



주요 건강지표의 지리적 분포에 따른 공간적 자기상관성 연구: 충청지역의 권역단위를 중심으로

이경민¹, 박명배², 김은아³, 임선철⁴, 강성현⁴, 김수환⁴, 김은성⁴, 김재현^{5,6*}

¹단국대학교 의과대학 의예과, ²연세대학교 소프트웨어디지털헬스케어융합대학 보건행정학부, ³서울대학교 의과대학 의학연구원, ⁴질병관리청 충청권질병대응센터 만성질환관리과, ⁵단국대학교 보건과학대학 보건행정학과, ⁶단국대학교 보건의료정책연구소

초 록

충청권 인구 고령화에 따른 만성질환 예방 및 관리에 대한 중장기적인 전략이 필요하다. 이를 위해 시·군·구 단위 주요 건강지표의 공간적 분포 특성을 파악하여 인접 지역과 지리적으로 연관성이 있는지 확인하였다. 그 결과, 우울감 경험률, 고혈압 및 당뇨병 유병률은 유의하지 않았고, 1인 가구 비율, 필수진료과 의원 수, 미충족 의료 필요도 이외의 주요 건강지표들은 대부분 충청권 내 인접 지역사회의 공간적 군집화를 이루고 있었다. 이를 통해 개별 시·군·구 건강지표를 도식화하여 지역별 건강격차의 현황을 보다 입체적으로 제시하였다. 지역별 건강 관련 공간군집 유무 확인을 통한 전국 대비 충청권역의 유의한 특징을 파악하여 공중보건 개입 전략을 제시하고자 한다.

주요 검색어: 공중보건; 만성질환; 공간분석; 지표; 클러스터 분석

서 론

통계청은 2022년 65세, 75세, 85세 이상 인구 비율이 각 17.4%, 7.3%, 1.8%에서, 2072년 47.7%, 31.9%, 14.3%로 크게 증가할 것을 예상하였다[1]. 특히 충청권은 세종을 제외하고 2025년부터 초고령화 사회에 진입할 것이다[2]. 타 권역에 비해 충청권의 고령화 속도는 매우 급격한 수준이며 현재 권역 내 거주 고령인구 비중 또한 타 권역에 비해 높은 편이다[3].

이러한 고령화 시대에서 건강 관리의 중요성은 더욱 높아질 수 있고, 향후 만성질환 관리에 막대한 비용을 투입하기 전에 예방적 측면의 제도 도입은 필수적이다. 고령화 수준이 비교적 낮은 세종시를 제외한 나머지 대전, 충남, 충북은 만성질환의 관리지표에 해당하는 치료율이 낮게 나타나며, 이 수준 또한 권역별 격차가 벌어지는 것으로 나타난다[4-6].

우리나라의 만성질환으로 인한 사망은 2021년 기준 전체 사망의 79.6%를 차지하며, 2019년 한국의료패널(Korea Health Panel) 조사 결과에 따르면 만 65세 이상 노인의 복합

Received April 15, 2024 Revised May 16, 2024 Accepted May 16, 2024

*Corresponding author: 김재현, Tel: +82-41-550-1472, E-mail: jaehyun@dankook.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?

공간 자기상관 분석과 핫스팟 분석을 통해 지역별 건강관련 공간군집 유무를 확인하고 효과적인 질병 관리를 위한 인접 지역의 협력적 접근 방식을 도출하며 지표값이 낮은 지역은 맞춤형 개입을 제시하고 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

충청권의 인구 구성은 지역별로 차별화된 특성을 보인다. 충남 일부 지역은 의료기관 수가 부족한 군집이 존재하며 현재 흡연율이 높은 구역이 밀집화되어 있고, 여러 지역에 걸쳐 월간 음주율과 고위험 음주율의 콜드스팟이 존재한다. 또한 충남 서부와 남부권은 고혈압 유병률이 높고 세종과 대전권 일부 지역에는 콜드스팟이 존재한다.

③ 시사점은?

권역별 시·군·구 단위의 공간 자기상관 분석의 결과에 기반하여 유사한 건강 관련 공간군집 파악을 통한 정책 입안자의 효율적이고 지리적으로 협력할 수 있는 제도 도입의 전략을 제시할 수 있다.

만성질환 유병률은 60%이고, 2018년 미국의 국민건강 인터뷰 설문조사에서 성인 27.2%에 해당하는 6,800만 명이 2개 이상의 만성질환에 이환된 것으로 확인되었다[7].

만성질환은 치료보다 지속적인 관리와 조절을 통해 악화를 예방해야 하는 질환으로, 만성질환의 악화는 관리 및 조절의 부담에 따른 삶의 질 감소와 근로상태의 변화 및 의료비 부담에 따른 사회적 부담으로 이어지게 된다[8]. 특히 고혈압 및 당뇨에 따른 혈압 혹은 혈당의 관리 및 조절은 장기적인 의료 서비스 제공에 따른 관리가 필요하다[9].

보건복지부는 지역사회 일차의료 시범사업과 만성질환관리 수가 시범사업을 통합 및 연계하여 2018년 일차의료 만성질환관리 추진위원회 및 추진단을 구성 및 운영하기 시작하였다. 이는 가장 규모가 큰 정부 주도의 만성질환 관리사업이다. 하지만 환자의 높은 중도 탈락률과 지자체 차원의 환자 모니터링 및 관리 부족 등으로 개선의 필요성이 제기되고 있

다[10]. 이는 만성질환을 위한 자기관리 능력과 관련된 교육 및 상담 등의 부족과 낮은 수가 등을 원인으로 평가하고 있다 [11].

종합적인 충청권(대전, 세종, 충북, 충남) 만성질환 관리 전략이 부재한 상황에서 만성질환 관련 지표들이 전국 및 전년 대비 악화된 상태이며 권역 내 지역 간 건강격차 또한 증가 추세이다[11]. 이에 충청권의 지역사회 사회인구학적 특성 파악과 대표적인 건강 관련 지표들의 공간적 분포가 인접 지역과 지리적으로 연관성이 있는지 파악하여 효율적인 만성질환 관리 전략을 제시하고자 한다.

방 법

전략적인 충청권 만성질환 관리를 위해 국내 250개 시·군·구로 구분하여 건강행태 및 건강결과를 비교하고자 한다. 이를 위해 시·군·구 단위 분석이 가능한 Korean Statistical Information Service (KOSIS) 국가통계포털의 공개 데이터와 2022년 기준 지역사회건강조사 결과를 활용하였다. 이때 주요 건강결과 지표는 고혈압 유병률, 당뇨병 유병률, 우울감 경험률로 선정하였고, 건강행태와 관련해서는 현재 흡연율, 월간 음주율, 고위험 음주율, 운동 실천율, 걷기 실천율, 건강생활 실천율, 비만율, 스트레스 인지율, 주관적 건강수준을 선정하였으며, 지역사회 특성 변수는 노령화지수, 1인 가구비율, 1인당 gross regional domestic product (GRDP), 인구 십만 명당 병원 수, 인구 십만 명당 필수진료과 의원 수, 미충족 의료 필요도를 선정하였다.

지역사회건강조사는 복합표본설계를 반영한 시·군·구별 평균값 산출 및 개인 가중치를 반영하여 대표성을 확보한 2022년 만 19세 이상 성인 231,785건의 대상자로 설정하였고, KOSIS 자료의 250개 시·군·구 지역을 기준으로 지역의 단위를 구분하였다.

이렇게 선정된 주요 건강지표들의 단변량 분석을 통해 공

간적 분포 특성을 확인하였다. 이는 각 지표 값의 공간적 분포가 인접 지역과 지리적으로 공간적 군집화를 이루는 연관성이 있는지 확인하기 위함이다. 이에 필요한 자료원으로는 지표 원자료 이외에 센서스용 시·군·구 행정구역경계(SGIS) 자료를 활용하였다.

공간분석을 위한 공간 가중 행렬은 지역의 인접성을 기반으로 한(contiguity weight) Queen 방법을 적용하였으며 인접 차수(order of contiguity)는 1차로 지정함으로써 직접 경계를 공유하는 지역만을 이웃으로 정의하였다. 이때 섬 지역(isolate)은 가중치에서 제외되었다.

