

지리적 가중회귀모형을 이용한 지역별 걷기실천율의 지역적 변이 및 영향요인 탐색

김은주^{1,2} · 이영서³ · 윤주영^{3,4}

¹제주대학교 간호대학, ²제주대학교 건강과학연구소, ³서울대학교 간호대학, ⁴서울대학교 간호과학연구소

Exploring Spatial Variations and Factors associated with Walking Practice in Korea: An Empirical Study based on Geographically Weighted Regression

Kim, Eunju^{1,2} · Lee, Yeongseo³ · Yoon, Ju Young^{3,4}

¹College of Nursing, Jeju National University, Jeju

²Health and Nursing Research Institute, Jeju National University, Jeju

³College of Nursing, Seoul National University, Seoul

⁴The Research Institute of Nursing Science, Seoul National University, Seoul, Korea

Purpose: Walking practice is a representative indicator of the level of physical activity of local residents. Although the world health organization addressed reduction in prevalence of insufficient physical activity as a global target, the rate of walking practice in Korea has not improved and there are large regional disparities. Therefore, this study aimed to explore the spatial variations of walking practice and its associated factors in Korea. **Methods:** A secondary analysis was conducted using Community Health Outcome and Health Determinants Database 1.3 from Korea Centers for Disease Control and Prevention. A total of 229 districts was included in the analysis. We compared the ordinary least squares (OLS) and the geographically weighted regression (GWR) to explore the associated factors of walking practice. MGWR 2.2.1 software was used to explore the spatial distribution of walking practice and modeling the GWR. **Results:** Walking practice had spatial variations across the country. The results showed that the GWR model had better accommodation of spatial autocorrelation than the OLS model. The GWR results indicated that different predictors of walking practice across regions of Korea. **Conclusion:** The findings of this study may provide insight to nursing researchers, health professionals, and policy makers in planning health programs to promote walking practices in their respective communities.

Key words: Walking; Spatial Regression; Health Inequities; Health Behavior

서론

1. 연구의 필요성

세계보건기구(World Health Organization)는 불충분한 신체 활동이 사망률의 네 번째 주요 위험요인이며, 전 세계 장애보정

생존연수(disability-adjusted life year)의 약 2.1%가 불충분한 신체활동에서 기인한다고 보고하였다[1]. 신체활동은 강도에 따라 다양하지만, 걷기실천율은 지역주민의 신체활동 정도를 나타내는 대표적인 지표이다. 대부분의 사람들에게 걷기는 가장 일상 이면서도 총 일일 에너지 소비(energy expenditure)의 상당 부

주요어: 걷기실천율, 지리가중회귀분석, 건강불평등, 건강행위

Address reprint requests to : Yoon, Ju Young

College of Nursing, Seoul National University, 103 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Korea

Tel: +82-2-740-8487 Fax: +82-2-766-1852 E-mail: yoon26@snu.ac.kr

Received: March 14, 2023 Revised: June 2, 2023 Accepted: July 17, 2023 Published online August 31, 2023

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NoDerivs License. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>)

If the original work is properly cited and retained without any modification or reproduction, it can be used and re-distributed in any format and medium.

분을 생성하는 신체활동이다[2]. 걷기는 심박동수를 증가시키는 심혈관계 신체활동이면서 동시에 관절 등에 과도한 무리를 주지 않는 적정 강도 운동 중의 하나로 꼽힌다[3]. 걷기와 달리기를 비교한 6년 간의 코호트 추적 관찰 결과, 동일한 양의 에너지를 소비할 때 고혈압, 이상지질혈증, 당뇨의 위험을 줄이는 데 걷기가 달리기와 유사한 이점을 제공한다는 것이 밝혀져 있다[4]. 따라서 걷기는 연령 등의 제한없이 가장 보편적으로 고려할 만한 지역사회 건강증진사업의 전략이 될 수 있다.

세계보건기구는 2014년에 비감염성 질환(noncommunicable diseases [NCDs])의 예방 및 관리를 위한 국제적 의제로서 2025년까지 불충분한 신체활동을 10% 개선시키는 것을 목표로 제시하였다[5]. 또한 우리나라 제5차 국민건강증진종합계획(Health Plan 2030)에서도 지역사회 중심의 신체활동 기반 구축, 대상자별 신체활동 장려를 위한 서비스 개발 및 제공, 신체활동 친화적 환경조성 및 접근성 강화를 통해 2030년까지 성인 걷기실천율을 50%로 향상하는 것을 목표로 제시하고 있다[6]. 지역사회건강조사 결과를 바탕으로 우리나라의 걷기실천율을 확인한 Kim과 Kang [7]의 연구에서 우리나라 전체의 걷기실천율이 2008년 51.5%에서 2013년 39.9%로 크게 감소하였으며, 특히 강원 북부, 경북, 충남 지역의 걷기실천율 감소폭이 크다고 보고하였다. 2013년 이후 현재까지 걷기실천율은 약 40% 내외에서 유지되고 있으나[8], 이전 수준으로 회복되지는 못하고 있는 실정이다. 최근 걷기실천율의 중앙값은 2019년 40.4%, 2020년 37.4%, 2021년 40.3%를 나타내었으며, 특히 걷기실천율의 범위가 2019년 15.0%~73.0%, 2020년 14.2%~82.0%, 2021년 16.6%~73.9%로[8] 지역사회건강조사에서 조사되고 있는 건강 행위 중 지역별 격차가 가장 크다는 것이 문제이다.

인구집단의 건강 수준은 지역이라는 공간 안에 작동하는 여러 건강결정요인들에 의해 영향을 받기에, 지역 간 건강 행위의 차이를 확인하고 그 원인을 탐색하는 것은 인구집단 전략(population strategy)의 관점에서 의의가 있다[9]. 인구집단 전략은 개인을 기본 단위로 하는 고위험 전략(high-risk strategy)과 달리, 인구집단 전체를 기본 단위로 보고 인구집단의 특성과 인구집단 전체에 노출되어 있는 좀 더 근본적인 사회적, 경제적, 환경적 요인을 찾는 데에 중점을 두는 것이다. 건강 행위와 건강 수준의 차이에 영향을 미칠 수 있는 여러 사회구조적 불평등 요인 중 지리적 위치는 그 자체가 독립적으로 영향을 미치는 요인이기보다는 사회구조적 조건과 상호작용하여 건강 결과에 영향을 미치게 된다[10]. 특히 우리나라의 건강증진사업은 기초자치단체를 중심으로 하여 시·군·구 보건소를 기반으로 수행된다. 그러므로 정책적 접근을 위해서는 기초자치단체별로 나타나는 건강 행위의 차

이에 주목하여 지역 간 변이에 영향을 미치는 인구 특성, 사회경제적 특성, 환경 요인에 대한 탐구가 적절할 수 있다.

