

암 사망률의 공간적 분포 및 지역 요인 분석: 폐암, 간암, 대장암을 중심으로(2010-2020)

장한솔, 원영주, 최민수, 최하늘, 이광수

연세대학교 일반대학원 보건행정학과

Analysis of Spatial Distribution and Regional Factors of Cancer Mortality: Focusing on Lung, Liver, and Colorectal Cancers (2010-2020)

Han-Sol Jang, Young-Joo Won, Min-su Choi, Ha-Nul Choi, Kwang-Soo Lee

Department of Health Administration, Yonsei University Graduate School, Wonju, Korea

Background: This study aimed to examine the spatial distribution of age-standardized mortality rates for lung, liver, and colorectal cancers from 2010 to 2020 across 229 regions in South Korea, and to analyze regional factors affecting cancer mortality rates.

Methods: This study utilized maps provided by Statistical Geographic Information Service, data from the Korean Statistical Information Service and the Community Health Survey from 2010 to 2020. The dependent variables were age-standardized mortality rates (per 100,000 population) for lung, liver, and colorectal cancers by gender. Independent variables, covering key domains such as individual behavioral, social, and environmental factors, were selected based on the Social Determinants of Health model.

Results: Mortality rates for all three cancers declined from 2010 to 2020. Spatial analysis showed lung cancer hot-spot in Gyeongsangbuk-do and liver cancer hot-spot in Jeollanam-do, while colorectal cancer did not show a distinct spatial pattern. Panel analysis provided that smoking rates and weight control attempts were significant regional factors affecting cancer mortality.

Conclusion: The results of this study suggest that cancer management policies need to be tailored to regional characteristics, considering the spatial distribution of cancer mortality and the regional factors influencing it.

Keywords: Neoplasms; Spatial distribution; Hot-spot analysis; Panel analysis; Regional disparity

연구배경: 본 연구는 229개 시/군/구를 대상으로 2010-2020년 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 사망률의 공간적 분포 특성을 파악하고, 암 사망률에 영향을 미치는 지역 요인을 분석하는 데 목적이 있다.

방법: 본 연구는 2010-2020년 국가통계포털(Korean Statistical Information Service)에서 제공하는 지역사회건강조사 자료와 통계지리정보서비스(Statistical Geographic Information Service)의 행정구역 경계지도를 활용하였다. 종속변수는 229개 시/군/구별 성별 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 사망률(인구 10만 명당, %)이며, 독립변수는 Social Determinants of Health 모형에 기초한 5가지 영역(개인 행위, 의료서비스, 사회적, 경제적, 물리적 환경 영역)으로 구분하여 선정하였다.

결과: 2010-2020년 시/군/구별 성별 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 사망률은 지속적으로 감소하는 추세를 보였다. 암 사망률의 공간적 분포 특성을 분석한 결과, 2010년과 2020년 모두 폐암은 경상북도, 간암은 전라남도에서 핫-스팟(hot-spot) 지역이 분석되었고, 대장암은 특정 지역에 국한되지 않은 분포를 보였다. 패널분석 결과, 현재 흡연율, 연간 체중조절 시도율이 모든 암종별 성별 연령표준화 사망률에 영향을 미치는 주요 지역 요인으로 나타났다.

결론: 본 연구결과를 통해 도출된 암 사망률의 공간적 분포 특성과 지역 영향요인을 고려하여, 각 지역 특성에 맞춘 암 관리정책이 필요하다.

중심단어: 신생물; 공간 분포; 핫-스팟 분석; 패널 분석; 지역격차

Correspondence to Kwang-Soo Lee

Tel: +82-33-760-2426, Fax: +82-33-760-2519

E-mail: planters@yonsei.ac.kr

Copyright © 2024 Korean Academy of Health Policy and Management

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.

Received August 21, 2024 Revised September 27, 2024 Accepted October 21, 2024

서론

암은 전 세계적으로 건강에 매우 치명적인 질병 중 하나이다 [1]. 2022년 사망원인통계에 따르면, 2022년 사망자(372,939명) 중 22.4% (83,378명)가 암으로 사망하였고, 인구 10만 명당 암 사망률은 162.7명으로 사망원인 1위로 집계되었다[2]. 또한 2023년 대한암학회에 따르면, 2020년 전체 암 신규 환자는 247,952명으로 2000년(103,056명) 대비 약 14만 명 증가하였다[3]. 암 발생에 영향을 미치는 주요 위험요인 중 하나는 연령으로, 연령이 증가할수록 암 발생률 또한 증가한다[4]. 한국은 출산율 감소 및 기대수명 증가로 인해 2025년 초고령사회로 진입할 것으로 전망되며[5], 인구 고령화와 암 발생 간의 유의한 관계에 따라 한국의 암 환자는 계속해서 증가할 것으로 생각된다[4,6].

한국은 최신 의료기술 및 사회적 측면의 공공정책을 토대로 암 환자관리를 위해 끊임없는 노력을 기울이고 있다. 대표적으로, 암 관리법 제정, 국가 암검진사업, 암 환자 의료비 지원사업 등이 있으며, 이러한 국가의 정책적 개입을 바탕으로 암 사망률은 감소하는 추세다[3].

그러나 이러한 노력에도 불구하고, 지역 간 암 관련 격차는 여전히 심각한 문제로 대두되고 있다[7]. 암 관련 격차란 암 발생률 및 사망률 등에 대한 사회집단 간의 차이를 뜻하며, 이는 지역 및 의료기관 소재지 등에 영향을 받는다[8]. 실제로 한국은 암 사망률의 지역별 편차가 존재하며[2], 의료자원, 특히 의료시설이 지역에 따라 불균등한 분포 양상을 보인다[9]. 2022년 통계청 사망원인통계에 따르면, 시/도별 연령표준화 암 사망률이 높은 지역은 경남(89.2명)과 강원(88.2명)으로 나타났으며, 수도권 지역인 서울(75.0명)과 경기(77.6명)는 비수도권 지역에 비해 상대적으로 낮은 암 사망률을 보였다[2]. 이는 암 사망률의 분포 양상이 지역에 따라 차이가 존재하는 것으로 생각할 수 있다. 또한 대형병원 의존도가 높은 암 질병의 특성은 지역 간 암 관련 격차에 영향을 미칠 수 있다[10]. 한국은 상급 의료기관의 수도권 집중 현상으로 인해 비수도권 지역 암 환자들의 의료접근성 문제를 초래하며[9], 이는 고도화된 의료기술 등 암 치료를 위한 양질의 의료서비스 부재로 인해 암 생존에 부정적인 결과를 초래할 수 있다 [11]. 따라서 이러한 요인들의 종합적 분석을 바탕으로 암 사망률의 지역 간 격차를 확인하고, 이를 해소하기 위한 정책적 방안 모색이 요구된다.

지역 간 격차는 공간 의존성과 밀접한 관련이 있다[10]. Tobler [12]의 지리학 제1법칙에 따르면, 공간 의존성이란 공간상 지리적으로 인접해 있는 지역 사이에 발생하는 상호작용으로, 지리적

으로 가까운 지역들이 비슷한 경향을 보이며 군집을 형성할 가능성이 높음을 뜻한다. 이는 한국의 대형병원 수도권 쏠림 현상과 지역 간 사회경제적 및 물리적 환경의 격차로 인해 지역 간 암 관련 격차가 발생하고, 그 결과, 인접한 지역 사이에서 암 사망률이 높은 지역의 군집이 형성될 가능성이 있음을 시사한다[10]. 지역 간 격차는 공간에 무작위적으로 분포하는 것이 아니며[13], 공간 의존성에 따라 암 사망률이 높은 지역과 낮은 지역이 군집을 이루는 공간적 패턴을 도출할 수 있다[14]. 따라서 한국의 암 사망률 군집 특성을 파악하고, 지역 간 암 관련 격차 해소에 기여하기 위해 암 사망률에 대한 공간분석이 요구된다[14,15].

한편, 암 사망률의 공간분석을 진행한 기존의 국내 연구들은 서울특별시, 부산광역시 등 특정 지역의 자료만을 활용하여 분석하였고[16,17], 전국 시/군/구 자료를 활용한 연구는 암 사망률의 지역적 분포만을 나타내거나[18], 특정 암종이 아닌 전체 암 사망률로 분석을 진행하였다[10].

2022년 사망원인통계에 따르면, 인구 10만 명당 암 사망률은 폐암(36.3명), 간암(19.9명), 대장암(17.9명) 순으로 높게 나타났다[2]. 사망률이 높다는 것은 건강에 미치는 영향이 크다는 것을 의미하므로, 이러한 암종(폐암, 간암, 대장암)을 중심으로 한 집중적인 연구가 필요하다. 따라서 본 연구는 229개 시/군/구를 대상으로 2010-2020년 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 사망률의 지역적 차이를 비교하고, 지역 간 암 관련 격차를 해소하기 위한 정책적 방안을 모색하고자 하며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 기술통계분석을 통해 2010-2020년 기간의 암 사망률 변화 추세를 비교하고자 한다.

둘째, 핫-스팟(hot-spot) 분석을 통해 도출된 암 사망률 집중 지역(핫-스팟 지역)의 특성을 파악하고, 해당 지역의 암 사망률을 감소시키기 위한 적절한 대응 방안을 제안하고자 한다.

셋째, 패널분석을 통해 시/군/구별 성별 암 사망률에 영향을 미치는 지역 요인을 파악하고, 이를 바탕으로 암 사망률 감소를 위한 구체적인 지역 맞춤형 정책을 제안하고자 한다.

