 및 중재에서 어떤 기술에 우선순위를 둘 것인지 유연성을 가지고 일정 수준의 기술 및 서비스를 제공해야 한다. 또한, 디지털헬스 리터러시는 사람들이 자신의 건강을 위해 효과적으로 판단하고 행동하도록 장려하는 헬스 리터러시의 기본 접근 방식과 범위를 가지고 있으므로[65-67] 건강정보의 맥락이 복잡해지는 요즘 시대에는 기능적 리터러시와 함께 상호작용적, 비판적 리터러시도 함께 고려해야 한다.

본 연구에서는 다양한 디지털헬스 리터러시 측정연구를 살펴볼 수 있었는데, 선정된 연구에서는 정의와 구성요인이 이질적이고, 성과 기반 도구보다는 자기평가에 기반한 주관적 항목이 대다수라는 것을 알 수 있었다. 이는 새롭게 개발되는 연구의 대다수가 임상 진료에 필요한 기술과 실제 e헬스 서비스 설계에 반영한 기술과 측정치의 이질성으로 보여준다[68]. 특히 자기 보고형 조사는 사람들이 실제 수행한 역량보다는 수행할 수 있다고 인지하는 능력을 측정한다. 또한 기술에 대한 자신감과 사회적 자원이 포함될 수 있다[69,70]. 선행 연구[26]의 경우 취약한 인구를 대상으로 한 대부분의 e헬스 건강 중재는 개발 중에 이에 대한 사용자의 요구를 고려하지 않았으며, 중재 후 사용자의 요구가 충족되었는지 확인하기 위해 e헬스 리터러시를 평가하지 않았다고 보고했다[68]. 그 이유 중 하나는 디지털헬스 리터러시를 개선하기 위해서는 대부분 임상 결과에 어떤 영향을 미치는지 결정하는 데 초점을 맞춘 측정 도구를 개발하기 때문에 실제 대상자들의 현재 역량과 사람들의 헬스 리터러시 영역에 대한 이해는 부족했기 때문이라고 본다[8,71]. 무엇보다 디지털헬스 리터러시에는 광범위한 기술에 대한 재정의, 개념도 중요하지만, 디지털헬스 중재 및 교육 프로그램의 실제 적용 또는 디지털 기술 설계에 필요한 요소를 포함하여 유효한 평가 도구를 반영하고 개발해야 한다[5,6]. 따라서 본 연구의 결과는 이러한 디지털 기술의 기반과 향후 디지털 건강 측정 도구의 관련 요인에 대한 통찰력을 제공할 수 있다.

본 연구에는 몇 가지 한계점이 있다. 첫째, 디지털헬스 리터러시의 현황과 영향 요인을 파악하기 위해 주제범위 검토 방법론에 따라 문헌을 검색했지만, 누락된 연구가 있을 수 있다. 그러나 관련 선행연구를 용어를 포괄적으로 사용하여 다른 논문을 검색하고 검색어에 포함시키려고 했다. 둘째, 적절한 중재 연구가 부족하여 연구 설계에 차이가 있는 논문도 포함했기 때문에 논문의 질은 평가하지 않았다. 이를 보완하기 위해 논문 선정과 데이터 추출을 포함한 모든 단계는 두 명의

연구자가 중복하여 검토했다.

1. 결론

본 연구는 디지털헬스 리터러시의 복잡하고 다양한 개념을 체계적으로 검토하고 새롭게 정의하는 데 중점을 두었다. 디지털헬스 리터러시에 대한 여러 정의와 용어의 일관성 부족과 함께, 기존의 e헬스 리터러시 개념과의 차이점을 확인해볼 수 있었다. 이에, 진화된 헬스 리터러시, 디지털 기능적 및 상호작용적, 비판적 리터러시, 그리고 사용자 참여에 중요한 내부 및 외부 요인들을 포함하는 새로운 프레임워크를 제안한다. 디지털헬스 리터러시는 사람들이 자신의 건강을 유지하는 데 도움이 되는 디지털 기술과 서비스를 사용하는 데 도움을 줄 수 있는 잠재력이나 건강결정의 중요한 요인이다. 따라서 다양한 건강 상태의 사용자 특성을 고려한 측정도구를 비롯하여 교육과 중재 개입을 통해 디지털헬스 리터러시를 개선할 수 있는 방법을 모색하기 위한 추가 연구가 진행되어야 한다.

2. 실무 시사점

본 연구는 디지털헬스 리터러시의 중요성과 필요성을 강조하며, 건강정보에 대한 접근성과 이해력을 높이기 위한 교육 및 중재 프로그램의 개발에 중요한 기여를 할 것이다. 또한, 디지털 기술 및 서비스를 개발하는 과정에서 환자의 요구와 의료 제공자에게 필요한 기술을 정의하고, 임상적 의미에 부합하도록 디지털헬스 리터러시를 개념화하는 것이 중요함을 시사한다. 디지털헬스 중재 및 교육 프로그램은 실제 적용 또는 디지털 기술 설계에 필요한 요소를 포함하여 개발되어야 하며, 이러한 접근은 디지털헬스 리터러시의 효과적인 측정과 구현을 위한 기반이 될 것이다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2018R1D1A1B07047833) and the fund (ISSN: 2733-5488) by Korea Disease Control and Prevention Agency.

Acknowledgments: None.

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

Author Contributions: Conceptualization: JHY, MGL, JHC. Data curation: JHY, MGL. Formal analysis: JHY. Funding acquisition: JHY. Investigation: JHC. Methodology: JHY, MGL. Project administration: JHY. Resources: JHY. Software: JHY. Supervision: JHC. Visualization: JHY. Writing – original draft: JHY. Writing – review & editing: JHY, MGL, JHC.

References

1. U.S. Food and Drug Administration (FDA). What is digital health? [Internet]. FDA; 2020 [updated 2020 Sep 22; cited 2021 Apr 27]. Available from: <https://www.fda.gov/medical-devices/digital-health-center-excellence/what-digital-health>
2. World Health Organization (WHO). Global strategy on digital health 2020–2025. WHO; 2021.
3. Risling T, Martinez J, Young J, Thorp-Frosie N. Evaluating patient empowerment in association with eHealth technology: scoping review. J Med Internet Res 2017;19:e329.
4. Barello S, Triberti S, Graffigna G, et al. eHealth for patient engagement: a systematic review. Front Psychol 2016;6:2013.
5. Conard S. Best practices in digital health literacy. Int J Cardiol 2019;292:277–9.
6. Smith B, Magnani JW. New technologies, new disparities: the intersection of electronic health and digital health literacy. Int J Cardiol 2019;292:280–2.
7. van der Vaart R, Drossaert C. Development of the digital

- health literacy instrument: measuring a broad spectrum of Health 1.0 and Health 2.0 skills. *J Med Internet Res* 2017;19:e27.
8. Dunn P, Hazzard E. Technology approaches to digital health literacy. *Int J Cardiol* 2019;293:294–6.
9. All of Us Research Program. Digital health literacy [Internet]. All of Us Research Program; 2022 [updated 2022 Sep 16; cited 2023 Nov 10]. Available from: <https://allofus.nlm.nih.gov/digital-health-literacy>
10. Norman C. eHealth literacy 2.0: problems and opportunities with an evolving concept. *J Med Internet Res* 2011;13:e125.
11. World Health Organization (WHO). eHealth [Internet]. WHO; 2023 [cited 2023 Nov 10]. Available from: <https://www.emro.who.int/health-topics/ehealth/>
12. Law N, Woo D, de la Torre J, Wong G. A global framework of reference on digital literacy skills for indicator 4.4.2. UNESCO Institute for Statistics; 2018.
13. Vollbrecht H, Arora V, Otero S, Carey K, Meltzer D, Press VG. Evaluating the need to address digital literacy among hospitalized patients: cross-sectional observational study. *J Med Internet Res* 2020;22:e17519.
14. Institute of Medicine (US) Committee on Health Literacy; Nielsen-Bohlman L, Panzer AM, Kindig DA. What is health literacy? In: Nielsen-Bohlman L, Panzer AM, Kindig DA, editors. *Health literacy: a prescription to end confusion*. National Academies Press (US); 2004. p. 31–58.
15. Peters MD, Godfrey CM, Khalil H, McInerney P, Parker D, Soares CB. Guidance for conducting systematic scoping reviews. *Int J Evid Based Healthc* 2015;13:141–6.
16. Safavi KC, Cohen AB, Ting DY, Chaguturu S, Rowe JS. Health systems as venture capital investors in digital health: 2011–2019. *NPJ Digit Med* 2020;3:103.
17. Kayser L, Rossen S, Karnoe A, et al. Development of the multidimensional Readiness and Enablement Index for Health Technology (READY) tool to measure individuals' health technology readiness: initial testing in a cancer rehabilitation setting. *J Med Internet Res* 2019;21:e10377.
18. Oxford Learner's Dictionaries. Definition of readiness noun from the Oxford Advanced Learner's Dictionary [Internet]. Oxford University Press; 2023 [cited 2023 Nov 10]. Available from: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/readiness>
19. Holt KA, Karnoe A, Overgaard D, et al. Differences in the level of electronic health literacy between users and nonusers of digital health services: an exploratory survey of a group of medical outpatients. *Interact J Med Res* 2019;8:e8423.
20. Jiang S, Liu PL. Digital divide and Internet health information seeking among cancer survivors: a trend analysis from 2011 to 2017. *Psychooncology* 2020;29:61–7.
21. van Dijk J, Hacker K. The digital divide as a complex and dynamic phenomenon. *Inform Soc* 2003;19:315–26.
22. Kayser L, Karnoe A, Furstrand D, et al. A multidimensional tool based on the eHealth literacy framework: development and initial validity testing of the eHealth Literacy Questionnaire (eHLQ). *J Med Internet Res* 2018;20:e36.
23. Norgaard O, Furstrand D, Klokke L, et al. The e-health literacy framework: a conceptual framework for characterizing e-health users and their interaction with e-health systems. *Knowledge Manag E-Learn* 2015;7:522–40.
24. Karnoe A, Furstrand D, Christensen KB, Norgaard O, Kayser L. Assessing competencies needed to engage with digital health services: development of the eHealth literacy assessment toolkit. *J Med Internet Res* 2018;20:e178.
25. Bautista JR. From solving a health problem to achieving quality of life: redefining eHealth literacy. *J Lit Technol* 2015;16:33–54.
26. Griebel L, Enwald H, Gilstad H, Pohl AL, Moreland J, Sedlmayr M. eHealth literacy research—Quo vadis? *Inform Health Soc Care* 2018;43:427–42.
27. Levin-Zamir D, Bertschi I. Media health literacy, eHealth literacy, and the role of the social environment in context. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15:1643.
28. Norman CD, Skinner HA. eHealth literacy: essential skills for consumer health in a networked world. *J Med Internet Res* 2006;8:e9.
29. Gordon NP, Hornbrook MC. Older adults' readiness to engage with eHealth patient education and self-care resources: a cross-sectional survey. *BMC Health Serv Res* 2018;18:220.
30. Horrigan JB. Digital readiness gaps [Internet]. Pew Research Center; 2016 [cited 2021 Apr 27]. Available from: <http://www.pewinternet.org/2016/09/20/2016/Digital-Readiness-Gaps/>
31. Neter E, Brainin E. eHealth literacy: extending the digital divide to the realm of health information. *J Med Internet Res* 2012;14:e19.
32. van Deursen AJ, van Dijk JA. Internet skills performance tests: are people ready for eHealth? *J Med Internet Res* 2011;13:e35.
33. Zulman DM, Kirch M, Zheng K, An LC. Trust in the in-

- ternet as a health resource among older adults: analysis of data from a nationally representative survey. *J Med Internet Res* 2011;13:e19.
34. Bergeron CD, Ory M, Goltz HH, et al. Preferred health information sources: an examination of vulnerable middle-aged and older women. *J Family Strengths* 2017;17:8.
 35. Lee C, Coughlin JF. PERSPECTIVE: older adults' adoption of technology: an integrated approach to identifying determinants and barriers. *J Prod Innov Manag* 2015;32:747-59.
 36. Paige SR, Stelfox M, Krieger JL, Anderson-Lewis C, Cheong J, Stopka C. Proposing a transactional model of eHealth literacy: concept analysis. *J Med Internet Res* 2018;20:e10175.
 37. Castilla D, Botella C, Miralles I, et al. Teaching digital literacy skills to the elderly using a social network with linear navigation: a case study in a rural area. *Int J Human-Computer Stud* 2018;118:24-37.
 38. Gilster P. Digital literacy. Wiley Computer Pub; 1997.
 39. Chang A, Schulz PJ. The measurements and an elaborated understanding of Chinese eHealth literacy (C-eHEALS) in chronic patients in China. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15:1553.
 40. Norman CD, Skinner HA. eHEALS: the eHealth literacy scale. *J Med Internet Res* 2006;8:e27.
 41. Mackert M, Champlin SE, Holton A, Muñoz II, Damásio MJ. eHealth and health literacy: a research methodology review. *J Comput-Mediat Comm* 2014;19:516-28.
 42. van Houwelingen CT, Ettema RG, Antonietti MG, Kort HS. Understanding older people's readiness for receiving telehealth: mixed-method study. *J Med Internet Res* 2018;20:e123.
 43. Eshet-Alkalai Y. Digital literacy: a conceptual framework for survival skills in the digital era. *J Educ Multimedia Hypermedia* 2004;13:93-106.
 44. European Commission, Brussels DG Communication COMM A1 'Strategy, Corporate Communication Actions and Eurobarometer' Unit. Flash Eurobarometer 404 (European citizens' digital health literacy) [Internet]. GESIS Data Archive; 2015 [cited 2021 Apr 27]. Available from: <https://doi.org/10.4232/1.12194>
 45. Halwas N, Griebel L, Huebner J. eHealth literacy, Internet and eHealth service usage: a survey among cancer patients and their relatives. *J Cancer Res Clin Oncol* 2017;143:2291-9.
 46. Kim H, Xie B. Health literacy in the eHealth era: a systematic review of the literature. *Patient Educ Couns* 2017;100:1073-82.
 47. Chan CV, Kaufman DR. A framework for characterizing eHealth literacy demands and barriers. *J Med Internet Res* 2011;13:e94.
 48. Neter E, Brainin E. Perceived and performed eHealth literacy: survey and simulated performance test. *JMIR Hum Factors* 2017;4:e2.
 49. Stelfox M, Hanik B, Chaney B, Chaney D, Tennant B, Chavarria EA. eHealth literacy among college students: a systematic review with implications for eHealth education. *J Med Internet Res* 2011;13:e102.
 50. Tsai HS, Shillair R, Cotten SR. Social support and "playing around": an examination of how older adults acquire digital literacy with tablet computers. *J Appl Gerontol* 2017;36:29-55.
 51. Paige SR, Krieger JL, Stelfox ML. The influence of eHealth literacy on perceived trust in online health communication channels and sources. *J Health Commun* 2017;22:53-65.
 52. Seçkin G, Yeatts D, Hughes S, Hudson C, Bell V. Being an informed consumer of health information and assessment of electronic health literacy in a national sample of internet users: validity and reliability of the e-HLS instrument. *J Med Internet Res* 2016;18:e161.
 53. Xesfingi S, Vozikis A. eHealth literacy: in the quest of the contributing factors. *Interact J Med Res* 2016;5:e16.
 54. Tennant B, Stelfox M, Dodd V, et al. eHealth literacy and Web 2.0 health information seeking behaviors among baby boomers and older adults. *J Med Internet Res* 2015;17:e70.
 55. Xie B. Effects of an eHealth literacy intervention for older adults. *J Med Internet Res* 2011;13:e90.
 56. Kayser L, Kushniruk A, Osborne RH, Norgaard O, Turner P. Enhancing the effectiveness of consumer-focused health information technology systems through eHealth literacy: a framework for understanding users' needs. *JMIR Hum Factors* 2015;2:e9.
 57. Koopman RJ, Petroski GF, Canfield SM, Stuppy JA, Mehr DR. Development of the PRE-HIT instrument: patient readiness to engage in health information technology. *BMC Fam Pract* 2014;15:18.
 58. van der Vaart R, Drossaert CH, de Heus M, Taal E, van de Laar MA. Measuring actual eHealth literacy among patients with rheumatic diseases: a qualitative analysis of problems encountered using Health 1.0 and Health 2.0

- applications. *J Med Internet Res* 2013;15:e27.
59. Choi NG, Dinitto DM. The digital divide among low-income homebound older adults: internet use patterns, eHealth literacy, and attitudes toward computer/internet use. *J Med Internet Res* 2013;15:e93.
60. Nutbeam D. Health literacy as a public health goal: a challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st century. *Health Promot Int* 2000;15:259-67.
61. Liu D, Maimaitijiang R, Gu J, et al. Using the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) to investigate the intention to use physical activity apps: cross-sectional survey. *JMIR Mhealth Uhealth* 2019;7:e13127.
62. El Benny M, Kabakian-Khasholian T, El-Jardali F, Bardus M. Application of the eHealth literacy model in digital health interventions: scoping review. *J Med Internet Res* 2021;23:e23473.
63. Shaw T, McGregor D, Brunner M, Keep M, Janssen A, Barnett S. What is eHealth (6)? Development of a conceptual model for eHealth: qualitative study with key informants. *J Med Internet Res* 2017;19:e324.
64. Cahn A, Akirov A, Raz I. Digital health technology and diabetes management. *J Diabetes* 2018;10:10-7.
65. Huhta AM, Hirvonen N, Huotari ML. Health Literacy in web-based health information environments: systematic review of concepts, definitions, and operationalization for measurement. *J Med Internet Res* 2018;20:e10273.
66. Dunn P, Conard S. Digital health literacy in cardiovascular research. *Int J Cardiol* 2018;269:274-5.
67. Liu C, Wang D, Liu C, et al. What is the meaning of health literacy? A systematic review and qualitative synthesis. *Fam Med Community Health* 2020;8:e000351.
68. Cheng C, Beauchamp A, Elsworth GR, Osborne RH. Applying the electronic health literacy lens: systematic review of electronic health interventions targeted at socially disadvantaged groups. *J Med Internet Res* 2020;22:e18476.
69. Pourrazavi S, Kouzekanani K, Bazargan-Hejazi S, et al. Theory-based E-health literacy interventions in older adults: a systematic review. *Arch Public Health* 2020;78:72.
70. Kiechle ES, Bailey SC, Hedlund LA, Viera AJ, Sheridan SL. Different measures, different outcomes? A Systematic review of performance-based versus self-reported measures of health literacy and numeracy. *J Gen Intern Med* 2015;30:1538-46.
71. Robbins D, Dunn P. Digital health literacy in a person-centric world. *Int J Cardiol* 2019;290:154-5.

Concept of Digital Health Literacy: A Scoping Review

Junghee Yoon^{1,2†} , Mangyeong Lee^{3,4†} , Juhee Cho^{1,3,4,5*} 

¹Department of Clinical Research Design and Evaluation, SAIHST, Sungkyunkwan University, Seoul, Korea, ²Patient-Centered Outcomes Research Institute, Samsung Medical Center, Seoul, Korea, ³Department of Digital Health, SAIHST, Sungkyunkwan University, Seoul, Korea, ⁴Center for Clinical Epidemiology, Samsung Medical Center, Seoul, Korea, ⁵Cancer Education Center, Samsung Medical Center, Seoul, Korea

ABSTRACT

Digital health literacy (DHL) has become important for individuals to take on the responsibility to manage their health for chronic disease. However, few studies have investigated what is DHL and its associated factors. Thus, we conducted a scoping review to address the above knowledge gaps, and to identify the concept of DHL designed to counter these impacts for clinical application. A systematic review was conducted of studies published in MEDLINE, Embase, Cochrane Library, Web of Science from January 2011 to October 2019 using PRISMA-ScR guideline. Articles eligible for inclusion focused on the conceptualization of DHL or electronic health (eHealth) literacy (EHL) including new digital health technologies, and clinical application reported on factors of DHL and Included newly developed measurement instruments referred to as DHL, and EHL including new digital health technologies. In 26 studies, various terms and definitions of DHL were used, and most articles described a concept of eHealth literacy as e-Health focused the use of information communication technologies. We defined 3 thematic categories as DHL: 1) advanced health literacy, 2) digital skills-based and multidimensional literacy and 3) others consisting of internal or external factors for the users' engagement in digital health. The findings from our study confirm that the basic approaches of DHL share the same scope with health literacy, but DHL included a broader context and new concepts such as technology-related ability. This study provides an integrated perspective on the status and influencing factors of DHL.

Key words: Digital health literacy; Health literacy; Digital health; Scoping review

*Corresponding author: Juhee Cho, Tel: +82-2-3410-1448, E-mail: jcho@skku.edu

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

Introduction

Digital health has a broad scope, including various technologies and services, such as mobile health, personal health records, wearable devices, telehealth and telemedicine, hospital information technology, and medical technology [1,2]. The purpose of a global strategy on digital health is to improve

health care quality, lower costs by preventing diseases, monitor patients' statuses, and manage chronic conditions [1,2]. In particular, patient-centered digital health technologies such as smartphones and activity trackers have brought major changes to the health environment and health care system [3,4]. As digital technologies offer people greater opportunities to manage their health, prevent health problems, and promote health and

Key messages

① What is known previously?

Digital health literacy (DHL) is ability to find, understand, evaluate, and apply health information using digital technologies and services; however, it is often used interchangeably with eHealth literacy.

② What new information is presented?

This study found that DHL lacks consistency and insufficiently addresses competencies related to these technologies. We identified evolving health literacy and other relevant factors, proposing a new framework.

③ What are implications?

Our findings suggest that DHL is crucial for enhancing access to health information and aiding informed health decisions. Effective implementation of digital health interventions requires a consistently and comprehensively established DHL concept.

equity, digital health literacy (DHL) has become essential [5,6].

As digital health becomes more commonplace, there is a strong demand to define the concept of DHL [6-8]. Most studies and institutions have similarly referred to DHL as electronic health (eHealth) literacy (EHL) [9]. EHL is defined as “the ability to seek, find, understand and appraise health information from electronic sources and apply the knowledge gained to addressing or solving a health problem” [10]. The term EHL has been widely used since 2001, and the abilities and skillsets are mainly linked to internet use. The World Health Organization defines eHealth’s focus as using information and communication technology (ICT). The concept of EHL does not cover the interactive and mobile services [11] required for using digital health care. As society rapidly digitizes, digital literacy (DL) has become an important issue. DL is described as “the ability to

use information and communication through digital technologies to find, evaluate, create, and communicate information, requiring both cognitive and technical skills” [12]. Although the concept of DL is more aligned with DHL, it does not include health-related competencies [13]. The differences between the concepts of EHL, DL, and DHL are based on skills and technological competencies and are focused on supporting and improving healthcare [14]. Recently, a study on the DHL instrument included a broad spectrum of skills with the expanded concept of health (Health 2.4) using performance-based items; however, these competencies only focused on computers and internet browsers [7].

Digital health offers tremendous potential for clinical applications in managing health, including chronic diseases, but not everyone can benefit from it owing to DHL. Finding vulnerable groups and developing feasible interventions with growth potential is crucial. Thus, we conducted a scoping review focusing on the conceptualization of DHL. We specifically aimed to address the above knowledge gaps and identify the concept of DHL to counter these impacts for clinical application.

Methods

1. Study Design

A scoping review was conducted to examine the types of literacy, the definition of DHL, and the extent to which digital service platforms and associated factors, including barriers and facilitators, impact DHL. We used the scoping review methodology by Peters et al. [15] We also complied with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) reporting guidelines extension for scoping reviews. Our research questions

were refined, and the draft protocol was revised to incorporate detailed definitions of inclusion criteria, literature search strategies, and data extraction items aligned with the study's objectives and design, based on feedback from the health professional research team with expertise in health literacy or digital health.

2. Search Strategy and Data Sources

We systematically searched Pubmed, Embase, Cochrane Library, and Web of Science from January 2011 to October 2019. Based on the results of the preliminary literature review, we restricted the period to only identify studies published from 2011 to capture the newly expanded digital health technologies [16]. Key search terms were identified from the DHL scoping

and systematic reviews, including EHL and DL. After conducting a preliminary literature search, we found no current or ongoing reviews that included the newly expanded term “DHL.” We used a preliminary search method and terms based on medical subject heading (MeSH) terms and relevant publication keywords that had been commonly used previously. We employed a search strategy using recommended controlled vocabulary and key search terms that covered two domains, “digital health” and “health literacy”. Additionally, grey literature was searched for relevant definitions and concepts using the term “DHL,” including the question “What is DHL?”

