



주간 건강과 질병

# PHWR

Public Health Weekly Report

Vol. 17, No. 13, April 4, 2024

## Content

### 연구 논문

- 475 지역사회 수준의 환경변화 중재를 통한 고위험음주율 개선  
495 자연재해에 대한 종합 모니터링 체계의 구축: 산불 노출과  
건강 수준 간의 연관성

### 정책 보고

- 521 제2차 의료관련감염 예방관리 종합대책(2023-2027)

### 질병 통계

- 532 월간폭음률 추이, 2013-2022년

### Supplements

- 주요 감염병 통계



KDCA

Korea Disease Control and  
Prevention Agency

## Aims and Scope

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

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

## About the Journal

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

## Submission and Subscription Information

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

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

발행일: 2024년 4월 4일

발행인: 지영미

발행처: 질병관리청

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

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

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency

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

## 편집위원장

최보울

한양대학교 의과대학

## 부편집위원장

류소연

조선대학교 의과대학

유석현

건양대학교 의과대학

손현진

동아대학교 의과대학

하미나

단국대학교 의과대학

염준섭

연세대학교 의과대학

## 편집위원

고현선

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원

곽진

전북대학교 의과대학

권동혁

질병관리청

김동현

한림대학교 의과대학

김수영

한림대학교 의과대학

김원호

질병관리청 국립보건연구원

김윤희

인하대학교 의과대학

김은진

질병관리청

김중곤

서울의료원

김호

서울대학교 보건대학원

박영준

질병관리청

박지혁

동국대학교 의과대학

송경준

서울대학교병원운영 서울특별시보라매병원

신다연

인하대학교 자연과학대학

안윤진

질병관리청

안정훈

이화여자대학교 신산업융합대학

엄중식

가천대학교 의과대학

오경원

질병관리청

오주환

서울대학교 의과대학

유영

고려대학교 의과대학

이경주

국립재활원

이선희

부산대학교 의과대학

이윤환

아주대학교 의과대학

이재갑

한림대학교 의과대학

이혁민

연세대학교 의과대학

전경만

삼성서울병원

정은옥

건국대학교 이과대학

정재훈

가천대학교 의과대학

최선화

국가수리과학연구소

최원석

고려대학교 의과대학

최은화

서울대학교어린이병원

허미나

건국대학교 의과대학

## 사무국

박희빈

질병관리청

이희재

질병관리청

백선경

질병관리청

이은영

질병관리청

## 원고편집인

하현주

(주)메드랑

## 지역사회 수준의 환경변화 중재를 통한 고위험음주율 개선

조선진<sup>1\*</sup>, 성병찬<sup>2</sup>, 이해국<sup>3</sup>, 한수연<sup>1</sup>, 신윤재<sup>4</sup>, 방형애<sup>5</sup>, 방명희<sup>6</sup>, 김장래<sup>7</sup>, 이수비<sup>8</sup>, 김미현<sup>9</sup>, 박민<sup>10</sup>, 김종태<sup>3</sup><sup>1</sup>가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실, <sup>2</sup>중앙대학교 응용통계학과, <sup>3</sup>가톨릭대학교 의정부성모병원 정신건강의학과, <sup>4</sup>자살예방행동포럼 라이프, <sup>5</sup>대한보건협회, <sup>6</sup>정신재활시설 좋은사람들, <sup>7</sup>국립중앙의료원 정신건강의학과, <sup>8</sup>대진대학교 사회복지아동학부, <sup>9</sup>가톨릭대학교 서울성모병원 중독정책연구실, <sup>10</sup>투고커뮤니케이션

## 초 록

본 연구는 2021년부터 서울시 일개 기초자치구에서 시행 중인 지역사회기반 환경변화 중재의 단기효과를 평가했다. 이 중재모델은 근거 기반의 중재로서 지역사회 다부문-다기관 자원 간의 협업을 토대로 하였다. 중재지역(서울 중랑구)과 대조지역(서울시 그 외 지역)의 음주자 고위험음주율 변화를 비교한 결과, 기저시점 2020년 대비 2022년 고위험음주율은 중재지역에서 10.8% 감소했으나, 대조지역은 7.0% 증가하였다. 이러한 결과는 본 지역사회기반 환경변화 중재가 지역의 고위험음주율 개선에 효과를 나타낼 가능성을 시사한다. 그러므로 중재지역이 속해 있는 서울시 전체의 건강증진을 위해 광역자치단체 수준에서 고위험음주율을 개선할 수 있는 환경변화 접근이 시도될 필요가 있다고 사료된다.

**주요 검색어:** 지역사회; 음주; 종단연구; 위험요인; 건강정책

## 서 론

알코올은 제1군 발암물질로, 섭취량과 패턴, 기간 등에 따라 음주자의 신체적, 정신적 건강에 다양한 형태의 부정적 영향을 주어 의료비 증가와 생산성 감소를 초래한다. 뿐만 아니라 가정폭력, 교통사고, 범죄 등의 사회적 안전과 안녕에도 영향을 미친다. 이에 따라 음주로 인한 사회적 비용은 15조원을 초과해, 흡연의 사회적 부담인 약 13조원보다 훨씬 규모가 큰 실정이다[1].

이에 국민건강증진종합계획2030에서는 고위험음주율을

대표지표 중의 하나로 선정해 관리대상으로 삼고 있다.

고위험음주는 건강문제와 알코올사용장애를 초래할 수 있는 수준의 음주로, 우리나라에서는 한 번에 소주 1병 이상(여자는 5잔 이상)의 음주를 일주일에 2회 이상 할 경우 고위험음주에 해당하는 것으로 정의하고 있다[2]. 미국의 국립 알코올남용 및 중독 연구소에서는 65세 이하 성인 남성의 경우 하루에 4잔을 초과한 음주 또는 일주일에 14잔을 초과한 음주를, 그리고 여성이나 65세 초과 남성의 경우 하루에 3잔을 초과한 음주 또는 일주일에 7잔을 초과한 음주를 고위험음주로 정의내리고 있다[3]. 다행히도 고위험음주는 예방가능한 문제

Received November 17, 2023 Revised January 8, 2024 Accepted January 9, 2024

\*Corresponding author: 조선진, Tel: +82-2-3147-8564, E-mail: jiny4u@catholic.ac.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?**

환경변화 중재(금주구역 지정, 음주운전대책 강화, 주류광고 제한, 가격정책 등)는 음주관련 문제를 다루는 데에 효과적이라는 근거가 명확해짐에 따라, 세계보건기구는 국가 및 지방정부 수준에서 그러한 접근법을 채택할 것을 촉구하고 있다. 그러나 아직 우리나라에서는 지역사회 수준에서 음주문제에 대한 대책으로 환경변화 중재를 수행하고 그 영향을 평가한 연구를 찾아보기 어렵다.

**② 새로이 알게 된 내용은?**

“서울시 중랑구 고위험음주 및 음주관련 폐해에 대한 심층조사와 예방관리를 위한 중재연구”를 위해 지역사회 수준의 음주 관련 환경변화 중재를 수행하였다. 이를 통해 코로나바이러스감염증-19 유행에 따라 강력하게 추진되었던 사회적 거리두기 조치가 완화되기 시작한 2022년 3월 이후의 고위험음주를 상습을 억제하는 효과를 나타내, 중재지역에서는 이전보다 연간음주자 고위험음주율이 낮아진 것으로 관찰되었다.

**③ 시사점은?**

국내에서 처음으로 수행된 기초자치단체 수준의 환경변화 접근법이 고위험음주를 개선에 효과적일 수 있다는 가능성을 시사한다. 향후 서울시 전체의 건강증진을 위해 광역자치단체 수준에서 고위험음주를 개선할 수 있는 환경변화 접근이 시도될 필요가 있다.

이고, 그 예방이나 관리를 위한 개인 수준의 중재에 관한 연구가 매우 많이 수행되어 왔다.

그러나 음주는 여타 건강생활습관과 마찬가지로 물리적, 사회적 환경의 영향을 많이 받는 행동이다. 특히 우리나라는 만취에 대해 매우 관대한 문화가 팽배해 있어서 개인 수준의 중재가 고위험음주와 그 폐해를 감소시키는 데에는 한계가 있다. 개인 수준에서 고위험음주에 관해 행동수정 중에 있다 하더라도, 술을 권하고 만취를 조장하는 사회적 분위기 속에서 목표달성이 매우 어려운 것이 사실이다[4].

이와 같은 상황에 흡연으로 인한 건강문제와 사회적 부담을 줄이기 위해 추진되기 시작한 금연구역을 지정하고 담뱃값

을 인상하며 광고를 제한하는 등 물리적, 사회적 환경변화를 통해 흡연율을 낮춘 사례를 돌아볼 필요가 있다. 동일한 정책이 장기간 지속됨에 따라 흡연율 뿐만 아니라 흡연에 관한 사회적 인식도 변화해, 흡연 및 흡연자에 관한 미화는 더 이상 설득력을 얻지 못하고 있다[5].

음주문제에 있어서도 환경변화 접근을 통한 고위험음주 및 음주폐해 중재는 개인수준의 중재의 한계를 극복할 수 있는 방안임에 틀림없다. 환경변화 접근 방식은 사회적, 문화적, 경제적 환경을 조절하여 전반적인 음주행동을 변화시키고 음주로 인한 폐해를 감소시키는 것에 중점을 둔다. 알코올에 대한 세금 인상, 주류가격 인상, 광고 제한, 판매 제한(시간, 장소), 미성년자의 접근성 제한 등이 그 예이다. 이와 같은 환경변화 접근 방식의 효과에 관한 근거가 명확해, 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서는 고위험음주로부터의 보호 및 사회적 영향 최소화를 위해 Strengthen, Advance, Facilitate, Enforce, and Raise (SAFER) 이니셔티브를 추진, 각 국가와 지방정부 수준의 이행을 촉구하고 있다[6].

하지만 우리나라에서는 아직 고위험음주율과 그 폐해 감소를 위해 포괄적인 환경변화접근 중재를 시행한 사례는 찾아보기 어려웠다. 그러던 중 서울시 중랑구에서는 지역주민의 연간음주자의 고위험음주율과 관련한 건강지표의 개선을 위해 지역사회기반의 환경변화접근을 도입하기로 결정하였고, 이어 2021년부터 포괄적인 중재를 개발, 시행해오고 있다.

이에 본 저자들은 우리나라 기초자치구 수준에서의 환경변화 접근 중재 수행의 효과평가에 관한 첫 작업으로서, 단기 효과를 확인해볼 수 있는 변수인 고위험음주율이 중재 전후에 어떻게 변화하였는지 분석해 보고자 하였다.

**방 법**

지역사회기반 환경변화 중재가 지역의 고위험음주를 개선 효과를 나타내는지 알아보기 위해 2021년부터 2022년까지

지역사회 중재를 수행하였다. 중재지역은 서울시 기초자치단체의 하나로, 인구 약 40만 명의 중량구였다. 대조지역은 그 외의 24개 기초자치구로서 별도의 중재를 가하지 않고 각 자치구의 기존 방식으로 운영되었다.

## 1. 지역사회 기반 환경변화 중재 모델

본 연구에서 수행한 지역사회기반 환경변화 중재 모델은 고위험음주 및 음주폐해 감소를 목적으로 한 중재이다. 이 중핵심모델은 Holder 등[7]의 Community Trial Project의 구성요소와 WHO의 SAFER 전략의 구성요소 중 지역사회 수준에서 실행 가능한 전략을 채택해 구성되었다. 한편, 확장모델은 지역사회의 추가적인 요구도를 반영해 구성되었다(그림 1).

이 모델은 중재 수행을 위해 다양한 지역사회자원의 협업을 필수적인 전제조건으로 한다. 따라서, 각 중재는 특정 지역사회자원이 주도적으로 추진하였다. 예를 들면, Screening, Brief Intervention, and Referral to Treatment 접근성 확보를 위한 동네 의약기관 고위험음주 선별-조언 프로그램 수행을 위해 별도의 인력이 각 의약기관에 파견되는 것이 아니다. 지역 의사, 치과 의사, 약사회 집행부 각각이 중심이 되어 각 협회 회원을 대상으로 홍보를 하고 프로그램 참여를 독려해 참여기관을 늘려가는 것이다. 프로그램에 참여하기로 한 기관에서는 프로그램 실시 가이드 자료와 선별검사지를 전달받은 후 고위험음주 선별 및 검사결과에 따라 정해진 권고를 하게 된다.

중재지역에서는 2021년에 중재모델의 구성요소 중 일부가 개시되었고 2022년에는 모든 중재요소가 가동되었다. 중재의 내용에 관한 보다 자세한 내용은 Kim 등[8]의 논문에 기술되어 있다.

## 2. 연구대상

본 연구의 대상은 서울시에 속한 25개 기초자치구 중의 하나인 중량구로, 인구 약 40만 명의 도시지역이다. 본 중재 기획단계 당시에 검토한 2018년 중량구의 고위험음주율은 음주자의 21.6%로 서울시 25개 구 가운데 3위였으며, 음주자의 고위험음주율이 13.0%로 가장 낮았던 강동구와 큰 격차를 나타내고 있었다[2]. 이와 같은 지표수준은 중량구에서 장기간 지속적으로 반복되어 오고 있었으므로 그 대책으로 중재안이 마련되었다.

## 3. 연구내용 및 자료수집

본 연구에서 독립변수는 지역사회기반 환경변화 중재 수행 여부로서, 중재가 이루어진 중량구를 중재지역으로, 서울시 그 외의 기초자치구를 대조지역으로 정의한다. 대조지역에서는 다른 형태의 중재를 추가적으로 수행하지 않았다.

종속변수는 지역수준의 연간음주자 고위험음주율이다. 연간음주자의 고위험음주율로서, 최근 1년 동안 음주한 경험이 있는 사람 중 최근 1년 동안 1회 평균 음주량이 남자는 7잔 이상(또는 맥주 5캔 정도), 여자는 5잔 이상(또는 맥주 3캔 정

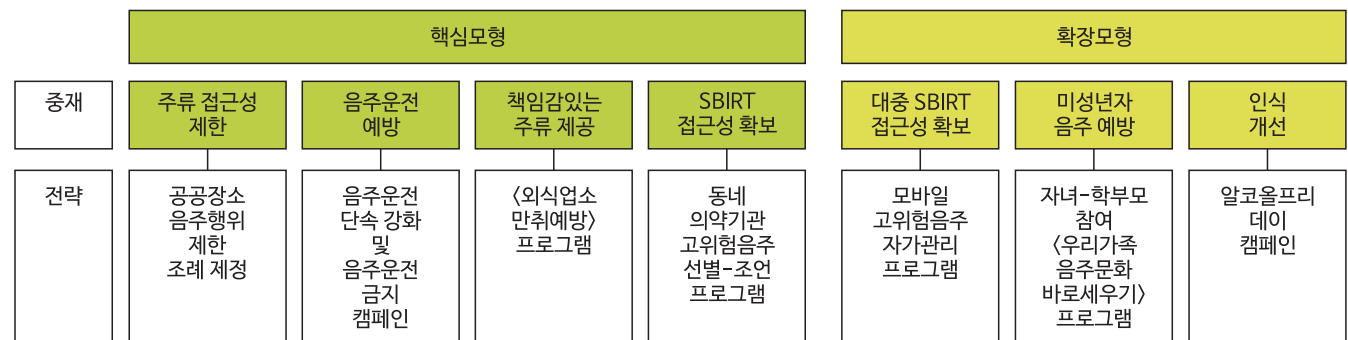


그림 1. 고위험음주 및 음주폐해 감소를 위한 지역사회기반 환경변화 중재 모델

SBIRT=Screening, Brief Intervention, and Referral to Treatment.



도)이며 주 2회 이상 음주하는 사람의 분율로 정의된다. 본 연구에서 ‘고위험음주율’ 또는 ‘음주자의 고위험음주율’이라 함은 연간음주자의 고위험음주율을 의미하는 것으로 정의한다 [2].

고위험음주율 데이터는 질병관리청이 매년 실시하고 있는 지역사회건강조사 결과 보고한 기초자치구별 데이터를 수집해 사용하였다. 2022년까지 지역사회건강조사는 대부분 매년 8월부터 10월까지 실시한 후 그 다음 해 6월 전후에 조사결과를 발표한다. 이에 본 연구에서는 2020년에 수집된 지역사회건강조사의 성별-연령별 표준화 고위험음주율을 기저시점의 측정값으로 하고, 2022년에 수집된 고위험음주율을 중재 후 시점 측정값으로 사용하였다. 그 외에 25개 기초자치구별 고위험음주율 시계열자료의 양상을 검토하기 위해 지역사회건강조사가 처음 시행된 2008년부터 2022년까지의 모든 연도별 고위험음주율 자료를 수집하였다[2].

본 연구에서 수행한 중재는 고위험음주율 및 음주폐해 감소를 목적으로 하고 있으나, 중재 수행 2년이 채 되지 않은 시점에 단기효과를 검토하게 됨에 따라 음주 폐해 관련 국가수준 데이터는 아직 공표가 되지 않은 자료가 존재한다. 따라서 본 연구에서는 고위험음주율만을 결과변수로 다루었다.

#### 4. 통계분석 방법

2008년부터 2022년까지의 서울시 25개 기초자치구별 고위험음주율의 시계열 양상을 파악하고, 25개 구 중에서 중랑구가 차지하는 순위가 중재 전-후 어떤 차이가 있는지 파악하기 위해 서울 25개 구의 연간음주자의 고위험음주율 분포를 연도별 박스플롯을 작성해 검토하였다.

중재지역에서 중재가 개시된 시점을 포함해 그 이후의 관측치가 2021년과 2022년 총 2건으로 매우 불충분하여 이중 차이분석 또는 단절적 시계열분석 회귀모형을 적용해 분석하는 것은 적합하지 않은 것으로 판단되었다[9]. 이에 중재 전과 중재 이후로 기간을 층화하여, 중재지역과 대조지역 간의 고

위험음주율 평균값의 차이를 살펴봄으로써 중재의 영향을 가늠해보고자 t-test로 분석하였다.

그리고, 기저점인 2020년과 중재 이후인 2022년에 중재 지역 및 대조지역 각각의 고위험음주율을 선그래프를 작성해 변화양상을 확인하고, 각 지역에서 기저점 대비 변화율을 백분율로 산출해 비교하였다. 이를 고위험음주율의 %변화량으로 명명하였으며, 대조지역에 해당하는 24개 구 각각에서 %변화량을 계산한 후 그 평균값을 산출해 중재지역의 %변화량과 비교하였다. 통계소프트웨어 SAS Institute 9.4 버전(SAS Institute)을 사용해 데이터를 분석하였다.

## 결 과

### 1. 지역사회 환경변화 중재 수행 현황(지역사회 환경변화 중재를 시행한 결과)

#### 1) 지역 협의체 출범 및 운영

지역사회기반의 환경변화 중재를 시행하기 위해 지역사회의 유관자원과 MOU를 체결하고 협의체를 구성해 발대식과 연차회의를 추진하였다. 이외에 각 참여기관/단체와 연중 수시 논의를 진행하면서 중재전략을 구체화하고 각 기관/단체에서 역할을 할 사업에 대해 주체성을 가질 수 있도록 하였다. 협의체명은 <중랑구 음주환경·문화개선 협의체>로서 참여기관은 다음과 같다.

- 핵심모형에 포함된 중재 수행을 위해: 중랑구청(보건소), 중랑구의회, 중랑경찰서, 한국외식업중앙회 중랑구지회, 중랑구 의사회/치과의사회/약사회, 중랑구정신건강복지센터, 관내 3개 응급의료기관.

- 확장모형에 포함된 중재 수행을 위해: 서울시동부교육지원청, 주민자치회, (민)음주문화개선중랑협의회.

#### 2) 중재 수행 현황

2023년 10월 31일 현재의 중재전략별 중재수행 현황을

요약하면 표 1과 같다.

## 2. 고위험음주율의 변화

### 1) 2008~2022년 서울시 25개 구의 고위험음주율 분포

서울 25개 구의 연간음주자의 고위험음주율 분포에 관한 박스플롯을 살펴보면(그림 2), 중재 전인 2020년에 서울시 25개 구의 고위험음주율이 전반적으로 눈에 띄게 하락하

였다. 이는 코로나바이러스감염증-19(코로나19) 유행에 따라 사회적 거리두기가 강력히 추진되던 해인데, 본 연구에서는 이 시점이 기저시점에 해당한다. 이와 같은 하락세는 사회적 거리두기의 영향으로 2021년까지 지속되었다.

박스플롯 상에서 중재지역인 중랑구의 위치를 살펴보면, 2008년부터 2020년까지 13년의 기간 동안 단지 3개 연도를 제외하면 25개 구 중 최상위권에 가깝게 분포하고 있다. 참고

표 1. 지역사회기반 환경변화 중재 수행 현황 요약

구분	참여 기관·단체	중재	수행 현황
핵심모형	의회	주류접근성 제한	• 조례개정 완료
	경찰	음주운전 예방	• 금주구역 1호 구역 지정(과태료 부과)
			• 음주운전 및 방조 단속 강화대책 수립
			• 음주운전단속 시간 확대(04시까지)
확장모형	의식업소	책임감있는 주류제공	• 키포드/자전거 음주운전 단속
	의약기관	SBIRT 접근성 확보	• 주요사거리 17개 지점 현수막 홍보
			• 314개 주류제공의식업소 참여
			• 위생교육에 주류제공자 교육 포함
확장모형	대중/직장	SBIRT 접근성 확보(대중)	• 동네 의원/치과/약국 57개 기관
	학교	미성년 주류이용 예방	• 보건소/보건분소 4개 기관
	가정	음주인식 개선	• 모바일 자가 AUDIT-C 검사 521명
			• 51명 프로그램 이수 완료
			• 1개교 전교생 대상 시범사업
			• 연1회 초2 대상 교육 정례화 예정 1개교
			• 아파트 61개 단지 61개 엘리베이터 모니터에 캠페인 동영상 송출
			• 19대의 무인민원발급기에 단축본 연중 송출

SBIRT=Screening, Brief Intervention, and Referral to Treatment; AUDIT-C=Alcohol Use Disorders Identification Test - Concise.

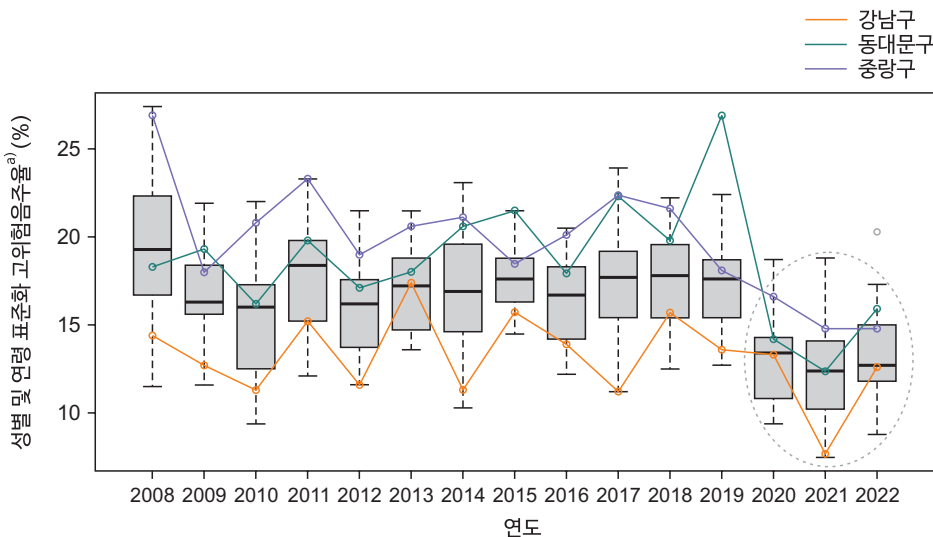


그림 2. 서울시 25개 구의 연도별 고위험음주율 분포와 중랑구의 위치(지역 사회건강조사, 각 연도)

<sup>a)</sup>연간음주자의 고위험음주율을 뜻함



용으로 중재지역과 사회적 지표 측면에서 유사한 특성을 갖고 있는 동대문구, 그리고 서울시 25개 구 중 주점 업소 수가 가장 많은 강남구의 위치도 함께 제시하였다.

이 세 개 지역을 비교해 보면, 동대문구와 강남구는 기저 시점인 2020년에 이어 2021년까지 고위험음주율이 낮아지다가, 코로나19 유행에 따른 사회적 거리두기 조치가 다소 완화된 2022년에 크게 반등한 것으로 나타났다. 반면 중랑구의 고위험음주율은 2022년에도 2021년과 비슷한 수준을 유지한 것으로 관찰되었다. 중재지역의 고위험음주율 순위는 25개 구 중 2020년에 3위, 2021년에 6위, 2022년에 8위로 중간 50% 그룹에 속하게 되었다.

## 2) 중재지역-대조지역의 고위험음주율 차이 비교: 층화분석 결과

중재 전과 중재 이후로 층화하여 중재지역과 대조지역 간의 고위험음주율 평균값의 차이를 t-test로 분석한 결과는 표

2와 같다. 중재 이전인 2020년까지 중재지역의 고위험음주율은 대조지역의 고위험음주율보다 통계적으로 유의하게 높았다( $p<0.001$ ). 그러나 중재기간에 해당하는 2021년-2022년의 고위험음주율은 중재지역과 대조지역 간에 유의한 차이가 존재하지 않은 것으로 분석되었다( $p=0.378$ ).