각 설명변수가 전국 250개 시·군·구 전역에 걸쳐 공간적 자기상관성을 가지는지 확인하기 위하여 전역적 모란지수(Global Moran's I)를 산출하고 9,999회의 permutation 과정을 통해 통계적 유의성을 검정하였다[12,13]. 또한 국지적 모란지수(Local Moran's I)의 LISA 클러스터 맵(local indicator of spatial association cluster map)을 통해 공간적 연관성이 존재하는 군집의 지리적 분포를 탐색하였다[14]. 양(positive)의 값이 유의하게 집중된 핫스팟(hot spot) 지역은 high-high (HH), 음(negative)의 값이 밀집된 콜드스팟(cold spot) 지역은 low-low (LL), 그 이외에 중심지역과 이웃지역의 값이 음과 양으로 상호 반대되는 경우를 각각 high-low (HL), low-high (LH)로 구분하여 도식화하였다. 전체 공간분석은 GeoDa (GeoDa ver.1.22.; the University of Chicago) 소프트웨어를 활용하였다.

결 과

국내의 전국 17개 시·도를 250개 시·군·구로 구분하여 주요 건강지표의 현황을 파악하였다. 그 결과, 다른 시·도의 평균에 비해 충청권 대부분의 1인 가구 비율과 1인당 GRDP는 높게 나타났으며, 인구 십만 명당 병원 수는 적지만 필수진료과 의원 수는 많은 것으로 나타났다(보충 표 1). 미충

족 의료 필요도와 걷기 실천율, 건강생활 실천율, 비만율은 비교적 낮은 수준이었으나 현재 흡연율, 월간 음주율, 고위험 음주율, 중등도 이상 운동 실천율은 높은 수준을 보였다(보충 표 2). 또한 스트레스 인지율, 주관적 건강수준, 고혈압 유병률, 당뇨병 유병률, 우울감 경험률은 다른 시·도의 평균보다 높은 비율을 보였다(표 1, 보충 표 3).

2022년 국내 250개 시·군·구별 주요 건강지표 및 자원들의 공간적 분포 및 군집 특성에 따른 전역적 및 국지적 모란지수의 결과를 도식화하여 분석하였다. 이 중 사회인구학적 특성 및 의료자원을 분석한 결과, 6개의 지표는 모두 Z-score가 1.96 이상이고, pseudo p-value가 0.05 이하이므로 유의한 것으로 확인되었다. 충청권의 노령화지수는 보령, 부여에서 HH, 천안, 진천, 청주와 대전 일부, 세종에서 LL 패턴의 밀집 지역이 구분되어 존재하였다. 하지만 1인 가구 비율과 필수진료과 의원 수, 미충족 의료 필요도는 공간적 군집화의 유의성이 확인되지 않았다(no spatial autocorrelation). 1인당 GRDP는 천안, 청주 일부 지역에서 HH, 금산에서 LL 패턴을 보였고, 인구 십만 명당 병원 수는 당진과 홍성에서 LL 경향을 보였다(그림 1).

건강행태에 따른 시·군·구별 공간적 분포 및 군집 특성을 분석한 결과, 모든 지표가 유의한 것으로 확인되었다. 당진, 아산, 천안, 진천, 음성, 증평, 괴산, 청주 북부지역에서 현재 흡연율이 HH으로 밀집화되었다. 반면 천안, 청주 일부 지역의 HH를 제외하고 보령, 부여, 논산, 영동 등 충청권 남부의 일부 지역에서는 월간 음주율과 고위험 음주율의 LL 경향을 보였다. 이외 운동 실천율과 걷기 실천율, 건강생활 실천율은 인접 지역과 공간적 군집화를 이루는 것으로 확인하였다(그림 2).

건강행태 및 건강 결과의 시·군·구별 공간적 군집화 분석 결과, 비만율, 스트레스 인지율, 주관적 건강수준의 지표는 유의하였다. 충청권의 비만율은 천안시 서북구에서 LH, 계룡에서 HL, 음성, 충주, 제천에서 HH 경향을 보였으며, 대전 일

표 1. 권역별 만성질환 관련 주요 지표 현황

변수명	충청권 (충북, 충남, 대전, 세종)	전라권 (전북, 전남, 광주, 제주)	경상권 (경북, 경남, 대구, 부산, 울산)	강원권	수도권 (서울, 경기, 인천)	충청권 외 4개 권역 평균	전국
시·군·구 지역 수	36	44	75	18	77	214	250
사회인구학적 특성							
노령화지수(65세+ / <15세 인구)	2.6	3.2	3.0	2.9	1.6	2.7	2.6
1인 가구비율(%)	36.9	37.5	36.7	37.2	33.5	36.2	35.9
1인당 GRDP (/백만 원)	60.6	34.5	46.9	37.4	61.0	45.0	50.4
병원 수(십만 명당, 개소)	7.7	11.9	10.2	5.6	6.6	8.6	8.7
필수진료과 의원 수(십만 명당, 개소)	16.0	14.2	15.5	11.6	19.2	15.1	16.2
미충족 의료 필요도(%)	5.7	6.4	6.4	6.2	5.0	6.0	5.8
건강 행태							
현재 흡연율 (%)	18.8	17.1	18.2	20.4	17.4	18.3	18.0
월간 음주율(%)	50.5	45.1	49.8	51.5	54.6	50.3	50.7
고위험 음주율(%)	15.1	12.7	14.8	18.2	14.8	15.1	14.7
중등도 이상 운동 실천율(%)	23.2	24.4	23.3	22.2	21.4	22.8	22.8
걷기 실천율(%)	43.2	43.5	42.5	37.2	54.0	44.3	45.9
건강생활 실천율(%)	18.1	20.8	18.7	15.6	21.3	19.1	19.6
비만율(%)	31.6	31.8	30.5	35.4	31.2	32.2	31.4
스트레스 인지율(%)	21.9	20.3	19.7	20.8	23.2	21.0	21.3
주관적 건강(%)	44.4	41.2	39.7	42.0	47.3	42.6	43.2
건강 결과							
고혈압 유병률(%)	28.4	29.6	26.3	31.7	22.8	27.6	26.5
당뇨병 유병률(%)	12.2	13.1	11.9	12.8	10.1	12.0	11.7
우울감 경험률(%)	7.7	7.1	7.1	7.0	7.4	7.2	7.2

GRDP=gross regional domestic product.

부지역에서는 LL 경향을 보였다. 스트레스 인지율은 보은에서 HL, 천안에서 HH를 보였고, 논산과 영동에서는 LL 경향을 나타냈다. 주관적 건강수준은 천안시 동남구에서 LH, 충주에서 HL, 계룡과 대전, 청주 일부에서 HH 경향을 보였다. 우울감 경험률과 고혈압, 당뇨병 유병률은 Z-score가 1.96 미만이고, pseudo p-value가 0.05 이상으로 유의하지 않았다(그림 2).

결론

충청권(충남, 충북, 대전, 세종) 시·군·구별 전략적이고 효율적인 만성질환 관리를 위해 지역별 건강관련 공간군집 유

무를 확인하기 위한 공간분석 및 도식화를 통한 건강 격차의 현황을 입체적으로 제시한 결과는 다음과 같다.