3. Eligibility Criteria and Screening Process

Eligible studies included full original scientific articles. The

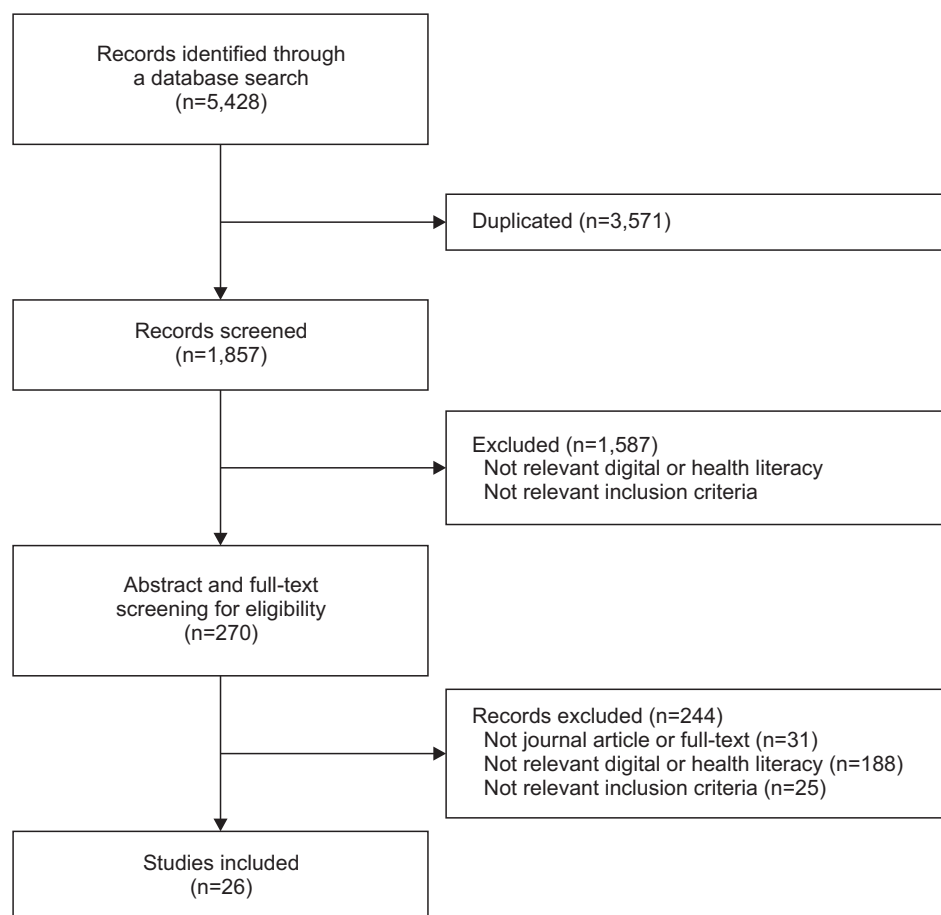


Figure 1. Flow diagram of scoping review

search was restricted to English language studies. Our inclusion criteria were as follows:

1) Studies focused on the conceptualization of DHL or EHL, including new digital health technologies. 2) Studies whose primary focus was the clinical application of DHL factors. 3) Investigations that included newly developed measurement instruments referred to as DHL and EHL, including new digital health technologies.

We excluded studies based on the following criteria:

1) Papers that mentioned DHL but lacked certain definitions or concepts. 2) Studies conducted in adults (aged <18 years) or conducted only on populations with high DHL, such as university students, or specific groups, such as health professionals and librarians. 3) Articles focused only on concepts or measurements for searching for and using online health information (e.g., eHEALS). This includes articles on the linguistic validation of certain measurements. 4) Perspective articles on DHL without new DHL definitions or concepts. 5) Conference papers, commercial writing, preprints, notes, brief reports, letters, and editorials.

One researcher performed the initial literature screening, examining the titles to select articles relevant to DHL. All initial search results were imported into EndNote X20 (Clarivate), and 3,571 duplicates were removed from the 5,428 articles. The titles of 1,857 articles were screened, and 1,587 studies were excluded. The abstracts of 270 articles were further examined to select studies that met the inclusion criteria. After selecting 38 articles, their full texts were reviewed. As a result, 244 articles were excluded, and a total of 26 articles were included in the study (Figure 1). The references of the included studies were examined to identify any additional relevant articles; however, no further studies were added to the final

selection.

4. Data Extraction and Classification

Data extraction followed a predesigned template based on ongoing discussions among authors. To ensure quality control, two authors reviewed the titles and abstracts to identify eligible papers. The authors discussed the data extraction to confirm a consistent understanding of the aim of the study. At this stage, the references of studies that met the inclusion criteria were manually searched to identify additional relevant articles.

5. Data Charting Process

The full text of 38 publications was thoroughly reviewed. The following information was extracted:

- 1) Study characteristics (authors, published country, year of publication, study design, target population, sample size, and study purpose).
- 2) Information regarding DHL (type of literacy and definition of DHL), digital service platforms, and associated factors, including barriers and facilitators.

The research team discussed and summarized the results. Finally, 26 articles were included in the analysis (Table 1) [7,17-59].

Results

1. Study Characteristics

Of the 26 studies, the United States (n=9, 34.6%), Denmark (n=4, 15.4%), and the Netherlands (n=3, 11.5%) conducted the most studies, followed by Israel (n=2, 7.7%) (Table 1). Spain, Germany, Greece, and China each conducted a study related to DHL. Four (15.4%) studies were conducted

in multiple countries.

Except for four review articles, most studies assessed the factors associated with DHL using quantitative methods (n=20, 76.9%), and two studies (7.7%) used qualitative methods. The studies were mostly cross-sectional and included development and validation (n=20, 76.9%), reviews (n=4, 15.4%), and cohort and interventional studies (n=2, 7.7%). Among the 26 studies, four were review articles, and one was a development study. Eight studies were conducted in patients with chronic diseases such as cancer, diabetes, chronic obstructive pulmonary disease, and rheumatic disease (30.8%). Six studies were conducted in older adults (23.1%), and five were conducted among general age groups (19.2%). Two studies were conducted in patients with chronic diseases and those with average health (7.7%).

The included articles had various purposes. Nine studies (34.6%) aimed to identify the current status or use of DHL through surveys, tests, and data analysis. Approximately two-thirds of the studies (n=8, 30.8%) examined the associated factors or trends in DHL using various methods. Seven studies (26.9%) aimed to establish and evaluate newly developed measurements, while two (7.7%) examined the definition, concept, and model of DHL.

2. Information Regarding Digital Health Literacy

Various types of literacy and definitions regarding DHL were used. The most widely used type of literacy was “eHealth literacy” (n=19, 73.1%), defined as “the ability to seek, find, understand, and appraise health information from electronic sources and apply knowledge gained to address or solve a health problem” by Norman and Skinner [28,40]. Among the 26 studies, nine used the term “digital” as follows: “digital

literacy” (n=5, 19.2%), “digital divide” (n=2, 7.7%), “digital readiness” (n=1, 3.8%), and “DHL” (n=1, 3.8%). Other terms used included “computer literacy” in two studies, “media health literacy” in one study, and “media literacy” in another study.

3. Digital Service Platforms Related to Digital Health Literacy

Regarding the technologies used in this study, the platform was thematically clustered according to the terms or items of measurement mainly used in the articles. Among the 26 studies, 12 (46.2%) used eHealth-related technology terms, including internet, online, website or web, and ICT. Several studies used expanded or specific technologies and services, such as videos (e.g., YouTube), blogs, emails, eBooks, social media, PDF files, personal medical information, and computers. Four studies (15.4%) used only digital-related terms, such as digital services, digital technology, digital solutions, digital environments, and digital media, whereas 10 studies (38.5%) used eHealth and digital-related terms.

In terms of “digital devices,” one cross-sectional study [29] evaluated the usage rate of “desktops, laptops, or netbook computers, tablets, smartphones, and home internet.” In contrast, another study [42] evaluated the usage rate of “videoconferencing (telehealth).” In the Netherlands study on eHealth literacy [31], the research participants’ level of DL in the following activities was assessed: visiting blogs, participating in discussion forums, playing games, downloading, listening to music, or using technologies and services, such as downloading software or emailing with friends. Six studies (23.1%) used eHealth and mobile-related terms, including smartphones, mobile phones, trackers, smartwatches, and mobile applications

Table 1. Characteristics of included studies (n=26)

Year	Source/ region	Study design	Sample/population	Purpose of study	Types and definition of literacy	Digital service platform
2019	Kayser et al. [17], Denmark	Development and validation	n=305; 90≥ age ≥ 18 yr; cancer	To evaluate how new unified instrument, READHY (eHLQ combined with selected dimensions from the heiQ and the HLQ), and to explore how the generated data can be used to create health technology readiness profiles of potential users of health technologies and digital health services	<ul style="list-style-type: none"> Digital readiness: "readiness" – as being prepared and willing, where prepared is interpreted as the result of an individual's knowledge, skills, and attitudes, including trust and motivation, which should be considered as enabling factors as they expand an individual's possibilities to act [18] 	Digital services and health technologies (e.g., smartphone)
2019	Holt et al. [19], Denmark	Cross-sectional	n=246; 89≥ age ≥ 18 yr; diabetes, other endocrine conditions, and/or gastrointestinal diseases	To investigate how users and nonusers of digital services differ in terms of eHL and to examine how usage and non usage, and eHL levels are associated not only with personal attributes such as age, sex, educational level, and self-rated health but also with a particular focus on the individuals' knowledge, skills, perception, and experiences with digital health services in a group of patients with regular contact to a hospital out-patient clinic	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy or DHL: knowledge, skills, perceptions, and experiences in relation to their usage of digital health services and health technology 	Digital health services and technology/ICT
2019	Jiang et al. [20], Singapore (data driven USA)	Cohort	n=(563; 459; 504); mean age=64.9, 66.1, and 66.3 yr; cancer	To explore the trend of IHIS in cancer survivors and the relationship between four dimensions of digital divide (e.g., mental access, material access, skills access, and usage access) and IHIS	<ul style="list-style-type: none"> Digital divide; the gap between people who have or do not have access to ICTs [21] 	Internet, online health information, and eHealth activities
2018	Kayser et al. [22], Denmark	Development and validation	n=475; age ≥ 18 yr; general people and chronic patients	To develop a questionnaire that captures the 7-dimensional eHLF and to create and test items and scales that capture the 7 eHLF dimensions using the validity-driven approach	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy (or DHL): a model based on systematic and inductive methods that sought to identify the full range of elements relevant to individuals attempting to understand and use eHealth technologies and digital services [23] 	eHealth technologies and digital services; health portals and health records, which are accessed by people from their homes
2018	Karnoe et al. [24], Denmark	Development and validation	n=(208; 475); age ≥ 18 yr; general people and chronic patients including those with COPD	To develop and validate an eHLA that Assesses individuals' health literacy and digital literacy using a mix of existing and newly developed scales	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy involves the Interplay of individual and social factors in the use of digital technologies to search, acquire, comprehend, appraise, communicate, and apply health information in all contexts of healthcare with the goal of maintaining or improving the quality of life throughout the lifespan [25] 	Digital solution: digital technology

Table 1. Continued 1

Year	Source/ region	Study design	Sample/population	Purpose of study	Types and definition of literacy	Digital service platform
2018	Griebel et al. [26], Europe	Review	N/A	To increase knowledge on the current state of the art of research in eHealth literacy and to identify gaps in scientific research which should be focused on by the research community in the future.	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy a dynamic and context-specific set of individual and social factors as well as technology constraints (such as the fit of a system to a user) in the use of digital technologies to search, acquire, comprehend, appraise, communicate, apply, and create health information in all contexts of healthcare with the goal of maintaining or improving the quality of life throughout the lifespan 	eHealth
2018	Levin-Zamir et al. [27], Israel and Switzerland	Review	N/A	To introduce the concepts of MHL and eHealth literacy and to review findings on the associations of MHL and eHL with several contextual variables in the social environment such as sociodemographics, social support, and system complexity, as a structural variable	<ul style="list-style-type: none"> Media health literacy: a continuum, ranging from (1) the ability to identify health-related content (explicit and/or implicit) in the various types of media, (2) recognize its influence on health behavior, (3) critically analyze the content, and (4) express intention to respond through action measured through personal health behavior or advocacy eHealth literacy: the ability to seek, find, understand, and appraise health information from electronic sources and apply the knowledge gained to addressing or solving a health problem [28] 	Media saturated and digital environment/digital media (Internet, social media, and mobile tools)

Table 1. Continued 2

Year	Source/ region	Study design	Sample/population	Purpose of study	Types and definition of literacy	Digital service platform
2018	Gordon et al. [29], USA	Cross- sectional	n=2,602; 79≥ age ≥65 yr; older adults	To examine access to digital technologies, skills and experience, and preferences for using Web-based and other digital technologies to obtain health information and advice and to investigate the readiness to engage with these new digital platforms for health-related purposes among older adults in a large health plan	<ul style="list-style-type: none"> Digital divide: "digital readiness- as having the digital skills necessary to perform different tasks using the Internet, a belief in one's ability to determine the trustworthiness of online or digitally produced information and to safeguard personal information when going online, and the extent to which people currently use digital tools in the course of carrying out online tasks [30]" eHealth literacy: capacity to seek, find, understand, and appraise health information from electronic sources and apply the knowledge gained to addressing or solving a health problem [28,31,32]. Other factors being explored include trust in the Internet [33] and attitudes and preferences for using digital technologies [34,35]. 	Digital technologies; desktop, laptop, or netbook computer; tablet; smartphone; and home Internet
2018	Paige et al. [36], USA	Review	N/A	To systematically examine eHealth literacy definitions, models, and measures to propose a refined conceptual and operational definition based on the Transactional Model of Communication	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: The ability to locate, understand, exchange, and evaluate health information from online environments in the presence of dynamic contextual factors and to apply the knowledge gained across ecological levels for the purposes of maintaining or improving health 	eHealth
2018	Castilla et al. [37], Spain	Intervention	n=46; 76≥ age yr; older adults	To test a social network consisting of multiple applications with linear navigation as a digital literacy method for older adults in rural areas	<ul style="list-style-type: none"> Digital literacy: the ability of users to understand information and perform tasks in digital environments [38] 	ICTs
2018	Chang et al. [39], China	Cross- sectional	n=352; age ≥18 yr; chronic patients	To compare the Chinese eHEALS with other eHEALS findings to determine whether the Chinese HEALS model provided reliability evidence with chronic disease patients and to examine and compare how the large patients egments accesse Health resources to find and apply eHealth information to their health problems in China	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: the ability to read, use computers, search for information, understand health information, and put it into context [40] Media and computer literacy: the latter measuring working knowledge of computers [28,40,41], in addition to basic understanding of science and appreciation of the social context 	Email, computer, Internet, Web, mobile phone, and social media

Table 1. Continued 3

Year	Source/ region	Study design	Sample/population	Purpose of study	Types and definition of literacy	Digital service platform
2018	van Houwelingen et al. [42], Netherlands	Cross- sectional	n=(256; 15); age ≥65 yr; older adults	To understand community-dwelling older people's readiness for receiving telehealth by studying their intention to use videoconferencing and capacities for using digital technology in daily life as indicators	<ul style="list-style-type: none"> Digital literacy: a large variety of complex cognitive, motor, sociological, and emotional skills, which users need in order to function effectively in digital environments [43] 	Digital technology; videoconferencing (telehealth)
2017	van der Vaart and Drossaert [7], Netherlands	Development and validation	n=200; 84 ≥ age ≥ 18 yr; general people	To study the distributional properties, reliability, content validity, and construct validity of the DHLI's self-report scale and to explore the feasibility of an additional set of performance-based items	<ul style="list-style-type: none"> DHL or eHealth literacy: skills to search, select, appraise, and apply online health information and healthcare-related digital applications are becoming increasingly important for healthcare consumers [28,44] 	Information gathering (Health 1.0 skills) and interactivity on the Web (Health 2.0)
2017	Halwas et al. [45], Germany	Cross- sectional	n=142; age ≥18 yr; cancer and their relatives	To investigate Internet and eHealth usage, with respect to eHealth literacy	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: The ability to seek, find, understand, and appraise health information from electronic sources and apply the knowledge gained to addressing or solving a health problem [28] 	Internet, eHealth service (Youtube, blog, email, and eBook) and mobile application (smartphone, tracker or smartwatch)
2017	Kim et al. [46], USA	Review	N/A	To identify studies on online health service use by people with limited health literacy, as the findings could provide insights into how health literacy has been, and should be, addressed in the eHealth era	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: a set of skills and knowledge that are essential for productive interactions with technology-based health tools [47] 	eHealth services, mobile apps
2017	Neter et al. [48], Israel,	Cross- sectional	n=82; age ≥50 yr; older adults	To assess perceived and performed eHealth literacy using the recent conceptualization of health literacy skills	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: the ability to seek, find, understand and appraise health information from electronic resources and apply such knowledge to addressing or solving a health problem [49] 	ICTs, eHealth (computer/Web/Internet)
2017	Tsai et al. [50], USA	Cross- sectional	n=21; 91 ≥ age ≥69 yr; older adults	To examine how older adults learn to use tablet computers	<ul style="list-style-type: none"> Digital literacy: the ability to use and understand information from various digital devices [38] 	Internet and mobile devices (mobile phones and tablet computer)
2017	Paige et al. [51], USA	Cross- sectional	n=811; age ≥18 yr, general people	To examine the relationship between eHealth literacy and perceived trust in online health communication channels and sources among diverse sociodemographic groups	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: the skills needed to seek, find, appraise and evaluate health information from electronic sources to address health concerns and make health decisions [40] 	online health communication channels and sources

Table 1. Continued 4

Year	Source/ region	Study design	Sample/population	Purpose of study	Types and definition of literacy	Digital service platform
2016	Seckin et al. [52], USA	Development and validation	n=710; 93≥ age ≥ 18 yr; general adults; n=194; age ≥ 60 yr; older people	To develop a tool to be used in eHealth literacy research and to examine psychometric properties of a new eHealth literacy measure in a national sample of Internet users with specific attention to older users and to help understand how eHealth literacy is associated with healthcare variables	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: a broader array of skills besides the ability to read and understand health information stressing the need to focus on multiple dimensions of content areas and skills 	eHealth; Internet; Websites
2016	Xesfingi et al. [53], Greece	Cross- sectional	n=1,064; age ≥ 15 yr; general people	To assess the eHealth literacy level, using the eHealth Literacy Scale, and further explore the factors that shape it and are associated with it	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: by a set of factors such as a person's ability to present the health issue, educational background, health status at the time of the eHealth encounter, motivation for seeking the information, and the technologies used, and aims to empower individuals and enable them to fully participate in health decisions informed by eHealth resources [40] 	eHealth; Internet
2015	Tennant et al. [54], USA	Cross- sectional	n=283; age ≥ 50 yr; older people	To explore the extent to which sociodemographic, social determinants, and electronic device use influences eHealth literacy and use of Web 2.0 for health information among baby boomers and older adults	<ul style="list-style-type: none"> Computer (or digital) literacy: an individual's ability to adapt to new technologies productively and efficiently to solve problems or answer questions through the operation of an electronic device [28,55] eHealth literacy: an individual's ability to search for, successfully access, comprehend, and appraise desired health information from electronic sources and to then use such information to attempt to address a particular health problem [40] 	eHealth; Internet and Web 2.0 (social media such as Facebook and Twitter)
2015	Kayser et al. [56], Denmark, Canada, Australia	Development - session	N/A	To propose how users' needs and competences can be taken into account when designing new ICT solutions in healthcare by expanding the user-task-context matrix model with the domains of a new concept of eHealth literacy	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: an individual's ability to search for, successfully access, comprehend, and appraise desired health information from electronic sources and to then use such information to attempt to address a particular health problem [40] 	eHealth; information technology (IT), technologies (e.g., computers and other digital media), healthcare system
2014	Koopman et al. [57], USA	Development and validation	n=16; 75≥ age ≥ 27/ n=200; 86≥ age ≥ 20 yr; chronic conditions (diabetes, hypertension, heart disease, or heart failure)	To create an instrument to measure patient readiness to engage with health technologies among adult patients with chronic conditions	<ul style="list-style-type: none"> Readiness: not only the skills of prospective target patient populations, but also their motivations and concerns 	Health technologies (e.g., computer, Internet, online, and mobile health interventions)

Table 1. Continued 5

Year	Source/ region	Study design	Sample/population	Purpose of study	Types and definition of literacy	Digital service platform
2013	van der Vaart et al. [58], Netherlands	Cross- sectional	n=15; 74≥ age ≥39/ n=16; 72≥ age ≥24 yr; rheumatic diseases	To study the eHealth literacy of patients with rheumatic diseases and the types of problems they encounter when using the Internet in relation to their disease	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: the ability to seek, find, understand, and appraise health information from electronic sources and apply the knowledge gained to addressing or solving a health problem [10] (this definition is limited to skills needed for Health 1.0 applications and that additional skills are needed for typical Health 2.0 applications) 	eHealth: Internet (browser), social media Website, PDF file, personal medical information, and computer
2013	Choi et al. [59], USA	Cross- sectional	n=980; 64≥ age ≥ 18 yr; disabled and homebound adult	To examine Internet use patterns, reasons for discontinued use, eHealth literacy, and attitudes toward computer/Internet use among low-income homebound individuals aged 60 and older in comparison to their younger counterparts—homebound adults under age 60	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: the ability to seek, find, understand and appraise health information from electronic sources and apply knowledge gained to addressing or solving a health problem [40] 	eHealth (Internet and computer)
2012	Neter et al. [31], Israel	Cross- sectional	n=1,289; age ≥18 yr; general people	To explore whether literacy disparities are diminished or enhanced in the search for health information on the Internet	<ul style="list-style-type: none"> eHealth literacy: the ability to seek, find, understand, and appraise health information from electronic sources and apply knowledge gained to addressing or solving a health problem/empower individuals and enable them to fully participate in health decisions informed by eHealth resources [28] Digital literacy: not mentioned 	Internet and digital literacy

READYH=Readiness and Enablement Index for Health Technology; eHLQ=eHealth Literacy Questionnaire; heiQ=Health Education Impact Questionnaire; HLQ=Health Literacy Questionnaire; IHIS=Internet health information seeking; DHL=digital health literacy; ICT=information and communication technology; COPD=chronic obstructive pulmonary disease; N/A=not applicable; eHLF=eHealth literacy framework; eHLA=eHealth literacy assessment toolkit; MHL=media health literacy; eHEALS=eHealth literacy scale; DHL=DHL instrument; PERQ=patient eHealth readiness questionnaire; PRE-HIT=patient readiness to engage in health Internet technology instrument; e-HLS=electronic health literacy scale.

(apps) [27,39,45,46,50,57].

4. Associated Factors, Including Barriers and Facilitators for Digital Health Literacy

Factors associated with DHL were clustered into three domains (health-related, digital-related, and others).

Each domain was divided into three categories based on the model proposed by Nutbeam [60] (Table 2) [7,17,19,20,22,24,27,31,39,45,48,50-54,56-59]. First, functional literacy refers to the basic level of reading and writing skills required to obtain, understand, and use health information. Next, communicative literacy refers to the advanced skills

Table 2. Factor associated with digital health literacy

1. Health-related factors	2. Digital-related factors	3. Others
<p>Functional literacy</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Functional health literacy [19,24] <ul style="list-style-type: none"> • Reading ability [45] • Numeracy [27] • Language proficiency [27] ○ Understanding of health concepts, disease, and healthcare [17,19,22] <ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of health and disease [19,56] • Knowledge of healthcare [24] ○ Familiarity with health, disease, and healthcare [19,24] ○ Information searching skills [7,58] <ul style="list-style-type: none"> • Internet access [20] • eHealth activities [20] <p>Communicative literacy</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Communication factor [52] ○ Ability to interact with information [56] <p>Critical literacy</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Evaluating reliability and relevance of online information [7,58] <ul style="list-style-type: none"> • Trust [20] 	<p>Functional literacy</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ability to actively engage with digital services [17,19,22,31,39,45,48,51,52,54,59] <ul style="list-style-type: none"> • Using technology to process health information [17,19,22,31,39,45,48,51,52,54,59] • Motivated to engage with digital services [17,19,22,59] • Skill and technique acquisition [17,20,39,48] • Cell phone expertise [57] • Operational skills [7,58] • Navigation skills [7,58] ○ Digital familiarity [19] <ul style="list-style-type: none"> • Familiarity with technology [24,59] • Total number of electronic devices used to seek health information [54] • Technological experience [27,39] ○ Access to digital services that work [17,19,22,56] <ul style="list-style-type: none"> • Access to technology [27] <p>Communicative literacy</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Adding self-generated content to Web-based apps [7,58] ○ Relevance and appropriateness to target audience [27] <p>Critical literacy</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Protecting and respecting privacy while using the Internet [7,57,58] <ul style="list-style-type: none"> • Feel safe and in control [17,22,56] 	<p>Needs and views of health</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Digital services that suit individual needs [17,19,22,56] ○ Health information needs [57] ○ Constructive attitudes and approaches [17] <p>Self-efficacy</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Digital confidence [19,59] <ul style="list-style-type: none"> • Technology confidence [24,39] <p>Perceived benefit and harms</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Physical activity [53] ○ Digital incentives [19] <ul style="list-style-type: none"> • Feel that using technologies is beneficial [56] • Incentives for engaging with technology [24] ○ Usability of digital tools [27] ○ Computer anxiety [57] <p>Social support</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Social support for health [17,27,50] <ul style="list-style-type: none"> • Feel understood and supported by healthcare providers [17] ○ Relationship with doctor [57] ○ Use of available structured training and guidance [27]

that allow people to extract information, derive meaning from different sources of communication, and apply new information in changing circumstances. Finally, critical literacy refers to more advanced skills for critically analyzing and reflecting on information or advice received and using information to exert greater control over life events and situations.

1) Health-related factors

Seven studies reported the level of functional literacy on the following health-related factors (38.4%): reading, numeracy, and language proficiency [19,24,27,45]; knowledge [17,19,22,24,56] and familiarity with health, diseases, and health care [19,24]. Three studies described the essential functions of eHealth, including information searching skills, such as gaining access to the internet, as an associated factor of DHL [7,20,58]. Two studies [52,56] showed that communication and the ability to interact with information were associated factors. Regarding critical literacy, the reliability and relevance of online health information were evaluated in three studies [7,20,57].