지역별 맞춤형 신체활동증진 사업을 수행하기 위해서는, 먼저 각 지역별로 걷기실천율에 영향을 미치는 요인을 규명할 필요가 있다. 지역사회 수준에서 걷기실천율은 인구밀도[11-13], 1인가구의 비율[14,15], 주택소유율[16,17]과 같은 인구사회학적 요인과 환경적 특성[18-21]에 영향을 받는다고 보고되어 왔다. 그러나 지역사회 수준의 영향요인을 탐색함에 있어 선행연구들에서는 지역의 공간적 효과를 반영하지 못하고 모든 지역이 동일한 특성을 가진다고 가정하는 일반적인 회귀분석을 적용한 한계가 있었다. 전통적인 최소자승법(ordinary least squares [OLS]) 모형은 전역적인 회귀분석으로 정상성(stationary)을 가정한 전역적(global) 모델로서 모든 지역에서 독립변수들이 종속변수에 동일한 영향력을 갖는다고 가정하며, 관찰값들의 독립성과 잔차의 등분산성을 가정한다. 하지만 Tobler [22]의 지리학 제1법칙(the first law of geography)에 따라, 공간적으로 근접한 현상일수록 높은 관련성을 보이기 때문에 현실적으로 이러한 가정이 충족되기는 어렵다. 또한 공간에 따라 변수들의 영향력이 다를 경우 OLS 모형을 적용하면 모수 추정치가 줄어들기 때문에[23], 비정상성(non-stationary)을 가정한 국지적(local) 모델을 적용하는 것이 타당하다. 따라서 공간적으로 근접한 위치에서 수집되어 유사한 값을 가지는 경향이 나타나는 데이터의 경우, 공간적으로 이질적인 패턴을 확인하고 지역별로 서로 다른 계수의 추정이 가능한 지리가중회귀(geographically weighted regression [GWR])와 같은 공간통계분석 기법을 활용할 필요가 있다. GWR 모형은 전통적인 회귀분석을 확장한 분석방법으로 지역에 따라 회귀계수가 달라지도록 하는 국지적 모델이므로 OLS 모형의 한계를 보완한다[24]. 공간적 의존성이 존재하는 현상을 OLS 모형으로 분석하게 되면 공간적 변이의 측면을 반영하지 못하므로 GWR 모형과 같은 국지적 모형을 통해 하위 지역 단위별로 회귀계수를 도출하여 분석하는 것이 현상의 이해에 효과적이다. 즉, 전통적 회귀분석에서 가정하는 오차의 독립성과 등분산성이 현실적으로 충족되기 어렵기 때문에, 본 연구는 지역의 걷기실천율이 지역에 따른 격차가 있을 뿐만 아니라 이와 같은 각각의 요인이 미치는 영향력에도 지역에 따라 차이가 있을 것이라는 가정에 근거하여 걷기실천율의 영향요인을 분석함에 있어 공간통계분석 중 하나인 GWR 분석의 효과성을 검증하고자 한다.

또한 이러한 결과를 지리정보시스템(geographic information system [GIS]) 공간 정보와 융합하여 지도를 이용하여 제시함으로써 데이터들의 공간적 상호작용을 시각적으로 파악할 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 우리나라 시·군·구 단위에서 주요 건

강 행위인 걷기실천율의 공간적 분포를 확인하고, 이에 영향을 미치는 요인을 지역의 공간적 효과를 반영하여 탐색함으로써 지역사회 기반 건강증진사업에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 지역별 걷기실천율의 격차와 그 영향요인을 확인하는 것이다. 구체적인 연구 목적은 시·군·구별 걷기실천율의 분포를 확인하고, 시·군·구별 걷기실천율이 공간적 분포의 군집성을 나타내는지 확인하며, 지역의 공간적 효과가 반영된 지역 특성을 중심으로 시·군·구별 걷기실천율에 영향을 미치는 요인을 분석하는 것이다.

연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 지역사회 걷기실천율에 영향을 미치는 요인을 탐색하기 위한 서술적 횡단 조사연구로서 지역사회 건강결과 및 건강 결정요인 데이터베이스 1.3과 통계지리정보서비스 공간통계자료를 활용한 이차 자료 분석 연구이다.

2. 연구대상 및 자료수집

본 연구는 질병관리청에서 제공하는 지역사회 건강결과 및 건강 결정요인 데이터베이스 1.3 자료와 통계청에서 제공하는 통계지리정보서비스의 공간통계자료를 사용하였다. 지역사회 건강결과 및 건강 결정요인 데이터베이스는 국토교통부의 지적통계, 행정안전부의 주민등록인구현황, 통계청의 인구주택총조사, 주택소유통계 등의 데이터를 수합하여 지역사회건강조사 결과와 연계할 수 있도록 수집된 데이터베이스이다. 본 연구에서는 지역사회 건강조사 홈페이지에 공개되어 있는 연도별 데이터베이스 자료의 1.3 버전을 다운로드 받아 분석에 사용하였다. 통계지리정보자료는 통계청의 개방형 플랫폼인 통계지리정보서비스(Statistical Geographic Information Service [SGIS])에서 자료 활용에 대한 승인을 받은 후 센서스 공간통계 자료 파일 형태로 제공 받아 사용하였다. 각 통계자료 결합 후 종속변수에 대한 독립변수의 횡단적 영향을 파악하기 위해, 시간적 범위는 모든 변수가 포함된 가장 최근 시점인 2019년으로 제한하였다.

본 연구의 분석 대상은 지역보건 정책의 수행 단위이자 기초자치단체 통계자료에 포함된 229개 시·군·구이다. 기초자치단체가 없는 세종시의 경우 1개의 지역으로 선정하였다. 법정구역과 행정구역 자료가 함께 있는 경우 행정구역 자료를 사용하였다.

3. 연구 변수

1) 종속변수: 걷기실천율

지역사회 걷기실천율은 지역사회 건강결과 및 건강 결정요인 데이터베이스 1.3 자료의 시·군·구별 걷기실천율 표준화 값을 분석에 활용하였다. 걷기실천율은 최근 1주일 동안 1일 30분 이상 걷기를 주 5일 이상 실천한 사람수를 해당 지역 인구수로 나눈 값을 백분율(%)로 환산한 값을 의미한다.

2) 독립변수

선행연구에 근거하여[11-21] 지역사회 걷기실천율에 영향을 미치는 독립변수로서 인구밀도, 1인가구 비율, 주택소유율, 지역의 자연환경에 대한 긍정적 태도율, 지역의 생활환경에 대한 긍정적 태도율을 본 연구에 포함하였다.