## 3) 중재 전후 고위험음주율 변화 및 %변화량

그림 3A는 중재지역과 대조지역의 고위험음주율을 나타낸 것이다. 중재 이전인 2020년에는 중재지역의 고위험음주율이 16.6%였으나 2022년에는 14.8%로 하락하였다. 대조지역에서는 이와 달리 중재 이전 12.9%에 비해 중재 이후에 13.5%로 고위험음주율이 다소 상승하였다.

이와 같은 변화량을 각 구별로 기저점 대비 백분율로 계산한 후 대조지역의 변화량 백분율의 평균을 산출한 결과, 2022년의 고위험음주율은 기저점에 비해 7.0% 증가한 것으로 나타났다. 반면 중재지역은 기저점에 비해 2022년의 고위험음

표 2. 중재 이전과 중재 기간의 중재-대조 지역 간 고위험음주율 평균값의 차이

	중재 전(2008-2020년)			중재 기간(2021-2022년)		
	평균±표준편차	t	p-value	평균±표준편차	t	p-value
대조 지역	16.7±3.1	-4.38	<0.001	13.1±2.8	-0.87	0.387
중재 지역	20.5±2.7			14.8±0.0		

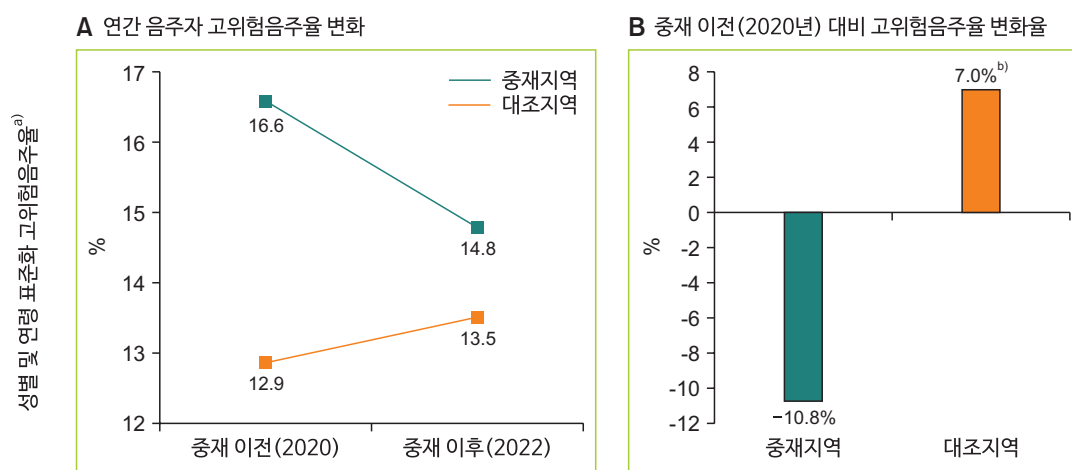


그림 3. 고위험음주율 변화 및 중재 전 대비 변화율

<sup>a)</sup>연간음주자의 고위험음주율을 뜻함. <sup>b)</sup>각 구별 변화율의 평균값을 의미함

주율이 10.8% 감소하였다(그림 3B).

## 논 의

본 연구는 지역사회 수준에서 환경변화 접근을 통해 연간 음주자 고위험음주율을 개선할 수 있는지에 대해 분석한 유사 실험연구로, 중재를 실시하지 않은 지역과의 비교 결과 환경 변화 접근 중재가 고위험음주율 감소 효과를 나타낸 것으로 관찰되었다.

본 연구에서 수행한 중재모델에는 공공장소 음주 제한, 음주운전예방, 책임감있는 주류제공, 동네의약기관의 고위험음주 선별 및 조언 등 기초지자체 수준에서 수행가능한 다양한 전략이 포함되어 있다. 이처럼 다부문에 걸친 환경접근을 수행한 전례는 우리나라에서 찾아보기 어려우며, 따라서 그러한 접근법의 효과를 평가한 연구는 저자들이 아는 한 이번이 첫 시도인 것으로 보인다.

국외의 경우, 환경변화 접근법을 통해 고위험음주율 및 음주폐해를 중재한 연구는 매우 쉽게 찾아볼 수 있다. 환경변화 접근에서 사용되고 있는 주요 전략의 효과에 관한 체계적 문헌고찰 결과에 따르면, 지역사회자원 조직화 및 활성화하는 것, 음주 환경적 접근에 해당하는 다양한 개입을 활용하는 것(지역사회 동원, 책임감있는 주류 제공자 교육, 음주운전자 면허에 관한 법률을 엄격히 집행 등), 경찰의 음주운전 단속 순찰 및 자동차 시동 잠금장치를 사용하도록 하는 음주운전 개입, 주류광고를 제한하는 것, 주류를 판매하는 외식업소나 주점 및 주류를 판매하는 도소매 업소의 밀도를 제한하는 것, 주류 가격을 인상하는 것과 주세를 인상하는 것이 유해한 알코올 사용 감소에 효과를 나타낼 가능성이 높다[10].

이와 같은 효과가 나타나기까지의 경로에 관해, Holder 등[7]은 위에서 제시한 근거기반의 중재 중 '다양한 개입을 활용하는 것'에 해당하는 중재를 수행한 후 그 효과를 평가하였다. 뿐만 아니라 그러한 중재가 어떻게 고위험음주와 음주폐해를

감소시키는지에 대해 이론적 모델을 제시하였다. 이에 따르면, 주류 판매업소에 관한 허가 강화 및 주류 서빙 종업원을 대상으로 한 책임감있는 주류제공 훈련 등을 통해 주류에 대한 접근성을 제한함으로써, 음주 기회가 줄어들고 나아가 음주량을 줄이는 효과를 가져오게 된다. 결국 고위험음주가 감소하게 되며, 알코올중독 및 음주 시 발생 가능한 폭력이나 상해 등의 폐해도 감소하게 된다. 경찰의 음주운전 대책의 경우, 음주운전 순찰을 강화하고 동시에 지역사회에 널리 알리면 단속 속도에 걸리는 것에 대한 두려움이 커지게 되고, 이는 음주운전을 회피하게 하는 효과를 나타낸다.

본 연구에서 수행한 지역사회기반 환경변화 중재는 Holder 등[7]의 모델에 한 가지 요소가 추가되었는데, 동네의약기관에서의 고위험음주 선별 및 조언이 그것이다. 이는 WHO의 SAFER의 5가지 전략 중 Holder 등[7]의 모델과 중첩되지 않는 단 한 가지 요소에 해당한다. 일차의료기관에서의 고위험음주 선별검사 및 절주/금주 권고 조언은 전문적인 도움을 필요로 하는 개인을 치료세팅으로 연결할 수 있게 하고, 결국 음주로 인한 신체적, 정신적 건강문제를 최소화할 수 있게 해준다[10].

이처럼 지역사회기반의 환경변화 접근을 통한 고위험음주 및 음주폐해 감소 효과에 관한 근거가 충분함에도 불구하고, 우리나라에서는 그와 같은 접근법을 취하는 데 어려움이 있는 것으로 보인다. 환경변화 접근 중재는 지역의 다양한 자원이 참여하고 협업해야만 추진이 가능하기 때문이다. 다부문 간의 합의가 쉽지 않은 과정일 뿐 만 아니라, 다양한 지역사회의 참여와 협력의 근간에는 음주 및 음주에 관한 문제의식과 해결에 대한 의지가 존재해야 하는데, 우리나라에 만연해 있는 만취문화가 이를 방해하고 있는 것으로 여겨진다.

본 연구에서 비록 단기효과 평가이기는 하나 지역사회 기반의 환경변화 중재가 긍정적인 방향으로의 변화 가능성을 보여주는 결과가 나타난 것은 중재지역의 다양한 지역자원의 협업이 가능했기 때문이며, 이 협업이 일회성이 아닌, 지속적으

로 작동하는 구조였기 때문이다. 향후 우리나라에서 이 모델이 확산되어 목적을 달성하기 위해서는 그러한 지속가능한 협업구조의 지역사회자원 조직화가 필수적일 것이다.

특히 본 연구에서 중재지역이 속해 있는 서울특별시의 타 기초자치구로의 확산을 고려해 보면, 본 연구의 중재사업에 협업한 기관/단체는 기초자치구인 중랑구의 의회, 경찰서, 한국외식업중앙회 지회, 의약인 단체 지회로, 이와 같은 기관/단체는 서울시 타 기초지자체에도 존재하는 조직이다. 즉, 타 기초지자체로의 확산을 위한 기본적인 지역자원은 이미 갖추어져 있는 것이다. 또, 그와 같은 각 지역사회 자원이 어떤 활동을 어떻게 해야 하는가에 관한 중재 콘텐츠는 본 연구를 통해 개발이 되어 있다.

결국, 각 기초자치구에 있는 지역자원 간의 협업 네트워크를 담당할 인력이 확보된다면, 본 연구에서 제시한 지역사회 환경변화 중재를 추진할 수 있을 것으로 사료된다. 이를 위해 풀타임 근무자 1인에 해당하는 인력이 요구될 것으로 예상되며, 현재 각 기초지자체에서 절주사업을 담당하고 있는 부서에서 전담자를 지정할 수 있도록 서울특별시 차원의 검토가 필요하다고 사료된다.

본 연구에서는 기초지방자치단체 수준에서 적용 가능한 환경변화 접근을 중심으로 중재를 수행하였다. 그러나 보다 상위의 레벨인 광역 지방자치단체 및 국가 수준에서의 정책적 접근, 즉 다양한 형태의 무분별한 광고에 대해 규제안을 마련하고, 주류 이용/판매 시간과 장소를 제한하거나 가격정책을 도입하는 등의 주류이용 가능성에 관한 중재가 함께 이루어져야 지역사회수준의 환경변화 접근이 더욱 가시적인 성과를 나타낼 수 있을 것이라고 사료된다.

추후 본 연구에서 수행한 지역사회기반 환경변화 중재에 관한 중장기 효과를 평가하는 작업이 후속연구로 이어져야 할 것이며, 이때 고위험음주를 이외에도 다양한 음주폐해 관련 변인이 효과평가 변수로 다루어질 수 있을 것으로 보인다. 이를 위해 중재지역에서 지역사회기반 환경변화 중재가 지속적

으로 수행될 수 있도록 지원하는 행정적, 재정적 뒷받침이 요구된다.

결론적으로, 국내에서는 처음으로 수행된 지역사회수준의 환경접근 중재는 지역의 고위험음주를 개선에 효과가 있는 것으로 관찰되었다. 비록 중재의 현 단계에서 확인 가능한 단기 효과 평가 결과이기는 하나, 지역사회 수준의 환경변화 접근법이 고위험음주를 낮출 수 있다는 가능성을 제시하였고, 해당 중재가 지역자원 간 협업을 통해 수행됐다는 점에서 매우 중요한 의미를 갖는다고 하겠다.

추후 중재지역이 속해 있는 서울시 전체의 건강증진을 위해 광역자치단체 수준에서 고위험음주를 개선할 수 있는 환경변화 접근이 시도될 필요가 있다고 사료되며, 이를 통해 우리나라의 고위험음주 감소에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## Declarations

**Ethics Statement:** The study was approved by the Institutional Review Board of the Catholic University of Korea (IRB no. MC22QISI0089).

**Funding Source:** This work was supported by the Research Program funded by the Korea Disease Control and Prevention Agency (fund code 2021-11-023).

**Acknowledgments:** The authors extend our heartfelt appreciation to Jungnang-gu Public Health Center and the local community resources that participated in the <Jungnang Alcohol Use Environment and Culture Improvement Partnership> for their continuous dedication and contributions to ongoing activities aimed at enhancing the health of the local community.

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

**Author Contributions:** Conceptualization: SJJ, BCS, HKL, HAB. Data curation: SBL, JTK, SYH. Formal analysis: BCS. Funding acquisition: SJJ. Investigation: SYH, YJS, MHB, SBL, MHK, JRK, JTK. Methodology: SJJ, BCS, HKL. Project administration: SYH. Resources: JRK, JTK, MP. Software: BCS. Supervision: SJJ, HKL, HAB, MP. Validation: HKL, MHB, YJS. Visualization: BCS, MP. Writing – original draft: SJJ, BCS. Writing – review & editing: SJJ, BCS, HKL.

## References

1. Lee SM, Kim KA, Ra KW. Study on the socioeconomic costs of health risk factors: a focus on the years 2015–2019. National Health Insurance Service, Health Insurance Research Institute; 2022.
2. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Korea community health at a glance 2022: Korea Community Health Survey (KCHS). KDCA; 2023.
3. Patel AK, Balasanova AA. Unhealthy alcohol use. *JAMA* 2021;326:196.
4. Sudhinaraset M, Wigglesworth C, Takeuchi DT. Social and cultural contexts of alcohol use: influences in a social-ecological framework. *Alcohol Res* 2016;38:35–45.
5. Lim HK, Khang YH. Tobacco price increases in Korea and their impact on socioeconomic inequalities in smoking and subsequent socioeconomic inequalities in mortality: a modelling study. *Tob Control* 2021;30:160–7.
6. Rekke D, Banatvala N, Karpatis A, et al. Prioritising action on alcohol for health and development. *BMJ* 2019;367:16162.
7. Holder HD, Gruenewald PJ, Ponicki WR, et al. Effect of community-based interventions on high-risk drinking and alcohol-related injuries. *JAMA* 2000;284:2341–7.
8. Kim J, Lee HK, Seong BC, et al. A comprehensive community intervention to reduce alcohol-related harms: no more alcohol to drunken project. *J Korean Acad Addictn Psychiatry* 2023;27:1–7.
9. Tryon WW. A simplified time-series analysis for evaluating treatment interventions. *J Appl Behav Anal* 1982;15:423–9.
10. Siegfried N, Parry C. Do alcohol control policies work? An umbrella review and quality assessment of systematic reviews of alcohol control interventions (2006 – 2017). *PLoS One* 2019;14:e0214865.

# Reduction of High-risk Drinking Prevalence through Community-based Environmental Change Interventions

Sun-Jin Jo<sup>1\*</sup>, Byeongchan Seong<sup>2</sup>, Hae Kook Lee<sup>3</sup>, Sooyeon Han<sup>1</sup>, Yun Jae Shin<sup>4</sup>, Hyeongae Bang<sup>5</sup>, Myoung Hee Bang<sup>6</sup>,  
Jangrae Kim<sup>7</sup>, Soo Bi Lee<sup>8</sup>, MiHyun Kim<sup>9</sup>, Min Park<sup>10</sup>, Jongtae Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Preventive Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea, <sup>2</sup>Department of Applied Statistics, Chung-Ang University, Seoul, Korea, <sup>3</sup>Department of Psychiatry, The Catholic University of Korea Uijeongbu St. Mary's Hospital, Uijeongbu, Korea, <sup>4</sup>Suicide Prevention Action Forum LIFE, Seoul, Korea, <sup>5</sup>Korea Public Health Association, Seoul, Korea, <sup>6</sup>Positive People Mental Rehabilitation Facility, Seoul, Korea, <sup>7</sup>Department of Psychiatry, National Medical Center, Seoul, Korea, <sup>8</sup>Division of Social Welfare and Child Studies, Daejin University, Pocheon, Korea, <sup>9</sup>Addiction Policy Lab, The Catholic University of Korea Seoul St. Mary's Hospital, Seoul, Korea, <sup>10</sup>Togo Communication, Seoul, Korea

## ABSTRACT

This study evaluated the short-term impact of a community-based environmental intervention for the reduction of high-risk drinking prevalence in a Seoul district since 2021. The evidence-based intervention relies on collaboration among various sectors and entities in the local community. Comparing high-risk drinking prevalence between the intervention and control areas between 2020 and 2022, the intervention area shows a 10.8% decrease, while the control area exhibits a 7.0% increase. These results suggest the intervention's potential impact on reducing the region's high-risk drinking prevalence. Therefore, there is a need to explore the impact of an environmental change approach at the metropolitan government level to reduce the prevalence of high-risk drinking for the promotion of overall health in Seoul.

**Key words:** Community; Alcohol drinking; Longitudinal studies; Risk factors; Health policy

\*Corresponding author: Sun-Jin Jo, Tel: +82-2-3147-8564, E-mail: jiny4u@catholic.ac.kr

## Introduction

Depending on the amount, pattern, and duration of consumption, alcohol, a class 1 carcinogen, has a variety of negative effects on the physical and mental health of drinkers. This not only incurs increased healthcare costs but also undermines productivity. It also affects social safety and well-being, contributing to issues such as domestic violence, traffic accidents, and crime. The socioeconomic cost of alcohol consumption

exceeds KRW 15 trillion, outweighing the social burden of smoking, which stands at approximately KRW 13 trillion in the Republic of Korea (ROK) [1].

Therefore, the National Health Plan 2030 has selected the high-risk drinking prevalence as one of the key indicators to be addressed.

High-risk drinking refers to consumption levels that can lead to health problems and alcohol use disorders. In ROK, high-risk drinking is characterized by imbibing more than

## Key messages

### ① What is known previously?

Despite the growing evidence of the effectiveness of the environmental change approach in reducing high-risk drinking and alcohol-related harm, there is a lack of such interventions at the community level in the Republic of Korea.

### ② What new information is presented?

A decline in the prevalence of high-risk drinking was observed in the area where community-based environmental change interventions were implemented, in contrast to non-intervention areas.

### ③ What are the implications?

The community-based environmental approach implemented for the first time in the Republic of Korea showed promising potential to reduce high-risk drinking prevalence. It is suggested that there is a need to explore an environmental change approach at the metropolitan government level to control high-risk drinking for the promotion of overall health in Seoul.

one bottle of soju (or more than five shots for women) at a time more than twice a week [2]. The United States National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism defines high-risk drinking as drinking more than 4 glasses per day or 14 glasses per week for adult men aged  $\leq 65$  years and more than 3 glasses per day or 7 glasses per week for women or men aged  $> 65$  years [3]. Fortunately, high-risk drinking is a preventable issue, and there has been a substantial amount of research focusing on individual-level interventions to prevent or manage this problem.

However, akin to any other healthy lifestyle aspect, drinking behavior is profoundly influenced by the physical and social environment. Individual-level interventions have limited

success in reducing high-risk drinking and its associated harms, particularly in ROK, where a permissive culture of drunkenness prevails. Even when diligently addressing behavior modification for high-risk drinking at the individual level, accomplishing the goals set becomes exceedingly challenging within a social milieu that endorses and fosters drinking [4].

In this context, it is necessary to examine instances where smoking prevalence have been reduced through physical and social environmental alterations. Measures like designating non-smoking areas, raising tobacco prices, and imposing restrictions on advertisements have been advocated to alleviate health issues and social burdens caused by smoking. As these policies persist over time, there is not only a shift in smoking prevalence but also a transformation in societal perceptions of smoking. The once compelling glorification of smoking and smokers gradually loses its persuasive impact [5].

As for alcohol problems, interventions targeting high-risk drinking and alcohol-related harms through environmental change approaches offer a potential avenue to overcome the limitations of individual-level interventions. The environmental change approach focuses on modifying the social, cultural, and economic aspects of the environment to bring about comprehensive changes in the overall drinking behavior and reduce the harms associated with drinking. These measures include increasing taxes on alcohol, raising alcohol prices, restricting advertising, regulating sales (time and location), and limiting access for minors. The evidence supporting the effectiveness of this environmental change approach is unequivocal, with the World Health Organization (WHO) promoting the Strengthen, Advance, Facilitate, Enforce, and Raise (SAFER) initiative. This initiative aims to safeguard against high-risk drinking and minimize its social impacts, advocating for its



implementation at the national and local levels [6].

In ROK, finding a comprehensive intervention to induce environmental changes aimed at reducing the prevalence of high-risk drinking and its associated harms has been challenging. In response, Jungnang-gu, Seoul, opted to introduce a community-based environmental change approach to improve the annual high-risk drinking prevalence and related health indicators among residents. This comprehensive intervention has been developed and implemented since 2021.

As the inaugural effort to assess the effectiveness of an environmental change intervention at the basic autonomous district level in ROK, this study aimed to analyze the shifts in the prevalence of high-risk drinking, a variable capable of identifying short-term effects, before and after the intervention.

## Methods

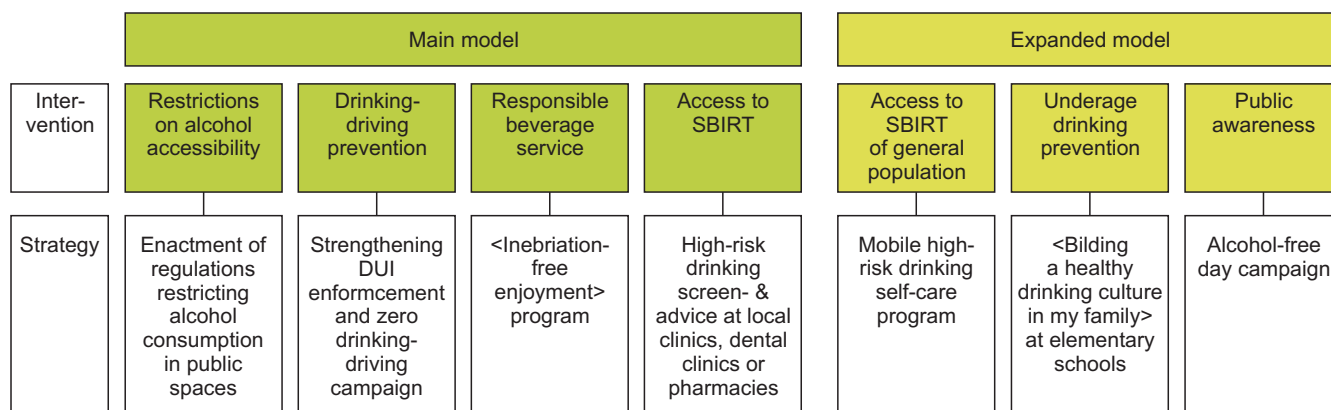
To assess the impact of community-based environmental change interventions on local high-risk drinking prevalence, a comprehensive intervention was implemented from 2021 to 2022. The focus area for the intervention was Jungnang-gu, one of the autonomous districts of Seoul, with a population

of approximately 400,000. As a comparative measure, the remaining 24 autonomous districts served as control areas, where no interventions were implemented, allowing each district to continue with its existing practices.

## 1. Community-based Environmental Change Intervention Models

The community-based environmental change intervention model used in this study is an intervention aimed at reducing high-risk drinking and its adverse consequences within the community. The core model, derived from the components of Holder et al. [7]’s Community Trial Project and the WHO-led SAFER strategy, was constructed by adopting strategies that can be implemented at the community level. Simultaneously, an extended model was developed to address the additional community-specific needs (Figure 1).

This model underscores the critical role of collaborative efforts among various community resources as an essential prerequisite for implementing effective interventions. Each intervention was strategically guided by a specific community resource. To ensure access to Screening, Brief Intervention, and Referral to Treatment services, executive boards of the local



**Figure 1.** A Community-based environmental change intervention model for reducing high-risk drinking and alcohol-related harm

SBIRT=Screening, Brief Intervention, and Referral to Treatment; DUI=driving under the influence.

medical, dental, and pharmacy associations played pivotal roles in reaching out to their respective members and encouraging them to participate in the program to increase the number of participating organizations, rather than dispatching a separate staff member to each health center for conducting a community health center high-risk drinking screening and counseling program. Participating organizations received program implementation guides and screening instruments used for identifying individuals engaged in high-risk drinking and providing recommendations based on the results of the screening.

In the intervention area, some of the components of the intervention model were launched in 2021, with the full spectrum of intervention components activated in 2022 within the designated intervention area. Additional details on the content of the intervention have been outlined by Kim et al. [8].

## 2. Participants

The study was conducted in Jungnang-gu, one of the 25 autonomous districts in Seoul, an urban area with a population of approximately 400,000. In 2018, the high-risk drinking prevalence in Jungnang-gu, which was reviewed during the planning phase of the intervention, was 21.6% among drinkers, ranking as the third highest among the 25 districts in Seoul. Notably, this figure significantly differed from that of Gangdong-gu, which had the lowest high-risk drinking prevalence at 13.0% among drinkers [2]. Given the sustained occurrence of this indicator in Jungnang-gu over an extended period, an intervention plan was formulated as a countermeasure.

## 3. Study Content and Data Collection

The independent variable in this study was either the implementation or absence of a community-based environmental

change intervention, designating Jungnang-gu, where the intervention was executed, as the intervention area, and considering the remaining districts of Seoul as the control area. No interventions were implemented in the control area.

The dependent variable was the prevalence of high-risk drinking among annual drinkers at the community level. The annual high-risk drinking prevalence among drinkers was defined as the percentage of individuals who consumed alcohol in the past year, with an average of 7 or more glasses (or 5 cans of beer) for men and 5 or more glasses (or 3 cans of beer) for women, and drank at least twice a week in the past year. In this study, the term 'high-risk drinking prevalence' or 'high-risk drinking prevalence among drinkers' referred to the prevalence of high-risk drinking rate among annual drinkers [2].