방법

1. 연구모형

본 연구는 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서 제시한 Social Determinants of Health (SDoH) 모형에 기초하여 Figure 1과 같은 연구모형을 설정하였다[19]. WHO는 건강의 결정요인을 크게 개인 행위 및 특성(individual behaviors and characteristics), 의료서비스(health services), 사회적 환경

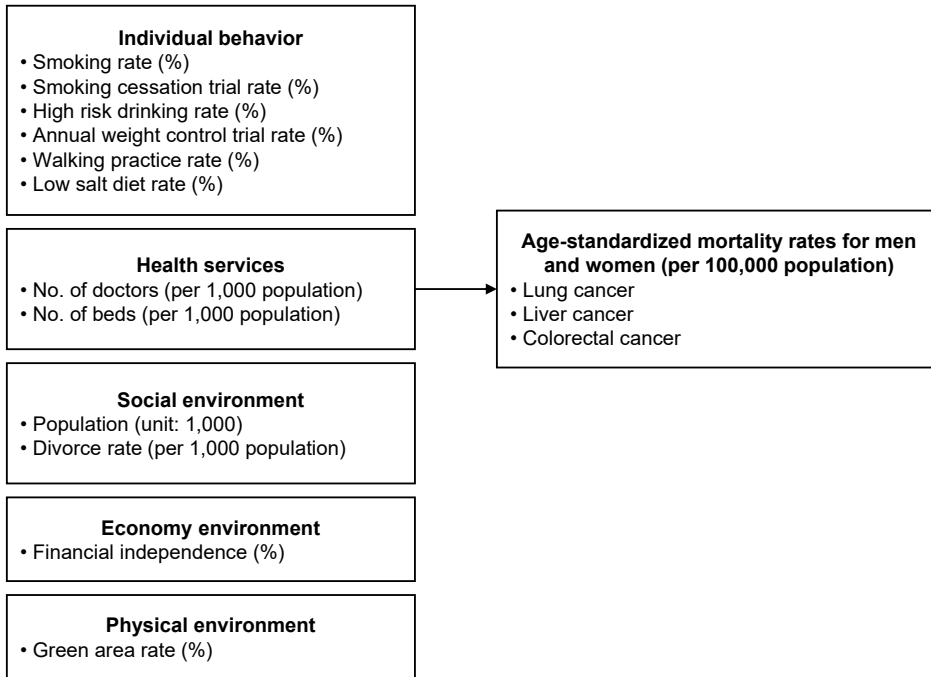


Figure 1. Research model.

(social environment), 경제적 환경(economic environment), 물리적 환경(physical environment) 영역 등으로 구분하였다. 이를 참고하여, 본 연구의 독립변수는 개인 행위, 의료서비스, 사회적, 경제적, 물리적 환경 영역으로 구분하여 분석을 진행하였다.

2. 연구자료 및 대상

본 연구는 대한민국 229개 시/군/구를 대상으로 2010-2020년 암 사망률의 지역 간 차이를 비교하기 위해 통계지리정보서비스(Statistical Geographic Information Service)에서 제공하는 2010년, 2020년 센서스용 행정구역 경계지도 자료와 국가통계포털(Korean Statistical Information Service)에서 제공하는 2010-2020년 통계청 및 지역사회건강조사 자료를 활용하였다. 연구자료는 '시/군/구' 단위로 제공되었으며, 특별시와 광역시 지역은 '군/구' 단위로, 그 외 지역은 '시/군' 단위로 구분하여 활용하였다. 특별시와 광역시 외의 지역에서는 '구' 단위로 세분화된 도시(예: 용인시, 성남시, 수원시 등)와 그렇지 않은 도시(예: 이천시, 여주시 등)가 혼재되어 있다. 이에 연구자료의 일관성을 확보하기 위해 특별시와 광역시 이외의 지역은 '시/군' 단위로 통일하여 활용하였고, 최종적으로 229개의 시/군/구를 본 연구의 대상으로 선정하였다. 다만, '재정자립도' 변수의 경우 2010년 기준 '통합창원시'의 '시' 단위 자료가 없어, 당시 존재했던 '마산시,' '진해시,' '창원시'의 자료를 평균하여 사용하였다. 또한 암

사망률 핫-스팟 지역 분포의 변화를 시간의 흐름에 따라 비교하기 위해 본 연구에서는 2010년(분석 시작 연도)과 2020년(분석 종료 연도)의 두 시점을 활용하였다.

본 연구의 종속변수는 229개 시/군/구별 성별 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 사망률(인구 10만 명당, %)로, 2010-2020년 통계청 사망원인통계 자료를 활용하여 산출하였다.

독립변수의 영역별 자료는 구체적으로 다음과 같다. 첫째, 개인 행위 영역의 현재 흡연율, 금연 시도율, 고위험 음주율, 연간 체중조절 시도율, 걷기 실천율, 저염 선호율은 질병관리청 지역사회건강조사 자료로, 연도 및 지역 간 비교를 위해 인구구성 차이에 따른 영향을 2005년 표준인구로 보정한 표준화율(%)을 활용하였다. 둘째, 의료서비스 영역의 의사 수 및 병상 수는 건강보험심사평가원 건강보험통계 자료로, 지역 간 인구구성 차이에 따른 영향을 보정하기 위해 인구 천 명당 의사 수 및 병상 수를 활용하였다. 셋째, 사회적 영역의 인구수는 행정안전부 주민등록인구 현황 자료로, 성별에 따른 연령표준화 암 사망률을 비교하기 위해 남성과 여성의 인구수를 구분하였으며, 인구 천 명당 조이혼율은 통계청 인구동향조사 자료를 활용하였다. 넷째, 경제적 영역의 재정자립도는 행정안전부 자료를 활용하였으며, 다섯째, 물리적 환경 영역의 녹지율은 한국국토정보공사 도시계획현황 자료를 활용하였다. 개인 행위 영역의 금연 시도율은 문항 변경으로 인해 2010년, 2011년, 2019년에 시계열 단절이 발생하였다. 이에 따라 2010년과 2011년의 자료는 2012년 자료로, 2019년

의 자료는 2018년 자료로 대체하였다. 또한 저염 선호율은 2018년에 조사가 진행되지 않아 해당 연도 자료의 결손이 발생하였다. 이에 따라 2018년 자료를 2019년 자료로 대체하여 분석을 진행하였다.

3. 윤리적 고려사항

본 연구는 연세대학교 미래캠퍼스 생명윤리위원회(institutional review board)로부터 심의면제 승인을 받았다(1041849-202405-SB-099-01). 모든 연구참여자들에게 조사의 목적과 참여과정 등에 대해 설명하고 동의를 받았다.

4. 변수 정의

1) 종속변수

본 연구의 종속변수는 2010-2020년 229개 시/군/구별 성별 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 암 사망률(인구 10만 명당, %)로, 연령구조가 사망률에 미치는 영향을 제거하기 위해 연령표준화 사망률을 활용하였으며, 상병코드는 각각 폐암(C33-C34), 간암(C22), 대장암(C18-C21)으로 분류되었다[2].

2) 독립변수

본 연구의 독립변수는 WHO에서 제시한 SDoH 모형과 선행연구를 바탕으로 선정하였다. 또한 연구모형의 복잡성을 최소화하고 각 변수의 통계적 유의성을 신중히 고려하여, 분석결과와 안정성과 신뢰성을 확보할 수 있도록 최적의 변수를 선정하였다.

(1) 개인 행위 영역

흡연, 식습관, 신체활동 부족 및 비만 등의 개인 행위는 암 발생 및 사망위험에 큰 영향을 미치는 요인으로 알려져 있다[20,21]. 따라서 본 연구에서는 개인 행위의 특성을 대표하는 지표로 다음의 변수를 활용하였다. 현재 흡연율은 현재 흡연하는 사람의 비율(%)로, 평생 5갑(100개비) 이상 흡연한 사람으로 정의하고, 금연 시도율은 현재 흡연자 중에서 최근 1년 동안 1일 이상 금연을 시도한 적이 있는 사람의 비율(%)이다. 고위험 음주율은 최근 1년 동안 한 번의 술자리에서 남자는 7잔 이상(또는 맥주 5캔), 여자는 5잔 이상(또는 맥주 3캔)을 주 2회 이상 마시는 사람의 비율(%)이다. 연간 체중조절 시도율은 최근 1년 동안 체중 감소 또는 유지를 위해 노력한 사람의 비율(%)이고, 걷기 실천율은 최근 7일 동안 1일 30분 이상 걷기를 주 5회 이상 실천한 사람의 비율(%)이며, 저염 선호율은 평소 식습관에서 저염을 선호하는 사람의 비율(%)이다.

(2) 의료서비스 영역

의사 수 및 병상 수는 의료자원을 나타내는 대표적인 지표로, 각 지역 사망률과 밀접한 관련이 있으며[22], 특히 의사 수가 많을수록 암 사망률이 감소하는 것으로 나타났다[18,23]. 이에 따라 본 연구에서는 의료서비스 영역을 대표하는 지표로 인구 천 명당 의사 수 및 병상 수 변수를 활용하여 시/군/구별 암 사망률에 미치는 영향을 파악하였다.

(3) 사회적 영역

인구밀도와 관련된 사회적 요인을 반영하기 위해 인구수를 활용하였으며, 성별에 따른 주민등록 인구수를 집계한 후, 이를 1,000분비로 나타내었다. 결혼상태, 특히 이혼은 암 사망률에 영향을 미치며, 구체적으로 이혼한 사람의 암 사망률이 결혼한 사람보다 높은 것으로 나타났다[24]. 이에 따라 본 연구에서는 사회적 영역을 대표하는 지표 중 하나로 인구 천 명당 조이혼율 변수를 활용하였다. 인구 천 명당 조이혼율은 특정 1년간 신고한 총 이혼 건수를 당해 연도의 주민등록 연앙인구로 나누고, 그 수치를 1,000분비로 나타낸 것이다.

(4) 경제적 영역

재정자립도는 각 지역의 재정 수준을 나타내는 지표로[25], 재정자립도가 높을수록 암 사망률이 감소하는 것으로 나타났다[18]. 이에 따라 본 연구에서는 경제적 영역을 대표하는 지표로 재정자립도를 활용하였다. 재정자립도는 각 시/군/구별 재정수입의 자체 충당능력을 나타내며, (지방세+세외수입)/자치단체 예산규모×100(%)으로 산출하였다.