인구밀도는 시·군·구별 인구수를 행정구역면적(km²)으로 나눈 값으로 인구수는 지역사회 건강결과 및 건강 결정요인 데이터베이스 1.3에 포함된 국토교통부의 주민등록인구현황 자료를, 행정구역면적은 지역사회 건강결과 및 건강 결정요인 데이터베이스 1.3에 포함된 행정안전부의 지적통계 자료를 이용하여 산출하였다. 1인가구 비율은 지역사회 건강결과 및 건강 결정요인 데이터베이스 1.3에 포함된 인구주택총조사 자료를 이용하였으며, 조사된 1인 가구수를 전체 가구수로 나눈 값을 백분율(%)로 환산한 값을 분석에 활용하였다. 주택소유율은 지역사회 건강결과 및 건강 결정요인 데이터베이스 1.3에 포함된 통계청의 주택 소유 통계 자료를 사용하였으며, 지역별 전체 가구수를 주택을 소유한 가구수로 나눈 값을 백분율(%)로 환산한 값을 분석에 활용하였다. 지역의 자연환경에 대한 긍정적 태도율은 지역의 자연환경(공기질, 수질)에 대해 긍정적으로 대답한 사람수를 인구수로 나눈 값을 백분율(%)로 환산한 값이다. 지역의 생활환경에 대한 긍정적 태도율은 지역의 생활환경(전기, 상하수도, 쓰레기수거, 스포츠 시설 등)에 대해 긍정적으로 응답한 사람수를 인구수로 나눈 값을 백분율(%)로 환산한 값을 의미한다(Appendix 1). 지역의 자연환경에 대한 긍정적 태도율과 지역의 생활환경에 대한 긍정적 태도율은 지역사회 건강결과 및 건강 결정요인 데이터베이스 1.3에 포함된 질병관리청의 지역사회건강조사 자료를 분석에 활용하였다.

4. 자료분석

첫째, 지역사회 걷기실천율 및 걷기실천율에 영향을 미치는 독립변수들에 대한 현황을 파악하기 위하여 기초통계량을 산출하고 분포를 지도로 나타내어 패턴을 분석하였다. 각 변수별 상관

관계는 Pearson's r 상관분석으로 확인하였다.

둘째, 변수들이 공간적 분포의 군집성을 가지는지 파악하기 위하여 전역적(global) 모란 통계량(Moran's I) 값을 산출하여 변수들의 공간적 자기상관성 유무를 확인하였다. 공간적 자기상관이란 관측개체들의 위치 유사성과 속성 유사성 간의 특정한 관련성을 의미한다[25]. 공간적으로 가까울수록 값이 유사하면 양의 공간적 자기상관이 있다고 말할 수 있고, 공간적으로 가까울수록 값이 다르면 음의 공간적 자기상관이 있다고 말할 수 있다. 공간적 자기상관이 존재하는 데이터들끼리는 일정 값을 공유하여 독립관측 가정을 위배하게 된다[26]. 이는 유효표본 크기를 삭감하고 자유도를 하락시켜 검정통계량 과대추정으로 이어져 통계학적 결론의 오류 가능성을 증대시킨다[27]. 공간적 자기상관이 존재하는 경우 비공간적 통계로는 오류가 생기므로 공간적 통계를 사용하여야 한다. 본 연구에서는 공간적 자기상관정도를 측정하는 대표적인 통계량인 Moran's I 를 사용하여 변수들의 공간적 자기상관 정도를 측정하였다. Moran's I 는 대개 -1에서 1 사이의 값을 보인다. -1에 가까운 경우 음의 공간적 자기상관을, 1에 가까운 경우 양의 공간적 자기상관을 의미하며, 0에 가까워질수록 공간적 자기상관이 없음을 의미한다. 본 연구에서는 점으로 이어진 지역 간에도 상호작용이 있다고 판단하여 Queen 방식을 적용하여 Moran's I 를 산출하였다.

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \times \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

이때 n 은 공간 단위의 수, w_{ij} 는 공간가중치행렬을 의미한다[28].

마지막으로, 지역의 공간적 효과가 반영된 지역 특성을 중심으로 시·군·구별 건기실천율에 영향을 미치는 요인을 살펴보기 위해 동일한 데이터 셋으로 OLS 모형과 GWR 모형을 구축하여 비교하였다. 먼저 지역사회 건기실천율에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위하여 OLS를 활용한 선형회귀분석(linear regression analysis)을 수행하였다. 회귀분석을 시행하기에 앞서 분산팽창지수(variance inflation factor [VIF])를 산출하여 변수들 간의 다중공선성을 확인하였다. 또한 Breusch-Pagan 통계량과 Jarque-Bera 통계량을 통해 데이터가 선형회귀분석의 기본 가정인 잔차의 등분산성, 정규성을 만족하는지 확인하였다. 이후, 지역의 공간적 효과를 반영하기 위하여 GWR 분석을 시행하였다. GWR 모형은 공간단위들간의 의존성을 고려하는 분석방법으로 커널(kernel) 기반의 함수를 활용한다. 일반적으로 분석에 사용하는 커널에는 고정커널(fixed kernel)과 가변커널(adaptive kernel)이 있다. 고정커널의 경우 거리와 상관없이 동일한 대역폭

(bandwidth)을 적용하고, 가변커널의 경우 거리에 따라 상이한 대역폭을 적용한다. 본 연구에서는 건기실천율의 데이터 분포가 불균등하다고 판단하여 가변커널 방식을 선택하였다. 커널의 가중치는 대역폭의 설정에 따라 다른 결과가 나타나므로 이에 대한 적절성 평가가 이루어져야 한다. 본 연구에서 대역폭의 적절성 평가는 akaike information criterion (AIC)을 사용하였다.

$$Y_i = \beta_0(\mu_i, \nu_i) + \sum_k \beta_k(\mu_i, \nu_i) x_{ik} + \epsilon_i$$

이때 (μ_i, ν_i) 는 i 번째 공간 단위의 중심점 좌표를 의미하며, $\beta_k(\mu_i, \nu_i)$ 는 k 번째 독립변수의 회귀계수를 나타낸다[24]. 기술통계 및 OLS분석에는 IBM SPSS version 25 (IBM Co., Armonk, NY, USA)를 사용하였으며, GWR 분석에는 MGWR 2.2.1 (<https://sgsup.asu.edu/sparc/multiscale-gwr>)을 사용하였다. 연구에 사용한 모든 지도는 QGIS 3.22 (<https://qgis.org/en/site/>)를 사용하여 작성하였다.

5. 윤리적 고려

본 연구는 연구자가 속한 서울대학교의 기관 생명윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)에서 심의면제를 받은 후 연구를 수행하였다(IRB No.: E2302/003-003).