Data on the high-risk drinking prevalence were collected from the annual Korea Community Health Survey (KCHS) conducted by the Korea Disease Control and Prevention Agency. Starting in 2022, the majority of community health surveys have been conducted from August to October of each year, with results release around June of the following year. For this study, gender- and age-specific standardized high-risk drinking prevalence from the KCHS collected in 2020 served as the baseline measure, while the prevalence of high-risk drinking in 2022 served as the post-intervention measure. Furthermore, data on high-risk drinking were collected for all years from 2008 to 2022, encompassing the period when the KCHS was initially conducted. This comprehensive dataset allowed for the examination of the time series of high-risk drinking prevalence for each of the 25 autonomous districts [2].

Although the interventions in this study aimed at reducing both high-risk drinking and its associated harms, unpublished national-level data on drinking harms were unavailable. This

limitation emerged because the study focused on the short-term outcomes within <2 years following the implementation of the interventions. Consequently, the study exclusively utilized high-risk drinking as an outcome variable.

#### 4. Statistical Analysis Methods

To examine the time series of high-risk drinking prevalence across the 25 autonomous districts in Seoul from 2008 to 2022 and assess the changes in Jungnang-gu's ranking among these districts before and after the intervention, a boxplot was generated to depict the distribution of high-risk drinking prevalence among annual drinkers by year.

Given the limited number of observations available from the initiation of the intervention in the intervention area and beyond, two in 2021 and two in 2022, it was deemed inappropriate to apply double-difference analysis or interrupted time series analysis regression models [9]. Therefore, to indirectly assess the impact of the intervention, the difference in mean high-risk drinking prevalence between the intervention and control areas was analyzed using a t test, stratified into pre-intervention and post-intervention periods.

Additionally, the prevalence of high-risk drinking for the intervention and control areas were plotted at baseline in 2020 and 2022 after the intervention to observe the changes. The percentage change from baseline was then calculated and compared in each area. This was defined as the % change in high-risk drinking prevalence, which was calculated for each of the 24 districts in the control area. And the average % change in the control area was computed and compared with the % change in the intervention area. The data were analyzed using the SAS Institute software version 9.4 (SAS Institute).

## Results

### 1. Status of Community Environmental Change Interventions (Outputs of the Implementation of the Community Environmental Change Interventions)

#### 1) Establishment and operation of a regional council

To facilitate the implementation of community-based environmental change interventions, memorandums of understanding were signed by pertinent stakeholders in the local community, and a council was organized to conduct launching ceremonies and annual meetings. In addition, ongoing discussions occurred periodically with each participating institution or organization throughout the year to refine the intervention strategy and allow each institution or organization to take ownership of the project. The council was named the <Jungnang-gu Drinking Environment and Culture Improvement Council>, and the participating organizations were as follows:

— For the interventions included in the core model: Jungnang-gu Office (Health Center), Jungnang-gu Council, Jungnang Police Station, Korean Foodservice Industry Association Jungnang-gu Branch, Jungnang-gu Medical, Dental, and Pharmacy Associations, Jungnang-gu Mental Health and Welfare Center, and three emergency healthcare centers in the area.

— For the interventions included in the extended model: Seoul Dongbu District Office of Education, Residents' Association, and Jungnang Council for Improving Drinking Culture.

#### 2) Intervention status

As of October 31, 2023, an overview of the interventions

categorized by intervention strategy is presented in Table 1.

## 2. Change in the Prevalence of High-risk Drinking Rates

### 1) Distribution of high-risk drinking prevalence in 25 districts of Seoul, 2008–2022

Based on the box plot of the distribution of annual high-risk drinking prevalence among drinkers in 25 districts of Seoul (Figure 2), a noticeable decrease in the high-risk drinking prevalence across all districts in Seoul was observed in

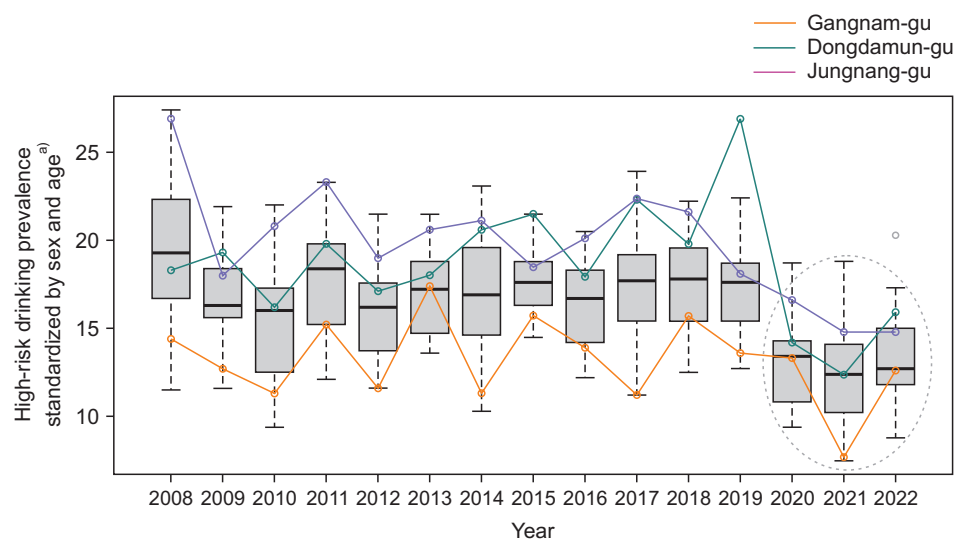
2020, before the intervention. This decline coincided with the strong promotion of social distancing measures in response to the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, which served as the baseline for this study. This decline continued in 2021 due to the impact of social distancing measures.

Upon reviewing the placement of the intervention area, Jungnang-gu, on the boxplot, it consistently appeared near the top among the 25 districts in all but 3 years throughout the 13-year period (from 2008 to 2020). As a point of reference, the locations of Dongdaemun-gu, which has similar characteristics

**Table 1.** Summary of the implementation status of community-based environmental change interventions

	Participating entities	Intervention	Implementation status
Main model	District council	Restrictions on alcohol accessibility	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amendment of the ordinance completed</li> <li>• Designation of Zone 1 as a alcohol-restricted area (penalty imposition scheduled)</li> </ul>
	Police station	Drinking-driving prevention	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Developing measures to strengthen enforcement against drunk driving and aiding and abetting drunk driving</li> <li>• Extension of drinking-driving enforcement hours until 4 a.m.</li> <li>• Enforcement of drinking-driving for kick scooters/bicycles</li> <li>• Promotional banners placed at 17 major intersections</li> </ul>
	Korea foodservice industry association	Responsible beverage service	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 314 restaurants or pub/bar participated</li> <li>• Incorporated video training for alcohol providers into the mandatory hygiene education program for restaurant operators</li> </ul>
	Healthcare facility	Access to SBIRT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 57 local clinics, dental clinics, and pharmacies participated</li> <li>• 4 health center and branch offices participated</li> </ul>
Expanded model	Public or workplace	Access to SBIRT of general population	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Completed mobile self-report AUDIT-C screening for 521 individuals</li> <li>• 51 individuals completed the program</li> </ul>
	Schools	Underage drinking prevention	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilot project for all students in one school</li> <li>• Annual education sessions planned for 2nd-grade students at one elementary school</li> </ul>
	Homes	Public awareness	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Broadcasting campaign videos on monitors in elevators across 611 units in 61 apartment complexes</li> <li>• Year-round broadcast of shortened versions on 19 unmanned public service kiosks</li> </ul>

SBIRT=Screening, Brief Intervention, and Referral to Treatment; AUDIT-C=Alcohol Use Disorders Identification Test – Concise.



**Figure 2.** Distribution of high-risk drinking prevalence in the 25 districts of Seoul and the position of Jungnang-gu (Community Health Survey, each year)

<sup>a)</sup>High-risk drinkers among 1-year drinkers.

**Table 2.** Differences in mean high-risk drinking prevalence between intervention and control areas before and during the intervention period

	Pre-intervention period (2008–2020)			Intervention period (2021–2022)		
	Mean±SD	t	p-value	Mean±SD	t	p-value
Control area	16.7±3.1	-4.38	<0.001	13.1±2.8	-0.87	0.387
Intervention area	20.5±2.7			14.8±0.0		

SD=standard deviation.

to the intervention area in terms of social indicators, and Gangnam-gu, which has the highest number of bar establishments among the 25 districts in Seoul, were presented.

When the three communities were compared, Dongdaemun-gu and Gangnam-gu exhibited a decline in the prevalence of high-risk drinking rates from the baseline in 2020 to 2021, followed by a notable increase in 2022, coinciding with the relaxation of social distancing measures amid the COVID-19 pandemic. In contrast, the high-risk drinking prevalence in Jungnang-gu remained relatively stable from 2022 to 2021. The intervention area ranked 3rd in 2020, 6th in 2021, and 8th in 2022 among the 25 districts in high-risk drinking prevalence, positioning it within the middle 50% group.

## 2) Comparing the differences in high-risk drinking prevalence between the intervention and control sites: results of stratification analysis

Table 2 presents the results of the t test analysis of the difference in the mean values of high-risk drinking prevalence between the intervention and control areas, stratified by pre-intervention and post-intervention periods. In 2020, prior to the intervention, the prevalence of high-risk drinking rate in the intervention area was significantly higher than that in the control area ( $p<0.001$ ). However, the analysis showed no significant difference in high-risk drinking prevalence between the intervention and control areas during the intervention period (2021–2022) ( $p=0.378$ ).

### 3) Changes in the pre- and post-intervention high-risk drinking prevalence and % change

Figure 3A illustrates the prevalence of high-risk drinking in the intervention and control areas. Prior to the intervention, in 2020, the prevalence of high-risk drinking in the intervention area was 16.6%, decreasing to 14.8% in 2022. In contrast, the control areas experienced a slight increase in high-risk drinking prevalence, rising from 12.9% pre-intervention to 13.5% post-intervention.

After calculating these changes as a percentage of the baseline for each district and then averaging the percentage changes for the control areas, the high-risk drinking prevalence in 2022 increased by 7.0% from the baseline. Conversely, the intervention neighborhoods experienced a 10.8% reduction in high-risk drinking prevalence in 2022 from baseline (Figure 3B).

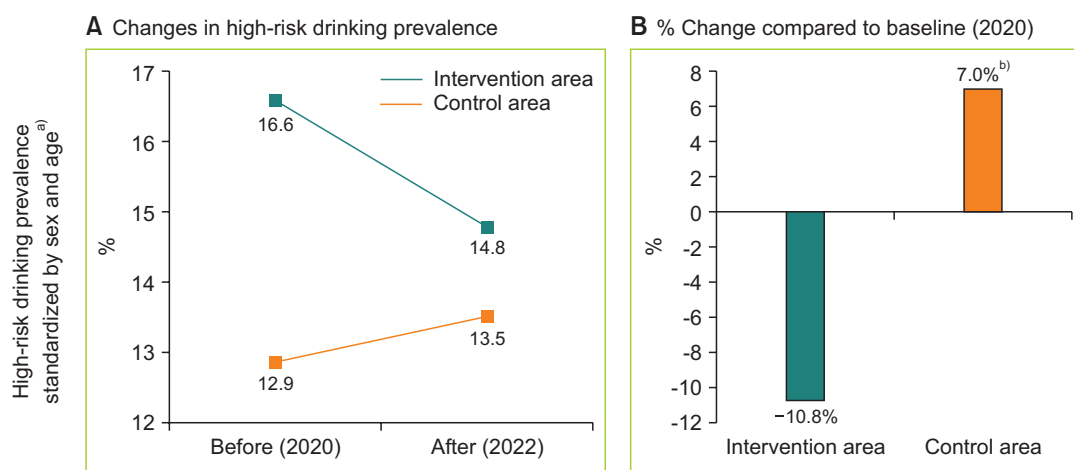
## Discussion

This quasi-experimental study analyzed the impact of a community-level environmental change approach on the high-risk drinking prevalence among annual drinkers. The findings

indicate that the environmental change approach intervention led to a reduction in the high-risk drinking prevalence compared with the absence of intervention.

The intervention model in this study included a variety of strategies that could be implemented at the local level, including public drinking restrictions, impaired driving prevention, responsible alcohol service, and screening and counseling for high-risk drinkers at the local clinics, dental clinics, and pharmacies. There is no precedent for such a multisectoral environmental approach in ROK. To the best of our knowledge, this study is the first to evaluate the effectiveness of such an approach in this country.

It is not difficult to identify studies conducted in other countries that have employed environmental change approaches to address high-risk drinking prevalence and related harmful drinking behaviors. A systematic review assessing the effectiveness of key strategies used in environmental change approaches found that organizing and activating community resources, implementing various interventions falling under the umbrella of environmental approaches to drinking (including community mobilization, responsible alcohol provider training, and



**Figure 3.** Changes in high-risk drinking prevalence and percentage of change

<sup>a)</sup>High-risk drinkers among 1-year drinkers. <sup>b)</sup>Average % change across the 24 Districts in Seoul.



strict enforcement of laws governing impaired driver licensing), impaired driving interventions such as increased police enforcement patrols and the use of car ignition interlocks, restricting alcohol advertising, limiting the density of restaurants and bars as well as wholesale and retail establishments that sell alcohol, increasing alcohol prices, and increasing alcohol taxes were more likely to be effective in reducing harmful alcohol use [10].

With regard to the mechanism underlying this effect, Holder et al. [7] evaluated the effects of implementing an intervention falling under the ‘utilizing multiple interventions’ category of the evidence-based interventions mentioned above. Furthermore, a theoretical model of how such interventions can reduce the prevalence of high-risk drinking and harmful drinking was presented. According to this model, restricting access to alcohol through strengthening licensing requirements for alcohol retail outlets and providing responsible serving training for alcohol servers can reduce the opportunity to drink, subsequently reducing the amount of alcohol consumed. This reduction in turn mitigates high-risk drinking, leading to a decrease in alcohol-related issues such as violence and injury. In terms of police countermeasures against impaired driving, increasing impaired driving patrols and simultaneously publicizing them to the community increases the fear of being caught, thereby discouraging impaired driving.

The community-based environmental change intervention employed in this study introduced a novel component to Holder et al. [7] model: screening and counseling for high-risk drinking in the local clinics, dental clinics, and pharmacies. This element is the only aspect of the WHO’s five strategies on SAFER that does not overlap with the model proposed by Holder et al. [7]. Conducting screening for high-risk drinking

and providing advice to reduce or abstain from drinking in primary healthcare settings can help connect individuals in need of professional assistance to treatment settings, subsequently mitigating the physical and mental health consequences of drinking [10].

Despite the evidence supporting the effectiveness of community-based environmental change approaches in reducing high-risk drinking and alcohol-related harms, the adoption of such approaches appears to face challenges in ROK. This is attributed to the fact that environmental change necessitates the active involvement and collaboration of diverse community resources. Achieving cross-sectoral consensus proves to be a demanding process, and the foundation of engaging and collaborating with diverse communities relies on the awareness of the drinking problem and fostering the determination to address it. However, these efforts seem to be hindered by the pervasive culture of binge drinking in ROK.

Although acknowledging the short-term nature of this impact evaluation, the results of this study suggest the potential of community-based environmental change interventions to positively influence the environment. This potential lies in the collaboration of various local resources within the intervention area, with this collaboration being an ongoing and structured endeavor, not a one-time occurrence. To facilitate the widespread adoption of this model in ROK and the attainment of its objectives, it is imperative to establish a sustainable collaborative structure for organizing community resources.

In particular, considering the spread of the intervention area in this study to other autonomous districts in Seoul, the institutions and organizations involved in the intervention project (such as the council, police department, Korean Foodservice Industry Association branch, and healthcare

practitioner organization branch in Jungnang-gu) also exist in other autonomous districts in Seoul. In essence, the basic local resources needed for expansion to other municipalities are already in place. In addition, this study has delineated the intervention's content, specifying the roles and methods for each of these community resources, thereby providing a blueprint for implementation in other areas.

In the end, the community environmental change interventions proposed in this study can be implemented by securing the workforce in charge of collaborative networking among local resources in each autonomous district. This necessitates the allocation of the equivalent of one full-time worker, and a review by the Seoul Metropolitan Government is imperative to ensure that the departments currently in charge of sobriety projects in each local government designate a responsible personnel.

In this study, interventions were conducted focusing on environmental change approaches applicable at the basic local government level. However, community-level environmental change approaches will show more tangible results if they are accompanied by policy approaches at the higher levels of local governments and the national level, such as regulations on various forms of indiscriminate advertising and interventions on alcohol availability, such as restricting the time and place of alcohol consumption and sales or introducing pricing policies.

Further studies should be conducted to evaluate the medium- and long-term effects of the community-based environmental change interventions implemented in this study, and a variety of alcohol-related variables other than high-risk drinking prevalence could be included as outcome variables. This requires administrative and financial support to ensure that implementation of the community-based environmental change

interventions can be sustained in the intervention area.

In conclusion, a community-level environmental change intervention, conducted for the first time in ROK, was observed to be effective in improving the local high-risk drinking prevalence. Although this is a short-term impact evaluation at this stage of the intervention, it is important to note that the results suggest that community-level environmental change approaches may be able to reduce high-risk drinking and, most of all, that the intervention was implemented through collaboration between local resources.

In the future, environmental change approaches that can improve the prevalence of high-risk drinking should be attempted at the local government level to improve the health of the entire Seoul Metropolitan Government, including the intervention area, which are anticipated to play a significant role in mitigating high-risk drinking across ROK.

## Declarations

**Ethics Statement:** The study was approved by the Institutional Review Board of the Catholic University of Korea (IRB no. MC22QISI0089).

**Funding Source:** This work was supported by the Research Program funded by the Korea Disease Control and Prevention Agency (fund code 2021-11-023).

**Acknowledgments:** The authors extend our heartfelt appreciation to Jungnang-gu Public Health Center and the local community resources that participated in the <Jungnang Alcohol Use Environment and Culture Improvement Partnership> for their continuous dedication and contributions to ongoing activities aimed at enhancing the health of the local community.

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

**Author Contributions:** Conceptualization: SJJ, BCS, HKL, HAB. Data curation: SBL, JTK, SYH. Formal analysis: BCS. Funding acquisition: SJJ. Investigation: SYH, YJS, MHB, SBL, MHK, JRK, JTK. Methodology: SJJ, BCS, HKL. Project administration: SYH. Resources: JRK, JTK, MP. Software: BCS. Supervision: SJJ, HKL, HAB, MP. Validation: HKL, MHB, YJS. Visualization: BCS, MP. Writing – original draft: SJJ, BCS. Writing – review & editing: SJJ, BCS, HKL.

## References

1. Lee SM, Kim KA, Ra KW. Study on the socioeconomic costs of health risk factors: a focus on the years 2015–2019. National Health Insurance Service, Health Insurance Research Institute; 2022.
2. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Korea community health at a glance 2022: Korea Community Health Survey (KCHS). KDCA; 2023.
3. Patel AK, Balasanova AA. Unhealthy alcohol use. *JAMA* 2021;326:196.
4. Sudhinaraset M, Wigglesworth C, Takeuchi DT. Social and cultural contexts of alcohol use: influences in a social-ecological framework. *Alcohol Res* 2016;38:35–45.
5. Lim HK, Khang YH. Tobacco price increases in Korea and their impact on socioeconomic inequalities in smoking and subsequent socioeconomic inequalities in mortality: a modelling study. *Tob Control* 2021;30:160–7.
6. Rekve D, Banatvala N, Karpati A, et al. Prioritising action on alcohol for health and development. *BMJ* 2019;367: l6162.
7. Holder HD, Gruenewald PJ, Ponicki WR, et al. Effect of community-based interventions on high-risk drinking and alcohol-related injuries. *JAMA* 2000;284:2341–7.
8. Kim J, Lee HK, Seong BC, et al. A comprehensive community intervention to reduce alcohol-related harms: no more alcohol to drunken project. *J Korean Acad Addictn Psychiatry* 2023;27:1–7.
9. Tryon WW. A simplified time-series analysis for evaluating treatment interventions. *J Appl Behav Anal* 1982;15: 423–9.
10. Siegfried N, Parry C. Do alcohol control policies work? An umbrella review and quality assessment of systematic reviews of alcohol control interventions (2006 – 2017). *PLoS One* 2019;14:e0214865.

# 자연재해에 대한 종합 모니터링 체계의 구축: 산불 노출과 건강 수준 간의 연관성

박희주<sup>1</sup>, 윤병윤<sup>2</sup>, 심주호<sup>2</sup>, 오주연<sup>1</sup>, 김양욱<sup>1</sup>, 이종민<sup>2</sup>, 윤진하<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 대학원 보건학과, <sup>2</sup>연세대학교 의과대학 예방의학교실, <sup>3</sup>연세대학교 의과대학 산업보건연구소

## 초 록

현대 사회에서는 기후변화로 인한 자연재해의 발생 빈도가 증가하고 있으며, 이에 따라 자연재해로 인한 건강 영향의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 이에 본 연구는 2017년에 발생한 산불 노출 지역과 비노출 지역 주민의 건강 상태에 대한 영향을 연구하여, 이러한 자연재해로 인한 건강 문제를 심층적으로 이해하고 효과적인 대응 방안인 모니터링 체계를 개발하고자 한다. 산불로 인한 건강 영향을 분석하기 위해 노출군과 비노출군 사이의 주민들을 대상으로 후향적 데이터를 활용해 산불로 인한 건강 영향을 사건 전후로 비교하였다. 건강 영향은 외래 이용률 및 입원 이용률로 평가하였다. 상대적으로 신속한 분석인 수의 변화, 율의 변화 등을 활용해 주요 변화와 결과를 확인하였다. 전문가 자문을 통해 유의미하고 타당한 결과를 선별하여 특정 질환에 대한 고도화 분석인, Difference-In-Differences analysis (DID analysis)와 시계열 분석을 진행하였다. 초기 분석 결과, 산불 노출 지역의 주민들은 심부전, 만성 폐쇄성 폐질환, 폐렴 등의 의료기관 이용률의 증가와 관련이 높았다. 결과들을 기반으로 자문을 통해 심부전에 대해 고도화 분석인 DID analysis와 시계열 분석을 수행하였고 그 결과 외래 이용률에서의 유의미한 증가가 관찰되었다. 본 연구는 재난 취약 지역과 관련 질환을 식별하고, 텔레피 방식의 전문가 자문 회의를 통해 분석의 정확성을 높였다. 이와 같이 모니터링 체계를 구축할 시 사전 대비 단계에서는 다양한 부처와의 협력을 활용하여 데이터를 확보하고, 후향적 분석을 통해 취약 지역과 건강 영향을 인지하여 전향적인 현장 조사 및 추적 관찰 프로토콜을 개발하는 것이 중요하다. 이후 대응 단계에서는 현장 데이터 수집 및 분석을 통해 노출 지역 고위험군을 선별하고 세밀한 추적 관찰 및 대응이 되어야 한다. 또한 노출 주민 지원을 위한 다양한 법안을 발의할 수 있다. 이러한 연구를 통한 복합적이고 체계적인 모니터링 체계의 구축은 자연재해의 노출과 건강 영향 문제에 대한 심층적인 이해와 효과적인 대응 방안 마련에 기여할 것으로 기대된다.

**주요 검색어:** 비감염성 질환; 조사; 환경 모니터링; 자연재해

## 서 론

세계보건기구 World Health Organization (WHO)에 따르

면, 비감염성 질환(non-communicable disease, NCD)은 오늘날 전 세계적으로 주요한 사망 원인 중 하나로 대두되고 있으며[1], 비감염성 만성질환으로 인한 사망은 모든 사망원인 중

Received November 27, 2023 Revised January 8, 2024 Accepted January 9, 2024

\*Corresponding author: 윤진하, Tel: +82-2-2228-1579, E-mail: flyinyou@gmail.com

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?**

산불과 같은 자연재해가 발생하면 환경적 요인에 의해 호흡기, 심혈관계 질환을 포함한 비감염성 질환의 위험이 증가한다.

**② 새로이 알게 된 내용은?**

데이터분석을 통한 모니터링 체계가 진행되어 이를 본 연구에 적용하였을 때, 산불 발생 후 노출지역 주민의 허혈성 심질환과 폐렴의 외래 및 입원 이용률이 증가했음을 알 수 있다.

**③ 시사점은?**

본 연구에서 도출된 결과를 바탕으로 자연재해로 인한 건강 영향을 최소화하고 사건 발생 전후 대비·대응 모니터링 체계 구축의 중요성을 강조한다. 이러한 연구는 자연재해로 인한 건강 영향을 최소화하기 위한 효과적인 예방 및 대응 전략을 개발하고 정부 및 관련 기관에게 기여할 것으로 기대된다.

약 71%를 차지하고 있다[2]. 이러한 질환은 병원체에 의해 직접적으로 발병하는 감염 질환과는 달리 생활습관, 유전, 환경적인 요인 등이 복합적으로 작용하여 발병한다[3]. 비감염성 질환에는 심혈관 질환, 암, 당뇨병, 만성 호흡기 질환 등이 포함되며, 이러한 질환은 장기적으로 개인의 건강상태를 저하시키고 삶의 질을 저하시킨다[2]. 그렇기 때문에 이를 모니터링하고 관리하는 것은 개인의 삶의 질 향상뿐만 아니라 국가의 공중보건 수준 향상과 의료비용 절감에도 중요한 의미를 지닌다.