첫째, 250개 시·군·구의 주요 건강지표에 대해 현황분석을 수행한 결과, 충청권의 노령화지수는 비교적 낮고, 1인당 GRDP는 높게 나타났으며, 전체 병원 수는 비교적 적지만 필수진료과 의원은 많아 미충족 의료 필요도는 낮은 수준이었다. 걷기 실천율과 건강생활 실천율은 비교적 낮은 수준이지만 높은 수준의 중등도 이상 운동 실천율, 주관적 건강수준과 낮은 비만율을 보였고, 흡연율과 음주율, 스트레스 인지율, 고혈압 유병률, 당뇨병 유병률, 우울감 경험률은 타권역 보다 높은 비율을 보였다. 이는 질병관리청의 충청권 지역사회건강조사 결과, 2018-2022년 흡연율, 음주율, 뇌졸중 및 심근경색

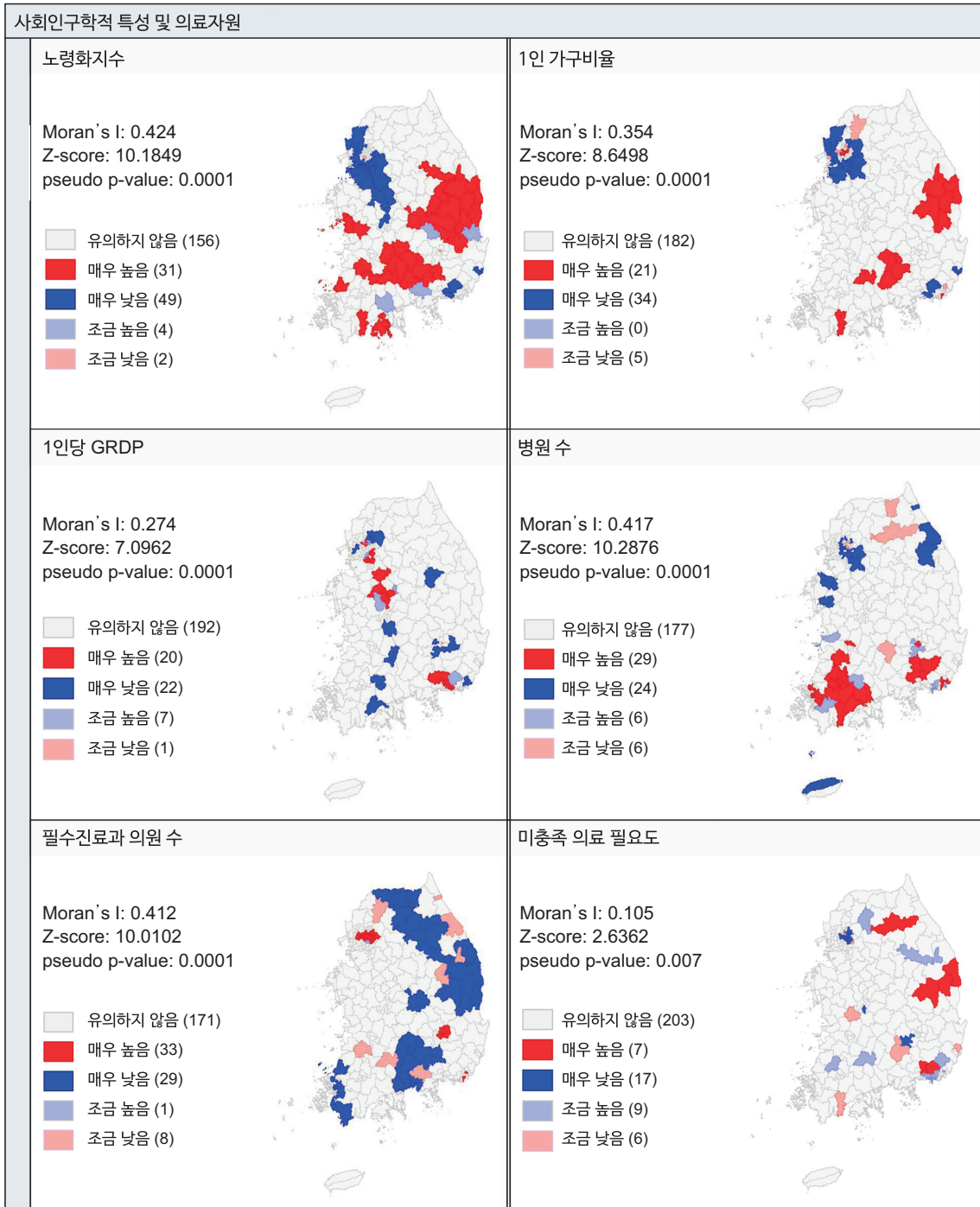


그림 1. 국내 250개 시·군·구에서 사회인구학적 특성 및 의료자원 지표의 공간적 군집 특성
GRDP=gross regional domestic product.

증 조기증상 인지율 등이 전국 및 전년 대비 악화되었다는 기존 연구와 동일한 결과를 나타냈다[11].

둘째, 전국 시·군·구별 사회인구학적 특성의 공간적 군집 특성을 도식화하여 충청권의 군집화 유의성을 파악한 결

과, 노령화지수의 고령층(HH) 또는 젊은 층(LL) 밀집 지역이 각각 구분되어 존재하였고, 충청남도 일부 지역에 인구 10만 명당 병원 수는 부족(LL)한 군집이 존재하였다. 이는 충남 전체 인구 대비 65세 이상 노인인구가 약 20%를 차지하고, 천

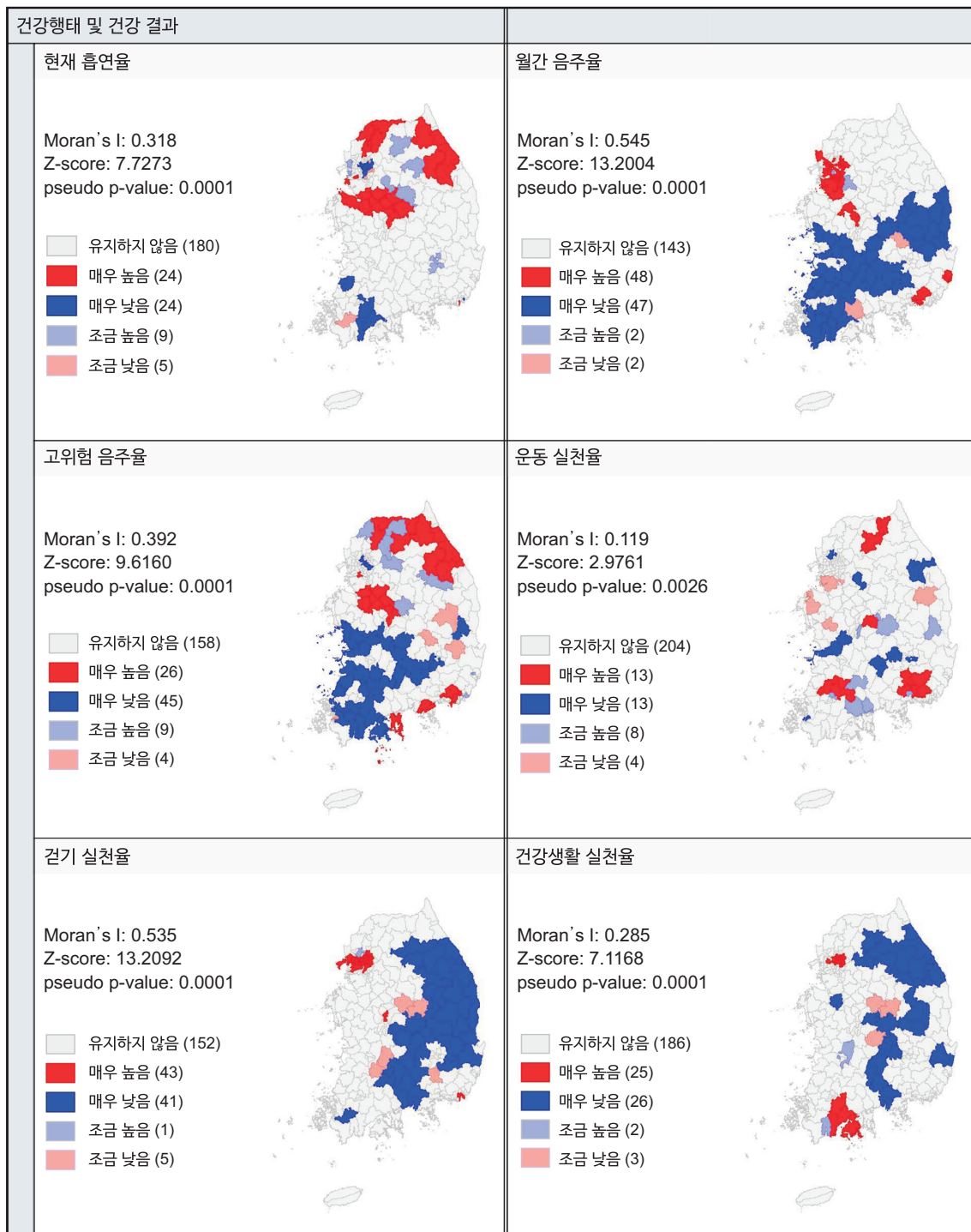


그림 2. 국내 250개 시·군·구에서 건강행태 및 건강 결과의 공간적 군집 특성

안시는 11.6%를 차지하는 반면 서천군, 청양군, 부여군은 약 40%가 노인인구인 점에서 지역 간 격차를 확인할 수 있었다 [5]. 고령화 수준의 지역별 격차는 선별적인 만성질환 관리 전략의 수립을 통해 효율적인 운영이 필요하다는 점을 보여준

다.