연구 결과

1. 변수의 일반적 특성

변수들의 기술통계 분석 결과는 Table 1과 같다. 종속변수인 시, 군, 구별 건기실천율의 평균은 40.60% (standard deviation [SD] = 12.90), 중앙값은 39.40%이었다. 평균 인구밀도는 3,829.94 명/km² (SD = 6,029.71, median = 500.07명/km²)이었으며, 1인 가구 비율은 평균 32.09% (SD = 4.94, median = 32.48%), 주택소유율은 평균 58.64% (SD = 6.32, median = 59.34%), 지역의 자연환경에 대한 긍정적 태도율은 평균 80.21% (SD = 11.39, median = 82.40%), 지역의 생활환경에 대한 긍정적 태도율은 평균 81.81% (SD = 6.36, median = 82.30%)이었다.

2. 지역별 건기실천율 분포

시·군·구별 건기실천율 분포는 Figure 1과 같다. 건기실천율이 가장 높은 지역은 서울 송파구(73.0%)였다. 서울 영등포구(71.5%), 서울 용산구(69.1%), 경남 통영시(67.6%), 부산 서구(66.7%)가 뒤를 이어 높은 지역으로 나타났다. 건기실천율이 낮은 지역은 강원 정선군(15.0%), 경북 울릉군(15.9%), 경남 사천

Table 1. Descriptive Statistics Variables

(N = 229)

Categories	Variables [†]	Mean	SD	Median	Min	Max
Dependent variable	Walking practice (%)	40.60	12.90	39.40	15.00	73.00
Independent variables	Population density (person/km ²)	3,829.94	6,029.71	500.07	19.25	26,322.68
	One-person households (%)	32.09	4.94	32.48	18.37	49.50
	Homeownership (%)	58.64	6.32	59.34	36.12	70.76
	Satisfaction with natural environment (%)	80.21	11.39	82.40	35.10	97.80
	Satisfaction with living environment (%)	81.81	6.36	82.30	62.90	95.10

SD = Standard deviation.

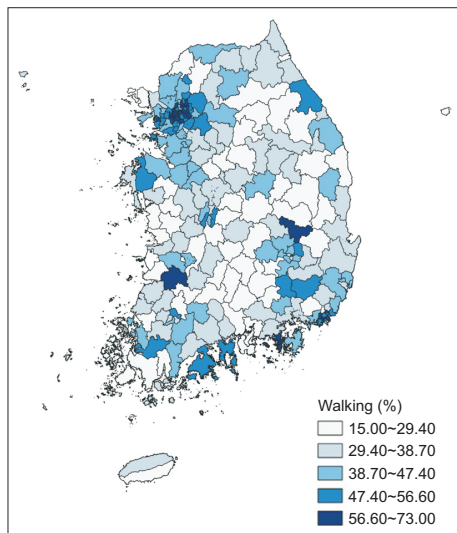
[†]Definition for each variable is presented in Appendix 1.

Figure 1. Spatial distribution of walking practice in Korea.

시(17.8%), 경남 함양군(17.9%), 경남 산청군과 충남 부여군(19.2%) 순이었다(Appendix 2).

3. 변수들의 공간적 자기상관

OLS 분석과 GWR 분석을 시행하기에 앞서 변수들의 공간적 자기상관 여부를 파악하기 위해 전역적 Moran's I를 확인하였다. 종속변수인 걷기실천율의 Moran's I는 0.53으로 강한 정적 공간 자기상관이 존재하였다(Table 2). 독립변수인 인구밀도의 Moran's I는 0.74, 1인가구율의 Moran's I는 0.35, 주택소유율의 Moran's I는 0.54, 지역의 자연에 대한 만족도의 Moran's I는 0.42로 모두 양의 공간적 상관관계를 나타내 걷기실천율에 대한 독립변수의 영향은 전역적 모형으로 설명하기 보다는 국지적 모형으로 설명하는 것이 더 적합한 것으로 나타났다(Table 2).

4. 걷기실천율에 영향을 미치는 요인

지역사회 걷기실천율에 영향을 미치는 요인을 OLS 모형 및

Table 2. Spatial Autocorrelation of the Variables

Variables	Moran's I	Z score	p
Walking practice	0.53	11.94	< .001
Population density	0.74	16.79	< .001
One-person households	0.35	7.93	< .001
Homeownership	0.54	12.29	< .001
Satisfaction with natural environment	0.42	9.65	< .001
Satisfaction with living environment	0.09	2.11	.035

GWR 모형으로 확인한 결과는 Table 3과 같다. 독립변수들의 VIF는 최소 1.10에서 최대 1.81로 모두 2를 넘지 않아 다중공선성을 위배하지 않았다. Breusch-Pagan Statistic은 8.63 ($p = .125$)으로 등분산성을 만족하였으나, Jarque-Bera Statistic은 21.00 ($p < .001$)으로 데이터가 정규분포하지 않았다(Table 3). 각 모형의 결정계수값을 비교해보면 OLS 모형에서 Adjusted R^2 값은 .55였으며, GWR 모형에서는 Adjusted R^2 값이 .64로 상승하였다. 모형적합도를 나타내는 AIC도 OLS 모형에서 472.06, GWR 모형에서 458.65로 13 이상 감소해 OLS 모형보다 GWR 모형에서 설명력이 현저히 개선됨[29]을 확인하였다(Table 3).

OLS 분석 결과, 1인가구 비율이 낮을수록($B = -0.40, p < .001$), 주택소유율이 낮을수록($B = -0.48, p < .001$), 지역의 생활환경에 대한 긍정적 태도율이 높을수록($B = 0.22, p = .043$) 걷기실천율이 통계적으로 유의하게 높았다(Table 3).

GWR 분석 결과, 독립변수 회귀계수들의 최댓값, 최솟값, 평균, 표준편차의 지역별 변이 및 통계적 유의성을 확인하였다(Table 3, Figure 2). 인구밀도의 경우 모든 지역에서 회귀계수가 양수를 나타냈으나 인구밀도를 제외한 나머지 독립변수들은 영향력의 방향성이 다른 지역이 일부 나타났다.

Table 3. Summary of Ordinary Least Squares Statistics and Geographically Weighted Regression Statistics

(*N* = 229)

Models	OLS		GWR			
	B	<i>p</i>	Median	Mean	Min	Max
Population density	0.00	< .001	0.47	0.62	0.03	2.03
One-person households	- 0.40	< .001	- 0.06	- 0.07	- 0.42	0.21
Homeownership	- 0.48	< .001	- 0.24	- 0.22	- 0.62	0.32
Satisfaction with natural environment	- 0.11	.112	- 0.04	- 0.05	- 0.59	0.37
Satisfaction with living environment	0.22	.043	0.09	0.15	- 0.19	0.63
R ²	.56		.71			
Adjusted R ²	.55		.64			
AIC	472.06		458.65			
Breusch-Pagan Statistic	8.63	.125	-			
Jarque-Bera Statistic	21.00	< .001	-			

OLS = Ordinary Least Squares; GWR = Geographically weighted regression; AIC = Akaike information criterion; Dependent variable = Walking practice.