국제적으로 WHO를 중심으로 여러 모니터링 체계와 프로그램이 운영되고 있다. WHO는 비감염성 질환의 발병률과 사망률 등을 감시하며, 이를 위한 각국의 정책과 조치를 모니터링하는 Global NCD Monitoring Framework를 개발하였다[4]. 이 프레임워크는 각 회원국이 자국 내 비감염성 질환의 현황을 정확히 파악하고, 필요한 예방책과 대응 전략을 마련하는 데 도움을 제공한다[4]. 이를 통해 비감염성 질환과 그

위험 요인에 대한 국가적, 지역적 전략을 수립하고 이행할 수 있으며, 이를 바탕으로 보다 효과적인 대책을 구현할 수 있다[5]. STEPwise approach to surveillance는 WHO가 개발한 비감염성 질환의 위험 요인에 대한 표준화된 감시 체계이다[6]. 이 체계를 통해, 비감염성 질환의 주요 위험 요인을 정기적으로 조사한다. 이를 통해 국가별로 비슷한 조건하에서 비감염성 질환의 위험 요인과 발병률을 비교하고 분석하는 것이 가능하다[6]. Global Burden of Disease Study (GBD)는 전 세계의 질병 부담을 평가하고 분석하는 연구로, 보건계측·평가연구소인 Institute for Health Metrics and Evaluation이 주도하고 있다[7]. GBD는 비감염성 질환뿐만 아니라, 다양한 질병과 사망 원인에 대한 국가별, 지역별 데이터를 제공하며, 이를 통해 전 세계적인 질병 부담의 패턴과 변화를 파악할 수 있다[8]. 이러한 국제적 모니터링 체계와 연구는 비감염성 질환의 전염 및 발병 패턴을 이해하는 데 필수적이며, 이를 기반으로 각국은 국가별 비교 모니터링을 통해 비감염성 질환의 발병률과 사망률을 감소시킬 수 있는 방안을 개발하고 실행할 수 있다.

국내에서도 국민건강영양조사와 건강보험심사평가원을 통한 다양한 조사와 분석이 이루어지고 있다. 국민건강영양조사는 국민의 건강수준, 건강 행태, 식품 및 영양섭취 실태 등의 조사를 통해 국민 건강증진종합계획 정책 수립, 건강증진 프로그램 개발 등 보건 정책의 기반 자료인 대표 표본 조사이다. 국민건강영양조사에서는 비감염성 만성질환과 관련하여 체중, 키, 혈압, 혈당, 콜레스테롤 수치 등을 조사하고, 생활습관에 대한 정보를 수집한다. 이는 비만, 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등의 만성질환 발병 위험을 평가하고 관리하는 데 중요한 정보를 제공한다[9]. 건강보험심사평가원에서는 건강보험의 진료비 청구 데이터를 기반으로 국민의 질환 및 진료 이용 패턴을 조사 및 분석한다. 이를 통해 어떤 질환으로 병원을 방문하는지, 어떤 치료를 받는지 등의 의료와 관련하여 상세한 정보를 파악할 수 있다. 예를 들어 건강보험심사평가원에서는



만성 질환자의 진료 이용 패턴, 처방 약물 사용 패턴 등을 분석하여, 만성질환의 유병률과 치료 패턴, 치료 효과 등에 대한 다양한 정보를 제공한다. 이러한 정보는 만성질환의 치료와 관리에 있어서 중요한 기반 데이터로 활용되며, 효과적인 건강정책 수립을 지원한다. 이러한 조사와 분석을 통해 비감염성 만성질환의 발병률과 위험요인을 파악하고, 이를 바탕으로 한 효과적인 건강 정책의 수립 및 실행을 가능하게 하며, 이로써 국민의 건강 수준 향상과 질병 부담 감소에 기여하고 있다.

자연재해와 비감염성 만성질환 간의 상관성은 이전의 여러 연구를 통해 밝혀져 왔다[10]. 특히 산불과 같은 재난 발생 이후에는 미세먼지의 영향으로 호흡기 질환의 위험이 증가하고[11], 폭염이 발생하면 열사병, 탈수, 신장 질환 등의 다양한 건강 문제가 발생할 수 있다[12]. 이러한 영향은 특히 취약 계층에서 두드러지게 나타나, 이들에 대한 보다 체계적인 건강관리 정책이 필요하다. 하지만 자연재해의 일시적이고 예측 불가능한 특성은 이에 대한 즉각적이고 효과적인 대응을 어렵게 만든다. 이상기후로 인해 자연재해 건수가 전세계적으로 증가하고 있지만[13], 자연재해로 인해 발생할 수 있는 비감염성 만성질환에 대한 연구가 여전히 부족하여 재난으로 인한 비감염성 만성질환 모니터링 및 관리의 필요성이 대두되고 있다.

국내와는 달리 국제적으로 미국과 유럽의 다양한 기관들은 자연재해와 비감염성 질환 간의 관계에 대해 지속적으로 연구하고 있으며, 그 결과를 바탕으로 다양한 가이드라인과 자료를 제공하고 있다. 예를 들어 Centers for Disease Control and Prevention과 United States Environment Protection Agency는 자연재해 발생 시 건강 위험을 최소화하고 효과적으로 대응하기 위한 다양한 지침과 자료를 제공하고 있다[14]. 유럽에서도 European Centre for Disease Prevention and Control과 European Environment Agency는 이러한 재해와 질환 간의 관계에 대한 연구와 조사를 지속적으로 수행하며, 이를 통해 각국의 대응 능력을 향상시키고 있다. 따라서

선행 연구와 국제적인 사례를 종합해 볼 때, 국내에서도 산불과 같은 자연재해와 비감염성 만성질환 간의 상관관계를 체계적으로 분석하여 한국의 자연재해와 비감염성 질환 모니터링 체계 구축이 필요하다. 이를 통해 재난 발생 시의 건강 위험을 효과적으로 관리하고, 사회적 및 경제적 손실을 최소화할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 자연재해 중 산불 발생과 비감염성 질환과의 상관관계를 분석함으로써, 자연재해 발생 이후 비감염성 만성질환의 발생을 모니터링하고 대응할 수 있는 비감염성 만성질환 조사·감시체계를 제안하고자 한다. 이를 통해 자연재해로 인한 건강 영향을 파악하고 취약 지역에 대비하며 적시에 대응함으로써 개인과 사회 전반의 자연재해로 인한 건강 영향을 최소화 및 관리하고 사회적 손실을 최소화하는 방안을 모색하고자 한다.

## 방 법

### 1. 대상

#### 1) 산불 노출 지역 선정

산림청의 산불 발생 현황, 대형산불 자료를 활용하여 산불 지속 시간, 피해 규모 결과 DB 가용기간(2012년 1월 1일부터 2020년 12월 31일), 건강 영향 등을 고려하여, 국내에서 발생한 대형 산불(피해 규모 100 ha 이상 및 24시간 이상 지속) 중 2017년 발생한 지역을 노출군으로 선정하였다.

산불 노출 지역을 산불 발생 지역과 확장된 산불 영향지역으로 구분하여 선정하여, 각 지역에 대한 대조 지역을 선정하고자 하였다. 확장된 산불 영향 지역은 산불 발원지로부터의 반경과 산불 발생 여부를 고려하였다. 환경부 소속기관인 국립환경과학원에서 정지궤도 환경 위성 천리안위성 2B호 영상 분석한 결과 동해안 산불로 배출된 지상 대기오염물질 관측망 농도는 초미세먼지의 경우 최대  $385 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 이산화질소와 일산화탄소 등에서도 최대 0.028 ppm과 3.8 ppm 수준으



로 평소 대비 최소 3.5배에서 많게는 24배까지 높게 나타났다[15]. 이에 주변 대기오염 수준 자료 확보가 가능한 지역에만 추가로 고려하였다. 산림청 산불 발생 현황과 환경부 에어코리아의 대기오염 자료는 읍·면·동 수준으로 제공되고 있으나, 산불 영향이 여러 읍·면·동에 걸쳐 발생할 수 있는 점과 산간 지역 근처 대기오염 측정소가 시·군·구별 1개인 점을 고려하여 지역 선정 단위를 시·군·구 수준으로 정의하였다. 확장된 산불 노출 지역은 다음과 같은 순서로 선정되었으며 산불 노출 지역을 요약하면 표 1과 같다.

(1) 발원지로부터의 거리가 반경 50 km 이내인 지역을 선정함.

(2) 발생일 전후 1년 이내 대형 산불 발생 이력이 있는 지역을 제외함.

(3) 측정소가 존재하는 경우, 주변 지역의 발생 당일(2017.05.06) PM10의 24h-최대농도가 발생 전일(2017.05.05) PM10의 24h-최대농도와 그 전 한달(2017.04.06-2017.05.05) PM10 24h-농도의 standard deviation의 2배의 합보다 크거나 같은 지역을 확장된 산불 노출 지역으로 선정함.

(4) 산업보건 및 환경보건 전문가로 구성된 자문위원회를 통해 선정한 산불 노출 지역 및 확장된 산불 노출 지역의 타당성을 검토함.

(5) 측정소가 존재하지 않는 지역의 경우, 산불 발원지, 산불 발생 여부 조건을 충족하면 선정함.

## 2) 산불 노출 대조지역 선정

산불에 따른 건강 영향을 확인하고자 대조군 지역을

선정하였으며, 선정 시 산림청의 산불 발생 현황, 통계청 KOSIS 자료 등을 이용하였다. 노출 지역 이외 해당 기간(2017.05.06) 전후 1년간 대형산불(피해 면적이 100 ha 이상)이 없었던 시·군 중에서 노출 지역과 인구통계학적 특성이 비슷한 시·군·구를 무작위 선정하고자 하였다. 인구통계학적 특성은 연령, 성별, 농가인구, 기초생활수급자 수, 요양기관 수를 활용하였다. 지역 특성 변수를 많이 반영할수록 매칭 가능한 시·군·구 후보군이 부족해지므로, 지역의 특성을 반영하는 주요 변수 중 연령 분포, 성별 분포, 농가인구 분포 세 가지 변수를 매칭에 사용하였다. 무작위 선정 시 평균 연령을 5세 단위로 범주화하고, 해당 시·군의 연앙 인구 대비 성별, 농가 인구 비율을 산출한 후, 삼사분위수를 기준으로 범주화하여 활용하였다. 산불 발생 지역과 확장된 산불 노출 지역으로 구분하여 선정하고, 각 지역에 대한 대조지역을 선정하였으며, 대조군 후보가 부족하여 선정이 불가능한 지역은 미선정하였다(표 2). 또한 노출지역과 대조지역을 설명하기 위해 인구통계학적 특성을 정리하였다(보충 표 1).

213개의 대조 시·군·구 지역에 대하여 연령-성별-농가인구 기준 산불 발생 지역 1:10, 확장된 산불 노출 지역 1:1 무작위 선정을 수행하였다(표 3).

## 3) 조사 관찰 질병 항목

선행연구에 따르면 산불 연기는 초미세먼지(PM2.5), 일산화탄소, 질소산화물, 휘발성 유기화합물과 같은 가스의 복합 혼합물로 호흡기계 질환을 자극하고 면역반응을 일으켜 염증을 일으킨다. 선행연구와 관련 논문 리뷰를 통해 산불과 유의

표 1. 산불 노출 지역 요약

구분	산불 발생 지역	확장된 산불 노출 지역	
		대기오염 측정소	
		미설치 지역	설치 지역
정의	산불 발원 지역	발원지 반경 50 km에 속하는 시·군	발원지 반경 50 km 속하며, 발생일 PM10 최대 농도가 기준치 <sup>a)</sup> 이상인 경우

<sup>a)</sup>기준치=발생 전일(2017.05.05) PM10 24h-최대농도+그 전 한달(2017.04.06-2017.05.05) PM10 24h-농도의 2SD.

표 2. 대조군 후보 지역 인구 통계학 특성

인구통계학적 특성	지역수	최소	최대
연령(세)			
35-39	43	36.1	39.9
40-44	96	40.0	44.8
45-49	53	45.0	49.8
50-54	36	50.1	54.9
55-59	1	55.3	55.3
성별(%)			
Tertile 1	76	47.6	49.6
Tertile 1	77	49.6	50.4
Tertile 1	76	50.4	56.8
농가인구(%)			
Tertile 1	76	0.1	5.1
Tertile 1	77	5.2	18.8
Tertile 1	76	19.1	64.3

표 3. 산불 대조군 후보 지역 수

산불 노출 지역	인구통계학특성 (연령-성별-농가인구)	대조군 (지역수)
산불 발생 지역		
노출지역 1	2-1-1	11
노출지역 2	3-2-1	10
확장된 산불 노출 지역		
노출지역 1		
확장 노출 지역 1	2-0-0	21
확장 노출 지역 2	2-2-1	19
확장 노출 지역 3	2-2-2	4
⋮	⋮	⋮
확장 노출 지역 10	3-2-2	10
노출지역 2		
확장 노출 지역 1	2-0-0	19
확장 노출 지역 2	3-1-1	4
확장 노출 지역 3		
⋮	⋮	⋮
확장 노출 지역 10	4-1-2	9

미한 관계가 있는 질병으로 언급된 만성 폐쇄성 폐질환, 천식, 폐렴, 허혈성 심질환, 심부전을 시범 연구 조사 관찰 대상 질병으로 선정하였다(표 4) [16].

표 4. 선행연구 조사 관찰 질환 항목

질환	ICD-10 CODE
만성 폐쇄성 폐질환	J43, J44 (J430 제외)
심부전	I50
천식	J45
폐렴	J10-18
허혈성 심질환	I20-25

## 2. 분석 방법

산불 사건 발생 이후 급성/아급성 영향을 확인하기 위해 노출군/비노출군 지역 내 외래 및 입원 이용률 증가 여부를 분석하였다. 대조군인 비노출군은 1년간 산불 발생이 없고 노출군과 인구집단이 유사한 지역으로 설정하였다. 건강보험공단 데이터와 허혈성 심질환, 폐렴, 천식, 심부전, 만성 폐쇄성 폐질환에 대해 점차 해상도를 높이는 방향으로 분석을 진행하였다.

산불 발생 전후에 따른 노출군/비노출군별 질환별 산불 발생 전후의 외래 및 입원 이용 횟수에 대해 정리하였다. Chi-square 분석을 활용하여 산불 발생 전후의 이용 횟수의 차이가 유의미하게 발생하는지 분석하였다. 각 외래 및 입원 이용 횟수는 포아송 분포를 활용하여 95% 신뢰구간(95% confidence interval, 95% CI)을 산출하였다. 이를 기반으로 산불 발생 전후 2년의 외래 및 입원 이용률의 변화를 분석하기 위해 10만 명당 지역별 2017년 전체 인구에서 산불 발생 전후의 외래 및 입원 이용률의 비 및 신뢰 구간을 산출하였다. 이 결과 중 노출군에서 외래 혹은 입원 이용률의 비가 특히 유의미하게 높다고 판단되는 질환에 대해서 전문가와 자문회의를 통해 검토하여 추가 분석을 진행하였다.

추가 분석으로는 첫째, 노출군 및 비노출군의 연간 외래 및 입원 이용률의 변화를 분석하기 위해 Difference-In-Differences analysis (DID analysis)를 진행하였다. 이중차분법은 특정 사건 전후로 실험군과 대조군의 차이를 비교하기 위해 사용되는 분석으로, 노출군에서 사건이 발생하지 않았을 때의 예측되는 외래 및 입원 이용률과 사건 이후 실제 외래 및

입원 이용률에 대한 변화추이 및 차이를 비교하고 동시에 비노출군과 노출군의 외래 및 입원 이용률의 비에 대해 비교분석을 진행하였다. 실험군과 동질적인 대조군의 전후 관계를 비교함으로써 시간에 따라 변하는 관측 불가능한 요인이 제거되어 인과 효과 추정값을 식별할 수 있다. DID analysis를 통해 사건의 인과 효과 분석을 위해서는 대조군, 실험군 각각 사건 전후의 자료를 활용해야 하며, 다음과 같은 네 집단으로 분류할 수 있다. 사건 발생 이전 대조군을  $C_B$ , 실험군을  $T_B$ 로 분류하고, 사건 발생 이후 대조군을  $C_A$ , 실험군을  $T_A$ 로 분류할 수 있다. 네 집단을 기반으로 인과관계와 DID를 추정하는 식은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \text{인과관계} &= T_A - T'_A \\ \text{DID 추정 방법} &= (T_A - T_B) - (C_A - C_B) \end{aligned}$$

둘째, 시간의 흐름에 따라 기록된 자료에서 특정 사건 이후 추세의 변화 추이를 보는 방법인 시계열 분석(interrupted time series analysis)을 통해 월별 추세에 따라 연령과 성별, 장기 추세와 계절적요인을 보정하여 노출군과 비노출군 내에서 산불 발생 이후 특정 질병에서 외래 및 입원 이용률의 변화 추이를 확인하였다. 시계열 분석 방법을 통해 시계열 데이터의 분포와 패턴을 학습하고, 이를 통해 미래의 경향성을 예측할 수 있다. 양적 예측 방법을 통해 예측될 변수 자체의 과거 자료에서 어떠한 패턴을 발견하여 미래에도 그러한 특성의 패턴이 반복될 것이라는 가정하에서 모형을 확립하여 예측할 수

있다. Generalized Additive Models 모델을 활용한 본 연구에서 사용된 시계열 분석의 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} g(\text{Heart failure}_t) \\ = \beta_0 + f_0(\text{wildfire}_{t-1}) + f_2(\text{Season}_t) + f_3(\text{Month}_t) + \varepsilon(t) \end{aligned}$$

모든 분석은 R (버전 4.0.5)을 사용하였다. 본 연구는 헬싱키 선언의 윤리적 원칙을 준수하며 연세의료원 세브란스병원 연구심의위원회(IRB 4-2023-0433)의 승인을 받았다.

## 결 과

노출군 및 비노출군 지역의 전체 인구수는 1,116,485명으로 이 중 남성이 564,585명이었으며, 여성은 551,900명이었다. 분석 결과 산불 발생 이전 2년과 이후 2년에 따른 외래 및 입원 이용 횟수는 노출군/비노출군별, 질환별 차이를 보였다. 노출군의 산불 발생 전후 외래 이용 횟수는 모든 질환에서 산불 발생 이전에 비해 발생 후 유의미하게 증가하였으나, 입원 이용 횟수는 폐렴, 허혈성 심질환에서만 유의미하게 증가하였다(표 5).

비노출군의 산불 발생 이전 2년과 이후 2년의 외래 이용 횟수는 심부전, 천식, 폐렴, 허혈성 심질환에서 산불 발생 이후 유의미하게 증가하였으며, 산불 발생 전후 입원 이용 횟수는 만성 폐쇄성 폐질환, 폐렴, 허혈성 심질환에서 산불 발생 후 유의미하게 증가하였다(표 6).

표 5. 산불 발생 전후에 따른 노출군의 외래 및 입원 이용 횟수

질환	인구수	산불 이전 연간외래 이용횟수	산불 이후 연간외래 이용횟수	p-value	산불 이전 연간입원 이용횟수	산불 이후 연간입원 이용횟수	p-value
만성 폐쇄성 폐질환	168,124	12,126	14,228	<0.001	716	704	<0.001
심부전	168,124	8,450	11,756	<0.001	839	818	<0.001
천식	168,124	28,048	28,884	<0.001	802	784	<0.001
폐렴	168,124	15,992	18,628	<0.001	3,524	3,757	<0.001
허혈성 심질환	168,124	41,479	46,579	<0.001	2,819	3,450	<0.001

산불 발생 전후의 이용 횟수를 기반으로 산불 발생 전후에 따른 연간 입원 이용률의 비는 다음과 같이 분석되었다(그림 1). 산불 발생 전후에 따른 노출군과 비노출군의 연간 입원 이용률의 비는 허혈성 심질환(95% CI: 1.26 [1.19-1.33],  $p$ -value<0.001; 95% CI: 1.22 [1.16-1.29],  $p$ -value<0.001)과 폐렴(95% CI: 1.10 [1.04-1.16],  $p$ -value=0.001; 95% CI: 1.07 [1.02-1.12],  $p$ -value=0.006)에서는 유의하게 증가하였고, 천식(95% CI: 1.03 [0.93-1.14],  $p$ -value=0.56; 95% CI: 0.98 [0.89-1.08],  $p$ -value=0.651)과 만성 폐쇄성 폐질환(95% CI: 0.98 [0.89-1.09],  $p$ -value=0.75; 95% CI: 1.04 [0.95-1.13],  $p$ -value=0.403)은 노출군과 비노출군에서 모두 유의하지 않았다. 반면 심부전(95% CI: 1.43 [1.29-1.58],  $p$ -value<0.001; 95% CI: 0.97 [0.89-1.07],  $p$ -value=0.605)은 노출군에서는 유의하게 증가하였지만, 비노출군에서는 유의하지 않았다.

산불 발생 전후에 따른 노출군과 비노출군의 연간 외래 이용률의 비는 다음과 같이 분석되었다(그림 2). 노출군, 비노출군 모두 허혈성 심질환(95% CI: 1.17 [1.15-1.20],  $p$ -value<0.001; 95% CI: 1.12 [1.11-1.13],  $p$ -value<0.001), 폐렴(95% CI: 1.16 [1.14-1.19],  $p$ -value<0.001; 95% CI: 1.44 [1.41-1.46],  $p$ -value<0.001), 천식(95% CI: 1.03 [1.01-1.05],  $p$ -value<0.001; 95% CI: 1.12 [1.11-1.14],  $p$ -value<0.001), 심부전(95% CI: 1.39 [1.35-1.43],  $p$ -value<0.001; 95% CI: 1.14 [1.11-1.17],  $p$ -value<0.001)에서 유의미하게 증가하였지만, 만성 폐쇄성 폐질환(95% CI: 1.17 [1.15-1.20],  $p$ -value<0.001; 95% CI: 0.99 [0.97-1.01],  $p$ -value=0.431)은 노출군에서는 유의하게 증가한 반면, 비노출군에서는 유의미하지 않았다.

전문가 자문회의를 통해 상기 입원 이용률의 비에서 노출군에서 더 크게 유의미한 증가를 보인 심부전에 대한 결과 타

표 6. 산불 발생 전후에 따른 비노출군의 외래 및 입원 이용 횟수

질환	인구수	산불 이전 연간외래 이용횟수	산불 이후 연간외래 이용횟수	p-value	산불 이전 연간입원 이용횟수	산불 이후 연간입원 이용횟수	p-value
만성 폐쇄성 폐질환	261,321	14,785	14,650	<0.001	1,069	1,108	<0.001
심부전	261,321	10,624	12,118	<0.001	839	818	<0.001
천식	261,321	51,301	57,541	<0.001	802	784	<0.001
폐렴	261,321	22,589	32,487	<0.001	3,524	3,757	<0.001
허혈성 심질환	261,321	51,269	57,406	<0.001	2,819	3,450	<0.001

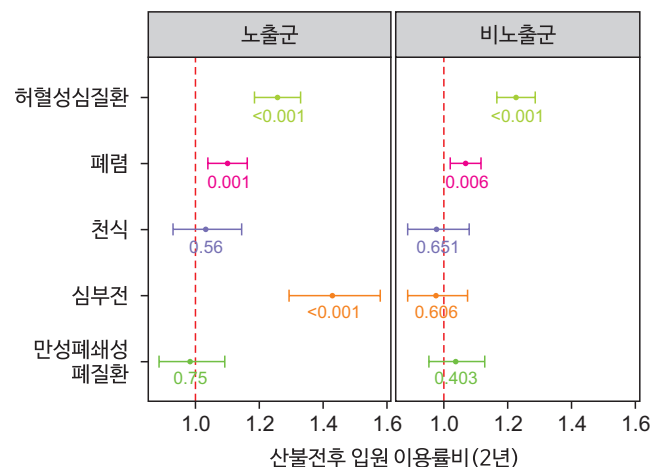


그림 1. 산불 발생 전후 연간 입원 이용률의 비

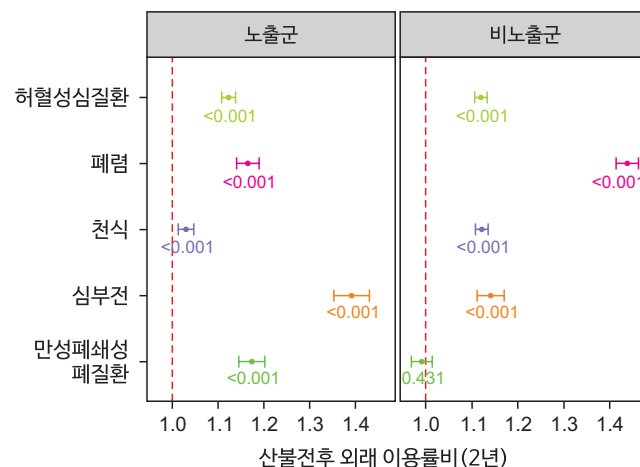


그림 2. 산불 발생 전후 연간 외래 이용률의 비

당성 검토 및 추가 분석 여부를 결정하였다. 기존 지식과 전문가의 의견 수렴을 거쳐 이중차분법 및 시계열 분석을 추가로 시행하였다. 입원 이용률은 산불 발생 이전에는 노출군과 비노출군 모두 감소하는 추세였으나, 산불 발생 이후 노출군의 실제 입원 이용률(산불 노출 2년 후 연간 입원 이용률: 6,992.46/10만 명당)은 산불이 발생하지 않았을 경우 예상되는 입원 이용률(산불 노출 2년 후 연간 입원 이용률: 5,597.76/10만 명당)보다 80.05% 증가했다(그림 3). 노출군에서 심부전으로 인한 연간 외래 이용률은 노출군과 비노출군에서 증가하고 있던 추세였으나, 산불 발생 이후 산불이 발생하지 않았을 경우 예상되는 외래 이용률(산불 노출 2년 후 연간 외래 이용률: 381.56/10만 명당)보다 실제 이용률(산불 노출 2년 후 연간 외래 이용률: 556.73/10만 명당)이 68.54% 증가했다(그림 4).