2) Digital-related factors

Based on the three categories of health literacy, digital-related factors were divided into three types: functional, communicative, and critical literacy. In terms of functional literacy, 15 studies (57.7%) identified that the ability to actively engage with digital services, including computers, the internet, and cell phones, was associated with functional literacy [7,17,19,20,22,31,39,45,48,51,52,54,57-59]. Familiarity with digital technology and experience with digital health were identified in six studies [19,24,27,39,54,59]. Five studies identified the accessibility of digital technology and services as an

associated factor [17,19,22,27,56]. For communicative literacy, the ability to add self-generated content to web-based apps [7,58] and determine the relevance and appropriateness of the content to the target audience [27] was identified in three studies. Regarding critical literacy, five studies identified individuals' ability to protect and respect privacy when using digital health [7,22,56-58].

3) Others

Four additional factors that can influence DHL were identified: 1) health needs and views, 2) self-efficacy, 3) perceived benefits and harm, and 4) social support. Five studies identified health needs, digital services, health information [17,19,22,56,57], and constructive attitudes and approaches [17] for improving digital health as factors that can affect an individual's view of health. Four studies reported digital confidence, including technology, as a factor promoting self-efficacy [19,24,39,59]. Perceived benefits and harms included physical activity [53], digital incentives [19,24,56], usability of digital tools [27], and computer anxiety [57]. Finally, social support from health care providers [17,27,50], relationships with doctors [57], and the use of training and guidance for digital health [27] were also associated with DHL.

5. Concept Mapping and Framework of Digital Health Literacy

1) Concept mapping of digital health literacy

Consistent with the results, the concept mapping of DHL is presented in Figure 2. This context was theoretically derived from a scoping review based on four key factors (performance expectancy, effort expectancy, social influence, and facilitating conditions) and four moderators (age, sex, experience, and

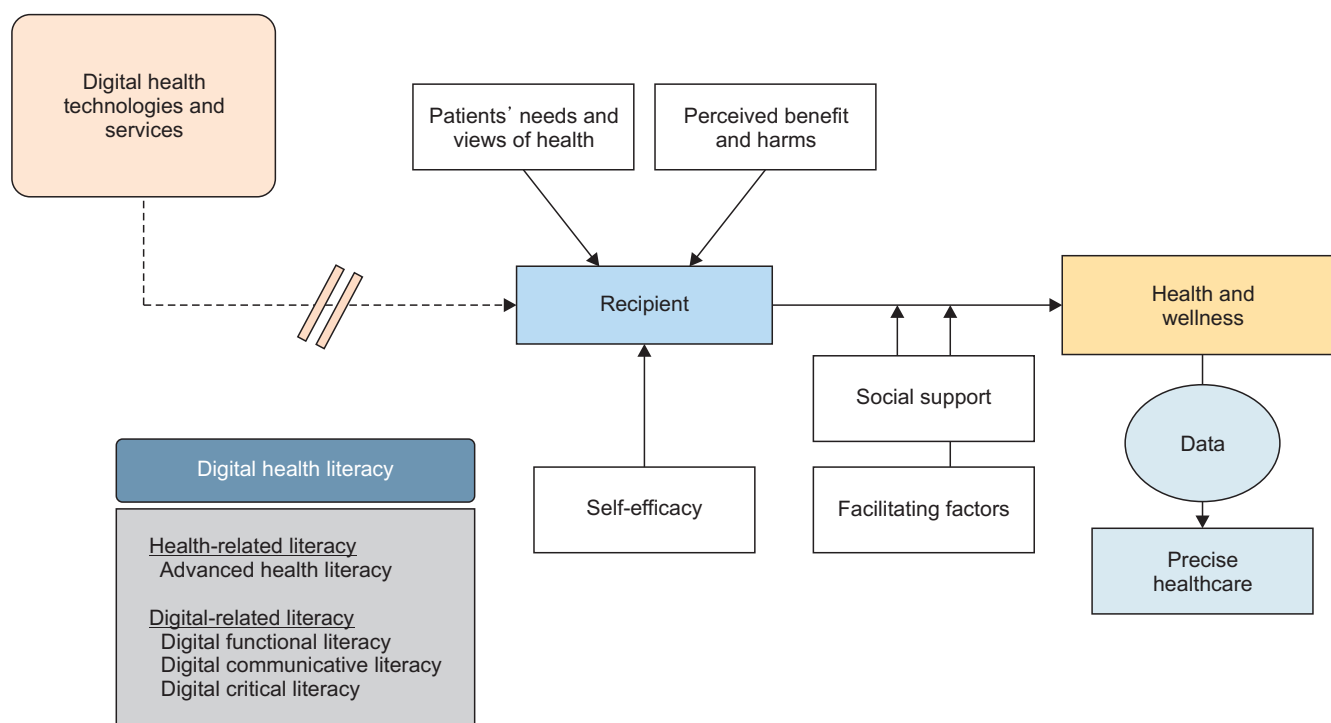


Figure 2. Conceptualization of digital health literacy

voluntariness) of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology [61] and the health belief model. The concept showed each DHL category with factors such as patients' health needs and views, perceived benefits and harms of digital health, self-efficacy, social support, and facilitating aspects affecting recipients' usage of digital health technology and health services.

2) Digital health literacy framework

Regarding our objective, the harmonization of digital-related health literacy factors presented the DHL framework (Figure 3), and each element was built on the factors listed in Table 2. This framework comprises three main domains (digital and health literacy, and others), each having three interdependent factors: functional, communicative, and critical literacy. The individual context affects DHL, which provides an abstract explanation of the influencing factors.

In our conceptualization of DL aspects, functional-inducing

factors comprised the ability to actively engage with digital health and access digital services, as well as familiarity with digital technology/services. This focused on the basic skills needed to obtain and understand digital health and to use digital technology and services. The communicative-inducing factors, which describe the advanced skills required to communicate about health using digital resources and understand and apply relevant digitalized health information, include adding self-generated content to digital services and extracting relevant and appropriate digitalized content. In terms of critical-inducing factors, protecting and respecting privacy while using digital technology services were included. This factor focused on more advanced skills to recognize and resolve privacy issues related to digitalized content.

Function-inducing factors in health literacy included the ability to understand and the degree of familiarity with health concepts, diseases, and healthcare. In our study, the health

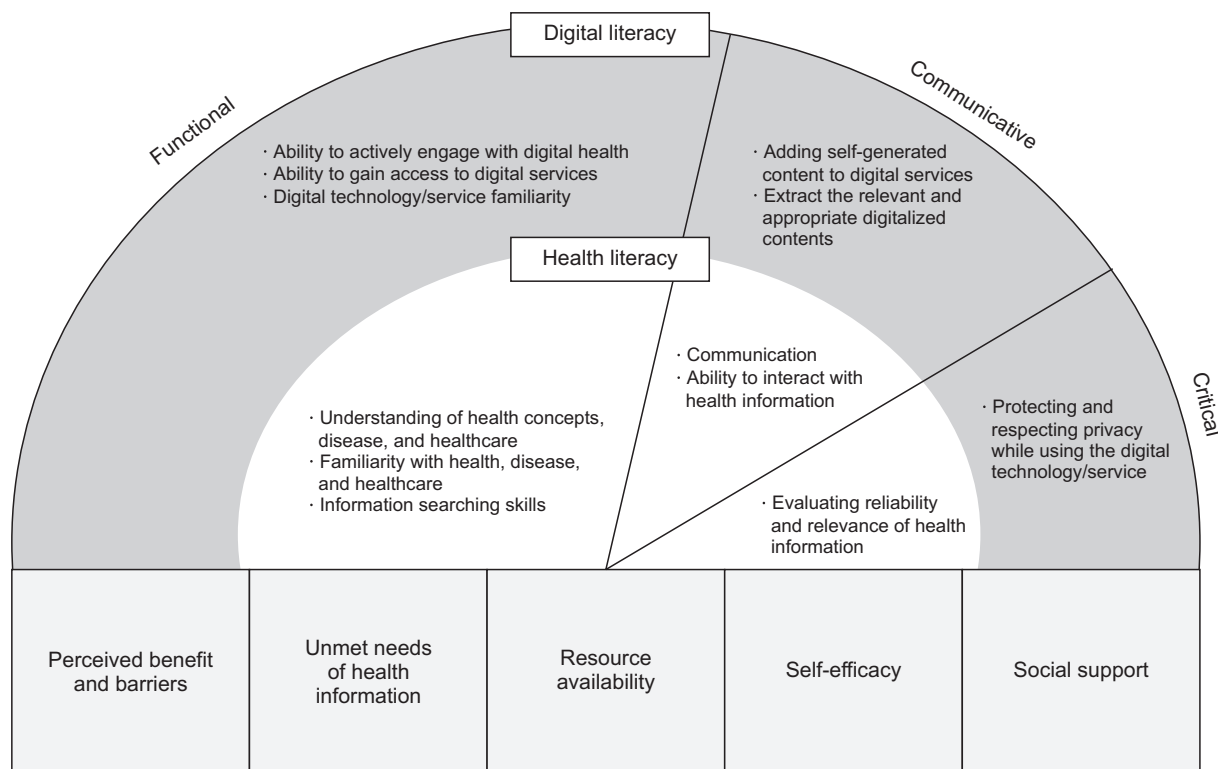


Figure 3. Framework of digital health literacy

information searching skill, usually called eHealth, was referred to as a basic skill for promoting health literacy. In terms of communicative-inducing factors, the ability to interact with health information was included. For the critical-inducing factor, the reliability and relevance of health information were evaluated. Lastly, the concept of DHL included perceived benefits and barriers, unmet needs for health information, availability of resources, self-efficacy, and social support, which are also considered important influential factors.

Discussion

In this study, we aimed to identify the concept of DHL. We systematically reviewed 26 studies and examined various synthesized elements to clarify this concept. Our findings revealed different terms and definitions for DHL and other

approaches, including three redefined thematic categories: 1) advanced health literacy, which involved meaning-making and was a crucial precondition in understanding health concepts, health information, and knowledge to maintain health; 2) digital skills-based and multidimensional literacy, including digital functional, communicative, and critical factors that help in the delivery of health information and implement health-related decisions and actions using digital technology and services; and 3) others consisting of internal or external factors for user engagement in digital health.

These findings confirm that a comprehensive approach, consistency in the use of the term, and a consensus on the taxonomy of DHL are lacking. The term DHL has been used to describe a broad range of competencies regarding digital technologies and services used by various stakeholders across diverse health care settings. The terms and definitions of eHealth

literacy are still widely used to address the technical competencies required in the digital health environment. This may be because eHealth and digital health perform similar functions and support digital health via electronic means, while each represents a different aspect of technology [62]. This finding aligns with a literature review on the concept of “eHealth” for digital technologies, which comprised core domains such as “health in our hands,” “interacting for health,” and “data enabling health” [63]. This means that eHealth and digital health concerning health literacy are still used primarily for internet-oriented technology rather than digital devices. In addition, critical points of view regarding the definitions of eHealth literacy often lack a well-founded theoretical basis and approaches [26]. In particular, inconsistent and interchangeable terms and definitions can be detrimental to opportunities for digital health measurement instruments and implementation. Therefore, future research needs to assess various state-of-the-art technologies and services and update content based on a theoretical basis and approaches to digital health.

As expected, the findings showed that functional literacy of digital technologies and services was a major factor associated with DHL. This finding is consistent with those of several studies demonstrating that users’ functional ability in technology is highly associated with engaging with and taking advantage of digital health [7,17,48]. This means that people familiar with technology are more likely to use digital health. Similarly, education and interventions to improve the ability to use technology may also complementarily increase peoples’ engagement with digital health. However, functional literacy requires different competencies depending on the technology used to achieve disease-specific health goals [8]. For example, multiple digital tools, including mobile apps, insulin pumps, glucometers, and

wearables, have been provided to patients with diabetes to generate data for self-management [64]. Therefore, future research should offer a certain level of technological skills and services with the flexibility to prioritize education and interventions for improving DHL. Moreover, DHL incorporates the basic approaches and scope of health literacy that can encourage people to effectively determine and actively participate in their health [65-67] rather than simply learning technical skills. Therefore, communicative and critical literacy will become increasingly important, as these literacies can capture the interplay of numerous data and information, especially when contextual conditions for health become more complex.

Many studies have developed valid DHL measures, but the key components or operational definitions of competencies are heterogeneous, and they mainly focus on subjective items based on self-evaluation rather than performance-based instruments. This aligns with a previous study that found a large gap between the measurements reflected in actual clinical practice and eHealth service design [68]. In addition, self-reporting measures an individual’s perceived ability to perform a task and may assess confidence and social resources. Actual task performance may evaluate objective target skills [69,70]. A review article on EHL [26] also reported that most eHealth interventions targeted vulnerable populations. However, they did not consider users’ needs for EHL during intervention development or assess EHL to confirm whether users’ needs were met [68]. One reason is that when initiating practical interventions to improve DHL, researchers have developed measurement instruments focused on determining how DHL affects clinical outcomes rather than understanding the current competencies of users and the factors that influence an individual’s health literacy [8,71]. Redefining and conceptualizing a wide

range of skills for all technologies and services can empower people to communicate and obtain data and information about the complexity of making health decisions [5,6]. Moreover, digital health interventions and educational programs should be developed using valid assessment tools, including the factors necessary for practical applications or digital technology design. Thus, our results provide insights into the foundation of digital technologies and the factors associated with future instruments for measuring DHL.

This study has several limitations that should be addressed. First, although we followed the scoping review methodology to search the literature and identify the status and influencing factors of DHL, relevant studies examining these influencing factors could have been missed. However, we used all the relevant terms to search for other articles and included them in our search queries. Second, we included articles with variations in study design owing to the lack of adequate intervention studies. Therefore, the quality of the publications was not assessed, but all stages, including article selection and data extraction, were duplicated by two researchers.

1. Conclusion

The digital transformation of health and healthcare has raised several challenges, including the lack of skills and competencies to use digital technology properly. The results of this study confirm that the factors influencing DHL are complex and interdependent. Furthermore, this study provides an integrated perspective on the status of and factors influencing DHL. Notably, DHL has the potential to help people use digital technologies and services to become more involved in maintaining their health. Further research should be conducted to explore how these concepts may improve DHL through

education and interventions, considering the specific characteristics of users with various health statuses.

2. Practice Implications

DHL will help patients understand and use health information through education and interventions. Rather than limiting DHL to specific skills and technologies, it is necessary to define patients' needs and the skills required to develop and utilize digital technology and services, meet the clinical implications, and determine the target population and diseases. Our findings indicate that future studies need to develop valid and reliable measurement instruments that focus on the components to facilitate understanding and consensus on the types of interventions and the essential factors required for various individuals.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2018R1D1A1B07047833) and the fund (ISSN: 2733-5488) by Korea Disease Control and Prevention Agency.

Acknowledgments: None.

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

Author Contributions: Conceptualization: JHY, MGL, JHC. Data curation: JHY, MGL. Formal analysis: JHY. Funding acquisition: JHY. Investigation: JHC. Methodology: JHY, MGL. Project administration: JHY. Resources: JHY. Software: JHY. Supervision: JHC. Visualization: JHY.

Writing – original draft: JHY. Writing – review & editing: JHY, MGL, JHC.

References

1. U.S. Food and Drug Administration (FDA). What is digital health? [Internet]. FDA; 2020 [updated 2020 Sep 22; cited 2021 Apr 27]. Available from: <https://www.fda.gov/medical-devices/digital-health-center-excellence/what-digital-health>
2. World Health Organization (WHO). Global strategy on digital health 2020–2025. WHO; 2021.
3. Risling T, Martinez J, Young J, Thorp-Frosie N. Evaluating patient empowerment in association with eHealth technology: scoping review. *J Med Internet Res* 2017;19:e329.
4. Barelo S, Triberti S, Graffigna G, et al. eHealth for patient engagement: a systematic review. *Front Psychol* 2016;6:2013.
5. Conard S. Best practices in digital health literacy. *Int J Cardiol* 2019;292:277–9.
6. Smith B, Magnani JW. New technologies, new disparities: the intersection of electronic health and digital health literacy. *Int J Cardiol* 2019;292:280–2.
7. van der Vaart R, Drossaert C. Development of the digital health literacy instrument: measuring a broad spectrum of Health 1.0 and Health 2.0 skills. *J Med Internet Res* 2017;19:e27.
8. Dunn P, Hazzard E. Technology approaches to digital health literacy. *Int J Cardiol* 2019;293:294–6.
9. All of Us Research Program. Digital health literacy [Internet]. All of Us Research Program; 2022 [updated 2022 Sep 16; cited 2023 Nov 10]. Available from: <https://allofus.nlm.nih.gov/digital-health-literacy>
10. Norman C. eHealth literacy 2.0: problems and opportunities with an evolving concept. *J Med Internet Res* 2011;13:e125.
11. World Health Organization (WHO). eHealth [Internet]. WHO; 2023 [cited 2023 Nov 10]. Available from: <https://www.emro.who.int/health-topics/ehealth/>
12. Law N, Woo D, de la Torre J, Wong G. A global framework of reference on digital literacy skills for indicator 4.4.2. UNESCO Institute for Statistics; 2018.
13. Vollbrecht H, Arora V, Otero S, Carey K, Meltzer D, Press VG. Evaluating the need to address digital literacy among hospitalized patients: cross-sectional observational study. *J Med Internet Res* 2020;22:e17519.
14. Institute of Medicine (US) Committee on Health Literacy; Nielsen-Bohlman L, Panzer AM, Kindig DA. What is health literacy? In: Nielsen-Bohlman L, Panzer AM, Kindig DA, editors. *Health literacy: a prescription to end confusion*. National Academies Press (US); 2004. p. 31–58.
15. Peters MD, Godfrey CM, Khalil H, McInerney P, Parker D, Soares CB. Guidance for conducting systematic scoping reviews. *Int J Evid Based Healthc* 2015;13:141–6.
16. Safavi KC, Cohen AB, Ting DY, Chaguturu S, Rowe JS. Health systems as venture capital investors in digital health: 2011–2019. *NPJ Digit Med* 2020;3:103.
17. Kayser L, Rossen S, Karnoe A, et al. Development of the multidimensional Readiness and Enablement Index for Health Technology (READHY) tool to measure individuals' health technology readiness: initial testing in a cancer rehabilitation setting. *J Med Internet Res* 2019;21:e10377.
18. Oxford Learner's Dictionaries. Definition of readiness noun from the Oxford Advanced Learner's Dictionary [Internet]. Oxford University Press; 2023 [cited 2023 Nov 10]. Available from: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/readiness>
19. Holt KA, Karnoe A, Overgaard D, et al. Differences in the level of electronic health literacy between users and nonusers of digital health services: an exploratory survey of a group of medical outpatients. *Interact J Med Res* 2019;8:e8423.
20. Jiang S, Liu PL. Digital divide and Internet health information seeking among cancer survivors: a trend analysis from 2011 to 2017. *Psychooncology* 2020;29:61–7.
21. van Dijk J, Hacker K. The digital divide as a complex and dynamic phenomenon. *Inform Soc* 2003;19:315–26.
22. Kayser L, Karnoe A, Furstrand D, et al. A multidimensional tool based on the eHealth literacy framework: development and initial validity testing of the eHealth Literacy Questionnaire (eHLQ). *J Med Internet Res* 2018;20:e36.
23. Norgaard O, Furstrand D, Klokke L, et al. The e-health literacy framework: a conceptual framework for characterizing e-health users and their interaction with e-health systems. *Knowledge Manag E-Learn* 2015;7:522–40.
24. Karnoe A, Furstrand D, Christensen KB, Norgaard O, Kayser L. Assessing competencies needed to engage with digital health services: development of the eHealth literacy assessment toolkit. *J Med Internet Res* 2018;20:e178.
25. Bautista JR. From solving a health problem to achieving

- quality of life: redefining eHealth literacy. *J Lit Technol* 2015;16:33-54.
26. Griebel L, Enwald H, Gilstad H, Pohl AL, Moreland J, Sedlmayr M. eHealth literacy research-Quo vadis? *Inform Health Soc Care* 2018;43:427-42.
27. Levin-Zamir D, Bertschi I. Media health literacy, eHealth literacy, and the role of the social environment in context. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15:1643.
28. Norman CD, Skinner HA. eHealth literacy: essential skills for consumer health in a networked world. *J Med Internet Res* 2006;8:e9.
29. Gordon NP, Hornbrook MC. Older adults' readiness to engage with eHealth patient education and self-care resources: a cross-sectional survey. *BMC Health Serv Res* 2018;18:220.
30. Horrigan JB. Digital readiness gaps [Internet]. Pew Research Center; 2016 [cited 2021 Apr 27]. Available from: <http://www.pewinternet.org/2016/09/20/2016/Digital-Readiness-Gaps/>
31. Neter E, Brainin E. eHealth literacy: extending the digital divide to the realm of health information. *J Med Internet Res* 2012;14:e19.
32. van Deursen AJ, van Dijk JA. Internet skills performance tests: are people ready for eHealth? *J Med Internet Res* 2011;13:e35.
33. Zulman DM, Kirch M, Zheng K, An LC. Trust in the internet as a health resource among older adults: analysis of data from a nationally representative survey. *J Med Internet Res* 2011;13:e19.
34. Bergeron CD, Ory M, Goltz HH, et al. Preferred health information sources: an examination of vulnerable middle-aged and older women. *J Family Strengths* 2017;17:8.
35. Lee C, Coughlin JF. PERSPECTIVE: older adults' adoption of technology: an integrated approach to identifying determinants and barriers. *J Prod Innov Manag* 2015;32:747-59.
36. Paige SR, Stellefson M, Krieger JL, Anderson-Lewis C, Cheong J, Stopka C. Proposing a transactional model of eHealth literacy: concept analysis. *J Med Internet Res* 2018;20:e10175.
37. Castilla D, Botella C, Miralles I, et al. Teaching digital literacy skills to the elderly using a social network with linear navigation: a case study in a rural area. *Int J Human-Computer Stud* 2018;118:24-37.
38. Gilster P. Digital literacy. Wiley Computer Pub; 1997.
39. Chang A, Schulz PJ. The measurements and an elaborated understanding of Chinese eHealth literacy (C-eHEALS) in chronic patients in China. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15:1553.
40. Norman CD, Skinner HA. eHEALS: the eHealth literacy scale. *J Med Internet Res* 2006;8:e27.
41. Mackert M, Champlin SE, Holton A, Muñoz II, Damásio MJ. eHealth and health literacy: a research methodology review. *J Comput-Mediat Comm* 2014;19:516-28.
42. van Houwelingen CT, Ettema RG, Antonietti MG, Kort HS. Understanding older people's readiness for receiving telehealth: mixed-method study. *J Med Internet Res* 2018;20:e123.
43. Eshet-Alkalai Y. Digital literacy: a conceptual framework for survival skills in the digital era. *J Educ Multimedia Hypermedia* 2004;13:93-106.
44. European Commission, Brussels DG Communication COMM A1 'Strategy, Corporate Communication Actions and Eurobarometer' Unit. Flash Eurobarometer 404 (European citizens' digital health literacy) [Internet]. GESIS Data Archive; 2015 [cited 2021 Apr 27]. Available from: <https://doi.org/10.4232/1.12194>
45. Halwas N, Griebel L, Huebner J. eHealth literacy, Internet and eHealth service usage: a survey among cancer patients and their relatives. *J Cancer Res Clin Oncol* 2017;143:2291-9.
46. Kim H, Xie B. Health literacy in the eHealth era: a systematic review of the literature. *Patient Educ Couns* 2017;100:1073-82.
47. Chan CV, Kaufman DR. A framework for characterizing eHealth literacy demands and barriers. *J Med Internet Res* 2011;13:e94.
48. Neter E, Brainin E. Perceived and performed eHealth literacy: survey and simulated performance test. *JMIR Hum Factors* 2017;4:e2.
49. Stellefson M, Hanik B, Chaney B, Chaney D, Tennant B, Chavarria EA. eHealth literacy among college students: a systematic review with implications for eHealth education. *J Med Internet Res* 2011;13:e102.
50. Tsai HS, Shillair R, Cotten SR. Social support and "playing around": an examination of how older adults acquire digital literacy with tablet computers. *J Appl Gerontol* 2017;36:29-55.
51. Paige SR, Krieger JL, Stellefson ML. The influence of eHealth literacy on perceived trust in online health communication channels and sources. *J Health Commun* 2017;22:53-65.