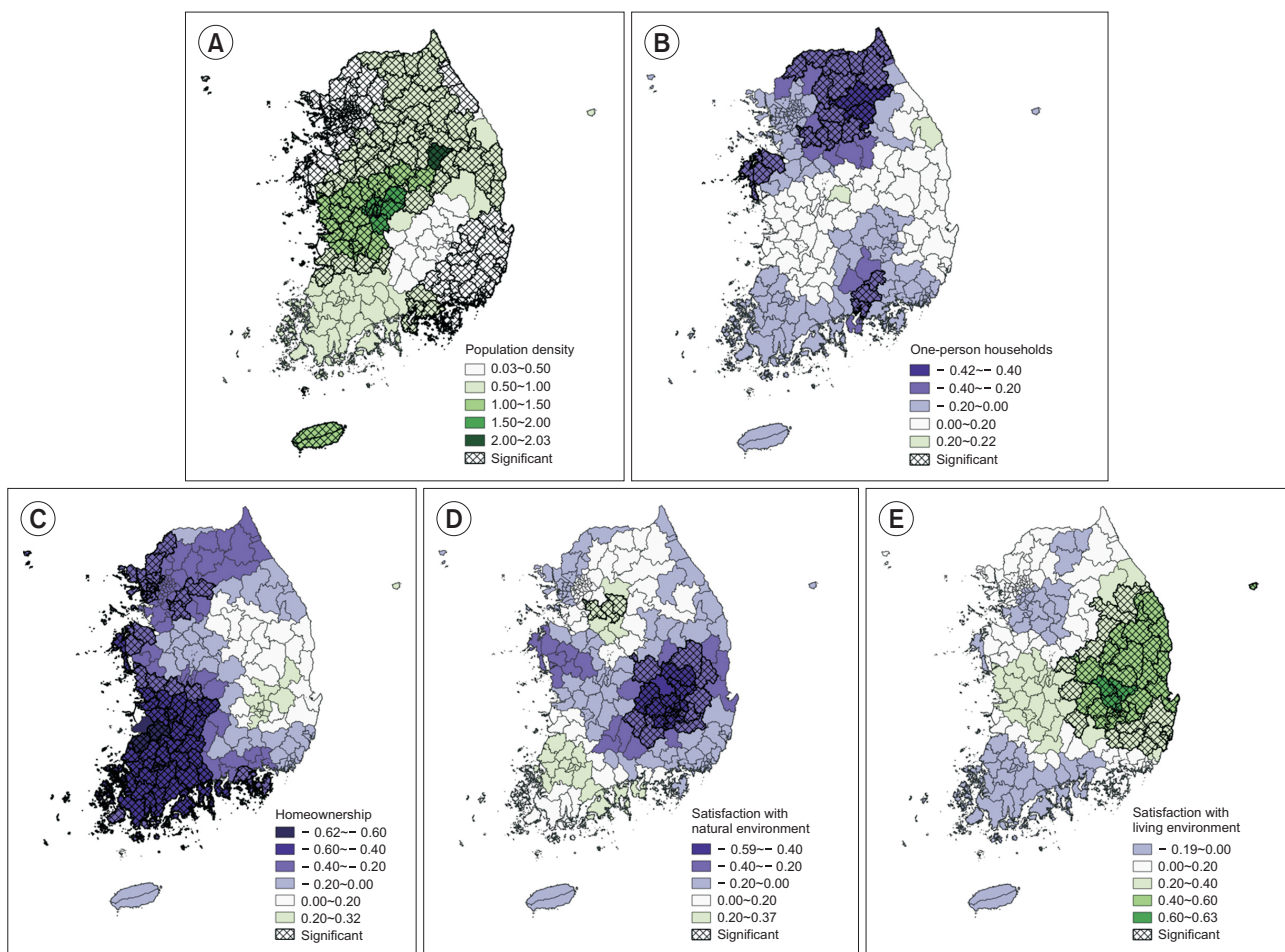


Figure 2. Spatial distribution of geographic weighted regression local coefficients. (A) Population density, (B) one-person households, (C) homeownership, (D) satisfaction with natural environment, (E) satisfaction with living environment.

논 의

본 연구는 공간적 특성을 고려하여 지역별 걷기실천율의 차이를 확인하고, 이러한 변이에 영향을 미치는 요인을 GWR 분석을 통해 확인하는 데 목적이 있다. 이를 통해 지역사회 주민의 걷기 실천율 향상을 위한 건강증진사업 개입 방안 및 정책적 함의를 도출하고자 하였다.

시·군·구별 걷기실천율의 분포를 확인한 결과, 도시 지역에서 걷기실천율이 높고 비도시 지역에서 걷기실천율이 낮은 것으로 나타났다. 전국에서 걷기실천율이 가장 높은 10개 지역 중 7개가 서울의 자치구였고, 부산 1개 구, 인천 1개 구, 경남 통영시가 포함되었다. 반대로 하위 10개 지역에는 경남 4개 군과 사천시, 경북 3개 군, 강원 1개 군, 충북과 충남에 각각 1개 군이 포함되었다. 2008~2020년의 국내 시·군·구별 걷기실천율 지표를 분석한 Park [30]의 연구결과에서도 서울, 인천, 경기도와 같은 수도권 지역이 지난 10년간 걷기실천율이 높은 군집으로 분류되었고, 수도권, 특별시, 광역시를 제외한 도 지역의 시·군·구 다수가 최근 10년간 걷기실천율이 낮은 군집으로 분류되었다. 이러한 결과는 도시 지역은 대중교통이 많이 발달되어 있기 때문에 상대적으로 걸어서 이동할 가능성이 높기 때문인 것으로 해석된다[31]. 또한 지역사회건강조사 조사대상 인구 특성상 서울 및 대도시의 20~30대 젊은 층의 비율이 높은 점도[8] 대중교통 이용과 관련한 걷기실천율과 일부 연관성이 있을 것으로 사료된다. 그러나 본 연구에서 시·군·구의 인구구조가 분석 모형에 포함되지는 못해 관련성을 직접적으로 확인할 수 없었기에, 향후 연구에서는 성별 및 연령대를 반영한 인구구조의 형태를 분석에 포함할 필요가 있다.