시계열 분석 그래프의 x축은 사건 발생 전후 2년의 개월수이며, y축은 10만 명당 연간 입원 및 외래 이용률이다. 그래프 내 붉은 점선의 수직선은 산불이 발생한 시점이며, 파란 실선은 산불이 발생하지 않았을 경우 예상되는 외래 및 입원 이용률이다. 파란 점선은 산불 발생 이후 실제 입원 및 외래 이용률이며, 붉은 점선은 시계열 데이터의 패턴과 추세를 식별하는데 사용되는 평활화(smoothing) 그래프이다. 노출군에서 심

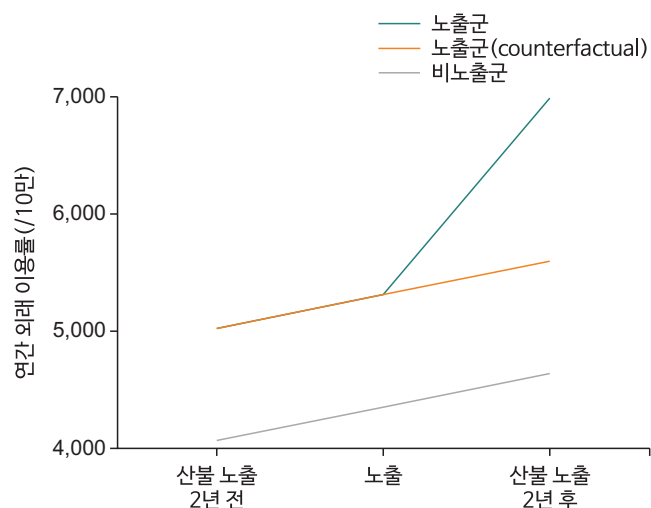


그림 3. 산불 노출에 따른 심부전 입원 이용률 변화추이

부전의 실제 입원 이용률의 변화추이(pre-interruption slope; estimate, 0.252; p-value<0.001)는 산불 발생 이전 증가하는 추세를 보였다. 산불 발생 이후 event (산불 발생)로 인한 변화추이(level change; estimate, -0.044; p-value=0.986)는 살짝 감소하는 추세를 보였으나 유의미하지 않았다. Event로 인한 아급성 효과를 반영한 입원 이용률 역시 감소하는 추세(post-interruption slope; estimate, -0.183; p-value=0.127)를 보였으나 유의미하지 않았다(그림 5, 보충 표 2).

시계열 분석을 통해 노출군에서 심부전의 실제 외래 이용률의 변화추이(pre-interruption slope; estimate, 0.649; p-value<0.001)는 산불 발생 이전 증가하는 추세를 보였다. 산

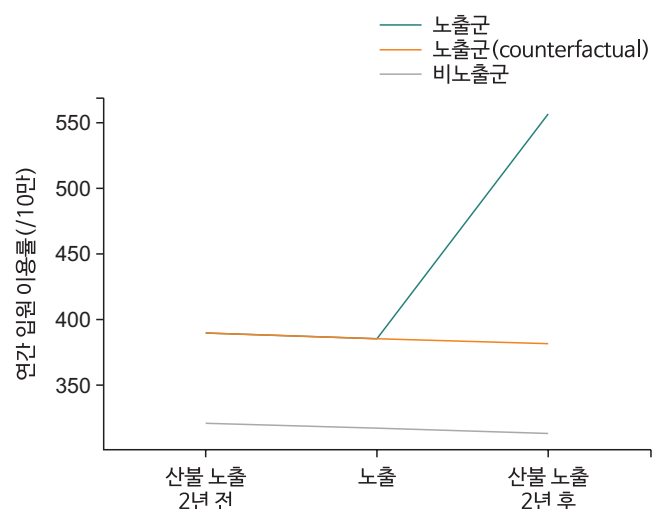


그림 4. 산불 노출에 따른 심부전 외래 이용률 변화추이

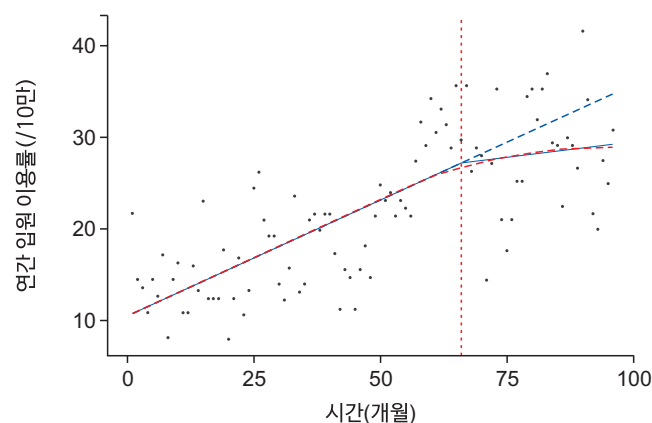


그림 5. 월별 추세를 고려한 심부전의 입원 이용률 변화



불 발생 이후 event (산불 발생)로 인한 변화추이(level change; estimate, 52.525; p-value<0.001)가 보다 더 증가하는 양상을 보인 뒤, event로 인한 아급성 효과를 반영한 외래 이용률은 감소하는 추세(post-interruption slope; estimate, -0.866; p-value=0.029)를 보인다(그림 6, 보충 표 3).

## 논 의

본 연구는 2017년 발생한 산불 노출 지역과 비노출 지역의 주민을 대상으로 산불 발생과 아급성 질환의 상관관계에 대해 연구하여 자연재해인 산불로 인한 건강영향을 빠르게 파악하고 불필요한 분석을 최소화하는 방법을 모색하는 단기적 계획 수립과 관련된 결과이다. 산불로 인한 건강 영향은 다양한 질병에 영향을 미칠 수 있고 유의미한 영향을 끼칠 수 있는 질환인 심부전, 폐렴 등 호흡기계 질환을 문헌 고찰을 활용하여 선정하였다[16,17]. 초기에는 상대적으로 신속한 분석인 수의 변화, 율의 변화를 활용해 주요 변화와 결과를 확인하고자 하였다. 노출군에서의 산불 발생 전후에 따른 외래 이용률의 비는 심부전에서, 입원 이용률의 비는 허혈성 심질환에서 가장 많이 유의하게 증가했다. 비노출군에서의 산불 발생 전후에 다른 외래 이용률의 비는 폐렴에서, 입원 이용률의 비는 허혈성 심질환에서 가장 많이 유의하게 증가했다. 그 후 선행

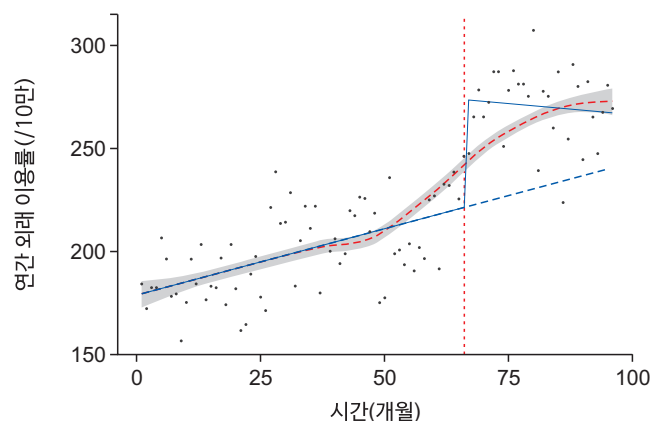


그림 6. 월별 추세를 고려한 심부전의 외래 이용률 변화

연구 검토 및 전문가 자문회의를 통해 산불 노출로 인한 상기 질환들의 이용률 증가에 대해 유의미하고 타당한 결과를 추려 내고, 추가 고도화 분석 여부 및 고도화 분석 대상 질환을 결정하였다. 산불로 인해 야기되는 대기오염으로 인한 심부전의 영향은 노출 기간과 관계없이 발생하며[18], DeFlorio-Barker 등[19]의 논문에 따르면, PM2.5  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  증가할 경우 산불이 발생한 기간에 0.61%의 심혈관질환으로 인한 입원이 증가하며, 그 외 기간에는 0.69%의 심혈관질환으로 인한 입원이 증가한다. 산불이 발생한 경우 PM2.5가 훨씬 높게 증가하기 때문에[19], 전체적인 심혈관질환은 증가하게 된다는 선행연구에 따라 심부전에 대하여 추가 고도화 분석을 진행하였다. DID analysis와 시계열 분석을 활용하여 고도화된 분석을 통해 노출군과 비노출군의 외래 및 입원 이용률 비교를 진행하였으며, 그중 외래 이용률의 유의미한 증가가 두 가지 분석 모두에서 관찰되었다.

본 연구는 후향적 데이터를 활용한 노출 지역(재난 피해 지역) 선정, 관련 질환 선정, 분석결과를 통한 유의미한 결과 도출에 전문가 자문위원회를 통해 연구진의 의견에 객관성 및 타당성을 확보하고자 하였다. 단기적 분석의 한계점, 특히 측정되지 않은 교란 변수들을 고려하여, RAND/UCLA 적절성 방법(RAND/UCLA Appropriateness Method)을 사용하여 2명의 전문가 자문 위원회를 실시하였다. RAND/UCLA 적절성 방법은 기술의 적절한 사용을 결정하는데 사용되며, 문헌에 대한 비판적 검토와 임상 전문가의 의견을 결합한 방식이다[20]. 의료 서비스 연구 등에서 RAND/UCLA 적절성 방법은 토론 라운드를 추가하여 진행하기 때문에 수정된 델파이(Delphi) 방식이라고 한다[21]. 이 방법은 기술의 적절한 사용을 결정하고, 문헌에 대한 비판적 검토와 임상 전문가의 의견을 결합하는 방식으로, 본 연구에서의 이러한 접근은 단기적인 분석에서 발생할 수 있는 한계점을 극복하는 데 도움을 주었다. 또한 단기적인 분석의 한계점을 넘어 중장기적 데이터 확보를 통해 연구의 지속성을 보장하고 분석의 한계를 극



복할 수 있는 체계적인 모니터링 시스템의 개발의 필요성이 강조된다. 이러한 접근은 산불로 인한 대기오염과 같은 장기적이고 중대한 건강 위험에 대응하는데 필수적이며, 이를 통해 정부와 관련 기관은 산불을 비롯한 자연재해의 건강 영향에 대한 인식을 높이고, 효과적인 예방 및 대응 전략을 개발할 수 있다.

이에 따라 본 연구에서는 산불을 비롯한 자연재해의 모니터링 체계를 제안하고자 한다. 모니터링 체계는 크게 사전 인지 및 대비 단계와 대응 단계로 나눌 수 있다. 먼저, 사전 인지 및 대비 단계에서는 자연 재해 발생 후의 대응 및 모니터링 체계를 위해 다양한 부처와의 협력을 통한 데이터 사전 확보의 기반을 마련하는 것이 중요하다. 산불을 예로 들면 산림청, 환경부, 지자체, 보건복지부, 행정안전부 등과의 연계를 통해 산불 노출 관련 데이터, 의료기관 데이터, 지역사회 보건소 데이터 등을 확보할 수 있다. 여기서 미리 후향적으로 확보할 수 있는 데이터를 통해 분석 항목 목록화 및 시범 분석을 하고 산불의 취약 지역과 발생할 수 있는 건강 영향 위험을 파악하게 된다. 그 결과를 통해 산불의 취약 지역을 단계별로 설정하고 노출 취약 지역과 비노출(대조군) 지역의 전향적인 현장 조사 수집 항목을 사전에 정의할 수 있다. 최종적으로는 산불 취약 지역 및 대조 지역의 현장 조사 및 대상 주민 추적 관찰 프로토콜을 개발해야 한다. 이에 따라 맞춤형 모니터링을 시행하고 효과적인 현장 대응 전략을 마련할 수 있다. 본 연구의 일련의 과정이 모니터링 체계의 사전 인지 및 대비 단계에 대한 예시가 될 수 있겠다.

대응 단계의 경우, 중기적으로는 사건 직후 현장 조사를 통한 신속한 데이터 수집과 고도화된 분석을 통한 대응이 핵심이다. 이 단계에서는 기존 사전 인지 및 대비 단계에서 마련하였던 현장 조사 및 추적 관찰 프로토콜을 활용하여 노출/비노출 지역 주민들의 기본 정보와 의료 기록, 노출 현장의 환경 측정 자료 등을 수집하고 분석한다. 분석을 통해 노출 지역 주민의 건강 영향 고위험군을 선별하고 고위험 대상에 대한 세

밀한 추적 관찰과 지원을 통해 대응할 수 있다. 이 과정에서 발생하는 보완 사항은 지속적으로 델파이 방식의 전문가 자문 회의를 통해 논의하여 더 고도화된 모니터링 체계 및 추적 관찰 프로토콜을 만들 수 있다. 나아가 지속적인 추적 관찰을 통해 장기적 건강 영향을 추적하고 노출 지역 주민과 관련된 법안을 발의할 수 있겠다. 법안에는 건강 영향을 크게 받는 고위험군 주민에 대한 의료 지원, 환경 및 건강 모니터링 체계의 법적 기반 마련, 그리고 지역사회 건강 및 복지 증진 정책을 포함한다. 이 모든 단계는 자연 재해 발생 후 주민들의 건강과 안전을 보호하고, 장기적으로 대응 능력을 강화하는데 중점을 둔 모니터링 체계라고 할 수 있다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 1) 장기간 수집된 데이터일수록 통계적 검정력과 신뢰성이 향상하겠지만, 자료의 한계로 인하여 계절적인 변이를 보정할 수 있는 최소한의 기간으로 사건 발생 전후 2년을 설정하였다. 또한 여러 노출 요인에 따른 질병 발생에 관한 연구를 진행하기 위해서는 노출군과 대조군의 4년(48개월)에 대해 질환에 따른 월별 외래 및 입원의 이용률에 관한 연구가 진행되기 위해서는 장기간의 자료를 활용한 추가연구가 필요하다. 2) 본 연구에서는 자료적 한계로 인하여 지역적 매칭 변수로 연령, 성별, 농가인구 분포를 사용하였다. 이에 따라 지역적 특성을 갖는 흡연률, 음주율과 같은 만성질환 지표 등의 사회적 변수를 보정 및 매칭한 추가 연구가 필요하다. 3) 심부전 이외 질환이 산불 전후에 크게 변화하지 않아 연구기간 내 발생한 산불 외 다른 재난으로 인해 질환 발생이 영향 받았을 가능성이 있다. 따라서 다른 재난에 따른 질병 발생에 관한 추가 연구가 필요하다. 4) 본 연구에서는 자료의 한계로 인해 여러 노출 요인에 따른 질병 발생에 관한 연구를 진행하기 위해서는 노출군과 대조군의 4년(48개월)에 대해 질환에 따른 월별 외래 및 입원의 이용률에 관한 추가연구가 필요하다.

결론적으로 이러한 연구를 통한 복합적이고 체계적인 모니터링 체계의 구축이 자연 재해의 노출과 건강 영향 문제에

대한 심층적인 이해와 효과적인 대응 방안 마련에 기여할 것으로 기대된다. 본 연구가 제시한 체계적인 접근법은 산불뿐만 아니라 다른 자연재해로부터의 건강영향 모니터링 체계 개발에 있어서 중요한 토대가 될 것으로 생각된다.

## Declarations

**Ethics Statement:** This study was approved by the Institutional Review Board of Yonsei University Health System Severance Hospital (IRB 4-2023-0433).

**Funding Source:** This research was supported by the “Korea Disease Control and Prevention Agency” research project (project No. 2023-12-105).

**Acknowledgments:** None.

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

**Author Contributions:** Conceptualization: HJP, BYY, JHS, JHY. Data curation: BYY, JYO, YWK. Formal analysis: HJP, BYY, YWK. Funding acquisition: JHY. Investigation: JHY. Methodology: HJP, BYY, JYO, JHY. Project administration: JHS, JHY. Resources: JHY. Supervision: JHS, JHY. Validation: BYY. Visualization: HJP, BYY. Writing – original draft: HJP, JML. Writing – review & editing: BYY, JHS, JHY.

## Supplementary Materials

Supplementary data are available online.

## References

1. Waswa J, Wairegi S, Asiko L. Non communicable diseases –the elephant in the room. *Res J Food Nutr* 2018;2:55–64.
2. Zhou T, Guan H, Yao J, Xiong X, Ma A. The quality of life in Chinese population with chronic non-communicable diseases according to EQ-5D-3L: a systematic review. *Qual Life Res* 2018;27:2799–814.
3. Singer M. Non-communicable diseases. In: Cockerham WC, Dingwall R, Quah S, editors. *The Wiley Blackwell encyclopedia of health, illness, behavior, and society*. John Wiley & Sons; 2014. p. 1686–90.
4. Krishnan A. Sustainable surveillance systems for noncommunicable diseases in developing countries: a bridge too far or a realizable dream? *Int J Noncommun Dis* 2016;1: 53–4.
5. Mattke S, Chow JC. Measuring health system progress in reducing mortality from noncommunicable diseases. *Rand Health Q* 2012;2:14.
6. Riley L, Guthold R, Cowan M, et al. The World Health Organization STEPwise approach to noncommunicable disease risk-factor surveillance: methods, challenges, and opportunities. *Am J Public Health* 2016;106:74–8.
7. Tichenor M, Sridhar D. Metric partnerships: global burden of disease estimates within the World Bank, the World Health Organisation and the Institute for Health Metrics and Evaluation. *Wellcome Open Res* 2019;4:35.
8. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet* 2020;396:1204–22. Erratum in: *Lancet* 2020;396:1562.
9. Jang SY, Ju EY, Choi S, et al. Prehypertension and obesity in middle-aged Korean men and women: the third Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES III) study. *J Public Health (Oxf)* 2012;34: 562–9.
10. Ngaruiya C, Bernstein R, Leff R, et al. Systematic review on chronic non-communicable disease in disaster settings. *BMC Public Health* 2022;22:1234.
11. Dohrenwend PB, Le MV, Bush JA, Thomas CF. The impact on emergency department visits for respiratory illness during the Southern California wildfires. *West J Emerg Med* 2013;14:79–84.
12. Liu T, Xu YJ, Zhang YH, et al. Associations between risk perception, spontaneous adaptation behavior to heat waves and heatstroke in Guangdong province, China. *BMC Public Health* 2013;13:913.
13. Thomas V, López R. Global Increase in climate-related disasters. *ADB Econ Work Pap Ser* 2015;(466):i–v, 1–38.

14. Ruiz A, Gerding J, Cruz M, Laco J, Funk R. Centers for Disease Control and Prevention National Center for Environmental Health/Agency for Toxic Substances and Disease Registry roles in hurricane response and postdisaster mosquito control. *J Am Mosq Control Assoc* 2020; 36(2s):78-81.
15. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet* 2020;396:1204-22. Erratum in: *Lancet* 2020;396:1562.
16. Reid CE, Brauer M, Johnston FH, Jerrett M, Balme JR, Elliott CT. Critical review of health impacts of wildfire smoke exposure. *Environ Health Perspect* 2016;124:1334-43.
17. Grant E, Runkle JD. Long-term health effects of wildfire exposure: a scoping review. *J Clim Chang Health* 2022;6: 100110.
18. Jia Y, Lin Z, He Z, et al. Effect of air pollution on heart failure: systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect* 2023;131:76001.
19. DeFlorio-Barker S, Crooks J, Reyes J, Rappold AG. Cardiopulmonary effects of fine particulate matter exposure among older adults, during wildfire and non-wildfire periods, in the United States 2008-2010. *Environ Health Perspect* 2019;127:37006.
20. Medina YF, Ruiz AJ, Rondon MA. A standardized physical examination method for joints to determine rheumatoid arthritis activity using the modified RAND/UCLA appropriateness method. *J Multidiscip Healthc* 2023;16:1287-99.
21. Khodyakov D, Grant S, Denger B, et al. Practical considerations in using online modified-Delphi approaches to engage patients and other stakeholders in clinical practice guideline development. *Patient* 2020;13:11-21.

# Establishing a Comprehensive Monitoring System for Natural Disasters: The Associations between Wildfire Exposure and Health Outcomes

Heejoo Park<sup>1</sup>, Byungyoon Yun<sup>2</sup>, Juho Sim<sup>2</sup>, Juyeon Oh<sup>1</sup>, Yangwook Kim<sup>1</sup>, Jongmin Lee<sup>2</sup>, Jin-ha Yoon<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Public Health, Graduate School Yonsei University, Seoul, Korea, <sup>2</sup>Department of Preventive Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea, <sup>3</sup>Institute for Occupational Health, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

## ABSTRACT

This study examines the health impacts of a 2017 wildfire on residents in both exposed and non-exposed areas, highlighting the increasing importance of health consequences related to natural disasters in contemporary society. The research utilizes retrospective data to compare health outcomes before and after the wildfire, between the two groups. Health impacts are assessed through rates of outpatient visits and hospitalizations, with a focus on conditions such as congestive heart failure, chronic obstructive pulmonary disease, and pneumonia in the exposed area. The study conducted rapid analysis using advanced techniques, including the double-difference method and time series analysis, to identify significant changes and outcomes. Expert consultations and the Delphi method enhanced the accuracy of the analysis, aiding in the identification of vulnerable areas and health conditions. The research emphasizes the importance of collaboration with various agencies to secure data during the pre-preparedness phase and recommends proactive on-site investigations and tracking and observation protocols during retrospective analysis. In the response phase, the focus was on rapid data collection, advanced analysis identification of high-risk populations in exposed areas, and precise tracking and response strategies. Furthermore, the study suggests the potential for proposing legislative measures to support residents in exposed areas. The establishment of a comprehensive and systematic monitoring system based on the findings of this research, is expected to contribute to a deeper understanding of natural disaster exposure and its associated health impacts, as well as to the development of effective response strategies.

**Key words:** Non-communicable diseases; Investigation; Environmental monitoring; Natural disasters

\*Corresponding author: Jin-ha Yoon, Tel: +82-2-2228-1579, E-mail: flyinyou@gmail.com

## Introduction

According to the World Health Organization (WHO), non-communicable diseases (NCDs) are a prominent cause of

global mortality [1], responsible for approximately 71% of all deaths [2]. In contrast to infectious diseases, which result directly from pathogenic agents, NCDs emerge from a complex interplay of lifestyle, genetic, and environmental factors [3].

### Key messages

#### ① What is known previously?

When natural disasters such as bushfires occur, environmental factors contribute to an increase the risk of non-communicable diseases, including respiratory and cardiovascular diseases.

#### ② What new information is presented?

The monitoring system developed and applied in this study revealed, through data analysis, that outpatient and hospitalization rates for ischemic heart disease and pneumonia increased among residents exposed to the wildfires.

#### ③ What are implications?

The findings from this study highlight the importance of minimizing the health impacts of natural disasters by establishing robust pre-event and post-event preparedness and response monitoring systems. This research is poised to contribute to the formulation of effective prevention and response strategies, aiming to mitigate the health effects of natural disasters and support governments and relevant agencies.

This category encompasses conditions such as cardiovascular disease, cancer, diabetes, chronic respiratory disease, and more, all of which, over the long term, significantly diminish an individual's health status and overall quality of life [2]. Consequently, both effective monitoring and management of NCDs are crucial not only for enhancing individuals' quality of life but also for bolstering public health on a national level and curbing healthcare costs.

The WHO operates various monitoring systems and programs worldwide. It has created the Global NCD Monitoring Framework to oversee the incidence and mortality of NCDs, as well as the policies and actions adopted by countries in addressing them [4]. This framework helps member states gain

a better understanding of the current NCD status within their borders and supports the development of essential preventive and response strategies [4]. Furthermore, it facilitates the creation and execution of national and regional strategies concerning NCDs and their risk factors, providing a foundation for the implementation of more effective countermeasures [5]. The STEPwise approach to surveillance (STEP) is a standardized framework for monitoring NCD risk factors, developed by the WHO [6]. This system provides for regular examination of the primary risk factors for NCDs, facilitating the comparison and analysis of these factors and the incidence of NCDs across countries facing similar conditions [6]. The Global Burden of Disease Study (GBD) is a comprehensive assessment of the global burden of disease led by the Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) [7]. The GBD study offers national and regional data on various diseases, causes of death, and NCDs. These data are instrumental for understanding patterns and changes in the global burden of disease [8]. These international monitoring systems and studies play a crucial role in clarifying the transmission and incidence patterns of NCDs. This understanding enables countries to develop and implement measures for reducing the incidence of and mortality from NCDs through comparative monitoring across nations.