(5) 물리적 환경 영역

각 지역의 물리적 환경을 나타내는 요인으로 공장용지 면적 비율, 녹지율 등이 있다. 녹지율은 도시 지역에서 녹지 지역이 차지하는 면적의 비율(%)로, 녹지율이 높을수록 암 사망률이 감소하는 것으로 나타났다[26]. 이에 따라 본 연구에서는 물리적 환경 영역을 대표하는 지표로 녹지율 변수를 활용하였다.

5. 분석방법

첫째, 기술통계분석을 통해 종속변수 및 독립변수의 기본적인 특성을 파악하고, 분산분석(analysis of variance)을 실시하여 2010년부터 2020년까지의 연도별 차이에 대한 통계적 유의 여부를 확인하였다.

둘째, 핫-스팟 분석(hot-spot analysis, Getis-Ord G_i^*)을 통

해 암 사망률을 기준으로 통계적으로 유의한 군집을 이루고 있는 핫-스팟 지역을 도출하였고, 2010년(분석 시작 연도)과 2020년(분석 종료 연도)의 두 시점을 기준으로 분석하였다.

핫-스팟 지역은 공간적 군집(cluster)을 형성하는 지역으로 [27], 공간적 사건이 특정 지역에 집중되어 나타나는 경우를 말한다[28]. Getis-Ord G_i^* 분석방법은 G_i^* 통계량을 바탕으로 특정 영역 내 인접지역들의 공간적 군집패턴을 식별하여[27], 핫-스팟과 콜드-스팟(cold-spot) 지역을 도출한다[29]. Getis-Ord G_i^* 분석을 진행하기 위해서는, 공간적 인접관계를 나타내는 공간 가중치 행렬(spatial weight matrix) 도출이 선행되어야 한다[30]. 이에 따라 본 연구는 공간 가중치 행렬을 도출한 후, 이를 Getis-Ord G_i^* 분석에 활용하여 공간적 군집을 식별하고 핫-스팟 지역을 파악하였으며, 분석결과와 p -value 값이 $p < 0.01$ 및 $p < 0.05$ 인 지역만을 핫-스팟 지역으로 추출하였다.

셋째, 패널 일반화 추정방정식(generalized estimating equations, GEE) 분석을 통해 지역의 암 사망률에 영향을 미치는 지역 특성 요인을 파악하였다. 패널 GEE 분석은 반복적으로 측정된 자료를 분석할 때 개체 내 상관 오류를 제어할 수 있는 이점이 있어, 다른 분석방법보다 효율적으로 모수 추정치를 구할 수 있다[31]. 또한 변수들이 등분산성 가정을 충족하지 않아도 정규 분포에 근거한 회귀계수 및 오차를 추정할 수 있다[32]. 즉 패널 GEE 분석방법은 시간적 상관성과 개체 내 상관성을 동시에 고려할 수 있으며, 시/군/구별 암 사망률에 영향을 미치는 다양한 지역 요인을 분석하는 데 가장 적합한 방법으로 판단하였다. 특히 시/군/구 단위의 회귀 가능 사망률과 지역 요인 간의 관계를 분석한 선행연구에서 패널 GEE 분석방법이 효과적으로 활용된 바 있어[33], 본 연구에서도 이 방법을 채택하였다. 통계 및 공간분석은 SAS ver. 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)와 Arc-

GIS Pro ver. 3.2.0 (esri Korea, Seoul, Korea)를 활용하였다.

결 과

1. 기술통계분석 결과

Table 1은 2010-2020년 229개 시/군/구별 성별 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 사망률에 대한 일반적 특성을 나타내는 기술 통계분석 결과이다. 분산분석을 실시한 결과, 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 사망률 모두 지속적으로 감소하는 추세를 보였으며, 연도별로 유의한 차이가 있었다. 특히 남성 폐암 연령표준화 사망률의 평균±표준편차는 2010년 48.11 ± 10.91 에서 2020년 34.76 ± 8.18 으로 모든 종속변수 중 가장 큰 폭으로 감소하였다. 또한 모든 암종에서 여성보다 남성의 사망률이 더 높은 것으로 나타났다.

Table 2는 2010-2020년 229개 시/군/구별 독립변수에 대한 일반적 특성을 나타내는 기술통계분석 결과이다. 분산분석을 실시한 결과, 개인 행위 영역의 모든 변수(현재 흡연율, 금연 시도율, 고위험 음주율, 연간 체중조절 시도율, 걷기 실천율, 저염 선택율)와 의료서비스 영역의 인구 천 명당 병상 수, 사회적 영역의 인구 천 명당 조이혼율 변수가 연도별로 유의한 차이를 보였다.

2. 핫-스팟 분석결과

Figure 2는 2010년 229개 시/군/구별 성별 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 사망률의 핫-스팟 지역을 도출한 결과이다. 폐암 연령표준화 사망률의 핫-스팟 지역을 성별로 구분하여 살펴보면, 남성은 경상북도(경주시, 김천시, 군위군, 봉화군, 성주군, 영덕군, 영동군, 영양군, 울릉군, 울진군, 청송군, 칠곡군, 포항시 이상 13개소), 여성은 전라남도(영암군, 완도군, 진도군, 해남군 이상

Table 1. General characteristics of dependent variables by year (N=229)

Variable	Year												F
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Age-standardized lung cancer mortality rate (per 100,000 population)													
Men	48.11±10.91	46.04±11.36	46.26±10.47	44.60±9.24	43.13±8.72	41.68±8.94	41.24±9.17	38.57±9.00	35.94±7.76	35.37±7.25	34.76±8.18	59.16*	
Women	11.64±3.81	11.41±4.07	11.01±3.90	11.41±5.48	10.83±3.46	10.24±3.53	9.41±3.49	9.53±3.29	8.77±3.41	8.67±3.17	8.42±3.46	23.36*	
Age-standardized liver cancer mortality rate (per 100,000 population)													
Men	34.10±10.27	32.21±9.64	31.39±9.44	29.95±9.36	29.76±9.95	27.20±8.19	26.33±9.21	24.27±7.72	22.91±7.81	21.98±7.48	21.25±7.10	57.37*	
Women	8.21±3.87	7.52±3.68	7.38±3.23	7.73±3.51	7.09±3.31	6.74±3.72	6.80±3.30	5.83±2.83	5.52±2.86	5.61±2.93	5.19±3.54	20.80*	
Age-standardized colorectal cancer mortality rate (per 100,000 population)													
Men	16.98±5.47	16.70±5.04	16.87±4.96	15.86±4.77	15.83±4.86	14.56±4.64	13.51±4.56	14.29±4.49	12.91±3.93	12.98±4.04	12.35±4.36	31.22*	
Women	8.98±3.56	8.73±3.32	8.47±3.85	8.35±3.71	8.04±2.94	7.89±3.71	7.43±3.42	6.97±2.60	7.57±3.63	7.01±3.26	6.48±3.22	12.47*	

Values are presented as mean±standard deviation.

* $p < 0.001$.

Table 2. General characteristics of independent variables by year (N=229)

Variable	Year										F	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		2020
Individual behavior												
Smoking rate (%)	25.37±2.54	24.89±2.57	24.71±2.48	24.11±2.42	23.84±2.63	22.23±2.63	22.34±2.63	21.70±2.69	21.63±2.78	20.31±2.98	19.71±3.05	115.70*
Smoking cessation trial rate (%)	24.95±8.85	24.95±8.85	24.95±8.85	24.90±8.44	25.84±8.14	34.42±8.65	29.89±8.06	27.33±7.78	22.66±8.00	22.66±8.00	45.06±9.82	137.60*
High risk drinking rate (%)	11.10±3.38	14.00±3.38	12.07±3.23	14.15±2.81	14.80±2.88	15.11±2.78	14.65±2.82	15.09±3.26	15.05±3.02	14.12±2.97	11.30±2.93	58.44*
Annual weight control trial rate (%)	47.10±9.44	54.13±8.59	49.98±9.17	56.50±8.91	55.40±7.83	58.82±8.42	57.38±7.59	61.52±8.06	58.14±8.16	62.96±8.21	64.64±7.31	90.97*
Walking practice rate (%)	43.22±12.37	41.43±11.99	40.13±11.85	39.73±11.86	39.01±11.48	40.39±11.81	39.19±11.19	40.46±12.14	44.15±13.74	40.60±12.90	37.81±10.97	5.27*
Low salt diet rate (%)	40.28±7.10	39.80±6.80	41.62±6.73	39.24±6.89	40.38±5.53	40.99±5.80	42.17±5.08	42.71±6.02	42.71±6.02	41.29±6.02	41.29±6.02	7.72*
Health services												
No. of doctors per 1,000 population	2.25±2.05	2.29±2.03	2.33±2.11	2.43±2.26	2.47±2.27	2.52±2.27	2.58±2.34	2.66±2.37	2.71±2.40	2.76±2.29	2.81±2.33	1.69
No. of beds per 1,000 population	11.35±6.99	12.31±7.33	12.87±7.75	13.53±8.33	14.24±8.98	14.34±9.19	14.72±9.45	14.80±9.84	14.98±9.97	14.80±9.84	14.96±9.79	4.34*
Social environment												
Population of men (unit: 1,000)	110.18±105.59	110.59±106.04	111.02±106.70	111.39±107.34	112.09±108.67	112.48±108.99	112.78±109.35	112.91±109.58	112.95±110.14	112.95±110.70	112.84±111.10	0.02
Population of women (unit: 1,000)	109.74±105.53	110.26±106.10	110.78±106.85	111.26±107.63	112.05±109.00	112.54±109.49	112.96±109.96	113.20±110.24	113.36±110.82	113.47±111.51	113.48±111.98	0.04
Divorce rate per 1,000 population	2.25±0.39	2.21±0.39	2.21±0.38	2.23±0.40	2.23±0.37	2.11±0.37	2.09±0.37	2.08±0.36	2.13±0.37	2.19±0.41	2.11±0.37	6.62*
Economy environment												
Financial independence (%)	28.04±16.47	27.96±16.06	27.47±15.57	26.77±14.88	26.29±14.28	25.82±13.47	26.73±13.45	27.63±14.12	27.12±13.41	26.47±13.44	25.01±12.71	0.95
Physical environment												
Green area rate (%)	65.28±21.95	65.23±21.81	64.98±21.76	65.08±21.72	65.06±21.70	65.05±21.49	65.14±21.48	64.93±21.50	64.75±21.45	64.75±21.24	64.67±21.23	0.02

Values are presented as number or mean±standard deviation.
*p<0.001.