인구학적 요인 관련하여, 본 연구에서는 인구밀도가 걷기실천율에 유의하게 영향을 미치는 요인으로 확인되었다. 인구밀도는 전라남도과 경상도 내륙 일부 지역을 제외하고 걷기실천율에 통계적으로 유의하게 정적인(positive) 영향을 미쳤으며, 통계적으로 유의한 지역의 회귀계수 값은 0.34에서 2.34의 범위로 나타났다. 이 결과는 인구밀도가 높은 경우 걸어서 도달할 수 있는 목적지의 종류 또는 수가 많고 이동지 간의 거리가 짧기 때문에, 사람들이 이동 수단으로 걷기를 선택할 가능성이 높아질 수 있다는 선행연구의 해석과 일맥상통한다[11,32,33]. Agrawal과 Schimek [12]의 연구에서도 인구밀도가 증가할수록 걷기실천율이 높아졌으나, 걷기의 목적에 따라 구분해보면 여가를 목적으로 한 걷기(recreational trips)는 인구밀도가 매우 높거나 낮은 극단값에서 두드러졌고, 이동을 목적으로 한 보행 걷기(utility trips)는 인구밀도가 높아질수록 커지는 차이가 있었다. 그러나

본 연구에서 정의한 걷기실천율이 이동을 목적으로 하는 걷기와 운동을 목적으로 하는 걷기를 모두 포함하여 구분이 어렵기에, 향후 연구에서는 걷기의 목적을 구분하여 좀 더 면밀하게 분석할 필요도 있다. 예를 들어, 주로 출퇴근을 하는 경제활동인구와 노인 인구의 경우 이동 시의 걷기와 운동 목적의 걷기 비중이 달라질 수 있으므로 이에 대한 분석이 뒷받침된다면 인구집단별 건강증진사업의 전략을 달리하는 데 도움이 될 것으로 사료된다. 또한 대중교통 이용 전, 후에 걷거나 자전거로 이동한 거리만큼 마일리지를 적립하여 교통비 감면 혜택을 제공하는 광역알뜰교통카드 사업에서 수집된 통행 분석 자료를 활용하여[34] 정책효과를 확인하는 연구가 수행된다면, 교통 기술과 보건 정책의 융합 가치를 확인할 수 있을 것으로 기대된다.

걷기실천율의 공간적 자기상관을 확인한 결과, Moran's I 값이 0.53으로 강한 정적 공간 자기상관이 나타났다. 통계적으로 유의한 Moran's I 값은 공간의존성을 반영한 분석 모형의 구축의 필요성을 시사한다[35]. 즉, 걷기실천율이 모든 지역에서 일괄적인 현상이 아니며, 군집성이 있으므로 공간적 차이를 고려해야 한다는 것이다[36]. 이는 걷기실천율과 같은 건강 행위에 대하여 개인 중심에서 확장하여 지역 중심의 지역사회 보건사업으로 관점이 전환되어야 함을 의미한다. 2008년부터 2020년까지 연도별 시·군·구 단위의 걷기실천율 지표의 공간의존성을 확인한 Park [30]의 연구에서도, Moran's I 값이 시간이 지남에 따라 증가하여 공간적 의존성이 강해지는 추세인 것으로 나타났다. 또한 본 연구에서 지역별 걷기실천율에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위해 OLS 모형과 GWR 모형을 비교한 결과, OLS 모형보다 GWR 모형이 더 우수한 것으로 나타났다. OLS 모형에 비해 GWR 모형에서 Adjusted R^2 이 증가하고, AIC 값이 의미 있게 감소하여 GWR 모형의 설명력이 더 높았다[29]. 따라서 지역별 걷기실천율에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위해서는 공간적 이질성을 고려한 GWR 모형을 활용하는 것이 적합하다고 할 수 있다.

GWR 모형의 회귀계수를 살펴보면, 지역별로 차이는 있지만 인구밀도가 높을수록, 1인가구 비율이 낮을수록, 주택소유율이 낮을수록, 자연환경에 대한 만족도가 낮을수록, 생활환경에 대한 만족도가 높을수록 걷기실천율이 높은 것으로 나타났다. 그러나 인구밀도를 제외한 나머지 독립변수들은 지역에 따라 최소 회귀계수의 부호가 반대로 나타나, 일부 지역에서 1인가구 비율이 높을수록, 주택소유율이 높을수록, 자연환경에 대한 만족도가 높을수록, 생활환경에 대한 만족도가 높을수록 걷기실천율이 높은 경우가 발생했다. 방향성이 같더라도 회귀계수의 크기에 편차가 있었다. Figure 2는 GWR 모형을 통해 산출된 지역별 걷기실천율의 영향요인에 대한 각 회귀계수를 지도화한 것이다. 지역의

색 농도가 짙을수록 회귀계수의 값이 크며, 이것은 해당 영향 요인의 영향력이 크다는 것을 의미한다. 또한 음의 회귀계수는 보라색 계열, 양의 회귀계수는 녹색 계열로 구분하여 영향력의 방향이 반대인 지역을 시각적으로 확인할 수 있었으며, 통계적 유의성이 지역별로 다르게 나타났다. 이러한 결과는 건기실천율에 영향을 미치는 요인에 대하여 OLS와 같은 전역적 회귀식으로 모든 지역을 동일하게 설명하는 것이 타당하지 않음을 시사한다.