52. Seçkin G, Yeatts D, Hughes S, Hudson C, Bell V. Being an informed consumer of health information and assessment of electronic health literacy in a national sample of internet users: validity and reliability of the e-HLS instrument. *J Med Internet Res* 2016;18:e161.
53. Xesfingi S, Vozikis A. eHealth literacy: in the quest of the contributing factors. *Interact J Med Res* 2016;5:e16.
54. Tennant B, Stellefson M, Dodd V, et al. eHealth literacy and Web 2.0 health information seeking behaviors among baby boomers and older adults. *J Med Internet Res* 2015;17:e70.
55. Xie B. Effects of an eHealth literacy intervention for older adults. *J Med Internet Res* 2011;13:e90.
56. Kayser L, Kushniruk A, Osborne RH, Norgaard O, Turner P. Enhancing the effectiveness of consumer-focused health information technology systems through eHealth literacy: a framework for understanding users' needs. *JMIR Hum Factors* 2015;2:e9.
57. Koopman RJ, Petroski GF, Canfield SM, Stuppy JA, Mehr DR. Development of the PRE-HIT instrument: patient readiness to engage in health information technology. *BMC Fam Pract* 2014;15:18.
58. van der Vaart R, Drossaert CH, de Heus M, Taal E, van de Laar MA. Measuring actual eHealth literacy among patients with rheumatic diseases: a qualitative analysis of problems encountered using Health 1.0 and Health 2.0 applications. *J Med Internet Res* 2013;15:e27.
59. Choi NG, Dinitto DM. The digital divide among low-income homebound older adults: internet use patterns, eHealth literacy, and attitudes toward computer/internet use. *J Med Internet Res* 2013;15:e93.
60. Nutbeam D. Health literacy as a public health goal: a challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st century. *Health Promot Int* 2000;15:259-67.
61. Liu D, Maimaitijiang R, Gu J, et al. Using the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) to investigate the intention to use physical activity apps: cross-sectional survey. *JMIR Mhealth Uhealth* 2019;7:e13127.
62. El Benny M, Kabakian-Khasholian T, El-Jardali F, Bardus M. Application of the eHealth literacy model in digital health interventions: scoping review. *J Med Internet Res* 2021;23:e23473.
63. Shaw T, McGregor D, Brunner M, Keep M, Janssen A, Barnett S. What is eHealth (6)? Development of a conceptual model for eHealth: qualitative study with key informants. *J Med Internet Res* 2017;19:e324.
64. Cahn A, Akirov A, Raz I. Digital health technology and diabetes management. *J Diabetes* 2018;10:10-7.
65. Huhta AM, Hirvonen N, Huotari ML. Health Literacy in web-based health information environments: systematic review of concepts, definitions, and operationalization for measurement. *J Med Internet Res* 2018;20:e10273.
66. Dunn P, Conard S. Digital health literacy in cardiovascular research. *Int J Cardiol* 2018;269:274-5.
67. Liu C, Wang D, Liu C, et al. What is the meaning of health literacy? A systematic review and qualitative synthesis. *Fam Med Community Health* 2020;8:e000351.
68. Cheng C, Beauchamp A, Elsworth GR, Osborne RH. Applying the electronic health literacy lens: systematic review of electronic health interventions targeted at socially disadvantaged groups. *J Med Internet Res* 2020;22:e18476.
69. Pourrazavi S, Kouzekanani K, Bazargan-Hejazi S, et al. Theory-based E-health literacy interventions in older adults: a systematic review. *Arch Public Health* 2020;78:72.
70. Kiechle ES, Bailey SC, Hedlund LA, Viera AJ, Sheridan SL. Different measures, different outcomes? A Systematic review of performance-based versus self-reported measures of health literacy and numeracy. *J Gen Intern Med* 2015;30:1538-46.
71. Robbins D, Dunn P. Digital health literacy in a person-centric world. *Int J Cardiol* 2019;290:154-5.

해외 사례 분석을 통한 하수 기반 감염병 감시체계의 병원체 모니터링 활용과 의의

이정현 , 박혜진 , 이화중 , 정윤석*

질병관리청 진단분석국 고위험병원체분석과

초 록

하수를 활용한 severe acute respiratory syndrome coronavirus 2와 같은 병원체 모니터링은 감염병 감시 체계에서 매우 효과적인 도구로 자리 잡아가고 있다. 하수 감시체계는 지역사회에서 신종 감염병이 발생하거나 변이 바이러스가 출현했을 때 병원 기반 임상 감시 체계보다 선제적으로 감지할 수 있어 감염병 확산 방지에 도움을 줄 수 있다. 특히 전염성 및 독성이 더 강한 변이체에 대해 신속하게 대응할 수 있는 기반을 마련해 준다. 본 논문에서는 하수를 활용한 병원체 감시가 병원체의 변이 모니터링에 어떻게 적용될 수 있는지 세계 여러 나라의 사례를 통해 알아보려고 한다. 또한, 임상 검사율이 낮은 지역이나 대규모 인구를 대상으로 하는 대량 검사를 시행하는 것보다 하수 감시는 비용 효율성이 좋다. 하수 내 유전체 분석은 임상 감시에서 포착되지 못한 다양한 병원체를 감지할 수 있으며, 이를 통해 미래에 발생할 가능성이 있는 변이체 출현을 예측하는 데 중요한 정보를 제공한다. 결론적으로, 하수를 활용한 병원체 감시는 공중보건 관리에서 감염병 대응을 위한 유용한 도구로서 감염병 확산과 병원체 변이 추이를 모니터링할 수 있으며, 지역사회에서 배출된 하수 분석을 통해 조기 경보 시스템으로서의 역할이 가능하다.

주요 검색어: 하수 감시; 감염병 모니터링; 감염병 역학; 지역사회 모니터링

서 론

하수를 활용한 다양한 병원체 감시는 감염병 및 항균제 내성을 모니터링하는 유용한 도구로 주목받고 있다. 하수 감시는 검체를 수집하고 분석하여 지역사회 내에서 유행하는 병원체의 출현을 감지한다. 또한 하수 감시는 임상증상 발현 전에 병원체 배출이 가능하므로 임상 사례가 나타나기 전에 감염병

의 발생과 병원체의 변이를 탐지함으로써 감염병 출현 시 감염병 확산을 방지하는 데 중요한 역할을 한다[1].

하수 감시는 지역사회 내 바이러스 순환을 보여주는 중요한 객관적 지표가 될 수 있다. 의심증상이 있는 환자를 대상으로 한 스크리닝을 기반으로 하는 공중보건 감시를 보완할 수 있으며 특히 무증상 감염의 경우와 검사 능력 및 검사 의지가 감소한 상황에서 유용하다[2]. 증상이 있는 개인과 무증상 개

Received October 14, 2024 Revised November 5, 2024 Accepted November 5, 2024

*Corresponding author: 정윤석, Tel: +82-43-719-8270, E-mail: rollstone93@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?

하수 감시는 지역사회에서 새로운 감염병의 발생을 모니터링하는 효율적인 방법이다. 코로나바이러스감염증-19(코로나19)의 경우 하수 감시는 병원체의 발생 추이와 변이체 출현의 모니터링이 가능한 유용한 도구임을 보여주었다.

② 새로이 알게 된 내용은?

세계 여러 나라에서는 하수를 활용한 다양한 병원체의 발생 추이와 변이체 출현 감시 및 역학적 분석을 통해 감염병 발생과 병원체의 변이 추이를 모니터링하고 있다.

③ 시사점은?

코로나19 팬데믹으로 인해 병원체의 발생 및 변이체 감시가 확대되었으며, 기존의 임상 검체를 이용한 감시보다 비용 효율성이 높은 하수를 활용한 감염병 감시가 시작되었다. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 변이의 지속적인 발생은 새로운 변이체의 출현에 대한 사전 감시 및 역학적 감시의 필요성을 강조한다.

인 모두 병원체를 하수로 배출하기 때문에 전체 인구의 배설물이 모인 하수 검체는 임상 검체의 검사 및 염기서열분석을 수행하는 것보다 지역사회에서 순환하는 병원체의 유전적 다양성을 더 잘 보여준다[3,4].

Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) 바이러스의 다양한 변이로 인하여 전염력 증가, 면역 회피, 백신 및 치료제의 효능 저하 등 공중 보건의 여러 측면에 부정적인 영향을 미칠 수 있다[5]. 예를 들어 델타 및 오미크론 변이는 더 높은 전파력과 기존 면역 회피 특성으로 인해 전 세계적으로 빠르게 확산되었다[5]. 이러한 변이의 출현은 공중보건 대응의 신속성과 효율성을 저해하며 기존 감시체계의 한계를 나타낸다. 기존의 병원체 변이 감시는 주로 임상 검체를 이용한 개별 검사와 유전자 염기서열 분석을 통해 수행되어 왔으나, 현재 표본감시기관의 임상적 데이터만으로는 지역사회 전체의 감염 동향을 파악하기 어려워 조기 경보 시스템

으로서의 역할을 충분히 수행하기에는 부족함이 있다.

하수를 이용한 병원체 감시는 이러한 한계를 보완할 수 있는 감시 체계로, 지역사회 수준에서 하수에 존재하는 병원체의 유전 물질을 감지할 수 있다. 중합효소연쇄반응(polymerase chain reaction)과 차세대 염기서열분석(next-generation sequencing, NGS) 같은 생물정보학적 분석 기술은 하수에서 SARS-CoV-2 변이를 모니터링하는 데 활용되며[6], 이러한 기술의 사용은 하수 감시의 민감도와 특이도를 크게 향상시켜 병원체 발생 추이와 변이체의 조기 탐지에 중요한 역할을 하고 있다. 하수 기반 감시는 팬데믹 대응 및 준비를 위한 중요한 도구로 자리 잡고 있으며, 임상 감시 데이터와의 통합을 통해 감염병 관리의 효율성을 더욱 높일 수 있는 가능성을 가지고 있다[7,8].

본 연구에서는 하수를 이용한 병원체 감시가 병원체의 변이 모니터링에 어떻게 적용될 수 있는지 세계 여러 나라의 사례를 통해 알아보고 이를 통해 하수 기반 감염병 감시의 장점을 극대화하여 감염병의 확산을 조기에 탐지함으로써 공중보건 대응 전략을 수립할 수 있는 가능성을 확인하고자 한다.

본 론

하수를 이용한 감염병 감시는 여러 나라에서 SARS-CoV-2와 같은 병원체 발생의 조기 경고 시스템으로서의 가능성을 보여주었다. 다양한 국가에서 수행된 사례 연구들은 하수를 이용한 감염병 감시가 전통적인 임상 감시보다 감염병의 발생과 변이를 조기에 감지하고 지역사회 내에서 감염병의 확산을 방지하는 데 효과적임을 보여주고 있다[9].

1. 미국

미국 전역의 공중보건 실험실들은 하수 처리 시설과 협력하여 하수 감시 검체 수집 계획을 세워 하수 감시를 수행하고 있다. 하수 감시 데이터를 해당 사이트와 주변 지역사회

회의 임상 사례 데이터와 비교함으로써 감염병 발생 추세를 예측하고 있다[9]. 코로나바이러스감염증-19(코로나19) 팬데믹에 대응하기 위해 미국 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)는 2020년 9월 하수에서 SARS-CoV-2를 감시하기 위한 국가 하수 감시 시스템(National Wastewater Surveillance System, NWSS)을 시작했다. NWSS는 독립적이고 지역적인 하수 감시를 통해 강력하고 지속 가능한 감시 시스템 구축을 목표로 하고 있다. 이 시스템을 통해 보건부와 공중보건 실험실은 역학, 데이터 분석 및 실험실 지원 등을 포함한 하수 감시 수행에 필요한 역량을 개발하고 있다. 이렇게 분석된 데이터들은 새로운 감염병 발생을 조기에 인지할 수 있게 하며 이동식 검사소와 예방 접종 장소의 위치 선정과 같은 지역적 의사 결정에도 도움을 준다[10].

NWSS는 현재 전국적으로 1,200개 이상의 감시지점을 운영하고 있다. 2022년 7월 기준으로 하수 감시 시스템은 46개 주와 5개 주요 도시 지역사회에 구축되었으며, 이를 통해 미국 내 1억 3,000만 명 이상이 사용하는 하수 시스템에서 검체를 수집하고 있다. CDC는 하수 감시 시스템이 있는 관할 구역에 기술 지침과 데이터 분석 및 시각화 방법을 지속적으로 제공하고 있다[11]. 2022년 1월 오미크론 변이가 해당 지역의 임상 사례로 확인되기 전, 2021년 11월 말 지역 하수에서 오미크론(B.1.1.529)이 검출되었다. 이는 버몬트주 벨링턴의 하수 시스템에서 SARS-CoV-2 RNA를 사전에 감지한 사례이다. 신속한 하수 검사를 통해 지역 보건 당국은 바이러스 검출량이 높은 지역에 인력과 자원을 배치하고, 취약 계층에 초점을 맞춰 특정 대중에게 정보를 전달하여 대응했다[11,12]. 또한 CDC는 2021년 9월, 미국 공항 3곳에서 새로운 SARS-CoV-2 변이를 감지하기 위한 여행자 기반 SARS-CoV-2 유전자 감시 프로그램을 시작했으며, 2024년 상반기에는 이 감시 프로그램을 미국 내 8개 국제 공항으로 확대했다[13]. 이 프로그램은 도착하는 여행자들의 검체를 수집하여 변이 SARS-CoV-2 계통을 사전에 탐지하는 것을 목표로 한

다. 여행자는 새로운 감염병을 모니터링하는데 중요한 역할을 한다. 이는 여행자가 이동성이 높고, 여행 중에 감염될 가능성이 있으며, 단시간 내에 한 장소에서 다른 장소로 질병을 확산시킬 수 있기 때문이다. 만약 사람의 검체에서 변이가 발견된다면, 이는 이미 지역사회 내에서 광범위한 감염이 전파된 이후일 가능성이 크다[13]. 이 사례는 공항에서의 여행자 기반 하수 감시가 새로운 감염병과 변이를 조기에 탐지하는 데 중요한 역할을 할 수 있음을 보여준다. 여행자들은 높은 이동성과 감염 가능성으로 인해 변이 바이러스나 신종 감염병이 전파될 때 빠른 확산의 주요 경로가 될 수 있다. 따라서 공항 하수 감시는 감염병이 지역사회에 광범위하게 퍼지기 전에 초기 단계에서 변이를 발견하여 선제적 대응이 가능한 중요한 도구이다. 결론적으로 주요 국제 공항의 하수 감시 시스템은 지역 사회의 하수 감시와 함께 공중보건 위협을 사전에 관리하여 감염병의 확산을 효과적으로 방지하는 역할이 가능하다.

2. 네덜란드

국립 공중보건환경연구소(Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM)는 약 30년 동안 하수 연구를 수행해 왔다. 1992년에 RIVM은 백신 접종을 기피하는 지역에서 소아마비가 유행하는 시기에 하수 검체에서 폴리오바이러스를 검출했다[14]. 또한 2020년부터는 SARS-CoV-2 확산을 모니터링하기 위해 하수 감시를 포함했으며, 네덜란드의 모든 하수 처리 시설이 이 연구에 참여하고 있다[14].

네덜란드에는 300여 개 이상의 하수 처리장이 있으며, RIVM은 매주 모든 처리장에서 하수 검체를 수집한다[14]. 이 검체들은 RIVM의 NWSS 프로그램인 “Monitoring coronavirus variants using sewage” 실험실에서 SARS-CoV-2 바이러스 검사를 수행한다[14]. 또한 RIVM은 2020년 2월 17일부터 스키푼 공항에서 채취한 매주 4개의 하수 검체를 테스트하고 있다. 스키푼 공항은 네덜란드로 입국하는 주요 지점이기 때문에, SARS-CoV-2 바이러스 변이주 모니터링에 중점을

두고 있다[14]. 네덜란드에서 코로나19 감염이 활발했던 기간 동안 스키폴공항 하수에서 바이러스의 검출량은 높게 나타났으며, 전 세계와 동일한 변이주가 검출되어 네덜란드 전역의 추세와도 일치했다[14]. 특히 SARS-CoV-2의 오미크론 변이주는 2021년 11월 스키폴공항 하수에서 처음 발견되었다[14].

3. 남아프리카 공화국

남아프리카 공화국 전역의 도시 중심지에서 수집한 하수 검체에서 SARS-CoV-2 변이를 발견하고 분석했다. 남아프리카 공화국은 5,500만 명이 넘는 인구를 가진 국가로 국가의 9개 주 중 5개 주에 위치한 도시 중심지에 대부분의 인구가 거주하고 있다[1]. 남아프리카 공화국에는 1,000개가 넘는 하수 처리 시설이 있으며, 국민의 84%는 공공하수 시스템이나 정화조에 연결된 변기를 이용하고 있다[1]. 2020년 6월, 남아프리카 공화국에서는 처음으로 하수에서 코로나19 검사가 수행되었으며, 이를 기반으로 남아프리카 협력 코로나19 환경 감시 시스템(South African Collaborative COVID-19 Environmental Monitoring System)이 만들어져 전국의 하수를 통해 SARS-CoV-2 바이러스의 추세를 모니터링하고 있다[1]. 최근 연구에서는 하수에서 바이러스 유전자 분석이 가능함을 확인했으며, 하수와 임상 감시를 통해 유사한 변이주들의 계통적 관계를 파악할 수 있음을 보여주었다. 이를 통해 임상 검체에서 검출되기 이전에 하수에서 새로운 변이와 계통을 먼저 발견할 수 있었다[1].

4. 인도

2021년 자이푸르 지역의 11개의 하수 처리장에서 하수검체를 수집하여 SARS-CoV-2 바이러스의 델타 변이(B.1.617.2) 조기 확인을 위해 모니터링을 수행했다[15]. 2021년 2월 19일부터 6월 8일까지 하수 검체를 매주 수집하여 NGS 분석을 수행하였다. 평균 94.39%의 유전자 커버리지

를 달성함으로써 변이의 특성을 높은 신뢰도로 분석할 수 있었다. 이는 전체 유전자 서열 중 약 94.39%를 정확하게 읽어냈음을 의미한다. 분석 결과 델타 변이는 임상 보고보다 2-3주 먼저 하수에서 검출되었다[15]. 이러한 조기 탐지는 변이의 확산을 사전에 파악하여 공중보건 당국이 선제적 조치를 수행하는데 중요한 역할을 했다[15].

5. 스위스

스위스 그리종주의 하수를 분석하여 주요 국제 행사가 열리는 동안 SARS-CoV-2 변종의 확산을 모니터링하였다[16]. 스위스 그리종주의 복잡한 지형과 다양한 인구 구조는 성수기 동안 관광객과 이벤트로 인해 큰 변화를 겪는다. 2021년 12월에 다보스와 장크트모리츠에서 열린 주요 스포츠 이벤트는 많은 인구 유입을 초래했다[16]. 스위스 그리종주에서 SARS-CoV-2 변종의 유행과 새로운 변종 확산을 모니터링하기 위해 2021년 11월과 12월 국제스키연맹(Fédération Internationale de Ski) 알파인 및 노르딕 월드컵 경기 전후, 그리고 2022년 5월과 2023년 1월 세계 경제 포럼(World Economic Forum, WEF) 전후에 하수 처리 시설에서 24시간 복합 하수 검체를 수집했다[16]. 하수 시퀀싱 데이터에서 확인된 변종의 유행은 오미크론 변종 BA.1이 2021년 12월에 개최된 국제 스포츠 행사 기간 동안 다보스와 생모리츠에서 퍼졌다는 것을 보여주었다[16]. 2023년 1월 WEF 기간 동안 다보스에서는 오미크론 BA.2.75 변이가 발견되었지만, 생모리츠(장크트모리츠)에서는 발견되지 않아 대규모 국제 행사가 새로운 변이의 확산에 영향을 줄 수 있음을 보여주었다[16]. 이 결과는 대규모 행사에서 새로운 변종의 확산 과정을 하수 감시로 감지할 수 있음을 보여주며, 공중보건 전략 수립에 중요한 정보를 제공한다[16].

결론

하수를 이용한 병원체의 발생 및 변이체 모니터링은 감염병 감시에 중요한 정보를 제공할 수 있다. 하수 기반 검사는 하수 검체를 통해 병원체의 발생 추이와 변이체 출현 등 다양한 정보를 제공하며 지역사회 내 새로운 감염병 발생을 모니터링하는데 유용하다. 또한, 차세대 염기서열분석 등 발전된 분자생물학적 기술을 활용해 하수에서 다양한 병원체의 변이를 분석하는 것은 변이체의 출현과 발생 추이를 이해하는 데 중요한 도구가 될 수 있다. 그러나 하수는 검체의 특성상 검체 수집 위치와 채취 빈도에 따라 데이터 결과에 영향을 미칠 수 있으므로, 표준화된 프로토콜과 품질 관리가 필요하다. 하수를 활용한 병원체 검출 및 유전자 데이터 분석은 하수 내 미생물 군집의 복잡성과 비병원성 유전자 등의 존재로 인해 병원체 변이체의 출현과 단순 염기서열 분석 오류를 구별하는 데 어려움이 따른다. 따라서 하수 검체에 적합하고 효율적이며 신뢰할 수 있는 분석 도구를 개발하고 검증하는 것이 매우 중요하다. 또한, 지속적인 연구를 통해 염기서열분석 기술, 생물정보학적 분석 도구, 데이터 분석 기술을 발전시킴으로써 하수 검체에서 변이를 검출하는 감도, 특이성 및 속도를 향상시켜야 할 것이다.

하수 감시는 지역사회의 감염병 감시를 포괄할 수 있는 효율적이고 유용한 병원체 감시 도구로 임상 검체가 부족한 지역에서도 새로운 병원체의 발생 및 변이체의 출현을 예측하는데 도움을 줄 수 있다. 따라서 하수 감시를 통한 병원체 감시는 새로운 감염병 및 변이의 발생을 모니터링하고 탐지하여 미래의 감염병으로부터 지역사회의 다양한 자원을 보호하는 효율적인 도구가 될 수 있다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

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

Author Contributions: Conceptualization: JHL, HJP, HJY. Data curation: JHL. Formal analysis: JHL, HJP, HJY. Writing – original draft: JHL, HJP, HJY. Writing – review & editing: HJY, YSC.

References

1. Yousif M, Rachida S, Taukobong S, et al. SARS-CoV-2 genomic surveillance in wastewater as a model for monitoring evolution of endemic viruses. *Nat Commun* 2023;14:6325.
2. Rector A, Bloemen M, Thijssen M, et al. Monitoring of SARS-CoV-2 concentration and circulation of variants of concern in wastewater of Leuven, Belgium. *J Med Virol* 2023;95:e28587.
3. Tamáš M, Potocarova A, Konecna B, Klucar L, Mackulak T. Wastewater sequencing-an innovative method for variant monitoring of SARS-CoV-2 in populations. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19:9749.
4. Herold M, d'Hérouël AF, May P, et al. Genome sequencing of SARS-CoV-2 allows monitoring of variants of concern through wastewater. *Water* 2021;13:3018.
5. Bhattacharya M, Chatterjee S, Sharma AR, Lee SS, Chakraborty C. Delta variant (B.1.617.2) of SARS-CoV-2: current understanding of infection, transmission, immune escape, and mutational landscape. *Folia Microbiol (Praha)* 2023;68:17-28.
6. Tiwari A, Adhikari S, Zhang S, et al. Tracing COVID-19 trails in wastewater: a systematic review of SARS-CoV-2 surveillance with viral variants. *Water* 2023;15:1018.
7. Cancela F, Ramos N, Smyth DS, et al. Wastewater surveillance of SARS-CoV-2 genomic populations on a country-wide scale through targeted sequencing. *PLoS One* 2023;18:e0284483.
8. Zahedi A, Monis P, Deere D, Ryan U. Wastewater-based epidemiology-surveillance and early detection of water-

- borne pathogens with a focus on SARS-CoV-2, Cryptosporidium and Giardia. *Parasitol Res* 2021;120:4167-88.
9. Li L, Uppal T, Hartley PD, et al. Detecting SARS-CoV-2 variants in wastewater and their correlation with circulating variants in the communities. *Sci Rep* 2022;12:16141.
10. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National Wastewater Surveillance System (NWSS) [Internet]. CDC; 2023 [cited 2024 Oct 8]. Available from: <https://www.cdc.gov/nwss/wastewater-surveillance.html>
11. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Wastewater surveillance: a new frontier for public health [Internet]. CDC; 2024 [cited 2024 Oct 8]. Available from: <https://www.cdc.gov/advanced-molecular-detection/php/success-stories/wastewater-surveillance.html>
12. Kirby AE, Welsh RM, Marsh ZA, et al. Notes from the field: early evidence of the SARS-CoV-2 B.1.1.529 (Omicron) variant in community wastewater—United States, November–December 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2022;71:103-5.
13. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). CDC launches traveler-based SARS-CoV-2 genomic surveillance program [Internet]. CDC; 2024 [cited 2024 Oct 8]. Available from: <https://www.cdc.gov/advanced-molecular-detection/php/success-stories/airport-genomic-surveillance.html>
14. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM). Coronavirus particles in wastewater [Internet]. RIVM; 2024 [cited 2024 Oct 8]. Available from: <https://www.rivm.nl/en/wastewater-research/covid-19>
15. Nag A, Arora S, Sinha V, et al. Monitoring of SARS-CoV-2 variants by wastewater-based surveillance as a sustainable and pragmatic approach—a case study of Jaipur (India). *Water* 2022;14:297.
16. Zhakparov D, Quirin Y, Xiao Y, et al. Sequencing of SARS-CoV-2 RNA fragments in wastewater detects the spread of new variants during major events. *Microorganisms* 2023;11:2660.

Application and Significance of Wastewater-based Pathogen Monitoring in Infectious Disease Surveillance: Insights from International Case Studies

Jeong Hyun Lee , Hye Jin Park , Hwajung Yi , Yoon-Seok Chung* 

Division of High-Risk Pathogen, Department of Laboratory Diagnosis and analysis, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

ABSTRACT

Wastewater-based monitoring of pathogens, such as severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), has emerged as a highly effective tool for infectious disease surveillance systems. Wastewater surveillance systems can detect emerging infectious diseases or new viral variants in a community earlier than hospital-based clinical surveillance systems, thereby preventing the spread of infections. In particular, it provides a foundation for rapid response to variants with higher transmissibility and virulence. This study aims to examine how wastewater-based pathogen surveillance can be applied to monitor pathogen mutations through case studies from various countries worldwide. Moreover, wastewater surveillance is more cost-effective than mass testing in areas with low clinical testing rates and large populations. Genomic analysis of wastewater can detect several pathogens that may not be captured by clinical surveillance, thereby providing critical information for predicting the emergence of potential variants. In conclusion, wastewater-based pathogen surveillance is a valuable tool in public health management to respond to infectious diseases. It enables the monitoring of infectious disease spread and pathogen mutation trends. In addition, it can function as an early warning system through the analysis of wastewater from communities.