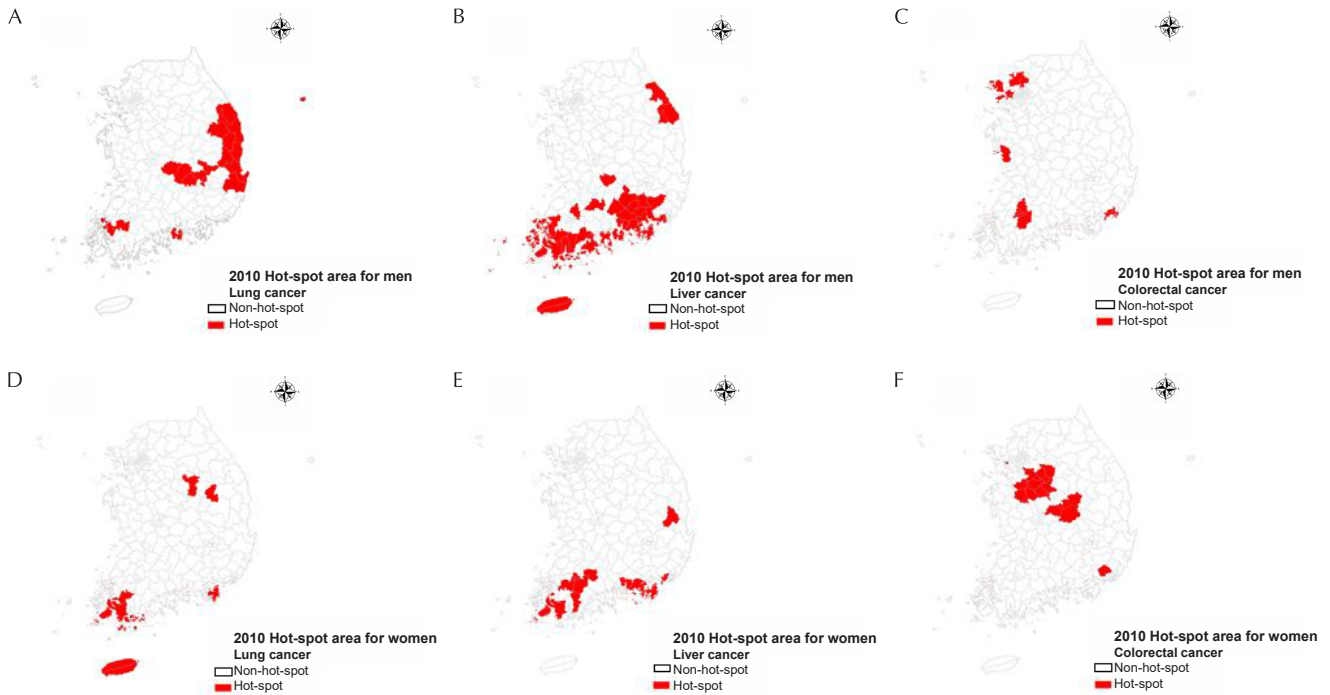


Figure 2. Hot-spot areas of age-standardized lung, liver, and colorectal cancer mortality rate for the year of 2010. (A–C) 2010 Hot-spot area for men: (A) lung cancer, (B) liver cancer, and (C) colorectal cancer. (D–F): 2010 Hot-spot area for women: (D) lung cancer, (E) liver cancer, and (F) colorectal cancer.

4개소)에서 가장 많은 핫-스팟 지역이 도출되었다. 간암 연령표준화 사망률의 핫-스팟 지역을 살펴보면, 남성과 여성 모두 전라남도에서 가장 많은 핫-스팟 지역이 도출되었으며, 남성은 15개소(강진군, 고흥군, 곡성군, 구례군, 나주시, 목포시, 무안군, 보성군, 신안군, 여수시, 영암군, 완도군, 장흥군, 진도군, 함평군), 여성은 7개소(곡성군, 나주시, 목포시, 진도군, 장흥군, 해남군, 화순군)로 나타났다. 대장암 연령표준화 사망률의 핫-스팟 지역을 살펴보면, 남성은 부산광역시(강서구, 남구, 동구, 부산진구, 북구, 사상구, 서구, 수영구, 영도구, 중구 이상 10개소), 여성은 경기도(안성시, 여주시, 용인시, 이천시, 평택시 이상 5개소)에서 가장 많은 핫-스팟 지역이 도출되었다.

Figure 3은 2020년 229개 시/군/구별 성별 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 사망률의 핫-스팟 지역을 도출한 결과이다. 폐암 연령표준화 사망률의 핫-스팟 지역을 성별로 구분하여 살펴보면, 남성은 경상북도(상주시, 문경시, 예천군, 의성군, 안동시, 영양군, 울진군, 청송군, 영덕군 이상 9개소), 여성은 충청북도(괴산군, 보은군, 음성군, 증평군, 청주시 이상 5개소)에서 가장 많은 핫-스팟 지역이 도출되었다. 간암 연령표준화 사망률의 핫-스팟 지역을 성별로 구분하여 살펴보면, 남성과 여성 모두 전라남도에서 가장 많은 핫-스팟 지역이 도출되었으며, 남성은 13개소(강진군, 고흥군, 곡성군, 담양군, 목포시, 무안군, 신안군, 영암군, 완

도군, 장흥군, 진도군, 함평군, 해남군), 여성은 10개소(강진군, 고흥군, 광양시, 여수시, 장흥군, 순천시, 신안군, 완도군, 진도군, 해남군)로 나타났다. 대장암 연령표준화 사망률의 핫-스팟 지역을 살펴보면, 남성과 여성 모두 경상북도에서 가장 많은 핫-스팟 지역이 도출되었으며, 남성은 5개소(봉화군, 울진군, 영양군, 영덕군, 울릉군), 여성은 5개소(안동시, 영덕군, 영양군, 울진군, 청송군)로 나타났다.

이를 종합하면, 2010년과 2020년 모두 폐암은 경상북도, 간암은 전라남도에서 핫-스팟 지역이 집중되는 경향을 보인 반면, 대장암은 특정 지역에 국한되지 않고 다양한 곳에서 핫-스팟 지역으로 나타났다.

3. 패널분석 결과

Table 3은 2010–2020년 229개 시/군/구별 성별 연령표준화 암 사망률에 영향을 미치는 지역 요인을 파악하기 위해 패널분석을 진행한 결과이다.

첫째, 폐암 연령표준화 암 사망률은 개인 행위 영역의 현재 흡연율, 연간 체중조절 시도율 변수와 의료서비스 영역의 인구 천명당 의사 수, 경제적 영역의 재정자립도 변수가 통계적으로 유의한 영향을 미쳤다. 성별을 구분하여 살펴보면, 남녀 모두에게 유의한 영향을 미친 변수는 현재 흡연율, 연간 체중조절 시도율

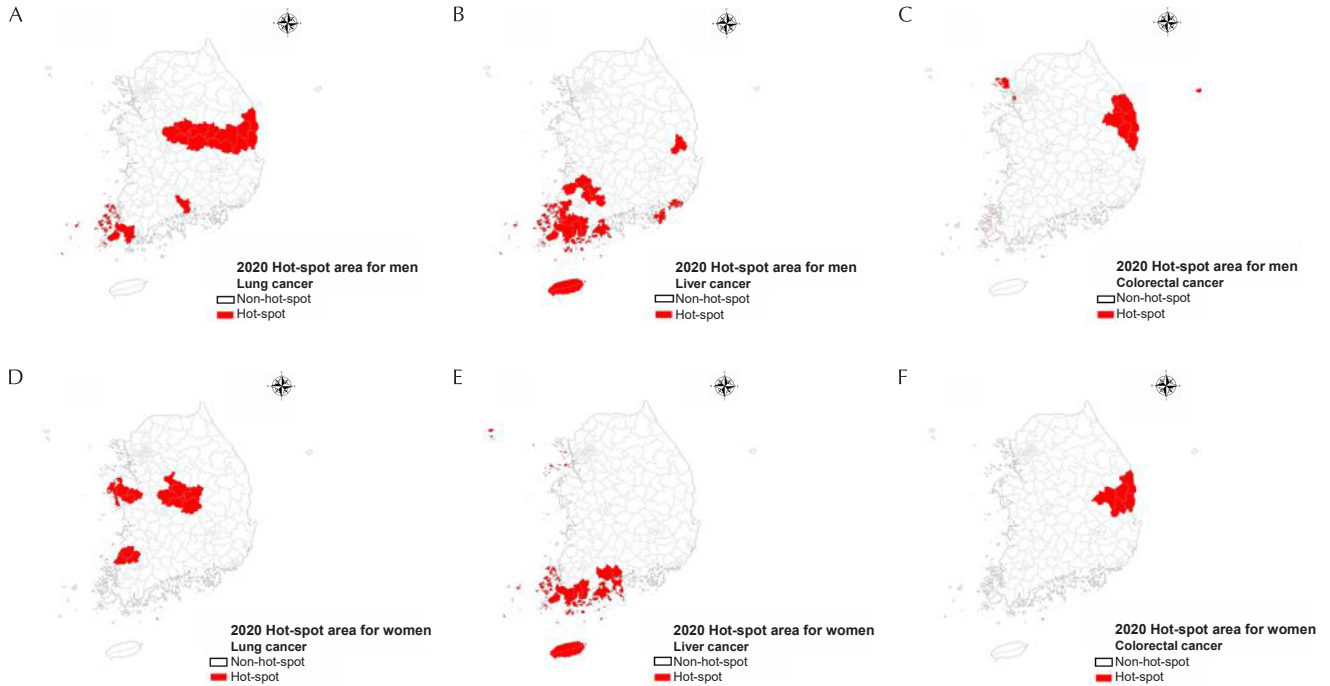


Figure 3. Hot-spot areas of age-standardized lung, liver, and colorectal cancer mortality rate for the year of 2020. (A–C) 2020 Hot-spot area for men: (A) lung cancer, (B) liver cancer, and (C) colorectal cancer. (D–F) 2020 Hot-spot area for women: (D) lung cancer, (E) liver cancer, and (F) colorectal cancer.