In the Republic of Korea (ROK), several surveys and analyses are conducted through the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) and the Health Insurance Review and Assessment Service. The NHANES is a representative sample survey that plays a crucial role in shaping health policies. It serves as the foundation for initiatives such as national health plan policies and health promotion programs by investigating the health level, health behaviors, and food and nutrition intake of the population. This survey examines key

health metrics such as weight, height, blood pressure, blood sugar, and cholesterol levels. Additionally, it gathers information on lifestyle habits in relation to NCDs. The collected data provide valuable insights for assessing and managing the risk of developing NCDs such as obesity, hypertension, diabetes, and hyperlipidemia [9]. On the other hand, the Health Insurance Review and Assessment Service conducts an examination and analysis of health and healthcare utilization patterns of the population using health insurance claims data. This analysis yields detailed healthcare information, including the specific conditions for which people seek medical attention and the treatments they receive. For instance, the Health Insurance Review and Assessment Service analyzes healthcare utilization patterns among patients with NCDs, including prescription drug use. This analysis provides essential information on NCD prevalence, treatment patterns, and the effectiveness of treatments. Such insights are vital for the effective treatment and management of NCDs, informing the development of pertinent health policies. These surveys and analyses play a key role in identifying NCD incidence and associated risk factors. Through use of these data, targeted health policies can be established and implemented, contributing significantly to improving overall population health and reducing the burden of diseases.

Previous studies have revealed the association between natural disasters and NCDs [10]. Specifically, the risk of respiratory diseases increases following events such as wildfires owing to the impact of fine particulate matter [11]. Additionally, heat waves can result in various health issues, including heat stroke, dehydration, and kidney disease [12]. These impacts are especially pronounced in vulnerable populations, necessitating more systematic healthcare policies. However, the transient and unpredictable nature of natural disasters poses challenges

to our capacity for immediate and effective response. Despite the global increase in natural disasters driven by extreme weather events [13], there is a notable lack of research on NCDs resulting from these disasters. This underscores the importance of monitoring and managing NCDs induced by natural disasters.

Internationally, and in contrast to domestic efforts, various organizations in the United States and Europe continue to examine the correlation between natural disasters and NCDs, offering diverse guidelines and resources based on their research findings. Notably, entities such as the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) and the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) furnish guidance and a range of resources aimed at mitigating health risks and facilitating effective responses to natural disasters [14]. In Europe, the European Center for Disease Prevention and Control (ECDC) and the European Environment Agency (EEA) remain actively engaged in research and investigations concerning the connection between disasters and disease, with the goal of enhancing national response capabilities. Drawing from insights gained in previous studies and international experiences, it is clear that establishing a comprehensive natural disaster and NCD monitoring system in the ROK is imperative. This entails a systematic analysis of the correlation between natural disasters, such as wildfires, and NCDs. Such a monitoring system would enable the effective management of health risks during disasters and contribute to the minimization of social and economic losses.

This study seeks to propose an investigation and surveillance system for NCDs by analyzing the correlation between wildfire occurrences and the emergence of NCDs during natural disasters. The aim is to develop a system capable of monitoring and responding to the emergence of NCDs in



the aftermath of such disasters. Through the identification of health effects associated with natural disasters and timely preparation and response to vulnerable areas, this study aims to minimize and manage the health impacts of NCDs on both individuals and society as a whole, ultimately reducing social losses.

## Methods

### 1. Target

#### 1) Selection of wildfire-exposed areas

The study utilized Korea Forest Service data to identify significant 2017 wildfires for the exposure group. These wildfires were chosen based on exceeding 100 hectares and lasting more than 24 hours. Selection criteria included wildfire duration, data availability from January 1, 2012, to December 31, 2020, and potential health impacts.

Wildfire-exposed areas were categorized into wildfire-affected areas and expanded wildfire-affected areas, with corresponding control areas selected for each area. The assessment of expanded wildfire-affected regions considered the radius from the wildfire origin and the occurrence of the wildfires. The National Institute of Environmental Science, affiliated with the Ministry of Environment, analyzed footage acquired by Chollian Satellite 2B, the geostationary environmental satellite.

The analysis revealed that concentrations of ground air pollutants from the wildfires on the east coast were at least 3.5 times and up to 24 times higher than usual in the observation network. This included elevated levels of up to 385  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  for ultra-fine particles, and up to 0.028 ppm and 3.8 ppm for nitrogen dioxide and carbon monoxide, respectively [15]. Hence, areas where ambient air pollution level data were accessible were given further consideration. The Korea Forest Service provided data on wildfire occurrences, and air pollution information was available from the Ministry of Environment's Air Korea, exclusively at the eup, myeon, and dong levels, signifying village and town-scale units. However, recognizing that wildfire impacts may span across multiple villages, and with only one air pollution monitoring station per municipality (or city, county, or district) in mountainous areas, this study established the municipality level as the regional selection unit. The expanded wildfire-exposed areas were selected in the sequence specified below, outlining the wildfire-exposed areas (Table 1).

- (1) Areas within a 50-kilometer radius of the origin were chosen.
- (2) Regions with a history of significant wildfires within one year before and after the occurrence date were excluded.
- (3) In locations with a monitoring station, wildfire-exposed areas were selected if the 24-hour maximum concentration of PM10 on the day of the event (May 6, 2017) was greater than

**Table 1.** Summary of wildfire exposure areas

Division	Forest fire area	Expanded forest fire exposure area	
		Air pollution measurement station	
		Non-installed area	Installation area
Definition	Wildfire origin area	Cities and counties within a 50 km radius of the source	If the source is within a 50 km radius and the maximum PM10 concentration on the day of occurrence is above the standard <sup>a)</sup>

<sup>a)</sup>Baseline value=PM10 24h-maximum concentration the day before the occurrence (2017.05.05)+2SD of PM10 24h-concentration for the month before (2017.04.06-2017.05.05).

or equal to the sum of two times the standard deviation (SD) of the 24-hour maximum concentration of PM<sub>10</sub> on the day before the event (May 5, 2017) and the 24-hour maximum concentration of PM<sub>10</sub> in the month before (i.e., April 6 to May 5, 2017).

(4) An advisory committee comprising industrial and environmental health experts reviewed the validity of the chosen wildfire-exposed areas and extended wildfire-exposed areas.

(5) In areas without monitoring stations, the selection was based on the presence of the wildfire origin and the occurrence of wildfires.

## 2) Selection of control areas exposed to wildfires

To assess the health effects of wildfires, control areas were chosen based on the wildfire occurrence status provided by the Korea Forest Service and KOSIS data from Statistics Korea. Apart from the exposed areas, this study randomly picked cities, counties, and districts with comparable demographic characteristics to those of the exposed areas. These districts were selected from among those without significant wildfires (damage area of 100 hectares or more) within one year before and after the specified period (May 6, 2017). The demographic characteristics taken into consideration included age, gender, farm population, the number of basic living recipients, and the number of elderly care institutions. The incorporation of additional variables that reflect local characteristics reduces the number of eligible cities, counties, and districts available for matching. Therefore, three key variables representing local characteristics—age distribution, gender distribution, and farm population distribution—were utilized for the matching process. To ensure randomness, the population was divided into five-year increments according to their average age. Additionally, in the

random selection process, the average age was categorized into five-year intervals. Furthermore, the gender ratio and the agricultural population's proportion were calculated relative to the middle-of-the-year population of each city and county. These data were then classified and utilized based on the three quartiles. The same exercise was conducted to determine the ratio of each city and county's population involved in farming. For both wildfire areas and expanded wildfire-exposed areas, a corresponding control area was selected. Areas without available control candidates due to a lack of suitable matches were excluded from selection (Table 2). Additionally, this study presented a summary of demographic characteristics to provide an overview of both the exposed and control areas (Supplementary Table 1).

For the 213 control cities, counties, and districts, a 1:10 randomization was conducted for wildfire-exposed areas, and a 1:1 randomization was used for expanded wildfire-exposed

**Table 2.** Wildfire non-exposure candidate area demographic characteristics

Demographic characteristics	N of regions	Min	Max
Age (yr)			
35–39	43	36.1	39.9
40–44	96	40.0	44.8
45–49	53	45.0	49.8
50–54	36	50.1	54.9
55–59	1	55.3	55.3
Gender (%)			
Tertile 1	76	47.6	49.6
Tertile 1	77	49.6	50.4
Tertile 1	76	50.4	56.8
Farm population (%)			
Tertile 1	76	0.1	5.1
Tertile 1	77	5.2	18.8
Tertile 1	76	19.1	64.3

N=number.

**Table 3.** Number of candidate wildfire non-exposure areas

Wildfire exposure area	Demographic characteristics (age-gender-farm population)	Non-exposure group (N of regions)
Forest fire area		
Exposure area 1	2-1-1	11
Exposure area 2	3-2-1	10
Expanded wildfire exposure area		
Exposure area 1		
Extended exposure area 1	2-0-0	21
Extended exposure area 2	2-2-1	19
Extended exposure area 3	2-2-2	4
⋮	⋮	⋮
Extended exposure area 10	3-2-2	10
Exposure area 2		
Extended exposure area 1	2-0-0	19
Extended exposure area 2	3-1-1	4
Extended exposure area 3		
⋮	⋮	⋮
Extended exposure area 10	4-1-2	9

N=number.

areas based on age, gender, and rural population (Table 3).

### 3) Surveyed disease items

Previous studies have demonstrated that wildfire smoke comprises a complex mixture of gases, including fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>), carbon monoxide, nitrogen oxides, and volatile organic compounds, which can stimulate respiratory illnesses and trigger immune responses leading to inflammation. Through a review of prior studies and relevant literature, this study identified chronic obstructive pulmonary disease, asthma, pneumonia, ischemic heart disease, and heart failure as the diseases to be observed in the pilot study. These conditions have been cited in the literature as having a significant relationship to wildfires (Table 4) [16].

## 2. Analytical Methods

To assess the acute/sub-acute impacts following the wildfire

**Table 4.** Disease list to be observed in previous research

Disease	ICD-10 CODE
Chronic obstructive pulmonary disease	J43, J44 (exclude J430)
Heart failure	I50
Asthma	J45
Pneumonia	J10-18
Ischemic heart disease	I20-25

event, this study examined whether an increase occurred in the utilization of outpatient and inpatient services in both the exposed and unexposed areas. The control group, representing the unexposed area, was defined as an area that did not experience wildfires for one year and had a population similar to that of the exposed area. Utilizing data from the National Health Insurance Service, analyses were performed for examining increased incidences of ischemic heart disease, pneumonia, asthma, heart failure, and chronic obstructive pulmonary disease.

The number of outpatient and inpatient visits before and after the wildfires was classified by disease and summarized for both exposed and unexposed groups. Chi-square analysis was employed to determine the significance of differences in visit numbers before and after the wildfires. For each outpatient and inpatient visit, a 95% confidence interval (95% CI) was calculated using a Poisson distribution. To assess changes in outpatient and inpatient service utilization in the two years preceding and following the wildfires, the ratio and confidence interval of outpatient and inpatient service utilization, both before and after the wildfires were computed for the overall population in 2017 by region per 100,000 people. Subsequently, these results were examined in consultation with experts to identify conditions with notably high rates of utilization of outpatient or inpatient services in the exposed group for further analysis.

For the purpose of further analysis, a difference-in-differences (DID) analysis was initially conducted to examine the change in annual outpatient and inpatient service utilization rates for the exposed and unexposed groups. DID is a method employed to compare the difference between experimental and control groups before and after a specific event. It evaluates the change trend and difference between the predicted utilization rate of outpatient and inpatient services in the exposed group without the event and the actual utilization rate of outpatient and inpatient services after the event. Simultaneously, it compares the ratio of the utilization rates of outpatient and inpatient services of the unexposed group to that of the exposed group. By comparing the before-and-after relationship between the experimental group and a homogeneous control group, unobservable factors that change over time can be removed, allowing causal effect estimates to be identified. To analyze the causal effect of an event with DID analysis, it is necessary to

utilize data from before and after the event for both the control and experimental groups. Respectively, and can be classified into the following four groups. The control group before the event can be categorized as  $C_B$  and the experimental group as  $T_B$ , and the control group after the event can be categorized as  $C_A$  and the experimental group as  $T_A$ . The formula for estimating causality and DID based on the four groups is as follows:

$$\text{Causality} = T_A - T_B$$

$$\text{DID estimation method} = (T_A - T_B) - (C_A - C_B)$$

Second, an interrupted time series analysis, which is a method for examining changes in trends after a specific event in longitudinally recorded data, was employed. This allowed the identification of alterations in the utilization rates of outpatient and inpatient services for specific diseases following the wildfires in both the exposed and unexposed groups. The analysis accounted for age, gender, long-term trends, and seasonal factors based on monthly trends. Interrupted time series analysis methods are designed to discern the distribution and patterns within time-series data, facilitating the prediction of future trends. Through the use of quantitative forecasting methods, historical data of the variable to be predicted reveals different patterns, allowing the design of a model that assumes that such patterns will repeat in the future. The equation for the interrupted time series analysis employed in this study using the GAM model is as follows:

$$g(\text{Heart failure}_t) = \beta_0 + f_0(\text{wildfire}_{t-1}) + f_2(\text{Season}_t) + f_3(\text{Month}_t) + \varepsilon(t)$$

All analyses were conducted using R (version 4.0.5). This

study adhered to the ethical principles of the Declaration of Helsinki and was approved by the Institutional Review Board of Yonsei University Severance Hospital (IRB 4-2023-0433).

## Results

The total population in the exposed group and unexposed group areas was 1,116,485, comprising 564,585 males and 551,900 females. The analysis revealed variations in the number of outpatient and hospitalization visits in the two years before and two years after the wildfires, with differences between the exposed and unexposed groups and by disease. Specifically, the number of outpatient visits in the exposed group significantly increased after the wildfires compared to before the

wildfires for all conditions. However, the number of hospitalizations increased significantly only for pneumonia and ischemic heart disease (Table 5).

In the unexposed group, the number of outpatient visits in the two years before and after wildfires increased significantly after wildfires in cases of heart failure, asthma, pneumonia, and ischemic heart disease. Additionally, the number of inpatient visits before and after wildfires increased significantly after wildfires in cases of chronic obstructive pulmonary disease, pneumonia, and ischemic heart disease (Table 6).

Based on the number of visits before and after the wildfires, the ratio of annual hospitalization utilization before and after the wildfires was analyzed as follows (Figure 1). The ratio of annual hospitalization utilization between the exposed and

**Table 5.** Number of outpatient and hospitalization uses by exposed group before and after wildfire outbreak

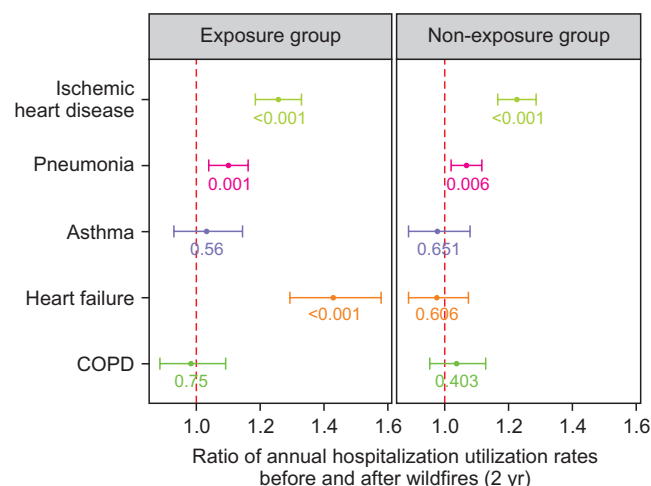
Disease	Population	N of outpatient visits per year before forest fire	N of outpatient visits per year after forest fire	p-value	N of hospitalizations per year before wildfire	N of hospitalizations per year after wildfire	p-value
COPD	168,124	12,126	14,228	<0.001	716	704	<0.001
Heart failure	168,124	8,450	11,756	<0.001	839	818	<0.001
Asthma	168,124	28,048	28,884	<0.001	802	784	<0.001
Pneumonia	168,124	15,992	18,628	<0.001	3,524	3,757	<0.001
Ischemic heart disease	168,124	41,479	46,579	<0.001	2,819	3,450	<0.001

N=number; COPD=chronic obstructive pulmonary disease.

**Table 6.** Number of outpatient and hospitalization uses in d groups before and after wildfire outbreak

Disease	Population	N of outpatient visits per year before forest fire	N of outpatient visits per year after forest fire	p-value	N of hospitalizations per year before wildfire	N of hospitalizations per year after wildfire	p-value
COPD	261,321	14,785	14,650	<0.001	1,069	1,108	<0.001
Heart failure	261,321	10,624	12,118	<0.001	839	818	<0.001
Asthma	261,321	51,301	57,541	<0.001	802	784	<0.001
Pneumonia	261,321	22,589	32,487	<0.001	3,524	3,757	<0.001
Ischemic heart disease	261,321	51,269	57,406	<0.001	2,819	3,450	<0.001

N=number; COPD=chronic obstructive pulmonary disease.

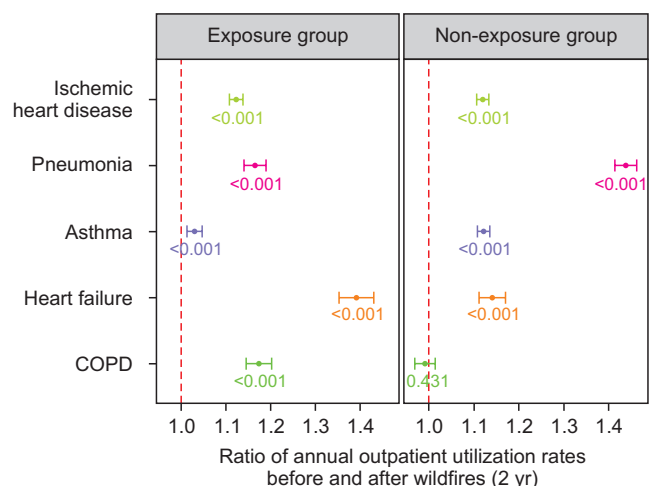


**Figure 1.** Ratio of annual hospitalization utilization rates before and after wildfires

COPD=chronic obstructive pulmonary disease.

unexposed groups before and after the wildfires significantly increased in the case of ischemic heart disease (95% CI: 1.26 [1.19–1.33], p-value<0.001; 95% CI: 1.22 [1.16–1.29], p-value<0.001) and pneumonia (95% CI: 1.10 [1.04–1.16], p-value=0.001; 95% CI: 1.07 [1.02–1.12], p-value=0.006). However, the ratios for asthma (95% CI: 1.03 [0.93–1.14], p-value=0.56; 95% CI: 0.98 [0.89–1.08], p-value=0.651) and chronic obstructive pulmonary disease (95% CI: 0.98 [0.89–1.09], p-value=0.76; 95% CI: 1.04 [0.95–1.13], p-value=0.403) were not significant in the exposed and unexposed groups. In contrast, heart failure (95% CI: 1.43 [1.29–1.58], p-value<0.001; 95% CI: 0.97 [0.89–1.07], p-value=0.605) significantly increased in the exposed group but not in the unexposed group.

The ratio of annual utilization of outpatient services between the exposed and unexposed groups before and after the wildfires was analyzed as follows (Figure 2). Both the exposed and unexposed groups had significantly higher rates of ischemic heart disease (95% CI: 1.17 [1.15–1.20], p-value<0.001; 95% CI: 1.12 [1.11–1.13], p-value<0.001), pneumonia (95%



**Figure 2.** Ratio of annual outpatient utilization rates before and after wildfires

COPD=chronic obstructive pulmonary disease.

CI: 1.16 [1.14–1.19], p-value<0.001; 95% CI: 1.44 [1.41–1.46], p-value<0.001), asthma (95% CI: 1.03 [1.01–1.05], p-value<0.001; 95% CI: 1.12 [1.11–1.14], p-value<0.001), and heart failure (95% CI: 1.39 [1.35–1.43], p-value<0.001; 95% CI: 1.14 [1.11–1.17], p-value<0.001). However, chronic obstructive pulmonary disease (95% CI: 1.17 [1.15–1.20], p-value<0.001; 95% CI: 0.99 [0.97–1.01], p-value=0.431) significantly increased in the exposed group but not in the unexposed group.

An expert advisory meeting was convened to review the validity of the results for heart failure and to determine whether further analysis was warranted. The review indicated a larger and more significant increase in the exposed group in the above ratio of hospitalization utilization. Drawing upon existing knowledge and expert input, the review team conducted additional DID and interrupted time series analyses. The hospitalization utilization rate was decreasing in both the exposed and unexposed groups before the wildfires. However, after the wildfires, the actual hospitalization utilization rate in the exposed group (annualized hospitalization utilization rate two

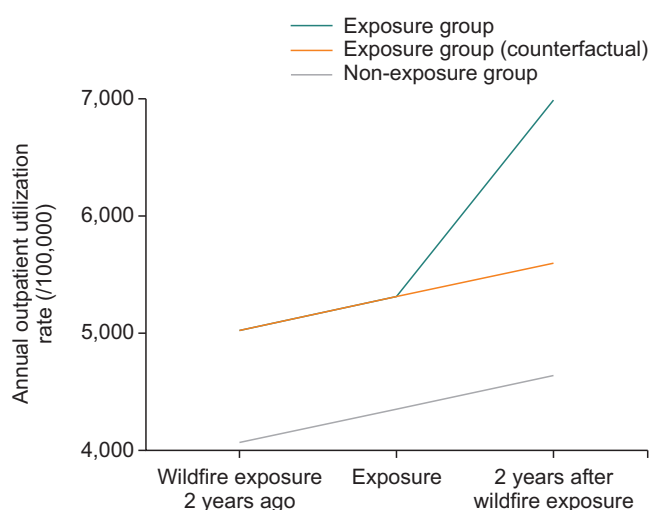


years after wildfire exposure: 6,992.46/100,000) was 80.05% higher than the rate expected if the wildfires had not occurred (annualized hospitalization utilization rate two years after wildfire exposure: 5,597.76/100,000) (Figure 3). The annual utilization rate of outpatient services for heart failure was increasing in both the exposed and unexposed groups. However, after the wildfires, the actual utilization rate in the exposed group (556.73/100,000) was 68.54% higher than the rate expected if the wildfires had not occurred (annual utilization rate of outpatient services two years post-exposure: 381.56/100,000) (Figure 4).

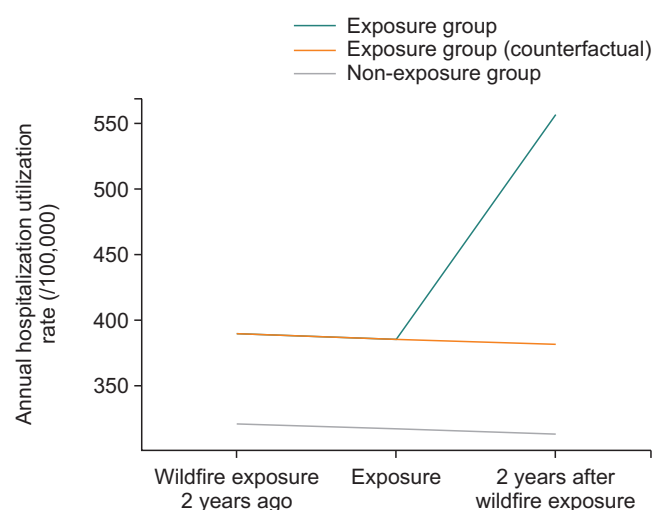
The x-axis of the interrupted time series analysis graph represents the number of months in the two years before and after the event, while the y-axis indicates the annual utilization rate of inpatient and outpatient services per 100,000 people. The vertical red dashed line on the graph signifies when the wildfires occurred, and the solid blue line represents the expected utilization rate of outpatient and inpatient services if the wildfires had not occurred. The blue dashed line illustrates the actual utilization of inpatient and outpatient services after the wildfires, and the red dotted line is a smoothing graph utilized

to determine patterns and trends in the time-series data. The change in actual hospitalization utilization for heart failure in the exposed group (pre-interruption slope; estimate, 0.252;  $p$ -value<0.001) was increasing before the wildfires. After the wildfires, the change due to the event (level change; estimate, -0.044;  $p$ -value=0.986) decreased slightly but was not significant. Hospitalization utilization, reflecting the subacute effect of the event, also showed a downward trend (post-interruption slope; estimate, -0.183;  $p$ -value=0.127) but was not significant (Figure 5, Supplementary Table 2).