Key words: Wastewater surveillance; Infectious disease monitoring; Infectious disease epidemiology; Community monitoring

*Corresponding author: Yoon-Seok Chung, Tel: +82-43-719-8270, E-mail: rollstone93@korea.kr

Introduction

The surveillance of various pathogens using wastewater is drawing attention as a useful tool for monitoring infectious diseases and antimicrobial resistance. In wastewater surveillance, samples are collected and analyzed to detect the emergence of pathogens circulating in the community. This also plays an important role in preventing the spread of infectious diseases by

detecting their occurrence and mutations of pathogens before clinical cases appear, as pathogens can be shed before the onset of clinical symptoms [1].

Thus, wastewater surveillance can be an important objective indicator of virus circulation within a community. It can complement public health surveillance based on the screening of patients with suspected symptoms. It can be particularly useful in cases of asymptomatic infection and in situations in

Key messages

① What is known previously?

Wastewater surveillance is an efficient method for monitoring the emergence of new infectious diseases in communities. In the case of coronavirus disease 2019 (COVID-19), wastewater surveillance has proven to be a valuable tool for tracking the spread of the pathogen and monitoring the emergence of variants.

② What new information is presented?

Many countries around the world are monitoring the occurrence of infectious diseases and the mutation trends of pathogens through wastewater surveillance and epidemiological analysis, tracking the spread of various pathogens and the emergence of variants.

③ What are implications?

The COVID-19 pandemic has led to an expansion in pathogen monitoring and variant surveillance, prompting the use of wastewater for infectious disease surveillance as a more cost-effective alternative to traditional clinical specimen-based monitoring. The continued emergence of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 variants underscores the need for early detection and epidemiological surveillance of new variants.

which the testing capacity and willingness to test are reduced [2]. Because both symptomatic and asymptomatic individuals shed pathogens into sewage, wastewater samples pooled from the entire population provide better insight into the genetic diversity of pathogens circulating in the community than insight obtained solely from testing and sequencing clinical samples [3,4].

The diverse mutations of the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) virus might have negatively impacted several aspects of public health, including increasing transmissibility as well as immune evasion and

reducing the efficacy of vaccines and therapeutics [5]. For instance, the Delta and Omicron variants have spread rapidly worldwide due to their higher transmissibility and ability to evade existing immune responses [5]. Consequently, the emergence of these variants has jeopardized the speed and effectiveness of public health responses and highlighted the limitations of existing surveillance systems. Existing pathogen mutation surveillance has been conducted mainly through individual testing and genetic sequence analyses using clinical specimens. However, understanding the infection trends of the entire community only with clinical data from current sentinel surveillance institutions is difficult; thus, this approach cannot sufficiently play a role as an early warning system.

Pathogen surveillance using wastewater can complement these limitations and detect the genetic material of pathogens present in wastewater at the community level. Bioinformatics analysis technologies, such as the polymerase chain reaction and next-generation sequencing (NGS), are being utilized to monitor SARS-CoV-2 variants in wastewater [6]. The use of these technologies has significantly improved the sensitivity and specificity of wastewater surveillance, playing an important role in the early detection of pathogen outbreak trends and variants. Wastewater-based surveillance has become an important tool for pandemic responses and preparedness, with the potential to further improve the effectiveness of infectious disease management with the integration of clinical surveillance data [7,8].

In this study, we examined how wastewater-based pathogen surveillance could be applied to monitoring pathogen mutations through cases from various countries around the world. By doing so, we aimed to maximize the advantages of wastewater-based infectious disease surveillance, such as being able to

detect infectious diseases outbreaks early in order to establish public health response strategies.

Main body

Wastewater-based infectious disease surveillance has shown promise as an early warning system for outbreaks of pathogens, such as SARS-CoV-2, in several countries. Case studies conducted in various countries have shown that wastewater-based infectious disease surveillance is more effective than traditional clinical surveillance in detecting the occurrence and mutation of infectious diseases early and preventing the spread of infectious diseases within the community [9].

1. United States of America

Public health laboratories across the United States are conducting wastewater surveillance by working with wastewater treatment facilities to develop surveillance sample collection plans. They are able to predict infectious disease outbreak trends by comparing wastewater surveillance data with clinical case data from a particular site and the surrounding communities [9]. In response to the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) launched the National Wastewater Surveillance System (NWSS) in September 2020 to monitor SARS-CoV-2 in wastewater. The NWSS aims to build a robust and sustainable surveillance system through independent and regional wastewater surveillance. Through this system, the US Department of Health and Human Services and public health laboratories are developing the capacity needed to conduct wastewater surveillance, building on epidemiological resources, data analysis tools, and laboratory support. Data analyzed

in this way can enable early detection of new infectious disease outbreaks and aid in local decision-making, such as selecting locations for mobile testing and vaccination sites [10].

The NWSS currently operates more than 1,200 surveillance sites nationwide. As of July 2022, wastewater surveillance systems have been deployed in 46 states and five major urban communities, collecting samples from wastewater systems serving more than 130 million people across the United States. The CDC continues to provide technical guidance, data analysis, and visualization methods to jurisdictions with wastewater surveillance systems [11]. Omicron (B.1.1.529) was detected in local wastewater in late November 2021 (before the Omicron variant was identified as a clinical case in the area in January 2022). This was a case of the preliminary detection of SARS-CoV-2 RNA in a wastewater system in Burlington, Vermont. Rapid sewage testing allowed local health authorities to respond by deploying personnel and resources to areas with high virus detection rates and disseminating information to specific audiences, focusing on vulnerable populations [11,12]. Additionally, the CDC initiated a traveler-based SARS-CoV-2 genomic surveillance program to detect novel SARS-CoV-2 variants at three US airports in September 2021 and expanded the program to eight international airports in the nation in the first half of 2024 [13]. The aim of this program is to proactively detect variant SARS-CoV-2 strains by collecting samples from arriving travelers (who play a vital role in the monitoring of the emergence of infectious diseases). Travelers are highly mobile and can become infected while traveling, possibly spreading diseases from one place to another in a short period. If mutations are found in human samples, this situation is likely to be after widespread infection has already occurred within the community [13]. The aforementioned case demonstrates

that traveler-based wastewater surveillance at airports can play a critical role in the early detection of emerging infectious diseases and variants. Due to their high mobility and susceptibility to infection, travelers can be a major conduit for the rapid spread of variant viruses or new infectious diseases. Therefore, airport sewage surveillance is an important tool for detecting mutations in the early stages and responding preemptively before an infectious disease spreads widely throughout the community. In conclusion, sewage surveillance systems at major international airports can play an effective role in preventing the spread of infectious diseases by proactively managing public health risks in conjunction with sewage surveillance in the community.

2. The Netherlands

The National Institute for Public Health and the Environment (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM) has been conducting wastewater research for approximately 30 years. In 1992, the RIVM detected poliovirus in sewage samples during a polio outbreak in an anti-vaccination region [14]. Additionally, from 2020 onward, wastewater surveillance has been conducted to monitor the spread of SARS-CoV-2, with all wastewater treatment plants in the Netherlands participating in this study [14].

The Netherlands has more than 300 sewage treatment plants, and the RIVM collects sewage samples from all of them on a weekly basis [14]. The samples are tested for the SARS-CoV-2 virus in the “Monitoring coronavirus variants using sewage” laboratory of the NWSS program of the RIVM [14]. Additionally, the RIVM has been testing four sewage samples per week from Schiphol Airport since February 17, 2020. As this airport is a major point of entry into the Netherlands,

monitoring for the SARS-CoV-2 virus variants is vital [14]. During the height of the COVID-19 pandemic in the Netherlands, high levels of the virus were detected in sewage at Schiphol Airport, and the same mutant strains were detected as in other countries, which is consistent with trends across the Netherlands [14]. In particular, the Omicron variant was first detected in sewage at Schiphol Airport in November 2021 [14].

3. South Africa

SARS-CoV-2 variants in sewage samples collected from urban centers across South Africa were detected and analyzed. South Africa has a population exceeding 55 million people, most of whom live in urban areas located in five of the country’s nine provinces [1]. It has over 1,000 sewage treatment plants, and 84% of the population uses toilets connected to a public sewage system or septic tank [1]. In June 2020, the first wastewater COVID-19 testing was performed in South Africa, which led to the creation of the South African Collaborative COVID-19 Environmental Monitoring System to monitor trends in the SARS-CoV-2 virus in wastewater across the country [1]. Recent studies have demonstrated that viral genetic analyses in wastewater are feasible and that both wastewater and clinical surveillance can be used to determine the phylogenetic relationships of similar mutant strains. This strategy allowed us to discover new mutations and strains in wastewater before they were identified in clinical specimens [1].

4. India

In 2021, wastewater samples were collected from 11 treatment plants in the Jaipur district and monitored for early detection of the Delta variant (B.1.617.2) [15]. Sewage samples were collected weekly from February 19 to June 8, 2021, and

an NGS analysis was performed. By achieving an average genetic coverage of 94.39%, characteristics of the mutations were analyzed with high reliability. In other words, approximately 94.39% of the entire genetic sequence was read accurately. The analysis found that the Delta variant was detected in sewage 2–3 weeks earlier than such findings appeared in clinical reports [15]. This early detection has been instrumental in enabling public health authorities to take preemptive measures [15].

5. Switzerland

The spread of SARS-CoV-2 variants during a major international event was monitored by analyzing wastewater from the canton of Grisons in Switzerland [16]. The complex geography and diverse population of Grisons undergo significant changes during peak seasons due to tourists and events. Major sporting events in Davos and St. Moritz in December 2021 resulted in large population influxes [16]. To monitor the prevalence and spread of SARS-CoV-2 variants in Grisons, 24-hour composite wastewater samples were collected from a treatment plant before and after the Fédération Internationale de Ski Alpine and Nordic World Cup events in November and December 2021 and the World Economic Forum (WEF) in May 2022 and January 2023 [16]. The prevalence of variants identified in sewage sequencing data showed that the Omicron variant BA.1 was spread in Davos and St. Moritz during an international sporting event held in December 2021 [16]. During the WEF in January 2023, the Omicron BA.2.75 variant was detected in Davos but not in St. Moritz, showing that large international events can influence the spread of new variants [16]. These results demonstrate that the spread of new variants in large-scale events can be detected using wastewater surveillance, providing important information for developing

public health strategies [16].

Conclusion

Monitoring pathogen occurrence and variants using wastewater can provide valuable information for infectious disease surveillance. Sewage-based testing provides information such as trends in pathogen occurrence and the emergence of variants. Further, it is useful for monitoring the occurrence of new infectious diseases in the community. Additionally, analyzing mutations of various pathogens in wastewater using advanced molecular biology technologies, such as NGS, can aid in understanding the emergence and occurrence trends of variants. However, since sewage samples can affect data results depending on the collection location and frequency due to the nature of the sample, standardized protocols and quality control are required. Pathogen detection and genetic data analyses using wastewater have limitations in distinguishing between the emergence of pathogen variants and simple sequence analysis errors due to the complexity of the microbial community in wastewater and the presence of non-pathogenic genes. Therefore, developing and validating analytical tools that are suitable, efficient, and reliable for wastewater samples is crucial. In addition, continuous research should be conducted to improve the sensitivity, specificity, and speed of detecting mutations in wastewater samples by improving sequencing and data analysis technologies and utilizing bioinformatics analysis tools.

Sewage surveillance is an efficient and useful tool that can encompass community infectious disease surveillance and help predict the occurrence of new pathogens as well as the emergence of variants even in areas where clinical specimens are

scarce. Therefore, pathogen surveillance using wastewater can be effective in monitoring and detecting the occurrence of new infectious diseases and mutations, thereby protecting various community resources from future infectious diseases.

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: JHL, HJP, HJY. Data curation: JHL. Formal analysis: JHL, HJP, HJY. Writing – original draft: JHL, HJP, HJY. Writing – review & editing: HJY, YSC.

References

1. Yousif M, Rachida S, Taukobong S, et al. SARS-CoV-2 genomic surveillance in wastewater as a model for monitoring evolution of endemic viruses. *Nat Commun* 2023;14:6325.
2. Rector A, Bloemen M, Thijssen M, et al. Monitoring of SARS-CoV-2 concentration and circulation of variants of concern in wastewater of Leuven, Belgium. *J Med Virol* 2023;95:e28587.
3. Tamáš M, Potocarova A, Konecna B, Klucar L, Mackulak T. Wastewater sequencing—an innovative method for variant monitoring of SARS-CoV-2 in populations. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19:9749.
4. Herold M, d'Hérouël AF, May P, et al. Genome sequencing of SARS-CoV-2 allows monitoring of variants of concern through wastewater. *Water* 2021;13:3018.
5. Bhattacharya M, Chatterjee S, Sharma AR, Lee SS, Chakraborty C. Delta variant (B.1.617.2) of SARS-CoV-2: current understanding of infection, transmission, immune escape, and mutational landscape. *Folia Microbiol (Praha)* 2023;68:17–28.
6. Tiwari A, Adhikari S, Zhang S, et al. Tracing COVID-19 trails in wastewater: a systematic review of SARS-CoV-2 surveillance with viral variants. *Water* 2023;15:1018.
7. Cancela F, Ramos N, Smyth DS, et al. Wastewater surveillance of SARS-CoV-2 genomic populations on a country-wide scale through targeted sequencing. *PLoS One* 2023;18:e0284483.
8. Zahedi A, Monis P, Deere D, Ryan U. Wastewater-based epidemiology-surveillance and early detection of water-borne pathogens with a focus on SARS-CoV-2, *Cryptosporidium* and *Giardia*. *Parasitol Res* 2021;120:4167–88.
9. Li L, Uppal T, Hartley PD, et al. Detecting SARS-CoV-2 variants in wastewater and their correlation with circulating variants in the communities. *Sci Rep* 2022;12:16141.
10. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National Wastewater Surveillance System (NWSS) [Internet]. CDC; 2023 [cited 2024 Oct 8]. Available from: <https://www.cdc.gov/nwss/wastewater-surveillance.html>
11. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Wastewater surveillance: a new frontier for public health [Internet]. CDC; 2024 [cited 2024 Oct 8]. Available from: <https://www.cdc.gov/advanced-molecular-detection/php/success-stories/wastewater-surveillance.html>
12. Kirby AE, Welsh RM, Marsh ZA, et al. Notes from the field: early evidence of the SARS-CoV-2 B.1.1.529 (Omicron) variant in community wastewater—United States, November–December 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2022;71:103–5.
13. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). CDC launches traveler-based SARS-CoV-2 genomic surveillance program [Internet]. CDC; 2024 [cited 2024 Oct 8]. Available from: <https://www.cdc.gov/advanced-molecular-detection/php/success-stories/airport-genomic-surveillance.html>
14. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM). Coronavirus particles in wastewater [Internet]. RIVM; 2024 [cited 2024 Oct 8]. Available from: <https://www.rivm.nl/en/wastewater-research/covid-19>
15. Nag A, Arora S, Sinha V, et al. Monitoring of SARS-CoV-2 variants by wastewater-based surveillance as a sustainable and pragmatic approach—a case study of Jaipur (India). *Water* 2022;14:297.

16. Zhakparov D, Quirin Y, Xiao Y, et al. Sequencing of SARS-CoV-2 RNA fragments in wastewater detects the spread of new variants during major events. *Microorganisms* 2023;11:2660.

코로나바이러스감염증-19 빅데이터(K-COV-N) 연구 성과 소개 및 활용방안

이혜련 , 최수현 , 엄은진 , 송경희 , 김성순*

질병관리청 질병데이터과학분석관 역학데이터분석담당관

초 록

질병관리청은 코로나바이러스감염증-19(코로나19) 대응 경험을 통해 신종감염병을 대응하기 위한 방역정책의 과학적 근거 마련의 일환으로 질병관리청과 국민건강보험공단(건보공단) 간 건강정보 빅데이터 구축을 추진하고 업무협약을 체결하였다(2021. 4. 29.). 질병관리청의 코로나19 확진자, 예방접종 자료와 건보공단의 전국민 건강정보를 결합하여 구축한 빅데이터를 K-COV-N (KDCA Covid-19 NHIS cohort)으로 명명하였다. 구축한 빅데이터는 민간 연구 활성화 등을 위해 건보공단 개방 플랫폼을 통해 민간 연구진에 개방하였다. 이후 코로나19 빅데이터를 활용한 다양한 연구 성과가 나타났다. 이 원고를 통해 코로나19 빅데이터의 연구 성과 및 활용방안을 소개하고자 한다. 2022년 4월 시작하여 2024년 10월 2일까지 코로나19 빅데이터 개방 이후 누적 총 211건이 승인되었으며 총 30건의 논문이 국제학술지에 게재되었다. 주요 내용으로는 코로나19 감염위험요인, 예방접종효과, 만성 코로나19증후군 등의 연구 성과가 나타났다. 아울러, 빅데이터 개방 이후 코로나19 빅데이터 활용 실무 네트워크 워크숍 등을 실시하여 코로나19 빅데이터 활용 분석사례 및 분석기법을 공유하고, 민·관 데이터 분석 네트워크를 구축하여 실무 담당자간 교류를 활성화하였다. 또한, 국립암센터 등 건강정보 보유기관과의 연계를 확대해나가고 있다. 이에 질병관리청이 보유하고 있는 감염병 관련 정보를 지속 개방하여, 근거기반의 방역정책을 마련하고 전문가들의 의사결정을 지원하는 역할을 지속적으로 이어나갈 계획이다.

주요 검색어: 코로나19 빅데이터; 코로나19 감염위험요인; 예방접종효과; 롱코비드

서 론

우리나라는 코로나바이러스감염증-19(코로나19) 대응에 있어 적극적인 역학조사와 생활방역 등을 통해 성공적인 방역을 수행하였다고 평가받고 있다[1,2]. 이에 발맞추어 방역정책의 과학적 근거를 마련하고자 하였고, 질병관리청과 국민

건강보험공단(건보공단)은 코로나19 빅데이터 감시체계 구축 및 운영을 위한 기관 간 자료를 제공 공유하기 위한 업무 협약을 진행(2021. 4. 29.)하였다[3]. 또한, 코로나19 빅데이터를 활용하여 코로나19 확산 방지에 적극 대응 및 향후 신종 감염병 발생 시 대응체계 강화 등에 기여하고자 하였다.

Received October 23, 2024 Revised November 19, 2024 Accepted November 21, 2024

*Corresponding author: 김성순, Tel: +82-43-719-7950, E-mail: sskim0719@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?**

신종감염병 대응 시에 방역정책의 과학적 근거를 마련하는 것은 중요하다.

② 새로이 알게 된 내용은?

질병관리청 코로나바이러스감염증-19 확진자 및 예방접종 자료와 국민건강보험공단의 전국민 건강정보를 결합한 빅데이터를 구축하고 2022년 4월부터 민간연구자에게 공개하여 2024년 10월 2일 기준, 30건의 논문이 국제적인 전문 학술지에 게재 되는 등 가시적인 성과가 나타나고 연구 활성화가 이루어지고 있다.

③ 시사점은?

전문가의 연구 활성화를 통해 향후 감염병 정책마련 시 참고할 수 있는 과학적 근거를 마련하기 위해 건강정보 보유기관과의 연계 확대를 지속적으로 이어나갈 필요가 있다.

본 론**1. 추진배경 및 경과**

질병관리청과 건보공단은 상호협력을 통하여 코로나19 관련 자료를 통합 연계함으로써, 코로나19 전주기 자료와 공단의 전 국민건강정보를 결합한 우리나라만의 감염병 연구 빅데이터 분석환경을 구축하였다. 해당 빅데이터 자료에는 확진일자 등 확진정보, 증상유무 등 발병정보, 접종차수 등 예방접종정보 등이 포함되어 있다.

이를 통해 방역정책의 과학적 근거를 마련하고, 코로나19로 인한 건강 피해 분석과 적극적인 예방 및 치료법 개발을 도모하며, 민간 연구진에게 개방(2022. 4.)하여 코로나19 빅데이터를 활성화하였다[4].

질병관리청의 코로나19 확진자, 예방접종 자료와 건보공단의 전국민 건강정보를 결합하여 구축한 빅데이터를 K-COV-N (KDCA Covid-19 NHIS cohort)으로 명명하였다.

코로나19 빅데이터를 신청하기 위해서는 건보공단 건강

보험자료 공유서비스 누리집에 신청하여야 하며, 신청된 자료요청건들을 대상으로 질병관리청에서 코로나19 데이터베이스(database, DB) 이용에 대해 적정성 심의를 실시한다. 이후 질병관리청 심의 승인 건에 한하여 건보공단 데이터제공심의위원회를 거쳐 자료를 신청자에게 최종 제공하게 된다.

코로나19 빅데이터는 건보공단에서 신청자의 연구목적에 맞게 맞춤형 DB 형태로 추출하여 제공되며, 추출 시 개인정보 비식별화 과정을 거쳐 개인을 특정할 수 있는 정보를 삭제한다.

2. 코로나바이러스감염증-19 빅데이터 활용 연구 성과 소개 및 활용방안

2022년 4월에 코로나19 빅데이터 개방 이후 2024년 10월 2일 현재까지 누적 총 211건 승인, 총 30건의 논문이 국제학술지에 게재되어, 코로나19 빅데이터를 활용한 활발하고 다양한 연구 성과가 나타나고 있다.

이는 감염 취약 및 고위험군 대상 선제적 보호에 대한 대책 마련, 예방접종 홍보 및 접종 후 모니터링 대책 시 활용, 만성 코로나19증후군(롱코비드) 대상자 후속 연구를 위한 근거를 마련할 수 있을 것으로 기대된다. 분류별 코로나19 빅데이터 누적 연구 성과는 다음과 같다(표 1).

코로나19 감염위험요인 연구를 통해 산모의 코로나19 감염으로 신생아 중환자실 입원 증가가 확인되었으며, 코로나19 감염 또는 중증화의 고위험군 등이 확인되었다.

코로나19 예방접종효과 관련 연구를 통해 접종자는 코로나19 감염 후 심근경색, 뇌경색, 심뇌혈관질환, 안면마비 발생 위험 감소가 확인되었다. 접종으로 인한 자가면역질환, 망막동맥·정맥 폐쇄, 만성질환 청소년의 부작용 발생 위험이 증가하지 않음도 확인되었다.

코로나19 다양한 증상·징후가 흔히 진단 4주 이내까지 지속되는데 이를 급성기 코로나19라고 부르며, 코로나 후유증으로 불리는 롱코비드는 급성기나 그 이후에 발생한 하나

표 1. 코로나19 빅데이터(K-COV-N) 활용 주요 연구 결과

분류	편수 (중복) ^{a)}	주요 연구 결과
코로나19 감염위험요인	16	<ul style="list-style-type: none"> 산모의 코로나19 감염으로 신생아중환자실 입원 증가 확인 코로나19 감염 또는 중증화의 고위험군(정신질환자, 혈당조절이상자, 장기이식환자, 자가면역질환자, 비만, 천식, 소아복합만성질환자 등) 확인 오미크론 유행시기에 어린이들 사이에 더 쉽게 전파되는 양상 확인
예방접종효과	18	<ul style="list-style-type: none"> 접종자는 코로나19 감염 후 심근경색, 뇌경색, 심뇌혈관질환, 안면마비 발생 위험 감소 접종으로 인한 자가면역질환, 망막동맥/정맥폐쇄, 임신 조기유산, 만성질환 청소년의 부작용 발생 위험이 증가하지 않음 포도막염 과거력이 있는 경우 예방접종 후 안과적 모니터링 필요 SARS-CoV-2 백신 접종(mRNA) 후 대부분의 자가면역-결합 조직 질환(AI-CTDs)의 위험 증가와 관련이 없음
롱코비드	4	<ul style="list-style-type: none"> SARS-CoV-2에 감염된 성인의 경우 그렇지 않은 군에 비해 알레르기 질환 발생 위험이 더 높음 코로나19 감염자가 일반 인구 및 급성 호흡기 감염증 환자에 비해 장·단기 신경정신과적 후유증 발생 위험이 더 높음
항생제 사용	1	<ul style="list-style-type: none"> 인플루엔자감염자보다 중증코로나19 환자군에서 항생제사용률이 높음

코로나19=코로나바이러스감염증-19; SARS-CoV-2=severe acute respiratory syndrome coronavirus 2; AI-CTDs=autoimmune connective tissue diseases; 롱코비드=만성 코로나19증후군. ^{a)}논문의 주요 연구 결과가 두 가지 이상인 경우 편수를 중복으로 기재.

이상의 증상·징후가 다른 질환으로는 설명이 안되면서 그 지속 기간이 코로나19 진단 4주-3개월이 지나서도 계속되는 것으로 정의한다[5]. 관련 연구로는 코로나19에 감염된 성인의 경우 그렇지 않은 군에 비해 알레르기 질환 발생 위험과 코로나19 감염자가 일반 인구 및 급성 호흡기 감염증 환자에 비해 장·단기 신경정신과적 후유증 발생 위험 높음이 확인되었다. 마지막으로 코로나19 치료제 관련하여 인플루엔자 감염자보다 중증 코로나19 환자군에서 항생제 사용률 높음이 확인되었다.