Table 3. Panel generalized estimating equations estimates for factors affecting age-standardized cancer mortality rates

Variable	Age-standardized lung cancer mortality rate		Age-standardized liver cancer mortality rate		Age-standardized colorectal cancer mortality rate	
	Men	Women	Men	Women	Men	Women
Individual behavior						
Smoking rate (%)	0.0209***	0.0196***	0.0224***	0.0221***	0.0226***	0.0142**
Smoking cessation trial rate (%)	-0.0002	-0.0003	-0.0020**	-0.0003	-0.0012	-0.0018
High risk drinking rate (%)	-0.0044**	-0.0049	-0.0012	0.0049	-0.0031	0.0091**
Annual weight control trial rate (%)	-0.0053***	-0.0042**	-0.0076***	-0.0048**	-0.0023*	-0.0031*
Walking practice rate (%)	-0.0007	-0.0003	0.0012	0.0010	0.0014	0.0023*
Low salt diet rate (%)	0.0012	0.0011	-0.0046**	-0.0016	-0.0007	0.0030
Health services						
No. of doctors (per 1,000 population)	-0.0147**	-0.0059	0.0008	-0.0074	0.0023	-0.0040
No. of beds (per 1,000 population)	0.0021*	-0.0002	0.0022	0.0034	0.0007	-0.0001
Social environment						
Population (unit: 1,000)	-0.0001	0.0002*	-0.0001	0.0001	0.0004***	0.0002*
Divorce rate (per 1,000 population)	0.0193	0.0761**	0.0251	0.0257	0.0401	-0.0177
Economy environment						
Financial independence (%)	-0.0024***	0.0003	-0.0046***	-0.0003	-0.0006	0.0006
Physical environment						
Green area rate (%)	0.0001	0.0002	0.0001	-0.0012	-0.0001	0.0011

Age-standardized cancer mortality rates are presented per 100,000 population.
 * $p < 0.05$. ** $p < 0.01$. *** $p < 0.001$.

이며, 현재 흡연율은 남녀 모두 양(+)의 관계(남성: $\beta=0.0209$, $p<0.001$; 여성: $\beta=0.0196$, $p<0.001$), 연간 체중조절 시도율은 남녀 모두 음(-)의 관계(남성: $\beta=-0.0053$, $p<0.001$; 여성: $\beta=-0.0042$, $p<0.01$)를 보였다. 인구 천 명당 의사 수, 재정자립도는 남성에게만 유의한 영향을 미쳤으며, 모두 음(-)의 관계를 보였다(인구 천 명당 의사 수: $\beta=-0.0147$, $p<0.01$; 재정자립도: $\beta=-0.0024$, $p<0.01$). 반면, 인구 천 명당 조이혼율은 여성에게만 유의한 영향을 미쳤으며, 양(+)의 관계를 보였다($\beta=0.0761$, $p<0.01$).

둘째, 간암 연령표준화 암 사망률은 개인 행위 영역의 현재 흡연율, 금연 시도율, 연간 체중조절 시도율, 저염 선호율 변수와 경제적 영역의 재정자립도 변수가 통계적으로 유의한 영향을 미쳤다. 성별을 구분하여 살펴보면, 남녀 모두에게 유의한 영향을 미친 변수는 현재 흡연율, 연간 체중조절 시도율이며, 현재 흡연율은 남녀 모두 양(+)의 관계(남성: $\beta=0.0224$, $p<0.001$; 여성: $\beta=0.0221$, $p<0.001$), 연간 체중조절 시도율은 남녀 모두 음(-)의 관계(남성: $\beta=-0.0076$, $p<0.001$; 여성: $\beta=-0.0048$, $p<0.01$)를 보였다. 금연 시도율, 저염 선호율, 재정자립도는 남성에게만 유의한 영향을 미쳤으며, 모두 음(-)의 관계를 보였다(금연 시도율: $\beta=-0.0020$, $p<0.01$; 저염 선호율: $\beta=-0.0046$, $p<0.01$; 재정자립도: $\beta=-0.0046$, $p<0.001$).

셋째, 대장암 연령표준화 암 사망률은 개인 행위 영역의 현재 흡연율, 고위험 음주율, 연간 체중조절 시도율 변수와 사회적 영역의 인구수 변수가 통계적으로 유의한 영향을 미쳤다. 성별을 구분하여 살펴보면, 남녀 모두에게 유의한 영향을 미친 변수는 현재 흡연율, 연간 체중조절 시도율, 인구수이며, 현재 흡연율은 남녀 모두 양(+)의 관계(남성: $\beta=0.0226$, $p<0.001$; 여성: $\beta=0.0142$, $p<0.01$), 연간 체중조절 시도율은 남녀 모두 음(-)의 관계(남성: $\beta=-0.0023$, $p<0.05$; 여성: $\beta=-0.0031$, $p<0.05$)를 보였다. 인구수는 남녀 모두 양(+)의 관계(남성: $\beta=0.0004$, $p<0.001$; 여성: $\beta=0.0002$, $p<0.05$)를 보였다. 고위험 음주율은 여성에게만 유의한 영향을 미쳤으며, 양(+)의 관계를 보였다($\beta=0.0091$, $p<0.01$).

고찰

본 연구는 대한민국 229개 시/군/구를 대상으로 2010-2020년 암 사망률의 지역 간 차이를 비교하고, 암 사망률에 영향을 미치는 지역 영향요인과의 관계를 파악하였다. 기술통계분석 결과, 2010-2020년 남녀의 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 사망률은

지속적으로 감소하는 추세를 보였으며, 모든 암 종류에서 남성의 사망률이 여성에 비해 높게 나타났다.

1. 암 사망률의 공간적 분포 특성

2010년(분석 시작 시점)과 2020년(분석 종료 시점)의 229개 시/군/구별 성별 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 사망률 핫-스팟 지역을 파악하기 위해 Getis-Ord G_i^* 방법을 활용하여 핫-스팟 분석을 진행하였으며 결과는 다음과 같다.

첫째, 폐암 연령표준화 사망률은 2010년과 2020년 모두 경상북도 내 시/군/구(군위군, 봉화군, 영덕군, 영양군, 포항시 등)에서 가장 많은 남성 핫-스팟 지역이 도출되었다. 이는 중금속 및 대기오염, 의료서비스 접근성 문제 등 다양한 요인들이 복합적으로 작용한 결과로 생각된다. 2023년 경상북도 지역의 전체 폐광(금속, 비금속 및 석탄 포함) 수는 789개로, 한국에서 많은 폐광산을 보유한 지역 중 하나이다[34]. 경상북도 내 폐광속광산 인근지역, 특히 군위군과 봉화군에서는 중금속 오염물질이 인근 하천 및 토양에 유입됨에 따라 지역주민들이 카드뮴에 노출되는 위험이 증가하여 건강에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 나타났다[35,36]. 또한 경상북도는 포항시의 대규모 산업단지인 해미세먼지(particulate matter [PM] less than 10 μm) 및 초미세먼지(PM less than 25 μm)와 같은 대기오염물질이 대량으로 방출되어 대기오염 문제가 심각한 지역 중 하나이다[37]. 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer)는 카드뮴과 미세먼지를 폐암 1군 발암 위험인자물질로 분류하고 있으며[38,39], 이러한 환경적 요인이 경상북도 내 시/군/구의 폐암 사망률에 영향을 미쳐 본 연구에서 핫-스팟 지역으로 도출된 것으로 생각된다. 따라서 중금속 및 대기오염과 같은 위험요인에 대한 환경 개선조치가 지속적으로 이루어질 수 있도록 각 지역별 구체적인 환경 관리대책이 필요할 것으로 생각된다.