셋째, 전국 시·군·구별 건강행태 지표의 공간적 군집 특성을 도식화하여 충청권의 군집화 유의성을 파악한 결과, 충청남도 북부 지역에 현재 흡연율이 높은 구역(HH)이 밀집화

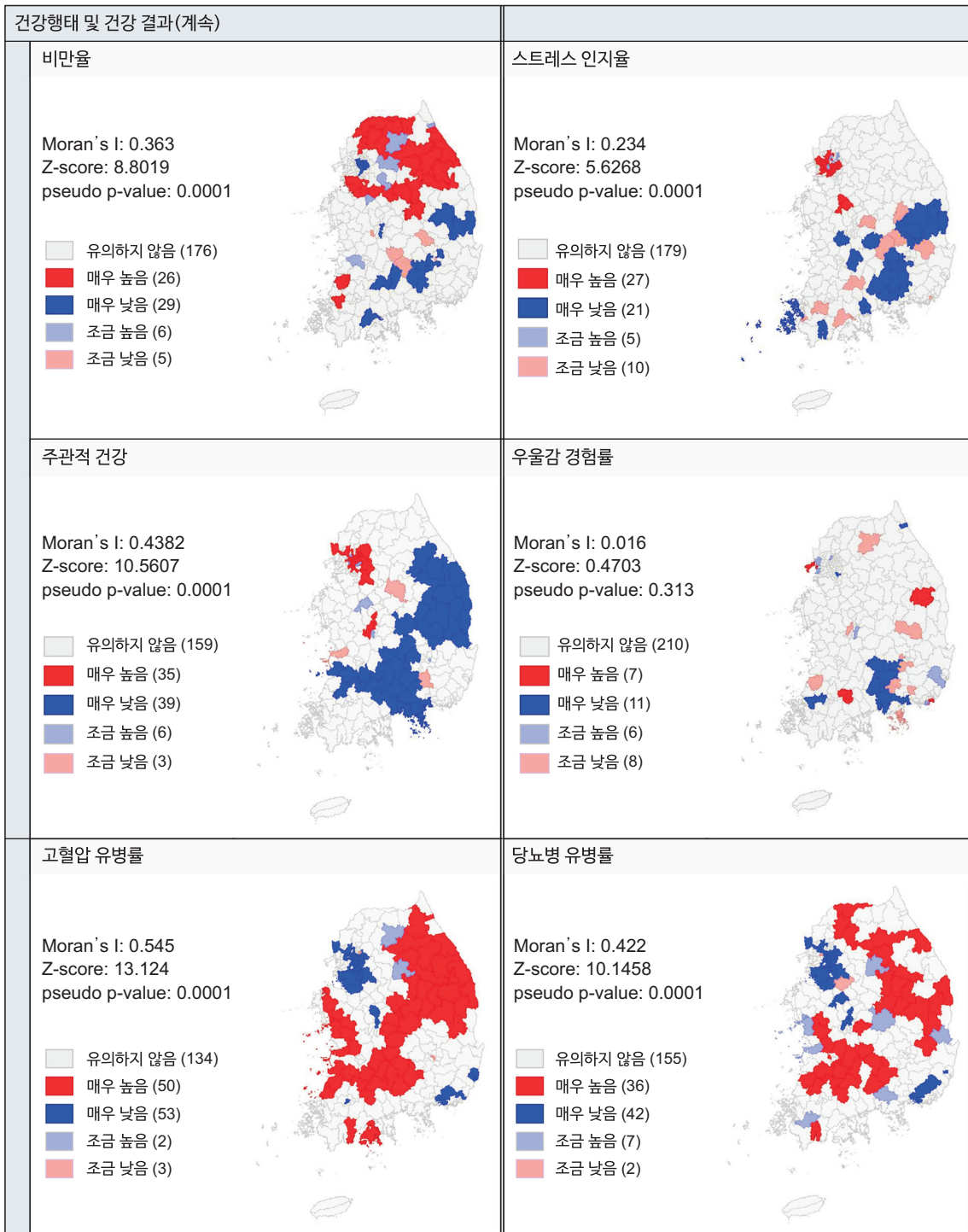


그림 2. 계속

되었으며, 충청권의 여러 지역에서 월간 음주율과 고위험 음주율이 낮은 구역(LL)이 밀집화되어 존재하였다. 특히 고위험 음주율의 경우 충청권 내에 뚜렷한 HH (북부)와 LL (남부)이

존재하며 전국과 비교하여 지역적 밀집 양상이 뚜렷하였다.

넷째, 비만율, 스트레스 인지율, 주관적 건강수준은 낮은 경향(LL)을 보였으나, 충북 일부 지역에서는 높은 경향(HH)

을 보였다.

충청권은 대전, 세종, 충남, 충북 4개 행정구역으로 이루어져 있으며, 시·도별 고령화 진행과 건강행동 격차, 만성질환 유병률 등의 격차가 크게 나타나고 있다[11]. 이는 본 연구를 통해 충청권역의 주요 건강지표에 따라 지역마다 이질성을 보이는 점과 유사한 결과이다.

따라서 충청권역의 건강지표에 따른 건강관리 중재사업의 우선순위 지역을 선정하여 집중관리를 할 필요가 있다. 또한 예산, 인력 등 지자체의 현실적인 자원 부족과 인구소멸은 효율적인 건강관리 중재사업의 효율성, 형평성을 더욱 고려해야 하는 바 다양한 수단을 강구할 필요가 있다.

최근 충청권질병대응센터는 「충청권 만성질환 건강격차 현황과 전략」, 「충청권 만성질환 관리를 위한 중장기 전략 개발」 등 '2023년 충청권 건강격차 해소방안 마련을 위한 전문가 포럼'을 통해 충청권 맞춤형 건강문제 해소를 위한 다양한 노력을 시도하고 있다[11].

본 연구는 데이터의 제한으로 2022년에 특정된 단면연구를 진행하였고 시간적 군집에 대한 분석이 누락되어 있어 추후 시공간 군집분석을 통해 기간별 지역 대비 변화를 파악하는 연구가 수행되어야 할 것이다.

본 연구는 기존 지역별 건강지표의 격차 연구와 다르게 보다 세분화된 시·군·구 단위 만성질환 관련 지표를 통해 유사한 특성을 지닌 시·군·구 간 협력에 따른 특성화된 만성질환 관리 방안 제시의 필요성과 군집에 따른 중재사업의 지역 간 연계를 위한 자료로 활용할 수 있는 데 제안점이 있다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: This study was funded by the grant from the Korea Disease Control and Prevention Agency (2023-02).

Acknowledgments: None.

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

Author Contributions: Conceptualization: JHK, GML. Data curation: EAK. Formal analysis: MBP, EAK. Funding acquisition: SCL, SH Kang, SH Kim, ESK. Investigation: GML. Methodology: JHK, GML. Project administration: EAK. Resources: SH Kim. Software: GML. Supervision: JHK. Validation: GML, JHK. Visualization: GML. Writing – original draft: GML. Writing – review & editing: SCL, SH Kang.

Supplementary Materials

Supplementary data are available online.