1) 코로나바이러스감염증-19 감염위험요인 관련

국립암센터 전준영 교수 연구팀의 「어린이 및 청소년의 오미크론 변이 바이러스에 대한 감수성 확인」 논문[6]을 살펴보면 오미크론 변이는 오미크론 이전 변이보다 어린이들 사이에서 더 쉽게 전파되는 경향이 있음을 확인하였다.

이를 통해 오미크론 변이 바이러스 취약한 연령대를 확인하였고 추후 신종감염병 발생 시 방역계획 수립 근거로 활용이 가능함을 보여주었다.

서울대학교 박상민 교수 연구팀의 「코로나19 감염 후 심혈관 질환 위험에 대한 백신 예방 효과」 논문[7]에서는 코로나19 확진 시 한달 이내 심뇌혈관질환 발생률이 유의미하게 증가하였다고 보고하고 있다. 또한 심뇌혈관질환 발생이 백신 미접종자 대비 2차 접종자에서 38% 감소, 3차 이상 접종자에서 56% 감소하는 양상을 확인하였다.

이는 백신 접종을 통해 후유증 또는 합병증으로서 심뇌혈관질환 발생의 위험도를 낮출 수 있다는 점을 시사하였다.

또한 분당서울대병원 이해진 교수 연구팀의 「한국의 정신질환자를 대상으로 한 코로나19 백신 접종, 발병률 및 사망률: 전국적인 후향적 연구」 논문[8]을 보면 정신질환환자의 경우 코로나로 인한 사망률이 일반인 대비 최대 4배가 높음을 보고하였다.

이는 코로나19 등 감염병 대유행 시 특정 집단에서의 감염 위험이 높을 수 있음이 확인되었다.

2) 예방접종 효과 관련

가천대학교 정재훈 교수 연구팀의 「코로나19 감염 후 급

성 심근경색 및 허혈성 뇌졸중과 백신 접종의 연관성」 논문[9]에서는 코로나19 예방접종자의 경우 코로나19 감염 후 심근경색 및 뇌경색 발생 위험도가 절반 이하로 감소함을 확인하여 심혈관계질환 위험요인을 보유한 집단 대상 코로나19 백신 접종률 제공의 필요성을 제시하였다.

연세대 원주세브란스기독병원 이솔암 교수 연구팀의 「mRNA 기반 코로나19 백신 접종 후 자가면역 피부 및 결합조직 질환 위험」 및 「mRNA 기반 코로나19 백신 접종 후 장기적인 자가면역 질환 위험: 한국의 전국 단위 인구 기반 코호트 연구」 논문[10,11]에서는 코로나19 예방접종이 대부분의 자가면역-결합 조직 질환의 위험 증가와 관련이 없다는 결론을 도출하였다. 이에 mRNA 기반 코로나19 백신 접종 후 자가면역 결합조직 장애 위험은 증가하지 않음이 확인되었으므로 백신 접종에 따른 위험 평가 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

연세대학교 김용준 교수 연구팀의 「코로나19 또는 코로나19 백신 접종 후 망막동맥 및 정맥 폐쇄 위험」 논문[12]에서는 코로나19 감염 또는 백신 접종 후 60일 이내 망막동맥폐쇄/정맥폐쇄 위험도는 증가하지 않음을 확인하였다.

고려대학교 최승아 교수 연구팀의 「임신 전 및 초기 임신 기간 중 코로나19 백신 접종의 효과 및 안전성: 전국적 코호트 연구」 논문[13]에서는 임신 전, 임신 초기에 코로나19 예방접종과 유산 위험도를 분석하였고, 임신 전, 초기 접종 그룹과 비접종 그룹 간 초기 유산 위험에서 유의미한 차이가 있었다.

본 연구 결과로 임신 초기 코로나19 백신 효과와 안전성에 대한 증거를 보여주고 있어, 임신부의 코로나19 안전성의 근거 자료로 활용이 가능하다.

3) 만성 코로나19증후군 관련

롱코비드 관련 연구를 살펴보면 경희대학교 연동건 교수팀[14]의 「코로나19 이후 상태에서 발생하는 알레르기 질환:

한국, 일본 및 영국의 다국적 코호트 연구」 논문을 살펴보면 코로나19 감염 및 그에 따른 알레르기 질환 발생 위험을 조사하였고 연구 결과 코로나19에 감염된 성인의 경우 그렇지 않은 군에 비해 알레르기 질환이 발생할 위험이 20% 높았고 일본(165%)과 영국(14%) 코호트에서도 동일한 경향성을 나타냈다. 이 연구는 롱코비드와 알레르기 질환의 발병 위험의 연관성을 최초로 확인한 연구이다. 이 연구를 통해 보건의료 임상정보자료로 활용하여 코로나19 환자에 대한 알레르기 질환 발병 위험을 알려주었다. 또한 국내 롱코비드 연구가 질병의 경·중보다는 우리 국민에게 필요한 연구에도 초점을 맞추고 있음을 증명하였다고 할 수 있다.

4) 코로나바이러스감염증-19 시기의 항생제 사용 관련

마지막으로 코로나19 시기의 항생제 사용 관련 분당서울대병원 김홍빈 교수 연구팀에서 연구한 「코로나19 환자의 항생제 처방: 한국 국민건강보험 시스템 데이터 분석」 논문[15] 연구이다. 코로나19 및 인플루엔자 입원 환자의 항생제 처방 데이터를 비교하였고 연구 결과 항생제 사용률은 전체 코로나19 환자군(21%)보다 인플루엔자군(57%)에서 높았던 반면 인플루엔자 군보다 중증 코로나19 환자군(67%)에서는 항생제 사용률이 더 높음을 확인하였다.

이로 보아 감염병 대유행 시기에 질병의 중증도와 세균 동시 감염 위험을 고려하여 항생제를 적절하게 사용하는 것이 필요하다는 것을 시사하였다.

결론

질병관리청은 건보공단과 코로나19 빅데이터 중심 협력에서 감염병 연구를 위한 협력으로 확대하는 방향으로 건강정보 자료 연계, 분석 대상 감염병 확대를 추진하고 있다. 이에 코로나19 외 감염병 연계를 확대하여 감염병 관련 연구를 활성화하고 국민 보건 향상에 기여할 예정이다.

코로나19 빅데이터 활용 제고를 위해 코로나19 빅데이터를 활용하는 민·관 실무 담당자를 대상으로 「코로나19 빅데이터 활용 실무네트워크 구축을 위한 워크숍」(2023. 5. 3.)을 개최하여 코로나19 빅데이터 활용 분석사례 및 분석기법을 공유하고, 민·관 데이터 분석 네트워크를 구축하여 실무 담당자간 교류를 활성화하였다. 또한 빅데이터 분석·활용 역량을 강화하기 위해 「코로나19 빅데이터 활용 실무네트워크 워크숍」(2023. 10. 26.)을 개최하여 코로나19 빅데이터 연구 방법론 설계 및 응용 방법 교육을 실시하였다. 매년 코로나19 빅데이터 심포지엄을 지속 개최하여 코로나19 빅데이터 연구 성과를 공유하고 향후 연구 계획 등을 논의할 예정이다.

또 다른 연계 기관인 국립암센터에서는 K-CURE 암 공공 라이브러리 사업을 운영중에 있는데, 암 공공 라이브러리는 공공기관이 보유한 우리나라 암 환자의 등록, 검진, 의료이용 및 사망 데이터를 가명 처리하여 연구에 활용할 수 있도록 설계된 암 빅데이터이다. 질병관리청은 코로나19 데이터를 국립암센터의 K-CURE 암 공공 라이브러리와 연계 및 민간개방(2024. 7.)하는 등 건강정보 보유기관과의 연계를 확대했으며 건강 관련 빅데이터를 가지고 있는 또 다른 기관인 건강보험심사평가원과의 연계 확대하여 민간 연구 활성화를 지속 추진하고 있다[16].

또한 향후 백신의 인구기반 효과연구, 항생제 내성과 관련된 연구, 장기 추적에 필요한 만성 감염병의 치료 현황 등 빅데이터 연구를 통하여 확대가 필요한 영역에 대해서도 국민의 알 권리 충족과 민간분야의 감염병 연구를 촉진할 필요가 있다. 그리하여 개인정보가 침해되지 않는 범위에서 질병관리청이 보유하고 있는 감염병 관련 정보를 지속 개방하여, 과학적 근거 기반의 방역정책을 마련하고 전문가들의 의사결정을 지원하는 역할을 지속적으로 이어나갈 계획이다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: None.

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

Author Contributions: Conceptualization: HRL. Data curation: HRL. Formal analysis: HRL. Investigation: HRL, EJE. Supervision: GHS. Validation: GHS. Visualization: HRL, GHS. Writing – original draft: HRL, SHC, GHS. Writing – review & editing: GHS, SHC, SSK.

References

1. Gong SY. A study on the utility and preference of the method of collecting contact tracing data of COVID-19: based on survey of epidemiological personnel in South Korea [dissertation]. Incheon: Gachon University; 2022.
2. Kim CK. K-quarantine is evolving... Beyond best practices, to global standards [Internet]. Policy Briefing; 2022 [cited 2024 Nov 18]. Available from: <https://www.korea.kr/news/top50View.do?newsId=148873423>
3. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Establishing Korea's COVID-19 health information big data [Internet]. KDCA; 2021 [cited 2024 Oct 14]. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501000000&bid=0015&list_no=713159&cg_code=&act=view&nPage=1&newsField=202104
4. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Promote investigation of aftereffects of confirmed coronavirus cases and open big data (March 31, regular briefing) [Internet]. KDCA; 2022 [cited 2024 Oct 14]. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501000000&bid=0015&list_no=719144&cg_code=&act=view&nPage=1&newsField=202203
5. Kim Y, Kim SE, Kim T, et al. Preliminary guidelines for the clinical evaluation and management of long COVID. Infect Chemother 2022;54:566-97.
6. Chun JY, Jeong H, Kim Y. Identifying susceptibil-

- ity of children and adolescents to the Omicron variant (B.1.1.529). *BMC Med* 2022;20:451.
7. Song J, Choi S, Jeong S, et al. Protective effect of vaccination on the risk of cardiovascular disease after SARS-CoV-2 infection. *Clin Res Cardiol* 2024;113:235-45.
8. Lee DW, Bae YS, Lee JR, Sohn JH, Lee H, Lee JY. COVID-19 vaccination, incidence, and mortality rates among individuals with mental disorders in South Korea: a nationwide retrospective study. *Asian J Psychiatr* 2023;85:103600.
9. Kim YE, Huh K, Park YJ, Peck KR, Jung J. Association between vaccination and acute myocardial infarction and ischemic stroke after COVID-19 infection. *JAMA* 2022;328:887-9.
10. Ju HJ, Lee JY, Han JH, Lee JH, Bae JM, Lee S. Risk of autoimmune skin and connective tissue disorders after mRNA-based COVID-19 vaccination. *J Am Acad Dermatol* 2023;89:685-93.
11. Jung SW, Jeon JJ, Kim YH, Choe SJ, Lee S. Long-term risk of autoimmune diseases after mRNA-based SARS-CoV2 vaccination in a Korean, nationwide, population-based cohort study. *Nat Commun* 2024;15:6181.
12. Park HS, Lee NK, Lee CS, et al. Retinal artery and vein occlusion risks after coronavirus disease 2019 or coronavirus disease 2019 vaccination. *Ophthalmology* 2024;131:322-32.
13. Gwak E, Kim T, Shin JY, et al. Effectiveness and safety of COVID-19 vaccination during preconceptional and pre-clinical pregnancy period: a national population study. *J Korean Med Sci* 2023;38:e314.
14. Oh J, Lee M, Kim M, et al. Incident allergic diseases in post-COVID-19 condition: multinational cohort studies from South Korea, Japan and the UK. *Nat Commun* 2024;15:2830.
15. Choi Y, Kang M, Shin DH, et al. Antibiotic prescription in patients with coronavirus disease 2019: analysis of national health insurance system data in the Republic of Korea. *J Korean Med Sci* 2023;38:e189.
16. National Cancer Center-Korea Health Information Service, expands cancer big data to conquer cancer [Internet]. National Cancer Center; 2024 [cited 2024 Oct 14]. Available from: <https://ncc.re.kr/prBoardView1.ncc?nwsId=9621&searchKey=total&searchValue=&pageNum=3>

Introduction to the Research Results of Coronavirus Disease 2019 Big Data (K-COV-N) and the Corresponding Utilization Plan

Hyeryeon Lee , Suhyeon Choi , Eunjin Eom , Gyeong Hee Song , Seong Sun Kim* 

Division of Epidemiological Data Analysis, Department of Data Science, Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

ABSTRACT

As part of the effort to establish a scientific basis for quarantine policies aimed at responding to new infectious diseases based on the experience of responding to coronavirus disease 2019 (COVID-19), the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) and National Health Insurance Service promoted the establishment of health information big data and signed a business agreement (April 29, 2021). The big data created by combining the KDCA's COVID-19 confirmed cases and vaccination data with the National Health Insurance Service's national health information are known as K-COV-N (KDCA Covid-19 NHIS cohort). The big data constructed were opened to the private sector through the National Health Insurance Service's open platform to promote private research. A cumulative total of 211 cases have been approved since the opening of COVID-19 big data from April 2022 until October 2, 2024, and a total of 30 papers have been published in international journals. The main contents were research results such as COVID-19 infection risk factors, vaccination effects, and long COVID. In addition, after the opening of big data, we held workshops on practical networking for utilizing COVID-19 big data to share analyses and techniques for utilizing the data. Additionally, we established a public-private data analysis network to promote exchanges between practitioners. In addition, we are contributing to the activation of private research by expanding ties with the National Cancer Center and health-information-holding organizations. Accordingly, the KDCA plans to continue opening up infectious disease-related information to develop evidence-based quarantine policies and support expert decision-making.

Key words: K-COV-N; COVID-19 infection risk factors; Vaccination effect; Long COVID

*Corresponding author: Seong Sun Kim, Tel: +82-43-719-7950, E-mail: sskim0719@korea.kr

Introduction

Republic of Korea (ROK) has been recognized for its successful response to the coronavirus disease 2019 (COVID-19) through active epidemiological investigations and everyday life quarantines [1,2]. In line with this, the Korea Disease Control

and Prevention Agency (KDCA) and the National Health Insurance Service (NHIS) established the scientific foundation of quarantine policies and entered into a business agreement to provide and share data between organizations for the establishment and operation of a COVID-19 big data surveillance system (April 29, 2021) [3]. Additionally, they sought to

Key messages

① What is known previously?

Preparing a scientific basis for quarantine policies when responding to new infectious diseases is important.

② What new information is presented?

Big data combining the Korea Disease Control and Prevention Agency's COVID-19 confirmed case and vaccination data with the National Health Insurance Service's national health information has been established, released to private researchers from April 2022, and 30 papers are published in international professional journals as of October 2, 2024.

③ What are implications?

Through the activation of expert research, it is necessary to continuously expand the connection with health information holding institutions to provide a scientific basis for future infectious disease policies.

contribute to actively responding to the spread of COVID-19 to prevent and strengthen the response system in case of future outbreaks of new infectious diseases by utilizing COVID-19 big data.

Results

1. Background and Progress

KDCA and NHIS integrated and linked COVID-19-related data through mutual cooperation, by which they established a big-data analysis environment for infectious disease research unique to ROK by combining COVID-19 full-cycle data and the national health information of NHIS. Big data include information on confirmed cases, such as the date of confirmation; outbreak information, such as the presence of

symptoms; and immunization information, such as the number of vaccinations.

In this way, they have been able to provide a scientific basis for quarantine policies, promote the analysis of health damage caused by COVID-19 and the development of active prevention and treatment methods, and activate COVID-19 big data by making them available to private researchers (April 2022) [4].

These big data, which were created by combining the COVID-19 confirmed cases and vaccination data of KDCA with the national health information of NHIS, have been named K-COV-N (KDCA Covid-19 NHIS cohort).

To request COVID-19 big data, users need to apply to the National Insurance Health Sharing Service (NIHSS) website of NHIS; then, KDCA reviews the appropriateness of the requested data to use COVID-19 database (DB). Only the data requested and approved by KDCA shall be provided to the applicant through the NHIS Data Provision Review Committee.

COVID-19 big data are provided in the form of a DB customized for the applicant's research purpose from NHIS, which undergoes a de-identification process to remove information that can identify individuals.

2. Research Outcomes Utilizing Coronavirus

Disease 2019 Big Data and Plans for Its Use

As of October 2, 2024, 211 applications have been approved since the release of COVID-19 big data in April 2022, and 30 papers have been published in international journals, indicating active and diverse research outcomes using COVID-19 big data.

Such data are expected to provide a foundation for preemptive protection measures for susceptible and high-risk groups,

Table 1. Major research results of K-COV-N utilization

Classification	Number (duplication) ^{a)}	Major research results
COVID-19 infection risk factors	16	<ul style="list-style-type: none"> • Increase in neonatal intensive care unit admissions due to maternal COVID-19 infection confirmed • Confirmation of high-risk groups for COVID-19 infection or severe symptoms (patients with mental illness, patients with abnormal blood sugar control, organ transplant patients, patients with autoimmune diseases, obesity, asthma, patients with chronic childhood diseases, etc.) • COVID-19 Omicron pandemic easier transmission among children confirmed
Vaccination effect	18	<ul style="list-style-type: none"> • People who have been vaccinated against COVID-19 have a reduced risk of developing myocardial infarction, cerebral infarction, cardiovascular disease, and facial paralysis after COVID-19 infection • The following risks are not increased by vaccination: autoimmune diseases, retinal artery and vein occlusion, early pregnancy loss, chronic diseases, and adverse effects in adolescents • If you have a history of uveitis, ophthalmological monitoring is required after vaccination • Risk of most AI-CTDs is not increased after COVID-19 vaccination (mRNA)
Long COVID	4	<ul style="list-style-type: none"> • Adults infected with COVID-19 have a higher risk of developing allergic diseases compared to those who were not infected • Patients with COVID-19 infection are at higher risk of developing short- and long-term neuropsychiatric sequelae compared to the general population and patients with acute respiratory infections
Using antibiotics	1	<ul style="list-style-type: none"> • The rate of antibiotic use is higher in severe COVID-19 patients than in influenza patients

K-COV-N=KDCA Covid-19 NHIS cohort; COVID-19=coronavirus disease 2019; AI-CTDs=autoimmune connective tissue diseases; long COVID=chronic COVID-19 syndrome. ^{a)}If there are more than two main research results of the paper, write the number of episodes in duplicate.

for utilization in vaccination promotion and post-vaccination monitoring measures, and for follow-up studies of people with chronic COVID-19 syndrome (long COVID). The cumulative research outcomes from COVID-19 big data are shown below by category (Table 1).

Research on risk factors for COVID-19 infection has identified increased admissions to the neonatal intensive care unit due to maternal COVID-19 infection and also identified groups at increased risk of COVID-19 infection or severe disease.

Studies on the effects of COVID-19 vaccination have shown a reduced risk of myocardial infarction, cerebral

infarction, cardio-cerebrovascular disease, and facial paralysis after COVID-19 infection in those who received vaccination. Conversely, vaccination does not increase the risk of autoimmune disease, retinal artery and vein occlusion, or adverse events in adolescents with chronic diseases.

COVID-19 symptoms/signs commonly last up to 4 weeks after diagnosis (i.e., acute COVID-19), while chronic COVID-19 syndrome, also known as long COVID, is defined as one or more symptoms/signs that occurred during or after the acute phase, are not explained by other conditions, and persist beyond 4 weeks to 3 months after COVID-19 diagnosis [5]. Relevant studies have found an increased risk of allergic

diseases in adults with COVID-19 compared to those without, and an increased risk of short- and long-term neuropsychiatric sequelae in those infected with COVID-19 compared to the general population and patients with acute respiratory infections. Regarding COVID-19 therapeutics, higher rates of antibiotic use were found in severely ill COVID-19 patients compared to those infected with influenza.

1) Regarding risk factors for coronavirus disease 2019 infection

The paper “Identifying susceptibility of children and adolescents to the Omicron variant (B.1.1.529)” [6] from the research team of Professor June Young Chun at the National Cancer Center reported that the Omicron variant tended to spread more easily among children compared to the previous Omicron variants.

This study identified a susceptible age group for the Omicron variant virus and showed that it can be used as a basis for planning for future outbreaks.

The paper “Protective effect of vaccination on the risk of cardiovascular disease after SARS-CoV-2 infection” by the research team of Professor Sang Min Park from Seoul National University [7] reported a significant increase in the incidence of cardiovascular diseases within 1 month of confirmed COVID-19 infection. Additionally, the study found a 38% reduction in cardiovascular disease among second-dose vaccine recipients and a 56% reduction among third or more doses compared to the unvaccinated. These findings suggested that vaccination may reduce the risk of cardiovascular diseases as a sequela or complication.

Additionally, the paper “COVID-19 vaccination, incidence, and mortality rates among individuals with mental

disorders in South Korea: A nationwide retrospective study” by the research team of Professor Hejin Lee from Seoul National University Bundang Hospital [8] showed that people with mental disorders had up to four times higher mortality rates from COVID-19 compared to the general population. These findings indicate that the risk of infection may be higher in certain populations during a pandemic such as COVID-19.

2) Regarding the effects of vaccinations

The paper “Association between vaccination and acute myocardial infarction and ischemic stroke after COVID-19 infection” [9] by the research team of Professor Jaehun Jung, Gachon University, showed that the risk of myocardial infarction and cerebral infarction after COVID-19 infection decreased by more than half in those who were vaccinated against COVID-19. This suggests the need to provide COVID-19 vaccination for groups with risk factors for cardiovascular diseases.

Two studies, “Risk of autoimmune skin and connective tissue disorders after mRNA-based COVID-19 vaccination” [10] and “Long-term risk of autoimmune diseases after mRNA-based SARS-CoV2 vaccination in a Korean, nationwide, population-based cohort study” [11] by the research team of Professor Solam Lee, Wonju Severance Christian Hospital, Yonsei University, concluded that COVID-19 vaccination is not associated with an increased risk of most autoimmune and connective tissue diseases. As such, the mRNA-based COVID-19 vaccine does not increase the risk of autoimmune and connective tissue diseases after vaccination and can thus be used to assess the risk of vaccination.

The paper “Retinal artery and vein occlusion risks after coronavirus disease 2019 or coronavirus disease 2019 vaccination” by the research team of Professor Yong Joon Kim from

Yonsei University [12] showed no increase in the risk of retinal artery occlusion/vein occlusion within 60 days of COVID-19 infection or vaccination.

The research team led by Professor Seung-Ah Choe, Korea University, published a study entitled “Effectiveness and safety of COVID-19 vaccination during preconceptional and pre-clinical pregnancy period: A national population study” [13], in which they analyzed COVID-19 vaccination and the risk of miscarriage during preconception and early pregnancy and found a significant difference in the risk of early miscarriage between the vaccinated and unvaccinated groups.

These results provide evidence of the efficacy and safety of COVID-19 vaccines in early pregnancy and can be used as a basis for COVID-19 safety in pregnancy.

3) Regarding chronic coronavirus disease 2019 syndrome

For a study on long COVID, Professor Dong Keon Yon and colleagues at Kyung Hee University [14] reported a study titled “Incident allergic diseases in post-COVID-19 condition: multinational cohort studies from South Korea, Japan and the UK.” The paper focused on COVID-19 infection and the associated risk of developing allergic diseases and showed that adults infected with COVID-19 had a 20% higher risk of developing allergic diseases compared to those who were not infected; the same trend was found in Japanese (165%) and UK (14%) cohorts. This was the first study to identify an association between long COVID and the risk of developing allergic diseases. The study provided information on the risk of developing allergic diseases in COVID-19 patients using health clinical data. It also demonstrated that long-COVID research in ROK is not only focused on the severity of the disease but also

on research specifically needed for Korean people.

4) Regarding antibiotic use during coronavirus disease 2019

Last, the study “Antibiotic prescription in patients with coronavirus disease 2019: Analysis of national health insurance system data in the Republic of Korea” the research team of Professor Hong Bin Kim, Seoul National University Bundang Hospital addressed antibiotic use during COVID-19 [15].

The researchers compared antibiotic prescription data for inpatients with COVID-19 and influenza and found that antibiotic use was higher in the influenza group (57%) than in the overall COVID-19 group (21%), while antibiotic use was higher in the severe COVID-19 group (67%) than in the influenza group (21%).

These results suggested the need for appropriate antibiotic use during the pandemic, considering disease severity and risk of bacterial co-infection.

Conclusion

To expand the collaboration with NHIS from a COVID-19 big data-focused collaboration to a collaboration for infectious disease research, KDCA seeks to link health information data and expand infectious diseases to be analyzed.

In this context, KDCA plans to expand the linkage of infectious diseases other than COVID-19 to promote infectious disease-related research and contribute to improving national health. To promote the utilization of COVID-19 big data, KDCA held the “Workshop for Establishing a Practice Network for Utilizing COVID-19 Big Data” (May 3, 2023) targeting those in charge of using COVID-19 big data in

the public and private sectors, where they shared examples of using COVID-19 big data and analysis techniques and established a public-private data analysis network to activate exchanges among those in charge. Additionally, KDCA held the “COVID-19 Big Data Utilization Practice Network Workshop” (October 26, 2023) to strengthen the capabilities of big-data analysis and utilization, providing training on how to design and apply COVID-19 big-data research methodology. The COVID-19 big-data symposium will continue to be held to share findings from COVID-19 big-data research and discuss future research plans annually.