각 회귀계수 별로 통계적으로 유의성이 있는 지역을 확인했을 때, 1인가구 비율의 회귀계수 값의 범위는 -0.22 에서 -0.42 로 주로 강원도 및 강원도와 인접한 경기 일부 지역(연천군, 가평군, 여주시 등)에서 1인가구 비율이 높을수록 건기실천율이 낮은 것으로 나타났다. 선행연구에서 전체 성인을 대상으로 했을 때에는 다인가구에 비해 1인가구에서 걷기 운동을 더 많이 한다고 보고되었지만[14], 노인층에서는 오히려 1인가구에서 건기실천율이 더 낮은 것으로 나타나[15,37] 본 연구결과와 유사하였다. 그러나 본 연구의 GWR 결과에서 강원도 지역보다 60대 이상 1인가구 비율이 더 높은 전라도 및 경상도 지역에서는 1인가구 비율과 건기실천율이 통계적으로 관련성이 없는 것으로 나타나 추후 연구가 필요하다. 주택소유율의 경우, 통계적으로 유의한 지역의 회귀계수 값은 -0.62 에서 -0.27 의 범위였다. 광주와 전라도, 경남 해안가 지역(통영시, 거제시, 남해군, 고성군)과 인천 및 경기 일부 지역에서는 주택소유율이 높을수록 건기실천율이 낮은 것으로 나타났다. 양질의 주택에 대한 소유는 이웃 수준(neighborhood-level)의 환경적 이득을 제공하여 지역주민들 사이의 신체 활동 수준을 높이는 것으로 알려져 있으나[16,17] 우리나라의 사회구조적 맥락에서는 보유하는 주택의 종류에 따라 보행 활동이 달라지는 경향이 있기 때문에 단순히 해석하기는 어렵다. Sung 등[38]의 연구에서 단독주택보다는 아파트에 거주하는 가구의 경우 이동 목적의 걷기가 통계적으로 유의하게 낮으나, 여가 목적의 걷기와는 관련이 없었다. 따라서 이에 대한 구체적인 설명을 위해서는 보행 목적과 주택의 종류를 구분하여 확인할 필요가 있다. 또한 대구 및 울산, 경상도 지역을 중심으로 생활환경에 대한 만족도가 높을수록 건기실천율이 높은 것으로 나타났으며, 유의한 지역의 회귀계수 값의 범위는 0.24 에서 0.63 이었다. 건기실천율을 높이기 위한 전략으로 생활환경의 만족도에 대한 회귀계수가 높은 지역에 대해 환경개선 사업을 고려해볼 수 있을 것이다. 특히 도시 지역에서는 보행자 우선 도로, 공원, 둘레길 등을 조성하거나 거리 주변의 볼거리가 걷기 활성화에 도움이 되며, 비도시 지역에서도 하천 근처를 정비하여 보행산책로를 만드는 것과 같은 전략을 시도해볼 수 있다[20,21]. 특히 보도 블록 정비와 같은 사업은 이동 목적의 걷기에 도움이 된다[18]. 또한

개방 공간 자체의 쾌적성뿐만 아니라 개방 공간에 이르는 경로에의 접근성도 걷기에 영향을 미치기 때문에[19,39] 건기실천율을 높이기 위한 환경 조성 사업 계획 시 이 부분을 세심하게 고려할 필요가 있겠다. 자연환경 관련하여 통계적으로 유의한 지역은 대구 및 경북 지역을 중심으로 자연환경에 대한 만족도가 높을수록 건기실천율이 낮은 것으로 나타났으나(회귀계수 범위: $-0.59 \sim -0.24$), 경기도 남동부 지역(용인시, 이천시, 여주시)에서는 자연환경에 대한 만족도가 높을수록 건기실천율이 높게 나타났다(회귀계수 범위: $0.29 \sim 0.36$). 특히 대기환경에 대한 만족은 운동을 목적으로 하는 걷기의 빈도와 큰 것으로 알려져 있는데[20], 이것은 반대로 미세먼지와 같은 부정적 대기환경 요인이 발생할 경우 운동 목적의 걷기를 제한하는 장애요소가 될 수도 있다는 점을 양지해야 할 것이다. 또한 자연환경이 좋으면 걷기가 좋을 것이라는 일반적인 통념과 달리, 시야를 가리고 쉴 수 있는 공간이 부족한 울창한 숲 지역에서의 걷기는 길을 잃거나 넘어지는 것을 피하기 위해 더 많은 주의력이 필요하고 오히려 스트레스를 불러일으킬 수 있다는 연구결과도 있기에[40] 건기실천율을 높이기 위한 건강증진사업 계획 시 지역 주민들이 편안하게 걸을 수 있도록 장소적인 배려도 필요하다.

본 연구결과를 토대로 지역사회 건기실천율을 높이기 위한 건강증진사업을 개발하기 위한 정책적 함의는 다음과 같다. 첫째, 건기실천율을 높이는 성공적인 건강증진 시범사업 모델을 개발하여 인근 지역으로 전파할 필요가 있다. 건기실천율이 공간적 자기상관이 높다는 것은 이웃하고 있는 시·군·구 간에 공간적 상호작용이 있다는 것을 의미하며, 공간적 상호작용은 특정 시·군·구의 정책 결정이 인근 시·군·구의 정책 결정에 영향을 미친다는 의미이다[30]. 또한 지리적으로 인접한 지방자치단체의 경우 건기실천율에 영향을 미치는 요인들의 영향력(방향성 및 통계적 유의성)이 유사하기 때문에, 시범사업의 세부 전략이 의미 있게 작동할 가능성이 더 높다. 따라서 성공적인 시범사업 모델을 통해 지리적으로 인접한 시·군·구 간 정책 결정의 상호작용을 유도할 필요가 있다. 특히 상위 시·도 단위의 건강증진정책의 주도성이 확보된다면 하위 시·군·구 수준에서 유사한 건강증진사업의 확산이 더욱 효과적으로 일어날 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위해 시·도 유관부서의 건강증진정책 관련 권한을 확대하고 책무성을 강화시켜 지역 내 건강문제 해결 역량을 높여야 할 것이다. 둘째, 건기실천율을 높이기 위한 건강증진사업을 계획할 때, 해당 지역의 건기실천율에 영향을 미치는 요인을 중심으로 전략을 모색해야 한다. 특히 각 지방의 기초자치단체에서 구체적인 사업을 구상할 때, 해당 지역의 영향요인이 무엇인지, 그 영향력의 정도가 어떠한지가 예산 배분의 근거가 될 수 있다. 다만 본 연구에

서 탐색한 요인들이 단순하게 걷기실천율에 직접적 영향을 미친다고 해석하기보다는, 이러한 결과를 나타낸 특성이 무엇인지에 대하여 각 시·군·구 별로 지역 특성을 고려해야 함을 의미할 것이다. 지역의 인구구성, 인구구조의 변화, 물리환경적 특성과 지역주민 및 보행자의 선호도에 따른 걷기실천율 영향에 대하여 다각적으로 접근할 필요가 있다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 분석 단위는 시·군·구로 국가 및 지방자치단체에서 산출되는 자료 중 행정 체계에 따라 자료의 수준이나 자료가 생산된 연도가 다른 경우가 있어 본 연구의 분석에 적합하지 않은 경우가 많았다. 예를 들어, 인구사회학적 변수 중 지역별 장애인 비율은 시도 통계자료만 산출되고 시·군·구 통계자료는 산출되지 않기에 분석 모델에 포함할 수 없었다. 또한 본 연구의 종속변수는 지역사회건강조사 결과를 바탕으로 하기에 2021년 자료까지 공개되어 있었으나 일부 독립변수들은 통계청 자료를 기반으로 하여 2019년 자료까지만 생성되어 있었다. 따라서 데이터 셋을 구축할 때, 모든 자료가 공통적으로 포함된 가장 최근 시점인 2019년 자료를 사용할 수밖에 없었다. 둘째, 본 연구에서 활용한 GWR 분석방법은 지리 정보를 활용하여 공간적 이질성을 반영한 분석결과를 얻을 수 있는 반면, 모형 구축 시 한계가 있다. 예를 들어, 본 연구에서 환경적 특성으로 1인당 생활권 도시림 면적과 같은 객관적인 지표는 변수 선정단계에서 종속변수와의 상관관계, 다중공선성 등을 고려하였을 때 모델에 포함되지 못하였다. 이에 지역의 자연환경에 대한 만족도와 지역의 생활환경에 대한 만족도와 같이 주관적인 변수만 포함되었던 한계가 있었다. 또한 향후 후속연구를 통해 각 지역별 근린환경 특성(교차로 밀도, 경사도 등)을 반영하여 미시적인 수준에서 걷기실천율을 높일 수 있는 방안을 탐색할 필요성이 있다. 마지막으로, 본 연구에서는 걷기에 대한 통계자료가 목적에 따라 구분되지 않아 걷기실천율에 영향을 미치는 요인과의 관계를 명확하게 설명하기 어려웠다. 지역 단위 자료 수집 시 보행 목적의 걷기실천율과 운동을 포함한 여가 목적의 걷기실천율을 구분하고, 이에 대한 통계 자료를 활용할 수 있다면 지역별 걷기실천율의 격차의 원인을 구체적으로 확인하는 데 도움이 될 것이다.