References

1. Lee SY, Hwang NH, Jang IS. The 2024 outlook for population policy. Health and Welfare Policy Forum. Korea Institute for Health and Social Affairs; 2024.
2. Cha GH, Lim SH. Analysis of population changes and estimation of regional vitality index of small cities in non-metropolitan area. Geogr J Korea 2023;57:111-28.
3. Sejong Special Self-Governing City. 8th Local health plan (2023~2026). Sejong Special Self-Governing City; 2023.
4. Daejeon. 8th Local health plan (2023~2026). Daejeon; 2023.
5. Chungcheongnam-do. 8th Local health plan (2023~2026). Chungcheongnam-do; 2023.
6. Chungcheongbuk-do. 8th Local health plan (2023~2026). Chungcheongbuk-do; 2023.
7. Kim SM, Park HS. Comparison of factors influencing health-related quality of life between middle-aged and senior-aged patients with complex chronic diseases: analysis of the 2018 Korea Health Panel Data. J Converg Cult Technol 2024;10:235-44.
8. Kang HJ. The 2024 outlook for health care policy. Health

- and Welfare Policy Forum. Korea Institute for Health and Social Affairs; 2024.
9. Kim MJ. Prediction model of hypertension for smartwatch users using machine learning: based on Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Consum Policy Educ Rev* 2023;19:101-16.
 10. Kim TY. Performance and direction of primary healthcare chronic disease management pilot project. *Proceedings of the Korean Society of Health Policy and Administration Conference 2022*;2022:1-29.
 11. Korea Disease Control and Prevention Agency. To hold a forum for experts to prepare measures to bridge the health gap in the Chungcheong area in 2023 [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023 [cited 2024 May 16]. Available from: <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156596226>
 12. Moran PAP. Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika* 1950;37:17-23.
 13. Cliff AD, Ord JK. *Spatial processes: models & applications*. Pion Limited; 1981. p. 63-5.
 14. Anselin L. Local indicators of spatial association—LISA. *Geogr Anal* 1995;27:93-115.

A Study on Spatial Autocorrelation according to the Geographical Distribution of Major Health Indicators: Focusing on Regional Units in Chungcheong Province

Gyeongmin Lee¹, MyungBae Park², EunAh Kim³, Seoncheol Lim⁴, Sunghyun Kang⁴, Soohwan Kim⁴, Eunseong Kim⁴, JaeHyun Kim^{5,6*}

¹Department of Premedical, College of Medicine, Dankook University, Cheonan, Korea, ²Division of Health Administration, College of Software and Digital Healthcare Convergence, Yonsei University, Wonju, Korea, ³Medical Research Center, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea, ⁴Division of Chronic Disease Control, Chungcheong Regional Center for Disease Control and Prevention, Korea Disease Control and Prevention Agency, Daejeon, Korea, ⁵Department of Health Administration, College of Health Science, Dankook University, Cheonan, Korea, ⁶Institute for Health & Medical Policy, Dankook University, Cheonan, Korea

ABSTRACT

Long-term strategies are necessary to prevent and manage chronic diseases owing to the aging of the population in the Chungcheong region. Geographical connections with nearby areas were determined by identifying the spatial distribution characteristics of major health indicators at the city, county, and district levels. Consequently, factors such as the depression experience rate and prevalence of hypertension and diabetes mellitus were interpreted to be insignificant. Most of the major health indicators (in addition to the ratio of single-person households, number of essential medical clinics, and need for unmet medical care) comprised the spatial clustering of adjacent communities within the Chungcheong area. This study presented the current status of regional health gaps from various viewpoints by schematizing the health indicators for each city, county, and district. Thus, this study aimed to suggest public health intervention strategies through the identification of significant characteristics of the Chungcheong area compared to the entire country.

Key words: Public health; Chronic disease; Spatial analysis; Indicators; Clustering

*Corresponding author: JaeHyun Kim, Tel: +82-41-550-1472, E-mail: jaehyun@dankook.ac.kr

Introduction

Statistics Korea predicts that the percentages of the Korean population aged 65 years or older, 75 years or older, and 85 years or older will rise from 17.4%, 7.3%, and 1.8% in 2022 to 47.7%, 31.9%, and 14.3% in 2072 [1]. Excluding Sejong-si, the Chungcheong region is expected to transition to a super-aged society by 2025 [2]. The rate of aging in the

Chungcheong region is notably swift compared to other regions, with a higher proportion of older adult residents than in other areas [3].

In a society with an aging population, the importance of health management becomes even more critical. Implementing prevention-focused strategies is crucial to decrease the substantial costs associated with managing chronic diseases that would otherwise be necessary. With the exception of Sejong-si,

Key messages

① What is known previously?

Spatial autocorrelation and hot-spot analyses are used to determine the presence or absence of regional health-related spatial clusters.

② What new information is presented?

The population composition of the Chungcheong area showed differentiated characteristics by region, and some areas of Chungnam lacked the required number of medical institutions.

③ What are implications?

It is possible to present a strategy for introducing a system that allows policymakers to efficiently and geographically cooperate by identifying health-related spatial clusters based on the results of the spatial autocorrelation analysis without limiting administrative autonomous areas by region.

which is in the early stages of an aging population, Daejeon, Chungcheongnam-do, and Chungcheongbuk-do have low rates of treatment, indicating challenges in chronic disease management and highlighting disparities between regions [4-6].

Deaths from chronic diseases accounted for 79.6% of all deaths in the Republic of Korea (ROK) in 2021. The 2019 Korea Health Panel found that 60% of the older adult population (aged ≥ 65 years) had multiple chronic conditions. In contrast, the 2018 U.S. National Health Interview Survey (NHIS) reported that 68 million individuals, equivalent to 27.2% of adults, were affected by at least 2 chronic diseases [7].

Chronic diseases necessitate continuous management and regulation to prevent deterioration. Worsening of chronic illnesses can lead to a reduced quality of life due to the burden of

management, changes in employment status, financial strain from medical expenses, and social challenges [8]. Specifically, managing blood pressure and blood glucose levels for hypertension and diabetes requires long-term healthcare services [9].

In 2018, the Ministry of Health and Welfare initiated the establishment and administration of a team and committee to promote chronic disease management in primary healthcare. This initiative involved integrating and connecting a pilot project for community-based primary healthcare and a project on fees for chronic disease management. This represents the largest government-led chronic disease management effort to date. However, there are areas that need improvement, such as a high patient dropout rate and insufficient monitoring and management of patients at the local government level [10]. The root causes of these issues include a lack of self-management skills for chronic diseases, inadequate education and counseling, and low medical fees [11].

Without a chronic disease management strategy in place for the entire Chungcheong region (including Daejeon, Sejong, Chungcheongbuk-do, Chungcheongnam-do), the region's chronic disease-related statistics are worse compared to the national average and the previous year. Additionally, there is a growing health disparity between different parts of the region [11]. To address this issue, we analyzed the sociodemographic characteristics of the Chungcheong region and explored if major health-related indicators show a spatial correlation with neighboring regions. Our goal is to propose an effective chronic disease management plan.

Methods

In order to manage chronic health strategically in the

Chungcheong region, we compared health behaviors and outcomes among 250 cities, counties, and districts in the ROK. We utilized open data from the Korean Statistical Information Service (KOSIS) and the 2022 Community Health Survey to enable analysis at the city, county, and district levels. Major health outcomes indices included hypertension prevalence, diabetes prevalence, and depression experience rate. Health behaviors examined were current smoking rate, monthly alcohol consumption, high-risk drinking rate, exercise performance rate, walking performance rate, healthy lifestyle performance rate, obesity rate, perceived stress, and subjective health status. Additionally, regional characteristics such as aging index, ratio of single-person households, gross regional domestic product (GRDP), number of hospitals per 100,000 population, number of essential medical clinics per 100,000 population, and unmet healthcare needs were considered. Mean values per city, county, or district were calculated for the Community Health Survey, with data representing a sample of 231,785 adult participants aged 19 years and older from 2022, accounting for individual weights. The KOSIS data were categorized for the 250 cities, counties, and districts.

We conducted univariate analysis of the health indices mentioned above to examine their spatial distribution characteristics. Our goal was to determine whether each index's distribution was linked to neighboring areas, leading to the formation of geographical clusters. In addition to the health indices data, we also utilized administrative region boundaries data for cities, counties, and districts from censuses (SGIS).

Spatial analysis weighting was conducted using the contiguity-based queen method. By specifying the contiguity order as 1, we identified neighboring regions as those directly sharing a border. Isolated areas such as islands were not included in

the calculations.