The National Cancer Center, another partner institution, runs the K-CURE Cancer Public Library Project. The library holds big data on cancer patients in ROK was designed to pseudonymize data on the registration, screening, healthcare utilization, and death of cancer patients. It is being held by public institutions so that it can be used for research. KDCA has expanded its cooperation with health information retention institutions, such as linking COVID-19 data with the K-CURE Cancer Public Library of the National Cancer Center and opening it to the public (July 2024), and it continues to promote private research by expanding cooperation with the Health Insurance Review and Assessment Service, another institution that holds health-related big data [16]. Additionally, it should fulfill the public’s right to know and promote infectious disease research in the private sector in areas that need to be expanded through big data research, such as population-based vaccine effectiveness research, antibiotic resistance-related research, and treatment status of chronic infectious diseases that require long-term follow-up.

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: HRL. Data curation: HRL. Formal analysis: HRL. Investigation: HRL, EJE. Supervision: GHS. Validation: GHS. Visualization: HRL, GHS. Writing – original draft: HRL, SHC, GHS. Writing – review & editing: GHS, SHC, SSK.

References

1. Gong SY. A study on the utility and preference of the method of collecting contact tracing data of COVID-19: based on survey of epidemiological personnel in South Korea [dissertation]. Incheon: Gachon University; 2022.
2. Kim CK. K-quarantine is evolving... Beyond best practices, to global standards [Internet]. Policy Briefing; 2022 [cited 2024 Nov 18]. Available from: <https://www.korea.kr/news/top50View.do?newsId=148873423>
3. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Establishing Korea’s COVID-19 health information big data [Internet]. KDCA; 2021 [cited 2024 Oct 14]. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501000000&bid=0015&list_no=713159&cg_code=&act=view&nPage=1&newsField=202104
4. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Promote investigation of aftereffects of confirmed coronavirus cases and open big data (March 31, regular briefing) [Internet]. KDCA; 2022 [cited 2024 Oct 14]. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501000000&bid=0015&list_no=719144&cg_code=&act=view&nPage=1&newsField=202203
5. Kim Y, Kim SE, Kim T, et al. Preliminary guidelines for the clinical evaluation and management of long COVID. *Infect Chemother* 2022;54:566–97.

6. Chun JY, Jeong H, Kim Y. Identifying susceptibility of children and adolescents to the Omicron variant (B.1.1.529). *BMC Med* 2022;20:451.
7. Song J, Choi S, Jeong S, et al. Protective effect of vaccination on the risk of cardiovascular disease after SARS-CoV-2 infection. *Clin Res Cardiol* 2024;113:235-45.
8. Lee DW, Bae YS, Lee JR, Sohn JH, Lee H, Lee JY. COVID-19 vaccination, incidence, and mortality rates among individuals with mental disorders in South Korea: a nationwide retrospective study. *Asian J Psychiatr* 2023;85:103600.
9. Kim YE, Huh K, Park YJ, Peck KR, Jung J. Association between vaccination and acute myocardial infarction and ischemic stroke after COVID-19 infection. *JAMA* 2022;328:887-9.
10. Ju HJ, Lee JY, Han JH, Lee JH, Bae JM, Lee S. Risk of autoimmune skin and connective tissue disorders after mRNA-based COVID-19 vaccination. *J Am Acad Dermatol* 2023;89:685-93.
11. Jung SW, Jeon JJ, Kim YH, Choe SJ, Lee S. Long-term risk of autoimmune diseases after mRNA-based SARS-CoV2 vaccination in a Korean, nationwide, population-based cohort study. *Nat Commun* 2024;15:6181.
12. Park HS, Lee NK, Lee CS, et al. Retinal artery and vein occlusion risks after coronavirus disease 2019 or coronavirus disease 2019 vaccination. *Ophthalmology* 2024;131:322-32.
13. Gwak E, Kim T, Shin JY, et al. Effectiveness and safety of COVID-19 vaccination during preconceptional and pre-clinical pregnancy period: a national population study. *J Korean Med Sci* 2023;38:e314.
14. Oh J, Lee M, Kim M, et al. Incident allergic diseases in post-COVID-19 condition: multinational cohort studies from South Korea, Japan and the UK. *Nat Commun* 2024;15:2830.
15. Choi Y, Kang M, Shin DH, et al. Antibiotic prescription in patients with coronavirus disease 2019: analysis of national health insurance system data in the Republic of Korea. *J Korean Med Sci* 2023;38:e189.
16. National Cancer Center-Korea Health Information Service, expands cancer big data to conquer cancer [Internet]. National Cancer Center; 2024 [cited 2024 Oct 14]. Available from: <https://ncc.re.kr/prBoardView1.ncc?nwsId>

2024년 하반기 중점검역관리지역 및 검역관리지역 안내

김승호* , 김승혁 , 김옥수

질병관리청 감염병위기관리국 검역정책과

초 록

질병관리청은 해외에서 발생하는 감염병의 국내 유입 및 전파를 차단하기 위해 「검역법」 제5조에 따라 검역감염병이 유행하거나 유행할 우려가 있는 지역을 검역관리지역 등으로 지정하고 해당 지역에서 입국하는 사람 등을 대상으로 검역을 수행하고 있다. 본 원고에서는 2024년 하반기 새롭게 추가한 검역감염병과 9월 1일부터 변경·시행하는 검역관리지역 등에 대해 소개하고자 한다.

주요 검색어: 검역감염병; 검역관리지역; 중점검역관리지역

서 론

질병관리청은 국내의 감염병의 유입·확산을 방지하고 국민의 건강을 유지·보호하기 위해 전국 공항과 항만에 13개 국립검역소와 11개 지소를 설치하여 사람, 운송수단, 화물에 대한 검역(檢疫) 업무를 수행하고 있다. 이전까지는 「검역법」 제5조(검역관리지역등의 지정 및 해제)에 따라 14종의 감염병을 검역감염병으로 지정하고 검역감염병이 국내로 유입될 가능성이 있는 지역을 검역관리지역으로 지정하여 관리하였으나[1], 하반기에는 4종의 감염병을 검역감염병으로 추가하고[2,3] 중점검역관리지역을 신규로 지정하여 중점검역관리지역, 검역관리지역지역 등 지역별 위험도에 비례한 선별적인 검역 체계 구축의 기반을 마련하였다.

본 원고는 2024년 9월 1일부터 변경·시행되는 중점검역

관리지역 및 검역관리지역 현황과 검역관리지역에서 우리나라로 들어오는 사람을 대상으로 수행하는 검역 업무 전반에 대해 소개하고자 한다.

본 론

질병관리청은 「검역법」에 따라 검역전문위원회의 심의를 거쳐 검역감염병이 유행하거나 유행할 우려가 있어 국내로 유입될 가능성이 있는 지역을 검역관리지역으로 지정하고 해당 지역에서 들어오는 사람, 운송수단, 화물 등을 중심으로 입국 검역을 수행하고 있다. 검역관리지역의 지정 및 해제는 최근 해외감염병의 국외 발생 동향 및 감염병별 위험도 평가 등에 근거하여 주기적으로 연 2회 변경·시행하고 있으며, 검역감염병이 해외에서 대규모로 유행하거나 신종감염병의 발생

Received October 7, 2024 Revised October 21, 2024 Accepted October 22, 2024

*Corresponding author: 김승호, Tel: +82-43-719-9209, E-mail: ink4586@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?

2024년 상반기에 14종의 검역감염병에 대한 171개국의 검역관리지역을 지정하였다.

② 새로이 알게 된 내용은?

2024년 하반기에는 18종의 검역감염병에 대한 157개국의 검역관리지역과 21개국의 중점검역관리지역을 지정하였다.

③ 시사점은?

중점검역관리지역을 새롭게 지정함에 따라 지역별 위험도에 비례한 선별적인 검역체계의 기반을 마련하였다.

또는 세계보건기구(World Health Organization)의 국제 공중 보건위기 상황(public health emergency of international concern) 선포 등 특이사항 발생 시에는 검역관리지역을 신속하게 변경·시행하여 관리하고 있다.

1. 2024년 상반기 검역관리지역

2024년 상반기 검역관리지역을 살펴보면 이상 고온 현상 등의 기후변화와 국가 간 해외여행 활성화 등으로 감염병 발생이 증가한 상황을 고려하여 2024년 1월 1일부터 뎅기열, 치쿤구니아열, 지카바이러스감염증, 홍역 4종을 검역감염병으로 추가 지정하고 156개국을 검역관리지역으로 지정하였다. 또한, 이상 기후와 집중호우 등으로 미주 지역에서 모기 매개 감염병이 폭증하고 있는 상황을 고려하여 2024년 4월 15일부터 뎅기열과 지카바이러스감염증의 검역관리지역을 추가로 지정하여 총 171개국을 검역관리지역으로 지정하여 관리하였다.

2. 2024년 하반기 검역감염병 확대 및 검역관리지역 변경 사항

질병관리청은 세계보건기구의 엡폭스 국제 공중보건위기

상황 선포(2024.8.14.)에 따라 8월 21일부터 엡폭스를 검역감염병으로 추가 지정하고 최근 아프리카 내 엡폭스 Clade I 발생 국가를 중심으로 총 8개국을 검역관리지역으로 지정하였다. 또한, 9월 1일부터는 「감염병예방법」상 제1급감염병에 해당되며 검역의 필요성이 높은 바이러스성 출혈열 3종(마버그열, 라싸열, 크리미안콩고출혈열)을 검역감염병으로 추가하여 2024년 상반기 검역감염병 14종, 검역관리지역 171개국에서 2024년 하반기 검역감염병 18종, 검역관리지역 157개국으로 검역감염병의 종류와 검역관리지역을 변경하였다(표 1).

9월 1일부터 변경되는 검역관리지역의 주요 내용을 세부적으로 살펴보면 마버그열, 라싸열, 크리미안콩고출혈열은 최근 1년 이내에 1건 이상 발생 후 지속적 감염 발생 지역을 검역관리지역으로 지정하여 라싸열 3개국, 크리미안콩고출혈열 10개국이 검역관리지역으로 신규 지정되었고, 마버그열은 최근 1년 이내에 1건 이상 지속적 감염 발생 지역이 없어 검역관리지역이 별도로 지정되지 않았다. 콜레라는 기존 26개국에서 28개국으로 검역관리지역이 변경되었으며, 폴리오는 기존 24개국에서 21개국, 뎅기열은 기존 86개국에서 88개국, 치쿤구니아열은 기존 22개국에서 28개국, 지카바이러스감염증은 기존 17개국에서 19개국, 홍역은 기존 119개국에서 84개국으로 변경되어, 2024년 상반기 검역관리지역 총 171개국의 검역관리지역에서 하반기 총 157개국으로 검역관리지역이 변경되었다[4].

3. 중점검역관리지역 신규 지정

질병관리청은 「검역법」 제5조에 따라 검역전문위원회의 심의를 거쳐 검역관리지역 중 검역감염병이 치명적이고 감염력이 높아 집중적인 검역이 필요한 지역 21개국을 중점검역관리지역으로 신규 지정하였다(표 2). 2020년 「검역법」 개정으로 기존의 오염지역 및 오염인근지역이 검역관리지역 및 중점검역관리지역으로 변경된 이후 처음 중점검역관리지역을

표 1. 검역관리지역 현황(2024년 9월 1일 기준)

검역감염병	검역관리지역		비고
	2024년 상반기	2024년 하반기	
콜레라	26개국 - 아시아·중동: 레바논, 방글라데시, 시리아 등 9개국 - 아프리카: 남아프리카공화국, 말라위, 수단 등 15개국 - 미주·오세아니아: 도미니카공화국, 아이티 2개국	28개국 - 아시아·중동: 방글라데시, 시리아, 아프가니스탄 등 8개국 - 아프리카: 나이지리아, 남수단, 남아프리카공화국 등 18개국 - 미주·오세아니아: 도미니카공화국, 아이티 2개국	26→28개국 - 지정: 마요트, 코모로, 콩고 - 해제: 레바논
페스트	5개국 - 아시아·중동: 몽골, 중국(네이멍구자치구) - 아프리카: 마다가스카르, 콩고민주공화국 - 미주·오세아니아: 미국(콜로라도주)	5개국 - 아시아·중동: 몽골, 중국(네이멍구자치구) - 아프리카: 마다가스카르, 콩고민주공화국 - 미주·오세아니아: 미국(콜로라도주)	-
황열	42개국 - 아프리카: 앙골라, 에티오피아, 케냐, 나이지리아 등 29개국 - 미주·오세아니아: 아르헨티나, 브라질, 콜롬비아, 페루 등 13개국	42개국 - 아프리카: 앙골라, 에티오피아, 케냐, 나이지리아 등 29개국 - 미주·오세아니아: 아르헨티나, 브라질, 콜롬비아, 페루 등 13개국	-
중증급성호흡기증후군	-	-	-
동물인플루엔자 인체감염증	6개국 - 아시아·중동: 대만, 중국(광시좡족자치구, 광둥성, 쓰촨성, 안후이성, 장시성, 후난성, 충칭시), 캄보디아 - 미주·오세아니아: 브라질, 미국(미시간주) - 유럽: 영국	6개국 - 아시아·중동: 베트남, 중국(광시좡족자치구, 쓰촨성, 안후이성, 저장성, 푸젠성, 충칭시), 캄보디아 - 미주·오세아니아: 멕시코, 미국(미시간주, 콜로라도주, 텍사스주) - 유럽: 영국	6→6개국 - 지정: 멕시코, 미국(콜로라도주, 텍사스주), 베트남, 중국(저장성, 푸젠성) - 해제: 대만, 브라질, 중국(광둥성, 장시성, 후난성)
신종인플루엔자	-	-	-
중증호흡기증후군	13개국 - 아시아·중동: 레바논, 바레인, 사우디아라비아, 시리아, 아랍에미리트, 예멘, 오만, 요르단, 이라크, 이란, 이스라엘, 카타르, 쿠웨이트	13개국 - 아시아·중동: 레바논, 바레인, 사우디아라비아, 시리아, 아랍에미리트, 예멘, 오만, 요르단, 이라크, 이란, 이스라엘, 카타르, 쿠웨이트	-
에볼라 바이러스병	-	-	-
신종감염병증후군	-	-	-
폴리오	24개국 - 아시아·중동: 아프가니스탄, 예멘, 이스라엘 등 5개국 - 아프리카: 기니, 브룬디, 부르키나파소, 케냐 등 19개국	21개국 - 아시아·중동: 아프가니스탄, 예멘, 인도네시아 등 4개국 - 아프리카: 기니, 나이지리아, 남수단, 니제르 등 17개국	24→21개국 - 지정: 남수단, 앙골라, 에티오피아, 짐바브웨 - 해제: 말라위, 베냉, 부룬디, 부르키나파소, 알제리, 이스라엘, 카메룬

지정하는 것으로, 검역감염병 중 치명률이 높은 제1급감염병 발생 국가를 중심으로 중점검역관리지역을 지정하였다. 이에 몽골, 마다가스카르, 콩고민주공화국 등 5개국을 페스트 중점

검역관리지역으로 지정하였고, 캄보디아, 멕시코, 영국 등 5개국을 동물인플루엔자 인체감염증 중점검역관리지역, 사우디아라비아, 아랍에미리트, 카타르 등 13개국을 중증호흡

표 1. 계속

검역감염병	검역관리지역		비고
	2024년 상반기	2024년 하반기	
덴기열	86개국 - 아시아·중동: 네팔, 대만, 라오스 말레이시아 등 16개국 - 아프리카: 가나, 기니, 나이지리아, 니제르 등 18개국 - 미주·오세아니아: 가이아나, 과들루프, 과테말라 등 49개국 - 유럽: 스페인, 이탈리아, 프랑스 3개국	88개국 - 아시아·중동: 네팔, 대만, 라오스, 말레이시아 등 16개국 - 아프리카: 가나, 기니, 나이지리아, 니제르 등 19개국 - 미주·오세아니아: 가이아나, 과들루프, 과테말라 등 50개국 - 유럽: 스페인, 이탈리아, 프랑스 3개국	86→88개국 - 지정: 미국령 버진아일랜드, 케냐
치쿤구니아열	22개국 - 아시아·중동: 말레이시아, 인도, 태국, 필리핀 4개국 - 아프리카: 부르키나파소, 세네갈 2개국 - 미주·오세아니아: 과테말라, 니카라과, 멕시코 등 16개국	28개국 - 아시아·중동: 동티모르, 말레이시아, 몰디브 등 7개국 - 아프리카: 말리, 부르키나파소, 세네갈 3개국 - 미주·오세아니아: 과테말라, 니카라과, 멕시코 등 18개국	22→28개국 - 지정: 동티모르, 말리, 몰디브, 미국, 바베이도스, 파키스탄
지카바이러스감염증	17개국 - 아시아·중동: 싱가포르, 태국 2개국 - 미주·오세아니아: 과테말라, 니카라과, 멕시코 등 15개국	19개국 - 아시아·중동: 싱가포르, 인도, 태국 3개국 - 미주·오세아니아: 과테말라, 니카라과, 멕시코 등 16개국	17→19개국 - 지정: 미국, 인도
홍역	119개국 - 아시아·중동: 라오스, 말레이시아, 방글라데시 등 37개국 - 아프리카: 가나, 말리, 부르키나파소 등 49개국 - 미주·오세아니아: 뉴질랜드, 미국, 캐나다 등 6개국 - 유럽: 네덜란드, 노르웨이, 덴마크 등 27개국	84개국 - 아시아·중동: 네팔, 레바논, 말레이시아 등 25개국 - 아프리카: 가나, 가봉, 감비아, 기니 등 46개국 - 미주·오세아니아: 피지 1개국 - 유럽: 독일, 러시아, 루마니아, 리투아니아 등 12개국	119→84개국 - 지정: 에스와티니 - 해제: 기니비사우, 네덜란드, 노르웨이, 뉴질랜드, 덴마크, 라오스 등 36개국
엡폭스	-	8개국 - 아프리카: 르완다, 부룬디, 에티오피아, 우간다 등 8개국	신규 지정
마버그열	-	-	-
라싸열	-	3개국 - 아프리카: 나이지리아, 라이베리아, 베냉 3개국	신규 지정
크리미안콩고출혈열	-	10개국 - 아시아·중동: 아프가니스탄, 이라크, 이란, 튀르키예, 파키스탄 5개국 - 아프리카: 모리타니, 세네갈, 우간다 3개국 - 유럽: 북마케도니아, 조지아 2개국	신규 지정

-=not applicable.

기증후군(Middle East respiratory syndrome, MERS) 중점검역관리지역으로 지정하였다.

4. 입국자 검역관리

2024년 9월 1일부터 중점검역관리지역 21개국을 신규로 지정함에 따라 중점검역관리지역과 검역관리지역 등 지역별 위험도에 비례한 선별적인 검역을 수행한다(그림 1). 이전

표 2. 중점검역관리지역 현황(2024. 9. 1. 기준)

검역감염병	중점검역관리지역		비고
	2024년 상반기	2024년 하반기	
페스트	-	5개국 - 아시아·중동: 몽골, 중국(네이멍구자치구) - 아프리카: 마다가스카르, 콩고민주공화국 - 미주·오세아니아: 미국(콜로라도주)	신규 지정
동물인플루엔자 인체감염증	-	5개국 - 아시아·중동: 중국(광시좡족자치구, 쓰촨성, 저장성, 푸젠성, 충칭시), 캄보디아 - 미주·오세아니아: 멕시코, 미국(미시간주, 콜로라도주, 텍사스주) - 유럽: 영국	신규 지정
중동호흡기증후군(Middle East respiratory syndrome, MERS)	-	13개국 - 아시아·중동: 레바논, 바레인, 사우디아라비아, 시리아, 아랍에미리트, 예멘, 오만, 요르단, 이라크, 이란, 이스라엘, 카타르, 쿠웨이트	신규 지정

-=not applicable.

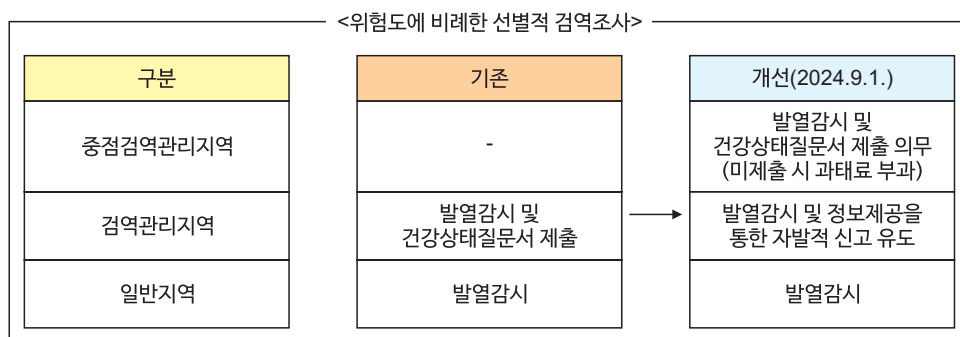


그림 1. 위험도에 비례한 선별적 검역조사

까지는 검역관리지역을 체류하거나 경유하여 국내에 입국한 사람에게 Q-CODE 또는 건강상태질문서를 통해 건강 상태 등을 신고하도록 하였으나, 중점검역관리지역을 새롭게 지정함에 따라 중점검역관리지역을 체류·경유하여 국내에 입국한 사람과 검역관리지역을 체류·경유하여 국내에 입국한 사람 중 검역감염병을 의심할 수 있는 증상이 있는 사람은 건강 상태 등을 의무적으로 신고하도록 하고, 검역관리지역 입국자 중 무증상자에 대해서는 건강 상태 등을 요구하지 않고 입·출국자 SMS 안내 등을 통해 유행 감염병 관련 정보를 제공하여 자발적 신고를 유도하도록 검역조사 체계를 개선하였다. 이로써 위험도가 높은 중점검역관리지역 입국자에 대해서는 건강 상태 신고 의무를 부과하여 촘촘하고 집중적인 검역조사

를 실시하고, 검역관리지역 입국자에 대해서는 발열 감시 및 유행 감염병 정보 제공을 통한 자발적 신고 유도를 통해 유연하고 효율적인 검역을 수행할 수 있는 기반을 마련하였다.

결론

검역은 국가방역체계의 최일선에서 사람, 운송수단 및 화물에 대한 조사, 감시, 검사 등을 통해 감염병 예방의 중요한 기능을 수행하고 있다. 특히, 2020년 코로나바이러스감염증-19 발생 초기부터 입국 전 Polymerase Chain Reaction 음성확인서 제출, 특별입국절차, 입국 후 격리·검사, Drug Utilization Review-International Traveler information System

(DUR-ITS)를 통한 의료기관 정보 제공 등 촘촘한 일련의 검역 절차를 통해 국경 봉쇄 없이 개방성을 유지하면서도 코로나바이러스감염증-19 환자의 국내 유입을 최소화하는 데 기여하였다. 최근에는 급격한 기온 상승과 엘니뇨, 도시화 등으로 인해 전 세계적으로 모기 매개 감염병의 발생이 급증하면서 뎅기열 환자의 국내 유입이 우려됨에 따라 뎅기열 검사를 희망하는 입국자를 대상으로 뎅기열 신속키트 검사를 실시하는 등 입국자들의 자발적 신고를 위해 감염병 정보 제공과 검역서비스를 확대하고 있다.

한편, 아프리카에서는 엡폭스 발생이 급증함과 동시에 새로운 계통의 변이 바이러스가 출현함에 따라 세계보건기구가 엡폭스 국제 공중보건위기 상황을 선포(2024.8.14.)하는 등 해외에서 유입되는 감염병의 위협은 계속해서 증가하고 있다. 질병관리청은 이러한 감염병 위협에 대응하기 위해 위험도가 높은 감염병을 검역감염병으로 추가하고, 중점검역관리지역을 신규로 지정하여 감염병 위험도와 유행 상황에 따라 더욱 촘촘하게 관리할 수 있는 효율적 검역체계의 기반을 마련하였다. 앞으로도 검역의 효율성을 높이고, 검역제도의 실효성을 확보하기 위해 다양한 검역서비스를 지속 발굴하는 등 해외감염병의 국내 유입 위험을 조기에 차단하기 위한 노력을 지속해 나갈 것이다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: Thanks to the Division of Disease Surveillance Strategy and Epidemiological Data Analysis for their support in surveillance and risk assessment of quarantinable infectious diseases.




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

Author Contributions: Conceptualization: Seung-Ho Kim. Project administration: Seung-Ho Kim. Supervision: OSK, Seung-Hyuk Kim. Writing – original draft: Seung-Ho Kim. Writing – review & editing: OSK, Seung-Hyuk Kim.