한편, 경상북도는 상급종합병원이 없는 지역으로, 대형병원의 존도가 높은 암 질병의 특성에 따라 암 치료를 위한 의료서비스 접근성이 다른 지역보다 상대적으로 취약할 수 있다[10]. 경상북도 암 진료 자체 충족률은 2013년 16.6%, 2020년 28.2%로 나타났다으며, 이는 전국 최하위 수준에 해당한다[40,41]. '자체 충족률'이란 해당 지역 내 요양기관에서 암 진료를 받은 비율로[40], 낮은 자체 충족률은 해당 지역 내 요양기관에서 전문적인 암 치료를 충분히 제공받지 못하고 있을 가능성을 나타낸다[9]. 또한 2014년 경상북도 폐암 환자의 62.2%는 대구광역시(33.33%) 및 서울특별시(28.87%) 등 대도시로 이동하여 암 진료를 이용한 것으로 나타났으며, 이는 특정 지역으로의 의료 이용 쏠림 현상을

보여준다[42]. 이러한 현상은 낮은 자체 충족률과 함께 경상북도의 의료인프라 부족현상을 더욱 부각하는 것으로 판단된다. 지역 의료인프라 부족에 따른 대도시 의료집중 현상은 지역 내 의료자원 부족으로 인해 암의 조기 진단과 치료시기가 늦춰질 가능성이 있으며, 암 환자의 거주지와 의료기관 간의 물리적 거리로 인해 암 치료 및 추적관찰에도 부정적인 영향을 미칠 수 있다[43]. 이는 궁극적으로 암 사망률에 영향을 미치며, 의료자원 배분의 비효율성 문제로 인해 지역 간 암 관련 격차를 심화시킬 것으로 생각된다[42]. 따라서 경상북도 내 시/군/구와 같은 의료인프라가 부족한 지역을 중심으로 의료인력 및 시설 확충 등의 정책적 방안을 마련할 필요가 있으며, 이러한 노력을 통해 지역 의료 불균형 문제가 최소화된다면, 지역 간 암 관련 격차를 줄이는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 간암 연령표준화 사망률은 성별에 관계없이 2010년과 2020년 모두 전라남도 내 시/군/구(신안군, 진도군, 장흥군, 완도군 등)에서 가장 많은 핫-스팟 지역이 도출되었다. 보건복지부의 2016년, 2022년 시/군/구별 암 발생통계에 따르면, 전라남도 지역의 간암 발생률이 다른 지역보다 높은 것으로 나타났으며[44,45], 특히 신안군과 진도군의 간암 발생률이 다른 시/군/구 지역보다 높은 수치를 기록하였다[45]. 전라남도 지역의 간암 발생률이 높은 원인은 B형, C형 간염에서 기인하는 것으로 추정되고 있으며[44], 실제로 전라남도 지역의 국내 C형 간염바이러스(hepatitis C virus) 항체 유병률이 다른 지역보다 유의하게 높은 것으로 나타났다[46]. 국제암연구소는 B형, C형 간염을 간암 1군 발암물질로 분류하고 있으며[47], 이러한 요인이 전라남도 내 시/군/구의 높은 간암 발생률에 영향을 미친 것으로 생각된다. 한편, 2008-2017년 간암 연령표준화 사망률(인구 10만 명당)이 가장 높은 지역은 전라남도(22.1명)로, 간암 발생률이 높은 지역과 동일한 결과를 보였다[48]. 이러한 간암 사망률은 간암 환자의 생존율과 밀접한 관련이 있다. 간암 환자의 5년 생존율은 2006-2010년 28.3%에서 2016-2020년 38.7%로 크게 향상되었으나, 다른 암종의 5년 생존율(갑상선암 100.0%, 전립선암 95.2%, 2016-2020년 기준)과 비교하면 현저히 낮은 수치이다[45]. 이는 간암으로 진단되면, 사망할 확률이 다른 암종보다 상대적으로 높을 수 있음을 시사한다. 즉 간암 발생률이 높은 전라남도 시/군/구 지역은 간암 5년 생존율을 고려했을 때 다른 지역보다 간암으로 사망할 확률이 높고, 이에 따라 본 연구에서 간암 사망률 핫-스팟 지역으로 도출된 것으로 생각된다.

한편, 전라남도는 2023년부터 'C형 간염 퇴치사업'을 시작하였다. 이 사업은 C형 간염과 간암의 예방, 조기 진단 및 치료를 목

적으로 하며, 도민을 대상으로 간염 항체 검사와 치료비 지원을 제공하고 있다. 비록 사업이 초기 단계이지만, C형 간염의 조기 진단 및 치료는 간암의 질병 부담을 낮추는 데 중요한 요인 중 하나로 작용할 수 있어[46], 상당한 의미를 지닌다. 따라서 'C형 간염 퇴치사업'과 같은 정책적 접근을 전국 시/군/구 단위로 확대한다면, 전 국민을 대상으로 C형 간염 및 간암의 예방과 치료를 지원하여 간암 관리의 효율성을 높일 수 있을 것으로 생각된다. 이는 지역 간 암 관련 격차를 줄이고, 암 관리 정책을 수립하는 데 중요한 기초 자료로 활용할 수 있다.

셋째, 대장암 연령표준화 사망률은 폐암 및 간암과 달리 특정 지역에서의 뚜렷한 패턴이 나타나지 않았다. 2010년, 2020년 대장암 사망률의 핫-스팟 지역을 살펴보면, 도시 지역(경기·인천 등 수도권, 광주광역시, 부산광역시 등)과 비도시 지역(경상북도, 충청북도 등)의 시/군/구에서 핫-스팟 지역이 도출되었으며, 이는 대장암 사망률에 영향을 미치는 요인들의 복합적인 상호작용에 따라 발생한 결과로 생각된다. 2013년 Monteiro 등[49]의 연구에 따르면, 도시화에 따른 생활 양식의 변화는 즉석 및 가공식품의 소비 증가로 이어질 수 있다. 이러한 식품, 즉 서구화된 식습관으로 인한 고지방, 고당분 음식의 섭취 증가는 비만의 위험을 높여 대장암 발생률 및 사망률에 부정적인 영향을 미칠 수 있다[50].

한편, 비도시 지역은 인구 고령화와 의료서비스 접근성 문제가 도시 지역보다 상대적으로 더 취약하다. 나이가 들면 신체적 기능이 저하되어 개인의 신체활동 감소로 이어질 수 있으며, 이러한 신체활동 부족은 대장암 발생률 및 사망률에 부정적인 영향을 미친다[51]. 또한 의료서비스 접근성 문제는 암의 조기 진단 및 치료에 부정적인 영향을 미쳐 사망률이 증가할 가능성이 있다. 특히 경상북도 내 시/군/구 지역은 도내의 상급종합병원 부재로 인해 전문적인 암 치료를 받는 데 어려움이 따를 수 있다. 즉 서구화된 식습관, 비만, 인구 고령화 및 의료서비스 접근성 등의 요인들이 복합적으로 작용함에 따라 본 연구에서 도시 지역과 비도시 지역의 여러 시/군/구에서 대장암 사망률 핫-스팟 지역으로 도출된 것으로 판단된다. 따라서 대장암 사망률을 감소시키기 위해서는 국가 차원의 일괄적 접근보다 도시화 수준 등 각 지역의 특성과 필요에 맞춘 정책적 접근이 요구된다. 도시화가 낮은 비도시 지역에는 의료인프라를 확충하고, 노인 건강관리 프로그램을 통해 인구 고령화 문제에 대응하며, 도시 지역에는 서구화된 식습관과 비만을 관리하기 위한 교육을 진행하는 등 각 지역에서 필요로 하는 맞춤형 정책이 요구된다.

2. 지역 암 사망률 영향요인

SDoH 모형을 기반으로 선정한 지역 영향요인이 시/군/구별 성별 폐암, 간암, 대장암 연령표준화 사망률에 미친 영향을 파악하기 위해 패널 분석을 진행하였으며, 결과는 다음과 같다.

현재 흡연율은 성별에 관계없이 폐암, 간암, 대장암 사망률 모두에 통계적으로 유의한 영향을 미쳤으며 양(+)의 관계를 보였다. 흡연이 폐암 발생 및 사망과 높은 연관성이 있다는 사실은 많은 선행연구를 통해 입증되었으며, 비흡연에 비해 흡연은 폐암(남성 4.6배, 여성 2.8배)뿐 아니라 간암(남성 1.4배, 여성 1.1배) 및 대장암(남성 1.1배, 여성 1.2배)의 사망위험을 증가시키는 것으로 나타났다[52]. 즉 본 연구와 선행연구를 통해 흡연은 폐암, 간암, 대장암 사망률의 주요 위험인자 중 하나라는 공통된 결론을 도출할 수 있으며, 암 사망률을 감소시키기 위해 금연 홍보 및 관련 프로그램을 진행하는 등 지속적인 금연정책을 마련할 필요가 있다.

연간 체중조절 시도율은 성별에 관계없이 폐암, 간암, 대장암 사망률 모두에 통계적으로 유의한 영향을 미쳤으며 음(-)의 관계를 보였다. 체중조절은 비만관리에 매우 중요한 요소이며, 체중조절 실패에 따른 비만은 암 발생률과 사망률을 증가시키는 것으로 나타났다[53]. 특히 미국에서는 적정 체중을 유지하면, 매년 약 90,000명의 암 사망을 예방할 수 있는 것으로 보고되었다[53]. 즉 본 연구와 선행연구를 통해 체중조절은 암 사망률과 밀접한 관련이 있음을 시사한다. 따라서 암 사망률을 감소하기 위한 지역사회의 필수 과제 중 하나는, 지역 내 공공시설을 활용하여 운동 등의 신체활동을 촉진하고, 건강한 식습관 형성을 위한 교육프로그램을 제공하는 등 지역 내 인구집단을 대상으로 한 지역사회의 실질적인 투자 노력이 필요할 것으로 생각된다.