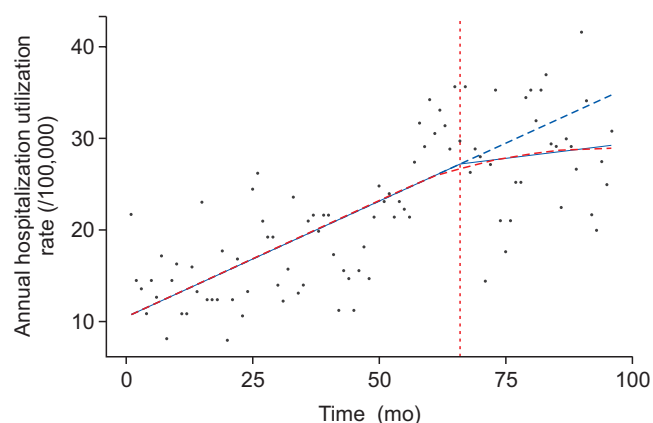
The interrupted time series analysis revealed an increasing trend in the actual outpatient service utilization rate for heart failure in the exposed group prior to the wildfires (pre-interruption slope; estimate, 0.649;  $p$ -value<0.001). Following the wildfires, there was a marked increase in this trend attributable to the event (level change; estimate, 52.525;  $p$ -value<0.001), which was then followed by a declining trend in outpatient service utilization, reflecting the subacute effects of the event (post-interruption slope; estimate, -0.866;  $p$ -value=0.029) (Figure 6, Supplementary Table 3).



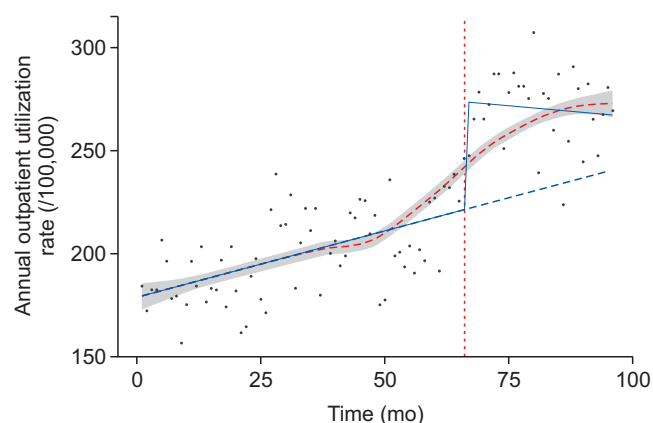
**Figure 3.** Changes in heart failure hospitalization rate due to exposure to forest fires



**Figure 4.** Changes in heart failure outpatient utilization rate due to exposure to forest fires



**Figure 5.** Changes in hospitalization utilization for heart failure considering monthly trends (2 years)



**Figure 6.** Changes in heart failure outpatient utilization considering monthly trends (2 years)

## Discussion

This study investigated the association between wildfires and subacute illnesses in residents of wildfire-exposed and non-exposed areas during the 2017 wildfires in the ROK. From a short-term planning perspective, the findings can help promptly identify health impacts resulting from natural disasters, such as wildfires, and explore strategies for minimizing unnecessary analyses. Respiratory diseases, including heart failure and pneumonia, were selected on the basis of a literature review due to their potential to influence a broad spectrum of illnesses and the likelihood that they would have a significant impact on health outcomes resulting from wildfires [16,17]. Initially, this study sought to determine key changes and outcomes, such as changes in numbers and rates, using relatively expedited analyses. The ratio of utilization of outpatient services before and after the wildfires in the exposed group increased most significantly in cases of heart failure, and hospitalization utilization in ischemic heart disease showed the greatest increase. In the unexposed group, the ratio of utilization of other outpatient services before and after wildfires saw a significant increase in cases of pneumonia, and the ratio of hospitalization

utilization saw a significant increase in cases of ischemic heart disease. Subsequently, both a literature review and expert consultation were conducted to identify significant and plausible findings regarding the increased utilization of the aforementioned services due to exposure to wildfires. This helped determine whether further advanced analyses were necessary and which conditions should be included in the advanced analyses. The effects of air pollution from wildfires on heart failure occur regardless of the duration of exposure [18]. DeFlorio-Barker et al. [19] found that a  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  increase in  $\text{PM}_{2.5}$  was associated with a 0.61% increase in cardiovascular hospitalizations during the wildfire season and a 0.69% increase in cardiovascular hospitalizations during the rest of the year. To refine the analysis for heart failure, we considered previous research that suggested that wildfires are associated with much higher increases in  $\text{PM}_{2.5}$  [19] and, thus, higher overall cardiovascular disease. Advanced analyses using DID analysis and interrupted time series analysis were conducted to compare the utilization rates of outpatient and inpatient services between the exposed and unexposed groups, revealing a significant increase in the rate of utilization of outpatient services in both analyses.

This study has sought to establish the objectivity and

validity of researchers' opinions through expert advisory committees in the selection of exposure areas (disaster-affected areas) using retrospective data, the selection of related diseases, and the derivation of meaningful results from the analysis. In recognition of the limitations of short-term analyses, particularly unmeasured confounders, two rounds of expert review were conducted using the RAND/UCLA appropriateness method (RAM). RAM is employed to determine the appropriate use of technology and it combines a critical review of the literature with input from clinical experts [20]. In health services research, RAM is referred to as a "modified Delphi method" because it adds a discussion round [21]. This method integrates a critical review of the literature and the opinions of clinical experts to determine the appropriate use of technology, thereby helping to overcome the limitations of a short-term analysis. It also underscores the importance of developing a systematic monitoring system to ensure the continuity of the study and address the limitations of the analysis by obtaining mid- to long-term data. This approach is crucial for responding to long-term and significant health risks, such as air pollution from wildfires. Governments and relevant organizations can use this information to raise awareness of the health impacts of natural disasters, including wildfires, and develop effective prevention and response strategies.

Hence, this study proposes a monitoring system for natural disasters, including wildfires. This system can be broadly categorized into the pre-cognition and preparation phase and the response phase. In the pre-cognition and preparation stage, laying the foundation for securing data in advance through cooperation with various ministries is crucial for the response and monitoring system after a natural disaster occurs. If we take wildfires as an example, collaboration with the Korea

Forest Service, the Ministry of Environment, local governments, the Ministry of Health and Welfare, and the Ministry of the Interior and Safety can gather appropriate data upon exposure to wildfires as well as data from medical institutions and community health centers. Preliminary retrospective data will be used to inventory and pilot analytical items, identify areas vulnerable to wildfires, and assess potential health impact risks. The results can be employed to establish the areas vulnerable to wildfires in stages and pre-define the prospective field survey collection items for both exposed vulnerable areas and non-exposed (control) areas. Ultimately, protocols should be developed for field surveys and targeted population follow-up in wildfire-vulnerable and control areas. This will enable customized monitoring and effective on-the-ground response strategies. The process outlined in this study can serve as an example of the pre-awareness and preparedness phases of a monitoring system.

In the response phase, the medium-term focus is on rapid data collection through field surveys immediately after the event and response through advanced analytics. Protocols established in the pre-cognition and preparation phases for field surveys and follow-ups are utilized to collect and analyze basic information and the medical records of exposed and non-exposed residents, along with environmental measurements from the exposure site. The analysis helps identify individuals at high risk for health effects, enabling a close follow-up and support system for high-risk individuals. Refinements that emerge from this process can be discussed through ongoing Delphi-style expert advisory meetings to create more sophisticated monitoring systems and follow-up protocols. Ongoing surveillance allows for tracking long-term health impacts and advocating for legislation relevant to residents of exposed areas.

Such legislation could encompass medical assistance for high-risk populations facing significant health impacts, a legal foundation for environmental and health monitoring systems, and policies promoting community health and well-being. All these steps contribute to a monitoring system focused on protecting the health and safety of people after a natural disaster and strengthening response capabilities in the long term.

This study has several limitations:

1) Statistical power and reliability could be enhanced with data collected over a more extended period. However, due to data limitations, the study focused on two years before and after the event to correct for seasonal variations. To assess the occurrence of diseases based on various exposure factors, additional studies using long-term data are required to investigate monthly utilization rates of outpatient and inpatient services by disease over four years (48 months) for both the exposed and control groups.

2) Data limitations led to the use of age, gender, and farm population distribution as regional matching variables. Further research is needed to correct and match social variables such as NCD indicators, including smoking and alcohol consumption rates, which show regional variations.

3) Aside from heart failure, diseases did not show significant changes before and after the wildfires, suggesting that disease incidence may have been influenced by other disasters occurring during the study period. Further research is required to explore the impact of other disasters on disease incidence.

4) Due to data limitations in this study, additional research is required to investigate monthly utilization rates of outpatient and inpatient services by disease for four years (48 months) in both the exposed and control groups. This will enable a more thorough examination of disease occurrences based on various

exposure factors.

In conclusion, it is expected that the establishment of a comprehensive and systematic monitoring system as a result of this study will contribute to a deeper understanding of the exposure and health effects of natural disasters, fostering the development of effective responses. The systematic approach presented in this study will serve as a crucial foundation for the development of health impact monitoring systems for wildfires and other natural hazards.

## Declarations

**Ethics Statement:** This study was approved by the Institutional Review Board of Yonsei University Health System Severance Hospital (IRB 4-2023-0433).

**Funding Source:** This research was supported by the “Korea Disease Control and Prevention Agency” research project (project No. 2023-12-105).

**Acknowledgments:** None.

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

**Author Contributions:** Conceptualization: HJP, BYY, JHS, JHY. Data curation: BYY, JYO, YWK. Formal analysis: HJP, BYY, YWK. Funding acquisition: JHY. Investigation: JHY. Methodology: HJP, BYY, JYO, JHY. Project administration: JHS, JHY. Resources: JHY. Supervision: JHS, JHY. Validation: BYY. Visualization: HJP, BYY. Writing – original draft: HJP, JML. Writing – review & editing: BYY, JHS, JHY.

## Supplementary Materials

Supplementary data are available online.

## References

1. Waswa J, Wairegi S, Asiko L. Non communicable diseases –the elephant in the room. *Res J Food Nutr* 2018;2:55–64.
2. Zhou T, Guan H, Yao J, Xiong X, Ma A. The quality of life in Chinese population with chronic non-communicable diseases according to EQ-5D-3L: a systematic review. *Qual Life Res* 2018;27:2799–814.
3. Singer M. Non-communicable diseases. In: Cockerham WC, Dingwall R, Quah S, editors. *The Wiley Blackwell encyclopedia of health, illness, behavior, and society*. John Wiley & Sons; 2014. p. 1686–90.
4. Krishnan A. Sustainable surveillance systems for noncommunicable diseases in developing countries: a bridge too far or a realizable dream? *Int J Noncommun Dis* 2016;1: 53–4.
5. Mattke S, Chow JC. Measuring health system progress in reducing mortality from noncommunicable diseases. *Rand Health Q* 2012;2:14.
6. Riley L, Guthold R, Cowan M, et al. The World Health Organization STEPwise approach to noncommunicable disease risk-factor surveillance: methods, challenges, and opportunities. *Am J Public Health* 2016;106:74–8.
7. Tichenor M, Sridhar D. Metric partnerships: global burden of disease estimates within the World Bank, the World Health Organisation and the Institute for Health Metrics and Evaluation. *Wellcome Open Res* 2019;4:35.
8. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet* 2020;396:1204–22. Erratum in: *Lancet* 2020;396:1562.
9. Jang SY, Ju EY, Choi S, et al. Prehypertension and obesity in middle-aged Korean men and women: the third Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES III) study. *J Public Health (Oxf)* 2012;34: 562–9.
10. Ngaruiya C, Bernstein R, Leff R, et al. Systematic review on chronic non-communicable disease in disaster settings. *BMC Public Health* 2022;22:1234.
11. Dohrenwend PB, Le MV, Bush JA, Thomas CF. The impact on emergency department visits for respiratory illness during the Southern California wildfires. *West J Emerg Med* 2013;14:79–84.
12. Liu T, Xu YJ, Zhang YH, et al. Associations between risk perception, spontaneous adaptation behavior to heat waves and heatstroke in Guangdong province, China. *BMC Public Health* 2013;13:913.
13. Thomas V, López R. Global Increase in climate-related disasters. *ADB Econ Work Pap Ser* 2015;(466):i–v, 1–38.
14. Ruiz A, Gerding J, Cruz M, Laco J, Funk R. Centers for Disease Control and Prevention National Center for Environmental Health/Agency for Toxic Substances and Disease Registry roles in hurricane response and postdisaster mosquito control. *J Am Mosq Control Assoc* 2020; 36(2s):78–81.
15. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet* 2020;396:1204–22. Erratum in: *Lancet* 2020;396:1562.
16. Reid CE, Brauer M, Johnston FH, Jerrett M, Balmes JR, Elliott CT. Critical review of health impacts of wildfire smoke exposure. *Environ Health Perspect* 2016;124:1334–43.
17. Grant E, Runkle JD. Long-term health effects of wildfire exposure: a scoping review. *J Clim Chang Health* 2022;6: 100110.
18. Jia Y, Lin Z, He Z, et al. Effect of air pollution on heart failure: systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect* 2023;131:76001.
19. DeFlorio-Barker S, Crooks J, Reyes J, Rappold AG. Cardiopulmonary effects of fine particulate matter exposure among older adults, during wildfire and non-wildfire periods, in the United States 2008–2010. *Environ Health Perspect* 2019;127:37006.
20. Medina YF, Ruiz AJ, Rondon MA. A standardized physical examination method for joints to determine rheumatoid arthritis activity using the modified RAND/UCLA appropriateness method. *J Multidiscip Healthc* 2023;16:1287–99.
21. Khodyakov D, Grant S, Denger B, et al. Practical considerations in using online modified-Delphi approaches to engage patients and other stakeholders in clinical practice guideline development. *Patient* 2020;13:11–21.

## 제2차 의료관련감염 예방관리 종합대책(2023-2027)

조훈, 우연희, 박숙경\*

질병관리청 의료안전예방국 의료감염관리과

### 초 록

질병관리청은 감염으로부터 보다 안전한 의료환경 이용문화 조성을 위해 지난 4월 12일 ‘제2차 의료관련감염 예방관리 종합대책(2023-2027)’을 발표하였다. 이는 지난 ‘제1차 의료관련감염 예방관리 종합대책(2018-2022)’의 한계점을 보완하고, 코로나바이러스감염증-19 이후 변화된 의료현장의 상황을 반영하여 보다 고도화된 국가차원의 관리체계를 수립하기 위한 조치였다.

**주요 검색어:** 의료관련감염; 의료관련감염 예방관리 종합대책; 종합대책; 감염예방관리

### 서 론

의료관련감염(healthcare-associated infection)은 입원·진료·치료과정 등 의료행위와 관련하여 환자, 보호자, 방문자 및 의료기관 종사자에게 발생할 수 있는 감염으로, 내원 당시 없었던 감염이 의료행위 적용 과정에서 새롭게 발생하는 경우를 의미한다. 대표적 의료관련감염으로는 혈류감염, 요로감염, 인공호흡기 사용으로 인한 폐렴 등이 있다[1]. 의료관련감염 발생 시 환자의 사망률·치명률이 증가하고, 입원기간 연장에 따른 의료비 상승, 사용 가능한 항생제 제한에 따른 치료 제한으로, 환자 개인과 의료체계의 부담이 증가하는 문제가 있다. 국내의 경우, ‘제1차 감염병 예방관리 기본계획(2013-2017)’, ‘의료관련감염대책 협의체 구성(2015)’, ‘제1차 국가 항생제 내성 관리대책(2016-2020)’ 등 분절적으로 정책

이 추진되어 왔으나, 주사제 오염으로 인한 신생아 집단 사망(2017), 프로포폴 관련 패혈증 집단 발생(2018) 등 의료기관에서 집단 감염사고가 빈발함에 따라 의료관련감염 전반에 대한 국가차원의 종합대책 수립 요구가 증가하였고, 2018년 ‘제1차 의료관련감염 예방관리 종합대책(2018-2022)’이 수립되었다.

### 본 론

그간 국내 주요 의료관련감염 발생률은 종합대책 수립, 관리범위 지속 확대, 세부 지침배포 등 지속적인 노력으로 감소 추세이다[2] (중환자실 의료관련감염은 2012년 환자 재원일수 1,000일당 4.83건에서 2022년 2.72건으로 감소하였음). 다만, 2020년 이후 국내 코로나바이러스감염증-19(코로나

Received November 27, 2023 Revised December 26, 2023 Accepted January 11, 2024

\*Corresponding author: 박숙경, Tel: +82-43-719-7581, E-mail: monica23@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?

의료관련감염 예방 및 관리를 위해서는 국가 차원의 종합적 관리체계를 운영하여야 하며, 감염관리를 위한 적절한 환경 조성 및 의료 종사자의 적극적인 감염관리 실천이 필요하다.

### ② 새로이 알게 된 내용은?

‘제2차 의료관련감염 예방관리 종합대책’을 통해 급성기 병원 중심의 관리체계에서 중소·요양병원 등을 포괄한 모습으로 관리체계를 확장할 계획이다.

### ③ 시사점은?

국내 주요 의료관련감염은 전반적으로 감소추세이나, 관리체계가 미비한 영역에 대한 관리방안을 마련하여야 한다. 관리체계 확대와 더불어 적절한 평가·보상체계 마련이 수반되어야 한다.

나19) 유행 이후 감염관리에 대한 인식이 고도화되었으며, 중소·요양병원 등 감염관리가 취약한 기관을 포괄한 국가차원의 정책 필요성이 대두되었다. 이에, 질병관리청은 코로나19 이후 변화된 의료현장의 여건을 반영하여 보다 강화된 감염관리 정책방향을 제시하고자 2023년 4월 12일에 ‘제2차 의료관련감염 예방관리 종합대책(2023-2027)’을 발표하였다.

질병관리청은 제1차 종합대책을 통해 감염관리실 설치·감염관리 인력 지정 대상을 확대하였으며(150명 이상 → 100명 이상 병원급 의료기관), 전국의료관련감염 감시체계(Korean National Healthcare-associated Infections

Surveillance System) 참여기관과 감시 영역을 확대함으로써, 감염관리 제도기반을 확장해왔다. 아울러, 감염관리 자원이 부족한 중소병원에 대한 감염관리 기술지원·자문 제공을 위한 네트워크를 구축하였다. 또한, 관련 부처의 협력을 통해 ‘수술실 환자안전관리료’ 신설 등 보상을 강화하였으며, 신생아중환자실 적정성 평가 도입 등 평가를 개선하였다.

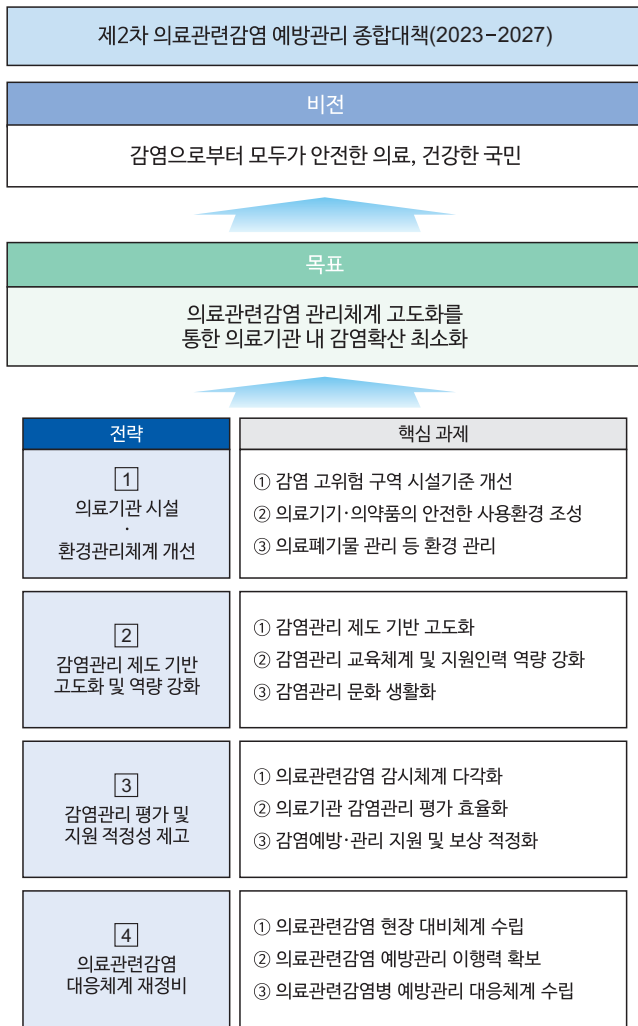
다만, 이러한 제1차 종합대책의 성과에도 불구하고, 현행 감염관리 수준은 코로나19 이후 변화된 환경 하에서 의료 서비스 이용자를 보호하기에 부족한 부분이 있다(그림 1).

이에, 질병관리청은 감염관리 전문가와 공동으로 대책수립추진 위원회를 구성하고, 제1차 종합대책에 관한 성과평가 연구와 실태조사 결과 등을 바탕으로 제2차 종합대책 수립을 추진하였다. 그 결과, 감염관리 사각지대 최소화를 목표로 보건복지부, 환경부 등 관련 자원을 보유한 관계부처와 협력하여 4개 추진전략 12개 중점과제를 수립하였으며, 주요 내용은 다음과 같다(그림 2).

첫째, 의료기관의 시설 및 환경 관리체계를 개선하고자 한다. 의료기관은 중환자·면역저하자 등 감염 고위험군이 이용이 잦은 공간으로, 고위험군을 보호하기 위해 감염 고위험 구역에 대한 보호를 강화하기 위해 외적요인 개선이 수반되어야 한다. 감염고위험 구역인 중환자실 내 음압격리병실·1인실 등 고위험 구역의 시설기준을 강화하고, 취약시설에 대한 구체적인 환기기준을 수립함으로써 의료시설 내 감염 확산을 최소화하고자 한다. 아울러 의료기관 감염관리 실태조사 결과

제1차 종합대책의 한계	제2차 종합대책의 추진방향
감염확산에 취약한 의료시설 기준	중환자실 등 감염 위험구역에 대한 의료시설 기준 강화
의료인에 치중된 감염관리 역량	간병인, 미화원 등 비의료인의 감염관리 역량 강화
중소병원의 감염관리 기반 미흡	감염관리실 설치 확대 및 중소·요양병원 감염관리 참여 기반 강화
일부 의료관련감염병은 지속 증가 추세	법정 의료관련감염병 관리 강화

그림 1. 제1차 종합대책의 한계 및 제2차 종합대책의 추진방향



**그림 2.** 제2차 의료관련감염 예방관리 종합대책(2023~2027)

등을 바탕으로 중소·요양병원 및 의원급 의료기관의 실정에 적합한 투약 관련 가이드라인을 마련하여 안전한 주사제 투약 환경을 조성할 계획이다. 또한, 환경부와 협력을 통해 의료폐기물 처리 이행력 제고를 위한 의료폐기물 분리배출 지침 개정 및 신종 감염병 유행 시 효과적 대응을 위한 폐기물 처리 방법에 대해 논의할 계획이다.

둘째, 감염관리 제도 기반을 확대하고, 감염관리 역량을 강화한다. 효과적인 감염관리 프로그램과 체계가 갖춰진 경우 의료관련감염을 30% 이상 감소할 수 있다[3]. 2018년 시행된 전국 의료관련감염 실태조사에 따르면 감염관리실 운영 등 감염관리 체계를 보유한 의료기관이 그렇지 않은 의료기관 대비

감염관리 활동이 우수한 것으로 나타났다. 감염관리 체계를 보유한 의료기관의 경우, 감염발생 확인률 90%, 감염관리 활동률 85%, 의료기기 소독 및 멸균 확인 시행률 96%였고, 감염관리 체계를 보유하지 않은 의료기관의 경우 감염발생 확인률 73%, 감염관리 활동률 60%, 의료기기 소독 및 멸균 확인 시행률 81%였다[4]. 이에, 감염관리실·감염관리위원회 운영 및 감염관리 인력 지정 의무를 확대하고, 구체적인 감염관리실 근무 가이드라인 배포하여 의료기관의 감염관리 구심점 역할을 효과적으로 수행할 수 있도록 지원하고자 한다. 이에 더해, 기존 의료기관 종사자 대상 법정 감염관리 교육제도를 내실화하고, 간병인력, 미화원 등 비의료인 종사자를 포괄한 교육이 시행될 수 있도록 확대하여 관리 사각지대를 축소하고자 한다. 예비 보건 의료인을 대상으로 학부 교육과정부터 체계적인 감염관리 교육을 통해 역량을 강화할 수 있도록 검토할 예정이다. 또한, 관계부처와 협력을 통해 의원급 의료기관에서의 감염관리 이행력 강화를 위해 간호조무사 등 관련 직종의 감염관리 역량 제고를 추진할 계획이다. 이에 더해, 일반 국민 대상 감염관리 중요성에 대한 인식을 제고하고, 실천을 향상할 수 있도록 ‘의료관련감염 예방관리 주간’을 새롭게 지정하여 운영하고 있으며[5] 의료기관 경영인에 대한 감염관리 인식 제고를 통해 의료 종사자 전반으로 감염관리 중요성에 대한 강화된 인식이 확산될 수 있도록 추진할 계획이다.