To verify the spatial autocorrelation of each explanatory variable across all 250 cities, counties, and districts nationwide, we calculated the global Moran's I and tested the statistical significance using 9,999 permutations [12,13]. Moreover, we utilized a local indicator of spatial association (LISA) cluster map of the local Moran's I to investigate the geographical distribution of clusters demonstrating spatial correlation [14]. Our results were visualized through plots indicating hot spots with a significant concentration of positive values (high-high, HH), cold spots with high concentrations of negative values (low-low, LL), and regions where the central region and neighboring areas showed inverse values, indicating positive and negative correlation (high-low [HL] or low-high [LH], respectively). All spatial analysis was conducted using GeoDa (GeoDa ver.1.22.; the University of Chicago).

Results

We divided 17 cities and provinces into 250 cities, counties, and districts to investigate major health indices. We discovered that, in comparison to other regions, most of the Chungcheong area had higher rates of single-person households and a higher GRDP. The number of hospitals per 100,000 population was low, but there were many essential medical clinics (Supplementary Table 1). Unmet healthcare needs, rate of walking performance, rate of healthy lifestyle performance, and obesity rate were relatively low. However, the current smoking rate, monthly alcohol consumption, high-risk drinking rate, and rate of moderate or vigorous physical activity were high (Supplementary Table 2). Additionally, perceived stress, subjective health status, hypertension prevalence,

diabetes prevalence, and depression experience rate were higher compared to other cities and provinces (Table 1, Supplementary Table 3).

We analyzed the spatial distribution of major health indices and resources in 250 cities, counties, and districts nationwide. We calculated global and local Moran's I to evaluate clustering characteristics. When we examined sociodemographic characteristics and healthcare resources, all six indices showed a Z-score of ≥ 1.96 , indicating significant results with a pseudo p-value of < 0.05 . In the Chungcheong region, Boryeong and Buyeo were HH for the aging index, while Cheonan, Jincheon,

Cheongju, part of Daejeon, and Sejong were LL, demonstrating a concentration of regions with the LL pattern. The ratio of single-person households, number of essential medical clinics, and unmet healthcare needs did not show significant spatial autocorrelation. GRDP exhibited an HH pattern in Cheonan and parts of Cheongju, and an LL pattern in Geumsan. The number of hospitals per 100,000 population displayed an LL trend in Dangjin and Hongseong (Figure 1).

When we analyzed the spatial distribution and clustering characteristics of health behaviors in cities, counties, and districts, all indices were significant. The current smoking rate

Table 1. Status of major indicators related to chronic diseases by region

Variable	Chungcheong	Jeolla	Gyeong-sang	Gangwon	Metro-politan	Except Chungcheong average	Nation-wide
Number of city & town	36	44	75	18	77	214	250
Socio-demographic characteristics							
Ageing index (65 years+ / <15 years pop)	2.6	3.2	3.0	2.9	1.6	2.7	2.6
Single-person households rate (%)	36.9	37.5	36.7	37.2	33.5	36.2	35.9
GRDP (1,000,000 won)	60.6	34.5	46.9	37.4	61.0	45.0	50.4
Number of hospitals (per 100,000)	7.7	11.9	10.2	5.6	6.6	8.6	8.7
Number of Essential medical hospitals (per 100,000)	16.0	14.2	15.5	11.6	19.2	15.1	16.2
Unmet medical needs rate (%)	5.7	6.4	6.4	6.2	5.0	6.0	5.8
Health behavior							
Current smoking (%)	18.8	17.1	18.2	20.4	17.4	18.3	18.0
Monthly drinking rate (%)	50.5	45.1	49.8	51.5	54.6	50.3	50.7
High risk alcohol consumption (%)	15.1	12.7	14.8	18.2	14.8	15.1	14.7
Moderate-to-vigorous physical activity (%)	23.2	24.4	23.3	22.2	21.4	22.8	22.8
Walking practice rate (%)	43.2	43.5	42.5	37.2	54.0	44.3	45.9
Health living practice rate (%)	18.1	20.8	18.7	15.6	21.3	19.1	19.6
Obesity rate (%)	31.6	31.8	30.5	35.4	31.2	32.2	31.4
Stress perception rate (%)	21.9	20.3	19.7	20.8	23.2	21.0	21.3
Self-rated health status (%)	44.4	41.2	39.7	42.0	47.3	42.6	43.2
Health outcome							
Prevalence of hypertension (%)	28.4	29.6	26.3	31.7	22.8	27.6	26.5
Prevalence of diabetes (%)	12.2	13.1	11.9	12.8	10.1	12.0	11.7
Prevalence of depression (%)	7.7	7.1	7.1	7.0	7.4	7.2	7.2

GRDP=gross regional domestic product.

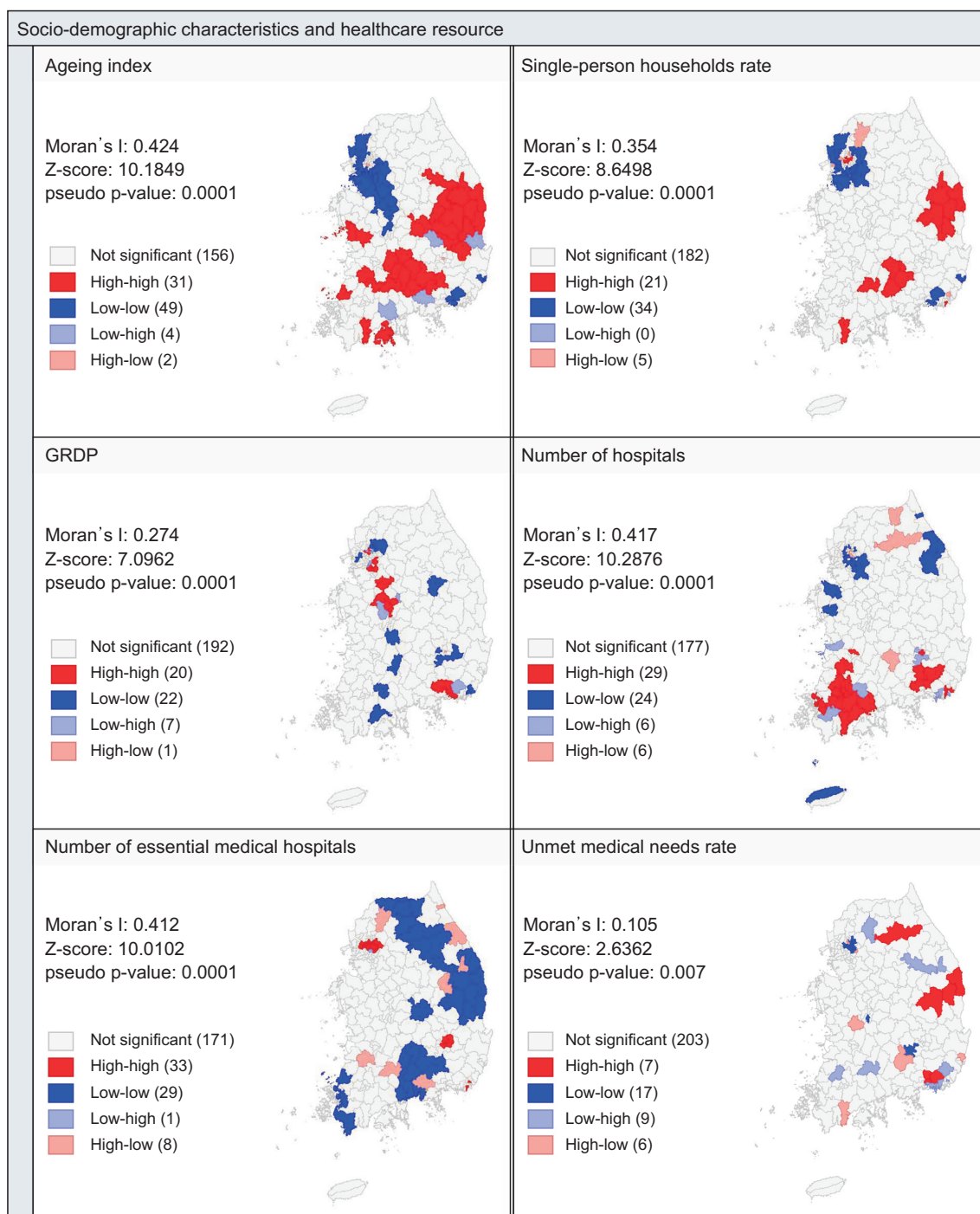


Figure 1. Socio-demographic and spatial cluster characteristics of healthcare resource indicators in 250 cities, counties, and districts in Korea
GRDP=gross regional domestic product.