인구 천 명당 의사 수는 남성 폐암 사망률에 통계적으로 유의한 영향을 미쳤으며 음(-)의 관계를 보였다. 암 사망률을 낮추기 위해서는 암을 조기에 발견하여 치료하는 것이 매우 중요하다[54]. 의사 수 증가는 의료서비스 접근성을 향상시켜 진료 대기시간을 단축하고, 암 조기 진단 및 치료에 긍정적인 영향을 미치며[55], 특히 인구 만 명당 의사 수가 증가할수록 말기 암 진단률이 2.79% 감소하는 것으로 나타났다[56]. 즉 본 연구와 선행연구를 종합하면 각 지역의 의사 수는 암 조기 진단 및 치료뿐만 아니라 말기 암 진단율에도 밀접하게 연관될 가능성이 있으며, 이는 궁극적으로 암 사망률에 영향을 미치는 주요 요인 중 하나로 작용할 수 있음을 시사한다[18,55,56]. 따라서 의사 수가 상대적으로 적은 지역을 중심으로 의사 수를 확충하는 등 의료자원의 합리적인 배분정책이 필요할 것으로 생각된다. 의료공급이 필요에 따라

이루어질 수 있도록 의료공급의 공공성을 강화하고[57], 지역 내 의료서비스 접근성을 높일 수 있는 구체적인 방안을 모색함으로써 지역 간 의료불균형 및 건강격차 해소에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

재정자립도는 남성 폐암 및 간암 사망률에 통계적으로 유의한 영향을 미쳤으며 음(-)의 관계를 보였다. 재정자립도는 각 지역의 재정 수준을 나타내는 지표로[25], 재정자립도가 높은 지역일수록 많은 의료자원이 분포하고[57], 남성 현재 흡연율이 낮은 경향을 보인다[58]. 반면, 재정자립도가 낮은 지역은 지역주민들의 스트레스 수준이 높아 흡연율이 증가할 뿐만 아니라[59], 의료인프라 부족 문제로 인해 암 조기 진단 및 치료에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 실제로, 재정자립도가 낮은 지역일수록 회피 가능 암 사망위험이 증가하는 것으로 나타났다[18]. 따라서 재정자립도가 낮은 지역을 중심으로 암 사망률을 감소시키기 위한 정책 마련 및 재정 지원이 요구된다. 예를 들어, 지역 내 일자리 창출을 통해 지역경제를 활성화하고, 암 치료를 위한 전문 의료인력 및 시설 등의 도입을 통해 지역 간 의료자원 불균형 문제를 해소하며, 암 진단 및 금연프로그램을 강화하여 암의 조기 발견과 예방을 촉진하는 등 지역주민의 건강 수준을 높이는 노력을 도모할 필요가 있다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 분석 단위는 지역 단위로, 연구결과를 개인 수준에서 해석하면 생태학적 오류를 범할 수 있어 주의가 필요하다. 둘째, 본 연구의 분석기간은 2010-2020년으로, 2020년부터 폐암 검진 수검률 수치가 집계된 점을 고려하여 암 검진 수검률을 연구변수에서 제외하였다. 암 검진 수검률은 암 사망률에 영향을 미칠 수 있어 암 검진 수검률 변수를 포함한 후속연구가 요구된다. 셋째, 본 연구의 핫-스팟 분석은 2010년과 2020년의 두 시점을 기준으로 진행하였기 때문에, 시계열적 변화 및 추이를 파악하는 데 한계가 있다. 따라서 향후 종단면연구를 통해 시/군/구별 암 사망률의 시계열적 변화를 파악하고 각 지역의 특성을 확인한다면, 지역 간 암 관련 격차의 원인을 규명하는 데 도움이 될 것으로 판단된다. 이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 핫-스팟 분석을 통해 시/군/구별 암 사망률의 공간적 분포와 변화를 이해할 수 있는 기초자료를 제공한 점에서 의의가 있다. 또한 국가통계포털의 여러 유의미한 2차 자료를 활용하여 시/군/구별 암 사망률에 영향을 미치는 지역 요인을 파악하는 데 기여하였다. 이러한 연구결과는 지역 맞춤형 암 관리 정책을 수립하는 데 근거자료로 활용될 수 있으며, 향후 지역 간 암 관련 격차 해소에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 229개 시/군/구를 대상으로 폐암, 간암, 대장암 연

표준화 사망률의 핫-스팟 지역을 도출하고, 암 사망률에 영향을 미치는 지역 특성 요인 간의 관계를 파악하였다. 분석결과, 경상북도와 전라남도 등 주로 비수도권 지역에서 핫-스팟 분포가 높게 나타났으며, 이는 중금속 및 대기오염, 의료서비스 접근성 부족 등 지역의 환경적 요인이 암 사망률에 영향을 미친 것으로 생각된다. 또한 각 지역의 의사수 증가는 암 조기 진단 및 치료에 긍정적인 영향을 미쳐 암 사망률 감소로 이어질 가능성이 크다. 따라서 각 지역의 환경적 문제와 의료인프라 개선을 위한 지역별 맞춤형 정책의 추진을 제안한다. 국가 차원의 일괄적 접근 대신 각 지역의 특성에 맞춘 정책적 접근을 통해 암 사망률을 감소시키기 위한 구체적인 노력이 이루어진다면, 지역 간 암 관련 격차를 해소하고 암 치료의 효율성을 높여 보건의로 재정에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

이해상충

이 연구에 영향을 미칠 수 있는 기관이나 이해당사자로부터 재정적, 인적 지원을 포함한 일체의 지원을 받은 바 없으며, 연구윤리와 관련된 제반 이해상충이 없음을 선언한다.

ORCID

Han-Sol Jang: <https://orcid.org/0009-0004-9125-3755>
 Young-Ju Won: <https://orcid.org/0000-0001-9861-6740>
 Min-Su Choi: <https://orcid.org/0009-0003-8585-0097>
 Ha-Nul Choi: <https://orcid.org/0009-0005-3282-3495>
 Kwang-Soo Lee: <https://orcid.org/0000-0003-4492-6019>

REFERENCES

- World Health Organization. Global cancer burden growing, amidst mounting need for services [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2024 [cited 2024 Aug 12]. Available from: <https://www.who.int/news/item/01-02-2024-global-cancer-burden-growing-amidst-mounting-need-for-services>
- Statistics Korea. 2022 Causes of death statistics [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2023 [cited 2024 Jul 12]. Available from: https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301060200&bid=218&act=view&list_no=427216
- Korean Cancer Association. KCA cancer report 2023. Seoul: Korean Cancer Association; 2023.
- Patel AV, Deubler E, Teras LR, Colditz GA, Lichtman CJ, Cance WG, et al. Key risk factors for the relative and absolute 5-year risk of cancer to enhance cancer screening and prevention. *Cancer* 2022;128(19):3502-3515. DOI: <https://doi.org/10.1002/cncr.34396>
- Statistics Korea. 2022 Senior citizen statistics [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2022 [cited 2024 Jul 13]. Available from: https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&tag=&act=view&list_no=420896&ref_bid
- National Cancer Center. Annual report of cancer statistics in Korea in 2021 [Internet]. Goyang: National Cancer Center; 2024 [cited 2024 Jul 12]. Available from: <https://ncc.re.kr/cancerStatsView.ncc?bbsnum=678&searchKey=total&searchValue=&pageNum=1>
- National Cancer Center. An explanatory study on the impact of regional characteristics on various aspects of cancer mortality. Goyang: National Cancer Center; 2022.
- Vaccarella S, Lortet-Tieulent J, Saracci R, Fidler MM, Conway DI, Vilahur N, et al. Reducing social inequalities in cancer: setting priorities for research. In: Vaccarella S, Lortet-Tieulent J, Saracci R, Conway DI, Straif K, Wild CP, editors. Reducing social inequalities in cancer: evidence and priorities for research. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2019.
- Moon YO, Park EC, Shin HR, Won YJ, Jung KW, Lee JH, et al. Regional variation in accessing regional hospitals for cancer patients. *Korean J Epidemiol* [Internet] 2006 [cited 2024 Aug 12];28(2):152-161. Available from: <https://www.e-epih.org/upload/pdf/kje-28-2-152.pdf>
- Jun HJ, Kang SY. Regional health disparities between mortality rates in three leading causes of death: a comparative study of spatial dependence in local death rate between cancer, heart disease, and pneumonia. *J Korea Plan Assoc* 2023;58(2):38-51. DOI: <https://doi.org/10.17208/jkpa.2023.04.58.2.38>
- Lee YS, Lee SY, Han IY. A study on the improvement of cancer care service system for health care disparities in Korea: based on cancer patient navigation program. *Health Soc Welf Rev* [Internet] 2011 [cited 2024 Aug 12];31(3):308-340. Available from: <https://www.kihasa.re.kr/hswr/assets/pdf/607/journal-31-3-308.pdf>
- Tobler WR. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Econ Geogr* 1970;46(sup1):234-240. DOI: <https://doi.org/10.2307/143141>
- Kim KG. Exploration of spatial autocorrelation and application of spatial regression analysis. *Korean J Policy Anal Eval* [Internet] 2003 [cited 2024 Aug 12];13(1):273-294. Available from: <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07516522>
- Kim HJ, Lee SW. Changes in spatial dependence of crime and distribution of crime hot spots in Korea, 2001-2010. *J Resid Environ Inst Korea* [Internet] 2013 [cited 2024 Aug 12];11(2):27-41. Available from: https://www.kci.go.kr/kciportal/landing/article.kci?arti_id=ART001799743
- Koschinsky J. The case for spatial analysis in evaluation to reduce health inequities. *Eval Program Plann* 2013;36(1):172-176. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2012.03.004>
- Ko Y, Han J, Yoon T, Kim C, Noh M. Cancer incidence and mortality estimations in Busan by using spatial multi-level model. *J Korean Data Inf Sci Soc* 2016;27(5):1169-1182. DOI: <https://doi.org/10.7465/jkdi.2016.27.5.1169>