셋째, 의료관련감염 감시체계를 확대하고, 의료기관의 감염관리 활동에 대한 평가·보상체계를 개선한다. 기존 급성기 병원 중심의 감시체계에서 국민의 이용이 잦은 요양병원 및 의원급 의료기관에서의 감염까지 감시 범위를 확대할 수 있도록 감시 지표를 개선하고, 의원급 감시체계 도입 기반을 마련하고자 한다. 또한, 의료기관 인증평가, 적정성 평가, 의료질 평가 등 각종 의료기관 평가의 감염관리 영역에 대한 개선을 추진한다. 이에 더해 제2차 종합대책의 일환으로 지난 7월 급성기 병원과 차별화된 요양병원의 특성을 반영한 별도 요양병원 감염예방·관리로 신설하였으며, 향후 감염관리 활동에 대

한 적정 보상체계가 운영될 수 있도록 추진할 계획이다.

넷째, 의료관련감염 대응체계를 재정비한다. 현행 제도상 의료기관의 감염관리 활동에 대한 별도의 점검 수단이 부재하므로, 지방자치단체 등과 협력을 통해 상시적으로 의료기관 감염관리 활동에 대한 점검·소통 체계를 구축하고자 한다. 또한, 의료관련감염 관리 주무 부처인 질병관리청이 효율적인 감염관리 업무를 수행할 수 있도록 법령상 의료관련감염 예방 사무에 대한 이행권한 확보를 추진할 예정이다. 아울러, 의료기관 내 전파 위험이 높은 카바페넴내성장내세균속군중(*Carbapenem-resistant Enterobacterales*, CRE) 감염증 등 의료관련감염병에 대한 관리를 강화하기 위해 지방자치단체 실무자 등을 대상으로 다제내성균 유행시 대응 표준 시나리오 배포, 역학조사 지원을 강화할 예정이다. 마지막으로, 국내에서 지속 증가추세를 보이고 있는 CRE 감염증의 의료기관·지역사회 전파 방지를 위해 국내외 CRE 감염증 대응 성공사례를 분석·참조하여 강화된 CRE 대응체계를 수립하여 운영할 예정이다.

## 결 과

질병관리청은 제2차 종합대책을 통해 의료기관의 감염관리실 설치율, 감염관리 인력 운영 등 감염관리 실천을 증진하고, 중소·요양병원의 감염관리 참여를 확대하고자 하며, 이를 통해 중환자실 중심정맥관 관련 혈류감염률, CRE 감염증 환자 수 등의 발생 증가를 억제하고자 한다.

의료관련감염은 국가의 효과적 관리정책과 의료기관의 적극적인 노력으로 예방이 가능하나, 관리 주체들의 노력이 소홀해질 경우 언제든지 다시 증가할 수 있다. 실제, 전세계적으로 의료관련감염은 매년 증가 추세를 보이고 있으며 [6], 미국 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention)에서는 코로나19의 영향으로 인해 2020년 대비 2021년 의료관련감염병이 증가하였다고 보고되었으며, 각 국

의 적극적인 관리 노력을 촉구하였다[7]. 이에, 세계보건기구는 2022년 5월 제75차 세계보건총회 결의안에서 의료서비스를 이용하거나, 제공하는 모든 사람이 감염으로부터 안전할 수 있도록 감염관리 행동계획을 수립하고, 측정 가능한 지표로 관리할 것을 각 국가에 촉구하며, 의료관련감염 관리의 중요성에 대해 상기시킨 바 있다[8]. 이러한 국제적 흐름에 발맞춰 적극적으로 제2차 종합대책을 이행하고, 의료계 등 이해관계자와 소통을 통해 감염으로부터 안전한 의료환경을 조성할 수 있도록 추진할 예정이다. ‘제2차 의료관련감염 예방관리 종합대책(2023-2027)’에 대한 보다 자세한 내용은 ‘질병관리청 누리집(<https://www.kdca.go.kr/>)’을 통해 확인할 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: SKP, HC. Data curation: HC, YHW. Supervision: SKP. Writing – original draft: HC. Writing – review & editing: SKP, HC, YHW.

## References

1. Yoo JH. Principle and perspective of healthcare-associated infection control. J Korean Med Assoc 2018;61:5-12.
2. Ministry of Health and Welfare. National action plan for prevention and control of healthcare-associated infections. Ministry of Health and Welfare; 2018.
3. World Health Organization. Guidelines on core components of infection prevention and control programmes at the national and acute health care facility level. World Health Organization; 2016.
4. Bahk HJ, Koo HS, Lee SJ, Lee HM. Status of healthcare-

associated infection control by type of healthcare facilities in 2018. Public Health Wkly Rep 2019;12:1054-61.

5. Korea Disease Control and Prevention Agency Press Release [cited 2023 Nov 22] Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list\\_no=722943&cg\\_code=&act=view&nPage=23](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list_no=722943&cg_code=&act=view&nPage=23)
6. Raoofi S, Pashazadeh Kan F, Rafiei S, et al. Global prevalence of nosocomial infection: a systematic review and meta-analysis. PLoS One 2023;18:e0274248.
7. Centers for Disease Control and Prevention. COVID-19: U.S. impact on antimicrobial resistance, special report 2022. Centers for Disease Control and Prevention; 2022.
8. The 75th WHA resolution [Internet]. World Health Organization; 2022 [cited 2023 Nov 21]. Available from: [https://apps.who.int/gb/e/e\\_wha75.html](https://apps.who.int/gb/e/e_wha75.html)

# The 2nd National Action Plan for Prevention and Control of Healthcare-Associated Infections (2023–2027)

Hoon Cho, Yeon-hee Woo, Sook-kyung Park\*

Division of Healthcare Associated Infection Control, Bureau of Healthcare Safety and Prevention,  
Korea Disease Control and Prevention Agency, Cheongju, Korea

## ABSTRACT

On April 12, the Korea Disease Control and Prevention Agency unveiled ‘The 2nd National Action Plan for the Prevention and Control of Healthcare-Associated Infections (2023–2027).’ This initiative aims to foster a safer healthcare environment against infections by addressing the shortcomings of ‘The 1st National Action Plan for the Prevention and Control of Healthcare-Associated Infections (2018–2022),’ and establishing an enhanced national-level infection prevention and control system, reflecting the changed conditions in medical settings since coronavirus disease 2019.

**Key words:** Healthcare-associated infection; National Action Plan for Prevention and Control of Healthcare-Associated Infections; National Action Plan; Infection prevention and control

\*Corresponding author: Sook-kyung Park, Tel: +82-43-719-7581, E-mail: monica23@korea.kr

## Introduction

Healthcare-associated infections (HAIs) can develop in patients, guardians, visitors, and staff of medical institutions during various medical procedures such as hospitalization, examination, and courses of treatment. Essentially, these are new infections that manifest while individuals are undergoing medical care, infections that were not initially present upon hospital admission. Common HAIs include bloodstream infections, urinary tract infections, and ventilator-associated pneumonia [1]. The occurrence of HAIs contributes to an increase in patient mortality and fatality rates. Additionally, both individual patients and medical system bear an increased burden, evident

in escalated medical costs due to extended hospitalization and limited treatment options due to limitations on available antibiotics. In the Republic of Korea (ROK), specific policies have been pursued in a segmented manner to address these issues, including ‘The 1st Master Plan for Infectious Disease Prevention and Control (2013–2017),’ ‘The Establishment of a Consultative Committee on Measures against HAIs (2015),’ and ‘The Implementation of National Action Plan on Antimicrobial Resistance (2016).’ However, frequent incidents of cluster infections, such as the mass deaths of newborns due to contaminated injections in 2017 and cluster outbreaks of sepsis associated with propofol in 2018, underscore the need for comprehensive, nationwide measures to address HAIs

## Key messages

### ① What is known previously?

Effective control of healthcare-associated infections requires a comprehensive national-level management system, coupled with necessary environmental development and infection control practices by healthcare workers.

### ② What new information is presented?

'The 2nd National Action Plan for Prevention and Control of Healthcare-Associated Infections' broadens Korea Disease Control and Prevention Agency's focus from a system centered on acute care hospitals to one that also includes small and medium-sized hospitals and long-term care hospital.

### ③ What are implications?

While overall healthcare-associated infection rates are declining in the Republic of Korea, plans should be developed for areas with inadequate management to ensure the protection of healthcare service users. Implementing an appropriate evaluation and support system is crucial.

holistically. Consequently, 'The 1st National Action Plan for the Prevention and Control of HAIs (2018–2022)' was established in 2018.

## Body

The incidence of major HAIs in ROK has been decreasing due to persistent efforts such as the establishment of National Action Plan, continuous expansion of the scope of management, and dissemination of detailed guidelines [2]. In intensive care units, the incidence of HAIs decreased from 4.83 cases per 1,000 days of hospital stay in 2012 to 2.72 cases in 2022. However, since 2020, awareness of infection control in ROK has increased due the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, necessitating the need for a national policy that

encompasses institutions vulnerable to infection control, such as small and medium-sized and long-term care hospitals. Accordingly, the Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA) announced 'The 2nd National Action Plan for Prevention and Control of Healthcare-Associated Infections (2023–2027)' to present the direction of a stronger infection control policy reflecting the changed conditions in medical settings since COVID-19 (April 12, 2023).

Under the 1st National Action Plan, the KDCA has broadened the scope of infection control by extending the criteria for establishing infection control rooms and designating infection control personnel (now applicable to hospital-level medical institutions with more than 100 beds, compared to the previous threshold of 150 beds). The foundation of the infection control system has been expanded by including more organizations and widening the surveillance areas of the Korean National Healthcare-associated Infections Surveillance System. Additionally, a network has been established to provide technical support and guidance on infection control to small and medium-sized hospitals that lack infection control resources. Collaboration among relevant ministries has strengthened compensation measures, such as the establishment of the 'Operating Room Patient Safety Management Fee.' Furthermore, the evaluation has been enhanced by introducing appropriateness evaluation for neonatal intensive care units.

However, despite the success of the 1st National Action Plan, the current level of infection control is insufficient to protect healthcare service recipients in the changed environment since COVID-19 (Figure 1).

Accordingly, the KDCA collaborated with infection control experts to establish a committee dedicated to promoting the development of countermeasures. This committee, jointly with



Limitation of 1st plan		Direction of 2nd plan
Vulnerable healthcare facilities to spread of infection		Strengthening healthcare facilities criteria to prevent infection
Medical personnel-centered infection control education system		Expanding infection control education system to non-medical personnel
Insufficient of infection control base in small and medium hospitals	⇒	Expanding criteria target for infection control department operation
Some notifiable HAI diseases have been increased		Establishing response system for managing national notifiable diseases

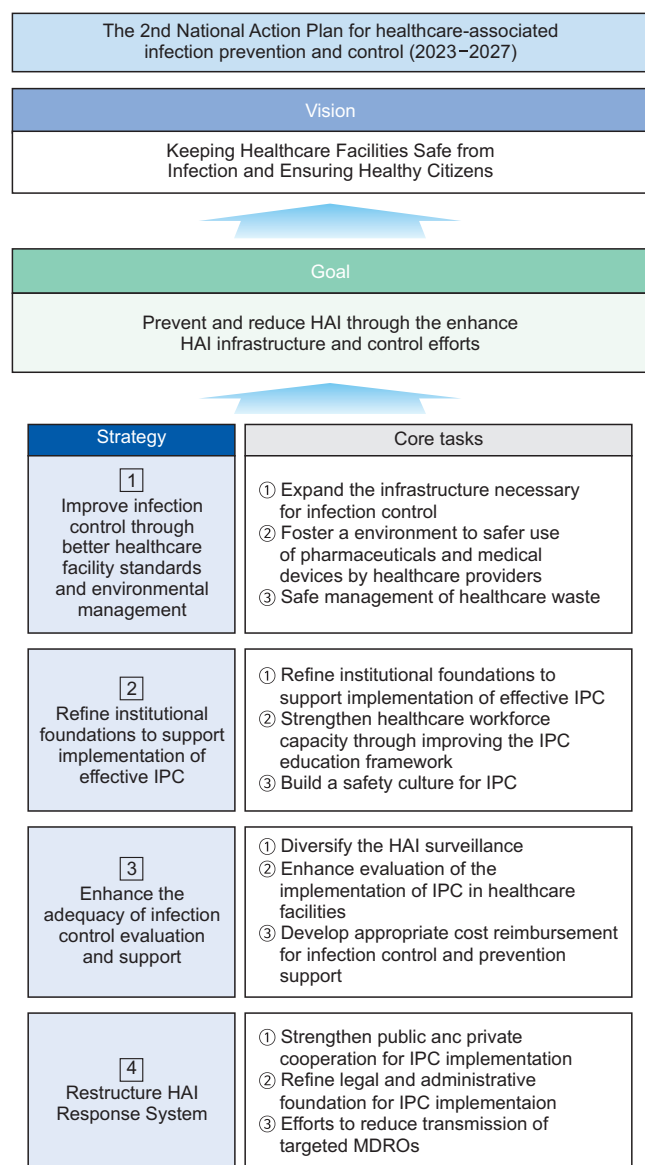
**Figure 1.** Limitations of the 1st National Action Plan and Direction of the 2nd National Action Plan  
HAI=healthcare-associated infection.

the experts, promoted the establishment of the 2nd National Action Plan based on the results of the performance evaluation and surveys on the 1st National Action Plan. Consequently, intending to minimize blind spots in infection control, the KDCA, collaborated with relevant ministries with relevant resources—such as the Ministry of Health and Welfare and the Ministry of Environment—to establish 12 key tasks organized in 4 promotion strategies. The details are discussed below (Figure 2).

First, our focus is on enhancing the medical institutions' facilities and environmental management systems. Given that medical institutions are frequently accessed by high-risk groups, such as critically ill and immunocompromised patients, external factors to strengthen the protection of high-risk areas for infections should be enhanced. We aim to strengthen facility standards in high-risk areas, including negative pressure isolation rooms and single rooms in intensive care units, and to establish specific ventilation standards for reducing the spread of infection within medical facilities prone to infections. Additionally, based on the results of the surveys on infection control in medical institutions, we plan to create a safe injection administration environment by preparing medication-related guidelines suitable for the actual situation of small and medium-sized and long-term care hospitals and clinic-level

medical institutions. Additionally, in collaboration with the Ministry of Environment, we plan to discuss the revision of guidelines for the separate disposal of medical waste, ensuring an efficient response in the event of new infectious diseases and improving the implementation of medical waste disposal.

Second, we will expand the foundation of the infection control system and strengthen infection control competencies. Effective infection control programs and systems can reduce HAIs by more than 30% [3]. According to the 2018 National Survey on Healthcare-Associated Infections, Medical institutions with infection control systems showed 90% of checking infection occurrences rate, 85% of infection control activities rate, 96% of checking disinfection and sterilization of medical device. However, medical institutions without infection control systems showed 73% in checking infection occurrences rate, 60% in infection control activities rate, 81% in checking disinfection and sterilization of medical device [4]. Therefore, we will expand the obligation to operate infection control rooms, establish an infection control committee, designate infection control personnel, and distribute specific guidelines for the practice of infection control rooms to support them in playing a critical role in infection control in medical institutions. Additionally, we aim to strengthen the statutory infection control education system for previous workers at medical



**Figure 2.** The 2nd National Action Plan for Prevention and Control of Healthcare-Associated Infections (2023–2027)  
HAI=healthcare-associated infection; IPC=infection prevention and control.

institutions and reduce blind spots in management by expanding training to non-medical personnel such as caregivers and cleaners. We will review it to strengthen the competencies of prospective healthcare professionals through systematic infection control education from the undergraduate curriculum. Collaborating with related ministries, we plan to promote the

enhancement of infection control competencies of related occupations, such as nursing assistants, to strengthen the implementation of infection control in clinic-level medical institutions. Additionally, we have newly designated and operated ‘Healthcare-Associated Infection Prevention and Control Week’ to raise awareness of the importance of and improve infection control practices among the public [5]. By raising awareness of infection control among administrators of medical institutions, we plan to spread enhanced awareness of the importance of infection control to all medical workers.

Third, we will expand the surveillance system for HAIs and enhance the evaluation and reward system for infection control activities of medical institutions. We aim to improve surveillance indicators to expand the scope of surveillance from the existing acute hospital-centered surveillance system to infections in long-term care hospitals and clinic-level medical institutions frequently used by the public. We will promote improvements in the infection control area of various medical institution evaluations, such as accreditation, appropriateness, and medical quality evaluations. As part of the 2nd National Action Plan, a separate long-term care hospital infection prevention and control fee was established last July to accommodate the unique characteristics of long-term care hospitals, which are differentiated from acute care hospitals. We plan to operate an appropriate compensation system for infection control activities.

Fourth, we will reform the response system for HAIs. Since there are no separate tools for inspection of the infection control activities of medical institutions under the current system, we intend to establish a system for checking and communicating the infection control activities of medical institutions regularly through cooperation with local governments.

Additionally, the KDCA, which oversees HAI control, will secure the authority to implement HAI prevention tasks under the law to perform efficient infection control. Additionally, to strengthen the management of healthcare-associated infectious diseases such as Carbapenem-resistant *Enterobacterales* (CRE) infection, which has a high risk of transmission in medical institutions, we plan to distribute standard scenarios for responding to multidrug-resistant bacteria outbreaks and strengthen support for epidemiological investigations to local government officials. Lastly, to prevent the transmission of CRE infection to medical institutions and communities, which is continuously increasing in ROK, we plan to establish and operate a strengthened CRE response system by analyzing and referring to successful cases of responding to CRE infections in ROK and other countries.

## Conclusion

Through under the 2nd National Action Plan, the KDCA aims to promote infection control practices, such as increasing the establishment rate of infection control rooms in medical institutions and optimizing the operation of infection control personnel. Furthermore, we plan to expand the participation of small and medium-sized and long-term care hospitals in infection control efforts. Through this, we aim to suppress the rise in the incidence of central line-associated bloodstream infection in intensive care units and reduce the number of patients with CRE infections.

While effective national management policies and active efforts of medical institutions can prevent HAIs, neglecting management may lead to a resurgence of these infections at any time. Globally, HAIs have been increasing annually [6].

The US Centers for Disease Control and Prevention reported an increase in healthcare-associated infectious diseases in 2021 compared to 2020 due to the impact of COVID-19, necessitating active control measured in each country [7]. In May 2022, in its resolution of the 75th World Health Assembly, World Health Organization urged countries to develop infection control action plans to ensure that all people who use or provide health services are safe from infection and manage them with measurable indicators and reminded of the importance of HAI control [8]. Following this international trend, we will actively implement the 2nd National Action Plan and promote creating a safe medical environment from infection through communication with stakeholders such as the medical community. More detailed information on ‘The 2nd National Action Plan for the Prevention and Control of Healthcare-Associated Infections (2023–2027)’ can be found on the ‘KDCA website (<https://www.kdca.go.kr/>).’

## 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: SKP, HC. Data curation: HC, YHW. Supervision: SKP. Writing – original draft: HC. Writing – review & editing: SKP, HC, YHW.

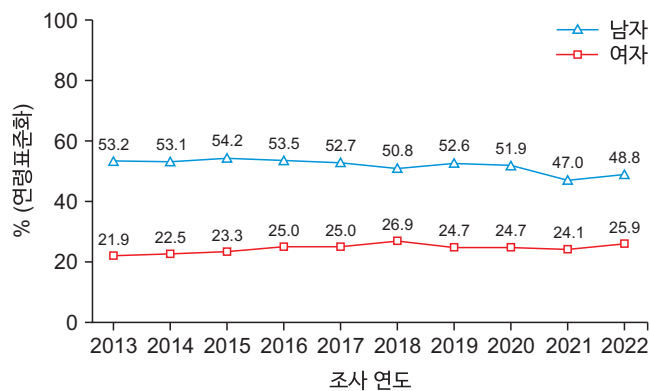
## References

1. Yoo JH. Principle and perspective of healthcare-associated

- infection control. J Korean Med Assoc 2018;61:5-12.
2. Ministry of Health and Welfare. National action plan for prevention and control of healthcare-associated infections. Ministry of Health and Welfare; 2018.
3. World Health Organization. Guidelines on core components of infection prevention and control programmes at the national and acute health care facility level. World Health Organization; 2016.
4. Bahk HJ, Koo HS, Lee SJ, Lee HM. Status of healthcare-associated infection control by type of healthcare facilities in 2018. Public Health Wkly Rep 2019;12:1054-61.
5. Korea Disease Control and Prevention Agency Press Release [cited 2023 Nov 22] Available from: [https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list\\_no=722943&cg\\_code=&act=view&nPage=23](https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&list_no=722943&cg_code=&act=view&nPage=23)
6. Raoofi S, Pashazadeh Kan F, Rafiei S, et al. Global prevalence of nosocomial infection: a systematic review and meta-analysis. PLoS One 2023;18:e0274248.
7. Centers for Disease Control and Prevention. COVID-19: U.S. impact on antimicrobial resistance, special report 2022. Centers for Disease Control and Prevention; 2022.
8. The 75th WHA resolution [Internet]. World Health Organization; 2022 [cited 2023 Nov 21]. Available from: [https://apps.who.int/gb/e/e\\_wha75.html](https://apps.who.int/gb/e/e_wha75.html)

## 월간폭음률 추이, 2013-2022년

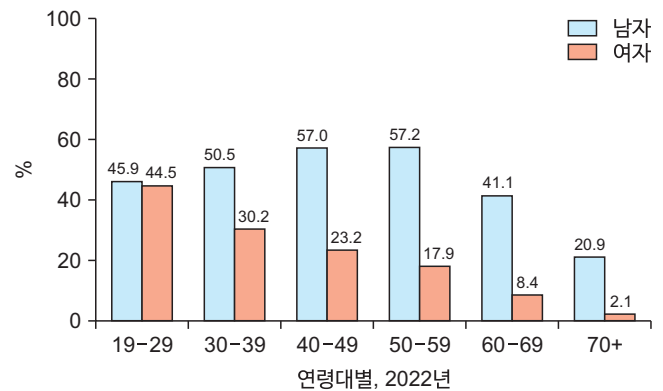
19세 이상 성인의 월간폭음률은 2022년 남자 48.8%, 여자 25.9%로 남녀 모두 2021년에 비해 1.8%p씩 증가하였다(그림 1). 남자는 40대와 50대, 여자는 20대가 다른 연령에 비해 월간폭음률이 높았다(그림 2).



**그림 1.** 월간폭음률 추이, 2013-2022년

\*월간폭음률: 최근 1년 동안 월 1회 이상 한 번의 술자리에서 남자의 경우 7잔 이상, 여자의 경우 5잔 이상 음주한 분율, 19세 이상

†그림 1의 연도별 지표값은 2005년 추계인구로 연령표준화



**그림 2.** 연령대별 월간폭음률, 2022년

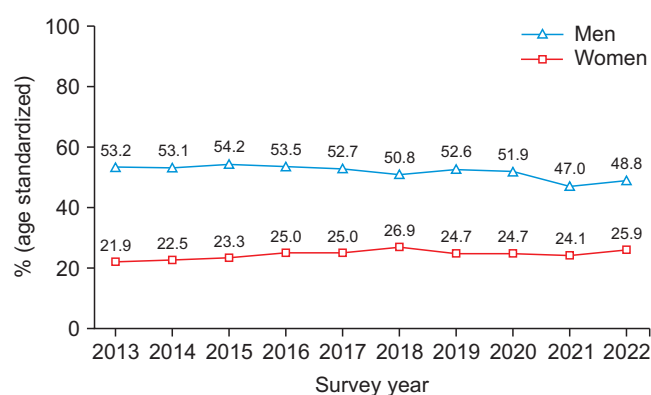
출처: 2022년 국민건강통계, <https://knhanes.kdca.go.kr/>

작성부서: 질병관리청 만성질환관리국 건강영양조사분석과

## QuickStats

# Trends in the Prevalence of Binge Drinking, 2013–2022

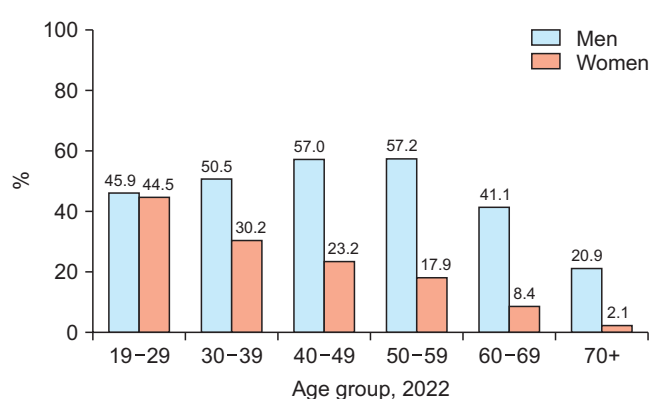
The prevalence of binge drinking in 2022 was 48.8% for men, 25.9% for women among those aged 19 years and over which is 1.8%p increased both men and women (Figure 1). Men in their 40s and 50s women in their 20s had a higher prevalence of binge drinking than other age groups (Figure 2).



**Figure 1.** Trends in prevalence of binge drinking, 2013–2022

\*Prevalence of binge drinking: percentage of people who drink alcohol 7 glasses or more for men, and 5 glasses or more for women on one occasion during the past 30 days amongst those aged 19 years and over.

†The mean in Figure 1 was calculated using the direct standardization method based on a 2005 population projection.



**Figure 2.** Prevalence of binge drinking by age group, 2022

**Source:** Korea Health Statistics 2022, Korea National Health and Nutrition Examination Survey, <https://knhanes.kdca.go.kr/>

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