was concentrated in HH regions in Dangjin, Asan, Cheonan, Jincheon, Eumseong, Jungpyeong, Goesan, and northern Cheongju. Conversely, besides the HH regions in Cheonan and

parts of Cheongju, some southern parts of the Chungcheong region, including Boryeong, Buyeo, Nonsan, and Yeongdong, showed LL trends for monthly alcohol consumption and

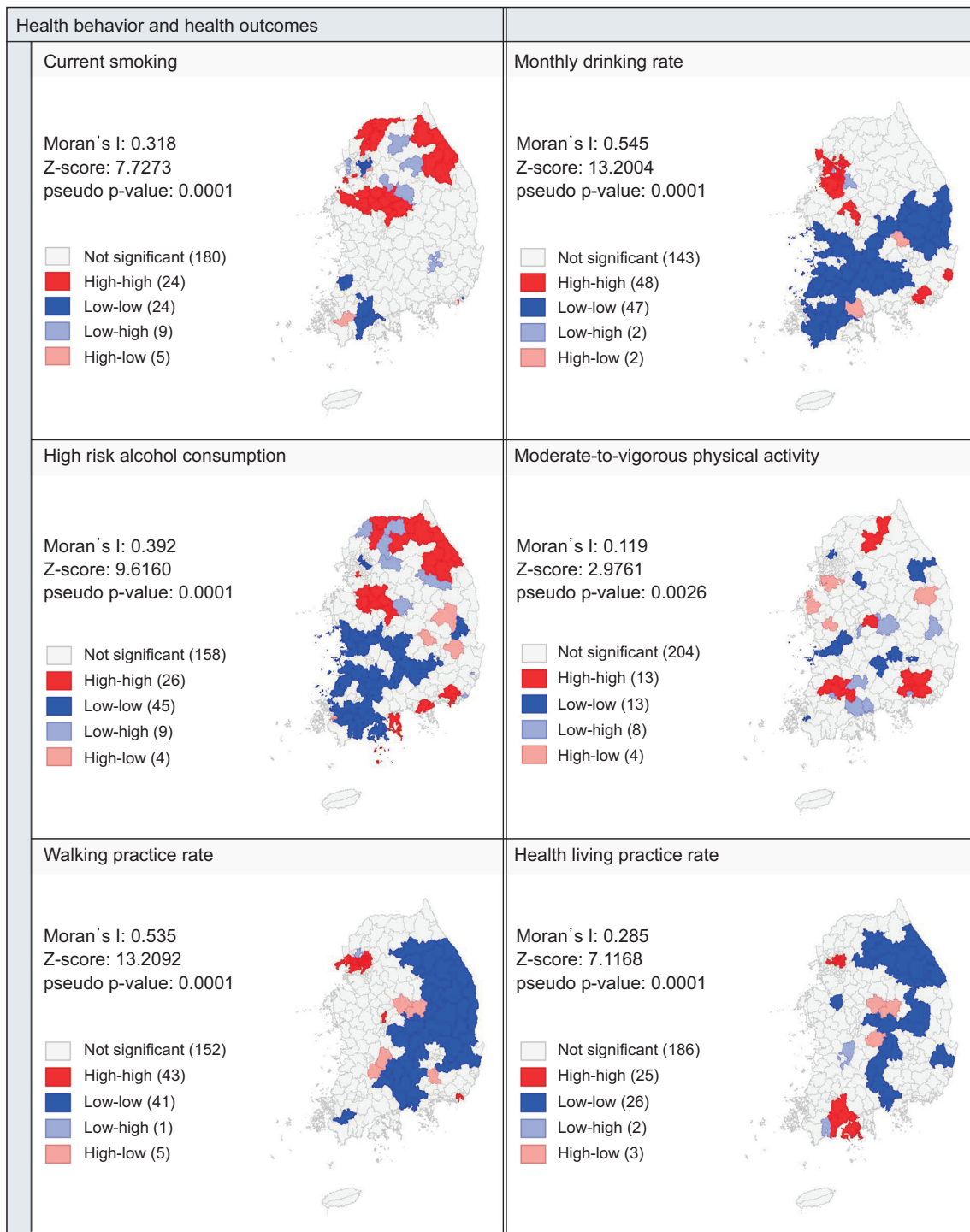


Figure 2. Spatial cluster characteristics of health behavior and health outcomes in 250 cities, counties, and districts in Korea

high-risk drinking rate. Additionally, exercise performance rate, walking performance rate, and healthy lifestyle performance rate also exhibited spatial clustering with adjacent

regions (Figure 2).

When analyzing spatial clustering of health behaviors and outcomes across cities, counties, and districts, significant

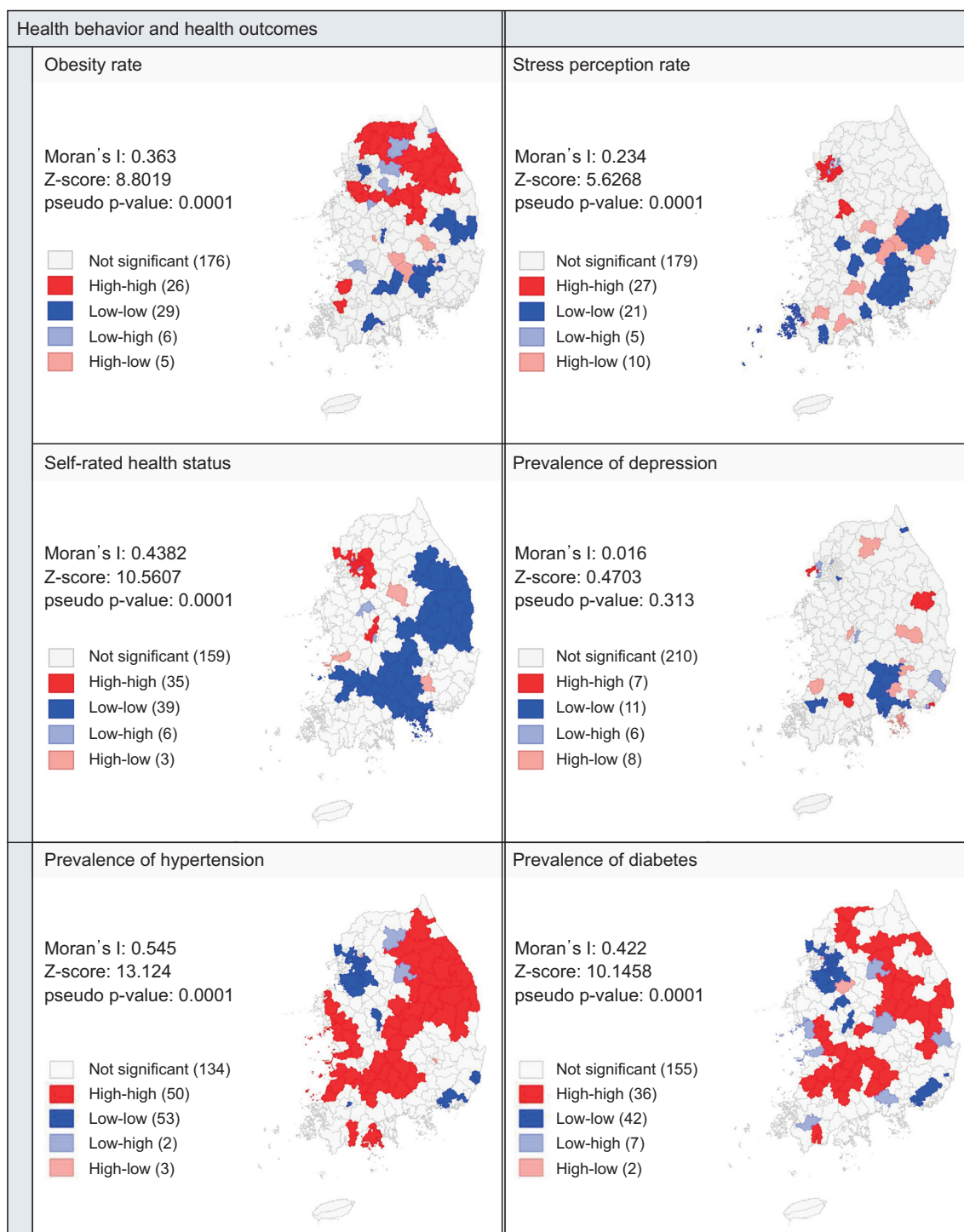


Figure 2. Continued

associations were found for obesity rate, perceived stress, and subjective health status.