17. Chun HJ. A study on the influence of urban environment on the region's deaths by cancer: using GIS and geographically weighted regression. *J Assoc Korean Geogr* [Internet] 2016 [cited 2024 Aug 12];5(3):345-355. Available from: http://koreangeography.or.kr/data/file/sub03_4/872601632_EdmzoPNy_10_28345-35529C0FCC7D-8C1A4_B5B5BDC3C8AFB0E6C6AFBCBAC0CC_C1F6BFAA_OK.pdf
18. Lee SY. The impact of district characteristics on avoidable cancer mortality in Republic of Korea [dissertation]. Seoul: Yonsei University; 2016.
19. World Health Organization. Determinants of health [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2017 [cited 2024 Jun 19]. Available from: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/determinants-of-health>
20. Gapstur SM, Drope JM, Jacobs EJ, Teras LR, McCullough ML, Douglas CE, et al. A blueprint for the primary prevention of cancer: targeting established, modifiable risk factors. *CA Cancer J Clin* 2018;68(6):446-470. DOI: <https://doi.org/10.3322/caac.21496>
21. National Cancer Institute. Risk factors for cancer [Internet]. Bethesda (MD): National Cancer Institute; 2015 [cited 2024 Jun 19]. Available from: <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk>
22. Gong G, Phillips SG, Hudson C, Curti D, Philips BU. Higher US rural mortality rates linked to socioeconomic status, physician shortages, and lack of health insurance. *Health Aff (Millwood)* 2019;38(12):2003-2010. DOI: <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2019.00722>
23. Hong YR, Mainous AG 3rd, Revere L, Mathews S. Gastroenterology specialist supply and early-onset colorectal cancer incidence and mortality in the U.S., 2014-2018. *Gastro Hep Adv* 2023;2(6):810-817. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gastha.2023.04.001>
24. Tannenbaum SL, Zhao W, Koru-Sengul T, Miao F, Lee D, Byrne MM. Marital status and its effect on lung cancer survival. *Springerplus* 2013;2:504. DOI: <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-504>
25. Oh YK. A study of the local finance character affecting community well-being. *Korea Local Adm Rev* 2017;31(3):171-194. DOI: <https://doi.org/10.22783/krla.2017.31.3.171>
26. Coleman CJ, Yeager RA, Riggs DW, Coleman NC, Garcia GR, Bhatnagar A, et al. Greenness, air pollution, and mortality risk: A U.S. cohort study of cancer patients and survivors. *Environ Int* 2021;157:106797. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106797>
27. Ko YJ, Cho KH. Analysis of areas vulnerable to urban heat island using hotspot analysis: a case study in Jeonju city, Jeollabuk-do. *J Korean Inst Landsc Archit* 2020;48(5):67-79. DOI: <https://doi.org/10.9715/KILA.2020.48.5.067>
28. Kang HJ. Hot spot analysis: basics of spatial analysis, understanding and use of recent neighborhood cluster analysis and local Moran index. *Plan Policy* [Internet] 2008 [cited 2024 Jun 19];(324):116-121. Available from: <https://www.dbpia.co.kr/Journal/articleDetail?nodeId=NODE01167403>
29. Jang MH. Analysis on the characteristics of urban decline using GIS and spatial statistical method: the case of Gwangju Metropolitan City. *J Korean Assoc Reg Geogr* [Internet] 2016 [cited 2024 Jun 19];22(2):424-438. Available from: <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART002113487>
30. Han EJ, Sohn SY. An analysis on spatial autocorrelation between increased foreigners and residential mobility in Seoul. *J Korea Plan Assoc* 2017;52(4):201-224. DOI: <https://doi.org/10.17208/jkpa.2017.08.52.4.201>
31. Lee H. The effects of volunteering by older persons on well-being : panel GEE analysis. *Korean J Gerontol Soc Welf* 2016;71(1):167-188. DOI: <https://doi.org/10.21194/kjgsw.71.1.201603.167>
32. Liang KY, Zeger SL. Longitudinal data analysis using generalized linear models. *Biometrika* 1986;73(1):13-22. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/73.1.13>
33. Lee HJ, Lee KS. Regional factors affecting the avoidable mortality: 2010-2019. *Korea J Hosp Manag* [Internet] 2022 [cited 2024 Jun 19];27(1):43-57. Available from: <https://koreascience.kr/article/JAKO202210952794595.pdf>
34. Ministry of Interior and Safety. Current status of abandoned mine survey results: general status by region [Internet]. Sejong: Ministry of Interior and Safety; 2024 [cited 2024 Jul 20]. Available from: <https://www.data.go.kr/data/15067765/fileData.do>
35. Yun SH, Kim CY, Hwang TY, Won KC, Do JY, Lee SJ, et al. The concentration of cadmium in urine, and its role in health-risk assessment of residents in the vicinity of abandoned mines in Gyeong-sangbuk-do, Korea. *Korean J Occup Environ Med* 2010;22(3):251-261. DOI: <https://doi.org/10.35371/kjoem.2010.22.3.251>
36. Lim TY, Lee SW, Cho HG, Kim SO. Comparison of human health risk assessment of heavy metal contamination from two abandoned metal mines using metal mine-specific exposure parameters. *J Environ Impact Assess* 2016;25(6):414-431. DOI: <https://doi.org/10.14249/eia.2016.25.6.414>
37. Hwang I, Kim T. Chemical characteristics of ambient PM_{2.5} at industrial complex in Gyeongbuk area. *J Korean Soc Atmos Environ* 2019;35(3):336-345. DOI: <https://doi.org/10.5572/KO-SAE.2019.35.3.336>
38. International Agency for Research on Cancer. Arsenic, metals, fibres, and dusts: a review of human carcinogens [Internet]. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2012 [cited 2024 Jul 20]. Available from: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Arsenic-Metals-Fibres-And-Dusts-2012>
39. International Agency for Research on Cancer. Outdoor air pollution [Internet]. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2015 [cited 2024 Jul 20]. Available from: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Outdoor-Air-Pollution-2015>
40. Park IS. An analysis on metropolitan concentration factors of health care utilization in local cancer patients using GWR. *J Community Welf* 2016;56:29-56. DOI: <https://doi.org/10.15300/jcw.2016.56.1.29>
41. Kim EJ. 30% of cancer patients from regional areas receive treatment in Seoul... Intensifying concentration of patients in large hos-

- pitals. Medisobizaneews [Internet]. 2021 Oct 4 [cited 2024 Jul 20]. Available from: <https://www.medisobizaneews.com/news/articleView.html?idxno=81807>
42. Hong SC, Jang SR, Hwang SS, Lim JY. Analysis of medical utilization patterns of patients with severe diseases [Internet]. Wonju: Health Insurance Review and Assessment Service; 2014 [cited 2024 Jul 20]. Available from: <https://repository.hira.or.kr/handle/2019.oak/1618>
 43. Ambroggi M, Biasini C, Del Giovane C, Fornari F, Cavanna L. Distance as a barrier to cancer diagnosis and treatment: review of the literature. *Oncologist* 2015;20(12):1378-1385. DOI: <https://doi.org/10.1634/theoncologist.2015-0110>
 44. Ministry of Health and Welfare. First ever release of cancer incidence statistics and maps by city and county in Korea [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2016 [cited 2024 Jul 29]. Available from: https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10503010100&bid=0027&act=view&list_no=335259&tag=&nPage=1
 45. Ministry of Health and Welfare. Cancer incidence decreased in the first year of the COVID-19 pandemic in 2020 and release of five-year (2014-2018) cancer incidence statistics by city and county [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2022 [cited 2024 Jul 29]. Available from: https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10503000000&bid=0027&tag=&act=view&list_no=374307&cg_code=
 46. Jeong SH. Epidemiology of hepatitis C virus infection in Korea. *Korean J Med* 2015;88(6):630-634. DOI: <https://doi.org/10.3904/kjm.2015.88.6.630>
 47. International Agency for Research on Cancer. Hepatitis viruses [Internet]. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 1994 [cited 2024 Jul 29]. Available from: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Hepatitis-Viruses-1994>
 48. Kweon SS. Epidemiology of liver cancer in Korea. *J Korean Med Assoc* 2019;62(8):416-423. DOI: <https://doi.org/10.5124/jkma.2019.62.8.416>
 49. Monteiro CA, Moubarac JC, Cannon G, Ng SW, Popkin B. Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system. *Obes Rev* 2013;14 Suppl 2:21-28. DOI: <https://doi.org/10.1111/obr.12107>
 50. Chaplin A, Rodriguez RM, Segura-Sampedro JJ, Ochogavia-Segui A, Romaguera D, Barcelo-Coblijn G. Insights behind the relationship between colorectal cancer and obesity: is visceral adipose tissue the missing link? *Int J Mol Sci* 2022;23(21):13128. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms232113128>
 51. Schmid D, Leitzmann MF. Association between physical activity and mortality among breast cancer and colorectal cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *Ann Oncol* 2014;25(7):1293-1311. DOI: <https://doi.org/10.1093/annonc/mdl012>
 52. Jee SH, Yun JE, Park JY, Sull JW, Kim IS. Smoking and cause of death in Korea: 11 years follow-up prospective study. *Korean J Epidemiol* [Internet] 2005 [cited 2024 Jul 29];27(1):182-190. Available from: <https://www.e-epih.org/upload/pdf/kje-27-1-182.pdf>
 53. Calle EE, Rodriguez C, Walker-Thurmond K, Thun MJ. Overweight, obesity, and mortality from cancer in a prospectively studied cohort of U.S. adults. *N Engl J Med* 2003;348(17):1625-1638. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa021423>
 54. World Health Organization. Guide to cancer early diagnosis [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2017 [cited 2024 Jul 22]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241511940>
 55. Ananthakrishnan AN, Hoffmann RG, Saeian K. Higher physician density is associated with lower incidence of late-stage colorectal cancer. *J Gen Intern Med* 2010;25(11):1164-1171. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11606-010-1457-z>
 56. Draganic D, Wangen KR. The effect of physician density on colorectal cancer stage at diagnosis: causal inference methods for spatial data applied on regional-level data. *Int J Health Geogr* 2023;22(1):1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12942-023-00323-w>
 57. Lee YJ. An study on the inequality of health care resources distribution affected by regional characteristics. *J Crit Soc Welf* [Internet] 2005 [cited 2024 Jul 22];21:49-78. Available from: <https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE01086228>
 58. Jeong SK. Inequalities in male smoking and associated factors in Korea: results of a secondary data analysis [dissertation]. Incheon: Inha University; 2022.
 59. Lee JH. The regional health inequity, and individual and neighborhood level health determinants. *Health Soc Welf Rev* [Internet] 2016 [cited 2024 Jul 22];36(2):345-384. Available from: <https://www.kihasa.re.kr/hswr/assets/pdf/956/journal-36-2-345.pdf>