References

1. Division of Quarantine Policy. Information on quarantine inspection required area in the first half of 2024 [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023 [cited 2023 Dec 29]. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20504000000&bid=0014&act=view&list_no=724217
2. Division of Quarantine Policy. Notification of infectious diseases designation deemed as requiring emergency quarantine measures and publicly notified by the commissioner of the Korea Disease Control and Prevention Agency [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024 [cited 2024 Sep 9]. Available from: https://www.kdca.go.kr/filepath/boardSyview.es?bid=0017&list_no=725878&seq=1
3. Division of Quarantine Policy. Notification of infectious diseases designation deemed as requiring emergency quarantine measures and publicly notified by the commissioner of the Korea Disease Control and Prevention Agency [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024 [cited 2024 Aug 21]. Available from: https://www.kdca.go.kr/filepath/boardSyview.es?bid=0017&list_no=725904&seq=1
4. Division of Quarantine Policy. Information on strict quarantine inspection required area and quarantine inspection required area in the second half of 2024 [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024 [cited 2024 Aug 14]. Available from: https://www.kdca.go.kr/filepath/boardSyview.es?bid=0014&list_no=725880&seq=1

Guide to Strict Quarantine Inspection Required Area and Quarantine Inspection Required Area in the Second Half of 2024

Seung-Ho Kim* , Seung-Hyuk Kim , Ok-Soo Kim 

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

ABSTRACT

To prevent the introduction and spread of overseas infectious diseases in the Republic of Korea (ROK), the Korea Disease Control and Prevention Agency has designated areas in which quarantinable infectious diseases are prevalent or may become prevalent as quarantine inspection areas or similar areas under Article 5 of the Quarantine Act, and individuals entering ROK from these areas undergo quarantine. Here, we introduce the newly added quarantinable infectious diseases in the second half of 2024 and quarantine inspection areas or similar areas that were changed and implemented from September 1, 2024.

Key words: Quarantinable infectious disease; Quarantine inspection required area; Strict quarantine inspection required area

*Corresponding author: Seung-Ho Kim, Tel: +82-43-719-9209, E-mail: ink4586@korea.kr

Introduction

The Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) has established 13 national quarantine stations and 11 branch offices at airports and ports nationwide to prevent the introduction and spread of infectious diseases from other countries or within the country and to protect and maintain public health. It has been conducting quarantine operations on people, means of transportation, and cargo. Previously, under Article 5 of the Quarantine Act (Designation and Cancellation of Quarantine Inspection Required Area or Similar Area), 14 types of infectious diseases were designated as quarantinable infectious diseases, and areas where quarantinable infectious diseases were likely to be introduced into the Republic of Korea

(ROK) were designated as quarantine-inspection-required areas [1]. In the second half of the year, four infectious diseases were included among quarantinable infectious diseases [2,3], and new strict quarantine inspection required areas were designated. Thus, the foundation was laid for the establishment of a selective quarantine system based on the risk level for each region by classifying areas into strict quarantine-inspection-required areas and quarantine-inspection-required areas.

This article aims to introduce the current status of strict quarantine-inspection-required areas and quarantine-inspection-required areas, which were established on September 1, 2024, following the amendment, and introduce the general quarantine controls conducted for individuals entering ROK from quarantine-inspection-required areas.

Key messages

① What is known previously?

In the first half of 2024, 171 countries were designated as quarantine inspection areas for 14 quarantinable infectious diseases.

② What new information is presented?

In the second half of 2024, 157 countries were designated as quarantine inspection areas for 18 quarantinable infectious diseases, and 21 countries were designated as strict quarantine inspection areas.

③ What are implications?

The new designation of strict quarantine inspection areas lays the foundation for a selective quarantine system proportional to the risk in each region.

Results

In accordance with the Quarantine Act, the KDCA, following a period of deliberation by the Quarantine Committee, designates areas in the country where quarantinable infectious diseases are prevalent or likely to be prevalent as areas requiring quarantine inspection. The KDCA then proceeds to conduct quarantine inspections focusing on people, vehicles, and cargo entering the country from such areas. The designation and cancellation of quarantine-inspection-required areas are subject to periodic revision and implementation biannually and informed by recent trends in overseas outbreaks of infectious diseases and a risk assessment for each infectious disease. In the event of a significant outbreak of a quarantined infectious disease in another country, the emergence of a novel infectious disease, or the declaration of a Public Health Emergency of International Concern (PHEIC) by the World Health Organization (WHO), the designated quarantine inspection

areas are promptly modified and managed.

1. Quarantine-inspection-required Areas in the First Half of 2024

Regarding the quarantine-inspection-required areas in the first half of 2024, four additional infectious diseases—dengue, chikungunya, Zika virus infection, and measles—were designated as quarantinable infectious diseases from January 1, 2024, considering the increasing incidence of infectious diseases due to climate change, such as abnormally high temperatures, and the activation of international travel. Additionally, 156 countries were designated as quarantine-inspection-required areas, effective January 1, 2024. Furthermore, considering the surge in mosquito-borne infectious diseases in the Americas attributed to anomalous weather patterns and heightened precipitation levels, additional quarantine inspection areas were designated for dengue and Zika virus infections on April 15, 2024, resulting in a total of 171 countries designated as quarantine inspection areas.

2. Increase in Quarantinable Infectious Diseases and Changes to Quarantine-inspection-required Areas in the Second Half of 2024

In accordance with the WHO declaration of a PHEIC for Mpox (August 14, 2024), the KDCA designated Mpox as a quarantinable infectious disease on August 21. Additionally, the KDCA designated a total of eight countries, primarily countries with recent outbreaks of Mpox Clade I in Africa, as quarantine-inspection-required areas. Furthermore, on September 1, three viral hemorrhagic fevers (Marburg hemorrhagic fever, Lassa fever, and Crimean-Congo hemorrhagic fever [CCHF]), classified as Class 1 infectious diseases under the

Infectious Disease Control and Prevention Act and requiring quarantine, were designated as quarantinable infectious diseases. Consequently, the numbers of quarantinable infectious diseases and quarantine-inspection-required areas changed from 14 quarantinable infectious diseases and 171 quarantine-inspection-required areas in the first half of 2024 to 18 and 157, respectively, in the second half (Table 1).

In detail, the major changes to the quarantine-inspection-required areas effective from September 1 included the designation of Marburg hemorrhagic fever, Lassa fever, and CCHF as quarantinable infectious diseases, as well as the designation of quarantine-inspection-required areas following the occurrence of one or more outbreaks of the diseases within the past year. Additionally, three new countries with outbreaks of Lassa fever and 10 new countries with outbreaks of CCHF have been designated as quarantine-inspection-required areas. On the other hand, Marburg hemorrhagic fever has not resulted in the designation of new quarantine-inspection-required areas since no outbreaks have occurred within the past year. The number of quarantine-inspection-required areas changed from 26 to 28 for cholera, 24 to 21 for polio, 86 to 88 for dengue, 22 to 28 for chikungunya, 17 to 19 for Zika, and 119 to 84 for measles, reducing the total number of such areas from 171 in the first half of 2024 to 157 in the second half [4].

3. Designation of Strict Quarantine-inspection-required Areas

In accordance with Article 5 of the Quarantine Act, the KDCA, following deliberation by the Quarantine Committee, has designated 21 countries as strict quarantine-inspection-required areas. These countries have been identified as having quarantinable infectious diseases that are deadly and highly

infectious, necessitating intensive quarantine (Table 2). This is the first time that strict quarantine-inspection-required areas have been designated since the amendment of the Quarantine Act in 2020, in which the existing contaminated areas and neighborhoods were changed from quarantine-inspection-required areas to strict quarantine-inspection-required areas. Mainly countries with Class 1 infectious disease outbreaks, which had a high fatality rate among quarantinable infectious diseases, were designated as strict quarantine-inspection-required areas. Accordingly, five countries, including Mongolia, Madagascar, and the Democratic Republic of the Congo, have been designated as strict quarantine-inspection-required areas for plague; five countries, including Cambodia, Mexico, and the United Kingdom, have been designated as strict quarantine-inspection-required areas for zoonotic influenza; and 13 countries, including Saudi Arabia, the United Arab Emirates, and Qatar, have been designated as strict quarantine-inspection-required areas for MERS.

4. Quarantine Control for People Entering the Republic of Korea

As of September 1, 2024, 21 new countries had been designated as strict quarantine-inspection-required areas, and selective quarantine was being conducted in accordance with the risk level of each area, including strict quarantine-inspection-required areas and quarantine-inspection-required areas (Figure 1). Previously, individuals entering ROK through or from quarantine-inspection-required areas were obliged to report their health status via the Q-CODE system or by completing a health status questionnaire. In light of the recently implemented designation of strict quarantine-inspection-required areas, it has become obligatory to declare the health status of

Table 1. Quarantine inspection required area (September 1st, 2024)

Quarantinable infectious disease	Quarantine inspection required area		Remark
	First half of 2024	Second half of 2024	
Cholera	26 countries - Asia, Middle East: 9 countries including Lebanon, Bangladesh, Syria - Africa: 15 countries including Republic of South Africa, Malawi, Sudan - America, Oceania: Dominican Republic, Haiti	28 countries - Asia, Middle East: 8 countries including Bangladesh, Syria, Afghanistan - Africa: 18 countries including Nigeria, South Sudan, Republic of South Africa - America, Oceania: Dominican Republic, Haiti	26→28 countries - Designation: Mayotte, Comoros, Congo - Release: Lebanon
Plague	5 countries - Asia, Middle East: Mongolia, China 1 district (Inner Mongolian Autonomous Region) - Africa: Madagascar, Democratic Republic of the Congo - America, Oceania: United States of America 1 state (Colorado)	5 countries - Asia, Middle East: Mongolia, China 1 district (Inner Mongolian Autonomous Region) - Africa: Madagascar, Democratic Republic of the Congo - America, Oceania: United States of America 1 state (Colorado)	-
Yellow fever	42 countries - Africa: 29 countries including Angola, Ethiopia, Kenya, Nigeria - America, Oceania: 13 countries including Argentina, Brazil, Colombia, Peru	42 countries - Africa: 29 countries including Angola, Ethiopia, Kenya, Nigeria - America, Oceania: 13 countries including Argentina, Brazil, Colombia, Peru	-
Severe acute respiratory syndrome (SARS)	-	-	-
Human infection with zoonotic influenza	6 countries - Asia, Middle East: Taiwan, China 7 districts (Guangxi Zhuang Autonomous Region, Guangdong Province, Sichuan Province, Anhui Province, Jiangxi Province, Hunan Province, Chongqing Municipality), Cambodia - America, Oceania: Brazil, United States of America 1 state (Michigan) - Europe: United Kingdom	6 countries - Asia, Middle East: Vietnam, China 6 districts (Guangxi Zhuang Autonomous Region, Sichuan Province, Anhui Province, Zhejiang Province, Fujian Province, Chongqing Municipality), Cambodia - Americas, Oceania: Mexico, United States of America 3 state (Michigan, Colorado, Texas) - Europe: United Kingdom	6→6 countries - Designation: Mexico, United States of America (Colorado, Texas), Vietnam, Chiana (Zhejiang Province, Fujian Province) - Release: Taiwan, Brazil, China (Guangdong Province, Jiangxi Province, Hunan Province)
Novel influenza	-	-	-
Middle East respiratory syndrome (MERS)	13 countries - Asia, Middle East: Lebanon, Bahrain, Saudi Arabia, Syrian Arab Republic, United Arab Emirates, Yemen, Oman, Jordan, Iraq, Iran, Israel, Qatar, Kuwait	13 countries - Asia, Middle East: Lebanon, Bahrain, Saudi Arabia, Syrian Arab Republic, United Arab Emirates, Yemen, Oman, Jordan, Iraq, Iran, Israel, Qatar, Kuwait	-
Ebola virus disease	-	-	-

Table 1. Continued 1

Quarantinable infectious disease	Quarantine inspection required area		Remark
	First half of 2024	Second half of 2024	
Emerging infectious disease syndrome	-	-	-
Polio	24 countries - Asia, Middle East: 5 countries including Afghanistan, Yemen, Israel - Africa: 19 countries including Guinea, Burundi, Burkina Faso, Kenya	21 countries - Asia, Middle East: 4 countries including Afghanistan, Yemen, Indonesia - Africa: 17 countries including Guinea, Nigeria, South Sudan, Niger	24→21 countries - Designation: South Sudan, Angola, Ethiopia, Zimbabwe - Release: Malawi, Benin, Burundi, Burkina Faso, Algeria, Israel, Cameroon
Dengue fever	86 countries - Asia, Middle East: 16 countries including Nepal, Taiwan, Lao People's Democratic Republic, Malaysia - Africa: 18 countries including Ghana, Guinea, Nigeria, Niger - America, Oceania: 49 countries including Guiana, Guadeloupe, Guatemala - Europe: Spain, Italy, France	88 countries - Asia, Middle East: 16 countries including Nepal, Taiwan, Lao People's Democratic Republic, Malaysia - Africa: 19 countries including Ghana, Guinea, Nigeria, Niger - America, Oceania: 50 countries including Guiana, Guadeloupe, Guatemala - Europe: Spain, Italy, France	86→88 countries - Designation: U.S. Virgin Islands, Kenya
Chikungunya fever	22 countries - Asia, Middle East: Malaysia, India, Taiwan, Philippines - Africa: Burkina Faso, Senegal - America, Oceania: 16 countries including Guatemala, Nicaragua, Mexico	28 countries - Asia, Middle East: 7 countries including East Timor, Malaysia, Maldives - Africa: Mali, Burkina Faso, Senegal - America, Oceania: 18 countries including Guatemala, Nicaragua, Mexico	22→28 countries - Designation: East Timor, Mali, Maldives, United States of America, Barbados, Pakistan
Zika virus infection	17 countries - Asia, Middle East: Singapore, Thailand - America, Oceania: 15 countries including Guatemala, Nicaragua, Mexico	19 countries - Asia, Middle East: Singapore, India, Thailand - America, Oceania: 16 countries including Guatemala, Nicaragua, Mexico	17→19 countries - Designation: United States of America, India
Measles	119 countries - Asia, Middle East: 37 countries including Lao People's Democratic Republic, Malaysia, Bangladesh - Africa: 49 countries including Ghana, Mali, Burkina Faso - America, Oceania: 6 countries including New Zealand, United States of America, Canada - Europe: 27 countries including Netherlands, Norway, Denmark	84 countries - Asia, Middle East: 25 countries including Nepal, Lebanon, Malaysia - Africa: 46 countries including Ghana, Gabon, Gambia, Guinea - America, Oceania: Fiji - Europe: 12 countries including Germany, Russia, Romania, Lithuania	119→84 countries - Designation: Eswatini - Release: 36 countries including Guinea-Bissau, Netherlands, Norway, New Zealand, Denmark, Lao People's Democratic Republic

Table 1. Continued 2

Quarantinable infectious disease	Quarantine inspection required area		Remark
	First half of 2024	Second half of 2024	
Mpox	-	8 countries - Africa: 8 countries including Rwanda, Burundi, Ethiopia, Uganda	New designation
Marburg hemorrhagic fever	-	-	-
Lassa fever	-	3 countries - Africa: Nigeria, Liberia, Benin	New designation
Crimean-Congo hemorrhagic fever	-	10 countries - Asia, Middle East: Afghanistan, Iraq, Iran, Turkiye, Pakistan - Africa: Mauritania, Senegal, Uganda - Europe: North Macedonia, Georgia	New designation

--not applicable.

Table 2. Strict quarantine inspection required area (September 1st, 2024)

Quarantinable infectious disease	Strict quarantine inspection required area		Remark
	First half of 2024	Second half of 2024	
Plague	-	5 countries - Asia, Middle East: Mongolia, China 1 district (Inner Mongolian Autonomous Region) - Africa: Madagascar, Democratic Republic of the Congo - America, Oceania: United States of America 1 state (Colorado)	New designation
Human infection with zoonotic influenza	-	5 countries - Asia, Middle East: China 5 districts (Guangxi Zhuang Autonomous Region, Sichuan Province, Zhejiang Province, Fujian Province, Chongqing Municipality), Cambodia - Americas, Oceania: Mexico, United States of America 3 state (Michigan, Colorado, Texas) - Europe: United Kingdom	New designation
Middle East respiratory syndrome (MERS)	-	13 countries - Asia, Middle East: Lebanon, Bahrain, Saudi Arabia, Syrian Arab Republic, United Arab Emirates, Yemen, Oman, Jordan, Iraq, Iran, Israel, Qatar, Kuwait	New designation

--not applicable.

individuals who have resided in or traversed through such designated regions, as well as those who have stayed in or passed through quarantine-inspection-required areas and exhibit symptoms that may indicate the presence of quarantinable

infectious diseases. The quarantine inspection system has been enhanced to facilitate the voluntary disclosure of asymptomatic travelers from quarantine-inspection-required areas. This has been achieved by furnishing pertinent epidemiological data

<Selective quarantine inspection proportional to the level of risk>

Category	Current	Improvement (2024.9.1.)
Strict quarantine inspection required area	-	Fever screening & mandatory submission of health declaration form (a fine will be imposed for non-submission)
Quarantine inspection required area	Fever screening & submission of health declaration form	Fever screening & encouraging voluntary reporting through the provision of information
General area	Fever screening	Fever screening

Figure 1. Selective quarantine inspection proportional to the level of risk

through SMS notifications to travelers entering and exiting the country, thus indicating that health status reporting is no longer mandatory for asymptomatic individuals. This has set the basis for a flexible and efficient quarantine system by establishing health status declaration obligations for high-risk travelers from strict quarantine-inspection-required areas and encouraging voluntary declarations through fever surveillance and epidemic information provided to travelers from quarantine-inspection-required areas.

Conclusion

Quarantine represents the frontline of the national defense system for diseases, performing critical functions in the prevention of infectious diseases through investigation, surveillance, and inspection of individuals, transportation, and cargo. In particular, since the onset of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic in 2020, a series of rigorous quarantine protocols, including the submission of a negative Polymerase Chain Reaction test prior to entry, specialized entry procedures, isolation and testing after entry, and the provision of information to healthcare organizations through Drug Utilization Review-International Traveler information System

(DUR-ITS), have been instrumental in curbing the influx of COVID-19 patients into the country while maintaining open borders. In recent years, the incidence of mosquito-borne infectious diseases has increased globally owing to several factors, including rapidly rising temperatures, El Niño, and urbanization, leading to growing concerns about the potential influx of dengue patients into ROK. In response, ROK has been expanding its infectious disease information and quarantine services, offering voluntary reporting and providing dengue rapid test kits for those who wish to test for dengue.

Meanwhile, the threat of infectious diseases spreading from abroad continues to grow, with the WHO declaring a PHEIC for Mpox (August 14) owing to a surge in Mpox outbreaks in Africa and the emergence of new strains of the virus. In response to the emergence of novel infectious diseases, the KDCA has expanded the list of quarantinable infectious diseases to include high-risk pathogens and designated additional strict quarantine-inspection-required areas. Thus, it has laid a robust foundation for an effective and flexible quarantine system tailored to the specific risk and prevalence of infectious diseases. The KDCA will persist in its endeavors to enhance the efficacy of its quarantine protocols and its pursuit of an array of quarantine services, with the objective of ensuring the efficacy

of the quarantine system in preventing the incursion of infectious diseases from overseas into ROK at the earliest possible stage.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: Thanks to the Division of Disease Surveillance Strategy and Epidemiological Data Analysis for their support in surveillance and risk assessment of quarantinable infectious diseases.

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

Author Contributions: Conceptualization: Seung-Ho Kim. Project administration: Seung-Ho Kim. Supervision: OSK, Seung-Hyuk Kim. Writing – original draft: Seung-Ho Kim. Writing – review & editing: OSK, Seung-Hyuk Kim.

References

1. Division of Quarantine Policy. Information on quarantine inspection required area in the first half of 2024 [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023 [cited 2023 Dec 29]. Available from: https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20504000000&bid=0014&act=view&list_no=724217
2. Division of Quarantine Policy. Notification of infectious diseases designation deemed as requiring emergency quarantine measures and publicly notified by the commissioner of the Korea Disease Control and Prevention Agency [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024 [cited 2024 Sep 9]. Available from: https://www.kdca.go.kr/filepath/boardSyview.es?bid=0017&list_no=725878&seq=1
3. Division of Quarantine Policy. Notification of infectious diseases designation deemed as requiring emergency quarantine measures and publicly notified by the commissioner of the Korea Disease Control and Prevention Agency [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024 [cited 2024 Aug 21]. Available from: https://www.kdca.go.kr/filepath/boardSyview.es?bid=0017&list_no=725904&seq=1
4. Division of Quarantine Policy. Information on strict quarantine inspection required area and quarantine inspection required area in the second half of 2024 [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2024 [cited 2024 Aug 14]. Available from: https://www.kdca.go.kr/filepath/boardSyview.es?bid=0014&list_no=725880&seq=1

청소년 우울감 경험률 추이, 2014-2023년

2023년 청소년의 우울감 경험률은 남학생 21.4%, 여학생 30.9%로 최근 10년간 증감을 반복하여 큰 변화가 없었다. 여학생이 남학생보다 더 높았고, 중학생(26.3%)과 고등학생(25.6%)은 유사하였다(그림 1, 2).

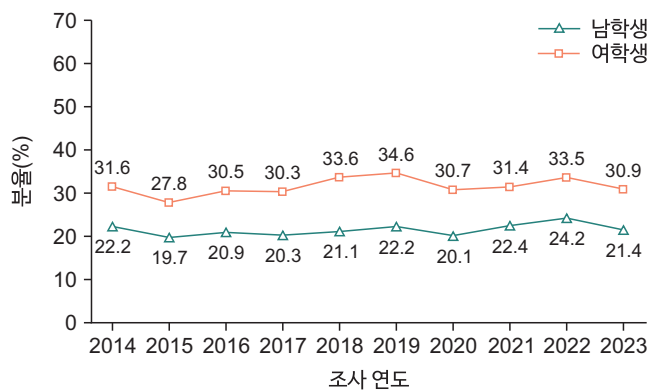


그림 1. 성별 우울감 경험률 추이, 2014-2023년

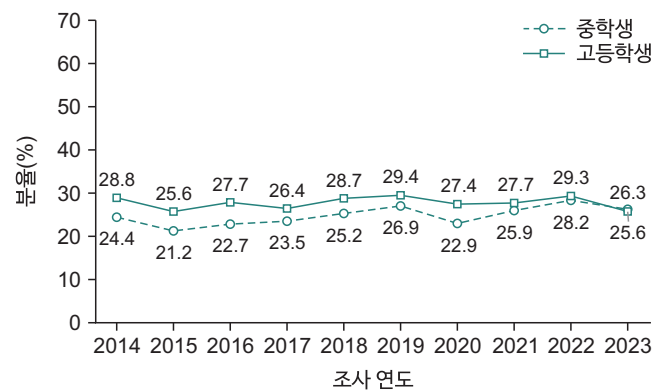


그림 2. 학교급별 우울감 경험률 추이, 2014-2023년

*우울감 경험률: 최근 12개월 동안 2주 내내 일상생활을 중단할 정도로 슬프거나 절망감을 느낀 적이 있는 사람의 비율.

출처: 제19차(2023년) 청소년건강행태조사 통계, <https://www.kdca.go.kr/yhs/>

작성부서: 질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과

QuickStats

Trends in the Prevalence of Perceived Depressive Symptoms among Korean Adolescents, 2014–2023

In 2023, the prevalence of perceived depressive symptoms among adolescents in the Republic of Korea was 21.4% for boys, 30.9% for girls, no significant change as they repeatedly increased or decreased over the past 10 years. Data in 2023 indicated that proportion was higher for girls than for boys, The prevalence of high school students (25.6%) and middle school students (26.3%) was similar (Figures 1, 2).

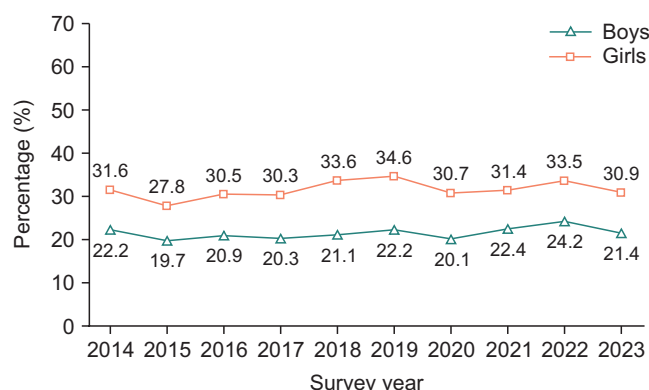


Figure 1. Trends in the prevalence of perceived depressive symptoms by gender, 2014–2023

*Prevalence of perceived depressive symptoms: the percentage of students who experienced such extreme sorrow or despair to the extent of withdrawing from daily life for 2 weeks.

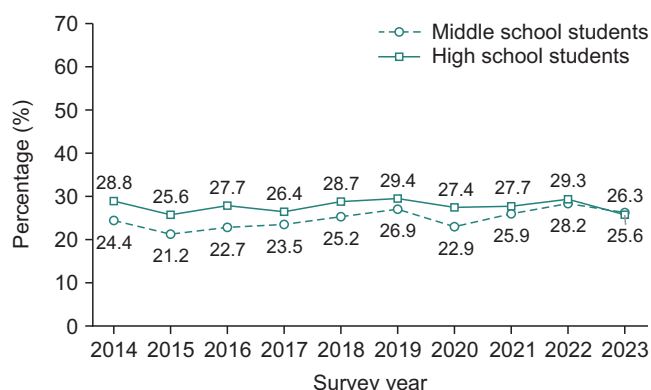


Figure 2. Trends in the prevalence of perceived depressive symptoms by school levels, 2014–2023

Source: The Korea Youth Risk Behavior Survey (KYRBS), <https://www.kdca.go.kr/yhs/>

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