Obesity rates in the Chungcheong region displayed various

patterns: an LH pattern in northwestern Cheonan-si, HL pattern in Gyeryong, HH pattern in Eumseong, Chungju, and Jecheon, as well as an LL trend in some parts of Daejeon.

Perceived stress varied with an HL pattern in Boeun, HH pattern in Cheonan, and LL pattern in Nonsan and Yeongdong. Subjective health status showed an LH pattern in southeastern Cheonan, HL pattern in Chungju, and HH pattern in Gyeryong, Daejeon, and parts of Cheongju.

Depression experience rate, hypertension prevalence, and diabetes prevalence did not show significant associations, with Z-scores <1.96 and pseudo p-values ≥ 0.05 (Figure 2).

Discussion

For strategic and efficient management of chronic diseases in the Chungcheong region (Chungcheongnam-do, Chungcheongbuk-do, Daejeon, Sejong), we conducted a detailed spatial analysis and visualization to identify health gaps by city, country, and district. Our analysis aimed to determine if there are any regional clusters related to health. Below are our findings:

First, upon analyzing major health indicators in 250 cities, counties, and districts, we found that the aging index in the Chungcheong region was relatively low, while the GRDP was high. The total number of hospitals was low, but there was a high number of essential medical clinics, and unmet health-care needs were minimal. Rates of walking practice and healthy lifestyle practice were relatively low, while the rate of moderate or vigorous exercise practice, subjective health status, and obesity rate were high. However, smoking rate, drinking rate, perceived stress, hypertension prevalence, diabetes prevalence, and depression experience rate were higher compared to other regions.

These findings are in line with a previous study that reported similar results based on the Korea Disease Control Agency's

Community Health Survey in the Chungcheong region from 2018 to 2022. The study revealed that smoking rate, drinking rate, and early stroke and myocardial infarction symptoms worsened relative to the nation as a whole and compared to the previous year [11].

Second, when visualizing spatial clustering characteristics for sociodemographic variables in cities, counties, and districts nationwide, and investigating the significance of clustering in the Chungcheong region, we discovered a distinction between areas with concentrations of older adult (HH) or younger (LL) populations based on the aging index. We also identified a cluster in some parts of Chungcheongnam-do with a shortage (LL) of hospitals per 100,000 population. Given that the older adult population (≥ 65 years old) makes up around 20% of the total population in Chungcheongnam-do and 11.6% in Cheonan-si, while 40% of the populations in Seocheon-gun, Cheongyang-gun, and Buyeo-gun are older adults, we were able to pinpoint regional differences [5]. These regional differences in the extent of aging highlight the need for efficient management through the establishment of selective management strategies for chronic diseases.

Third, we depicted spatial clustering characteristics for health behavior indices in cities, counties, and districts nationwide, and explored the significance of clustering in the Chungcheong region. We noted a cluster with a high current smoking rate (HH) in northern Chungcheongnam-do, and a cluster with low monthly alcohol consumption and low high-risk drinking rates (LL) in various parts of the Chungcheong region. Notably, there were distinct HH (northern) and LL (southern) clusters in the Chungcheong region for high-risk drinking rate, indicating a strong regional clustering pattern compared to the nation as a whole.

Fourth, there was a pattern of low (LL) obesity rates, perceived stress, and subjective health status in some parts of Chungcheongbuk-do, while these were high (HH) in others. The Chungcheong region consists of four administrative zones (Daejeon, Sejong, Chungcheongnam-do, and Chungcheongbuk-do) with significant differences in aging, health behaviors, and chronic disease prevalence [11]. Our findings indicate heterogeneity among different parts of the Chungcheong region based on major health indicators. This highlights the importance of prioritizing areas for health management interventions and providing focused management in those areas. Furthermore, the lack of practical resources for local government, such as funding and personnel, along with shrinking populations, necessitate more diverse and efficient measures to ensure equality in health management intervention projects.

Recently, the Chungcheong Disease Response Center has worked on implementing tailored solutions for health issues through the “2023 Expert Forum to Develop Measures to Reduce Health Disparities in the Chungcheong Region,” which includes discussions on “Chronic Disease Health Disparities and Strategies in the Chungcheong Region” and “Development of Long-Term Strategies for Chronic Disease Management in the Chungcheong Region” [11].

Our study was a cross-sectional investigation limited to 2022 due to data constraints, preventing us from analyzing temporal clusters. Further research will be required to examine changes over time compared to other areas using spatiotemporal cluster analysis.

Unlike previous studies on regional health disparities, we focused on chronic disease-related indicators at a more detailed level including cities, counties, and districts. This highlights the

importance of specialized chronic disease management plans that involve cooperation among regions with similar characteristics. Our findings can support collaborative efforts on intervention projects based on clustering patterns.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: This study was funded by the grant from the Korea Disease Control and Prevention Agency (2023-02).

Acknowledgments: None.

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

Author Contributions: Conceptualization: JHK, GML. Data curation: EAK. Formal analysis: MBP, EAK. Funding acquisition: SCL, SH Kang, SH Kim, ESK. Investigation: GML. Methodology: JHK, GML. Project administration: EAK. Resources: SH Kim. Software: GML. Supervision: JHK. Validation: GML, JHK. Visualization: GML. Writing – original draft: GML. Writing – review & editing: SCL, SH Kang.

Supplementary Materials

Supplementary data are available online.

References

1. Lee SY, Hwang NH, Jang IS. The 2024 outlook for population policy. Health and Welfare Policy Forum. Korea Institute for Health and Social Affairs; 2024.
2. Cha GH, Lim SH. Analysis of population changes and

- estimation of regional vitality index of small cities in non-metropolitan area. *Geogr J Korea* 2023;57:111-28.
3. Sejong Special Self-Governing City. 8th Local health plan (2023~2026). Sejong Special Self-Governing City; 2023.
 4. Daejeon. 8th Local health plan (2023~2026). Daejeon; 2023.
 5. Chungcheongnam-do. 8th Local health plan (2023~2026). Chungcheongnam-do; 2023.
 6. Chungcheongbuk-do. 8th Local health plan (2023~2026). Chungcheongbuk-do; 2023.
 7. Kim SM, Park HS. Comparison of factors influencing health-related quality of life between middle-aged and senior-aged patients with complex chronic diseases: analysis of the 2018 Korea Health Panel Data. *J Converg Cult Technol* 2024;10:235-44.
 8. Kang HJ. The 2024 outlook for health care policy. Health and Welfare Policy Forum. Korea Institute for Health and Social Affairs; 2024.
 9. Kim MJ. Prediction model of hypertension for smartwatch users using machine learning: based on Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Consum Policy Educ Rev* 2023;19:101-16.
 10. Kim TY. Performance and direction of primary healthcare chronic disease management pilot project. Proceedings of the Korean Society of Health Policy and Administration Conference 2022;2022:1-29.
 11. Korea Disease Control and Prevention Agency. To hold a forum for experts to prepare measures to bridge the health gap in the Chungcheong area in 2023 [Internet]. Korea Disease Control and Prevention Agency; 2023 [cited 2024 May 16]. Available from: <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156596226>
 12. Moran PAP. Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika* 1950;37:17-23.
 13. Cliff AD, Ord JK. Spatial processes: models & applications. Pion Limited; 1981. p. 63-5.
 14. Anselin L. Local indicators of spatial association—LISA. *Geogr Anal* 1995;27:93-115.