결 론

본 연구는 우리나라의 지역별 걷기실천율의 격차를 확인하고, 이에 영향을 미치는 지역의 인구사회학적, 지리공간적 영향요인을 지역의 공간적 이질성을 고려하여 확인하였다. 연구결과, 지역의 걷기실천율은 지역별 편차가 크고 공간적 자기 상관이 높은

것으로 나타나 지리적으로 근접한 지방자치단체의 건강증진 정책 결정에 상호작용을 유도할 필요가 있다. 또한 GWR 분석결과 인구밀도, 1인가구 비율, 주택소유율, 지역의 자연환경에 대한 긍정적 태도율, 지역의 생활환경에 대한 긍정적 태도율이 걷기실천율에 미치는 영향력이 지역에 따라 다르게 나타났기에 각 지방자치단체별 건강증진사업 계획 시 고려해야 할 것이다. 본 연구는 지리정보시스템을 활용하여 지역사회 걷기실천율에 영향을 미치는 요인에 대한 실증적인 검증을 시도하였기에 각 지방자치단체 단위에서 걷기를 기반으로 한 건강증진사업을 구상하기 위한 기초자료를 제공했다는 점에서 의의가 있다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

ACKNOWLEDGEMENTS

None.

FUNDING

This study was supported by the Research Program funded by the Korea Disease Control and Prevention Agency (ISSN 2733-5488). This research was supported by the BK21 four project (Center for Human-Caring Nurse Leaders for the Future) funded by the Ministry of Education (MOE, Korea) and National Research Foundation of Korea (NRF).

DATA SHARING STATEMENT

Please contact the corresponding author for data availability.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization or/and Methodology: Kim E & Yoon JY & Lee Y.

Data curation or/and Analysis: Lee Y.

Funding acquisition: Kim E & Yoon JY.

Investigation: Kim E.

Project administration or/and Supervision: Kim E & Yoon JY.

Resources or/and Software: Lee Y.

Validation: Yoon JY.

Visualization: Lee Y.

Writing original draft or/and Review & Editing: Kim E & Lee Y & Yoon JY.

REFERENCES

1. World Health Organization (WHO). Physical inactivity [Internet]. Geneva: WHO; c2023 [cited 2023 Jan 11]. Available from: <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/3416>.
2. Schutz Y, Weinsier S, Terrier P, Durrer D. A new accelerometer method to assess the daily walking practice. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 2002;26(1):111-118. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801856>
3. Harvard T.H. Chan. Walking for exercise [Internet]. Boston: Harvard T.H. Chan; c2023 [cited 2023 Jan 11]. Available from: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/walking/>.
4. Williams PT, Thompson PD. Walking versus running for hypertension, cholesterol, and diabetes mellitus risk reduction. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*. 2013;33(5):1085-1091. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.112.300878>
5. World Health Organization (WHO). Global status report on noncommunicable diseases 2014 [Internet]. Geneva: WHO; c2014 [cited 2023 Jan 11]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/148114>.
6. Korea Health Promotion Institute. Physical activity [Internet]. Seoul: Korea Health Promotion Institute; c2023 [cited 2023 Feb 13]. Available from: <https://www.khepi.or.kr/hpn/hpnIdx/selectIdxDetailList2030.do?menuId=MENU01424>.
7. Kim YM, Kang SH. Changes and determinants affecting on geographic variations in health behavior, prevalence of hypertension and diabetes in Korean. *Journal of Digital Convergence*. 2015;13(11):241-254. <https://doi.org/10.14400/JDC.2015.13.11.241>
8. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). 2021 Regional health statistics at a glance. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2022 May. Report No.: 11-1790387-000034-10.
9. Rose G, Khaw KT, Marmot M. Rose's strategy of preventive medicine. Oxford: Oxford University Press; 2008. p. 1-192.
10. Lee MS. Health inequalities among Korean adults - socioeconomic status and residential area differences. *Korean Journal of Sociology*. 2005;39(6):183-209.
11. Saelens BE, Handy SL. Built environment correlates of walking: A review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2008;40(7 Suppl):S550-S566. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817c67a4>
12. Agrawal AW, Schimek P. Extent and correlates of walking in the USA. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2007;12(8):548-563. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2007.07.005>
13. Li F, Fisher KJ, Brownson RC, Bosworth M. Multilevel modelling of built environment characteristics related to neighbourhood walking activity in older adults. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2005;59(7):558-564. <https://doi.org/10.1136/jech.2004.028399>
14. An B, Son J. Analysis of metabolic syndrome in Korean adult one-person households. *Journal of Korean Public Health Nursing*. 2018;32(1):30-43. <https://doi.org/10.5932/JKPHN.2018.32.1.30>
15. Yun MS, Choi EH, Kim YJ, Kang Y, Choi SE. Factors influencing health-related quality of life of the elderly by the types of households. *The Journal of Muscle and Joint Health*. 2021;28(2):174-182. <https://doi.org/10.5953/JMJH.2021.28.2.174>
16. Hannon L 3rd, Sawyer P, Allman RM. Housing, the neighbourhood environment, and physical activity among older African Americans. *Journal of Health Disparities Research and Practice*. 2012;5(3):27-41.
17. Hannon L 3rd, Sawyer P, Allman RM. The influence of community and the built environment on physical activity. *Journal of Aging and Health*. 2012;24(3):384-406. <https://doi.org/10.1177/0898264311424430>
18. Owen N, Humpel N, Leslie E, Bauman A, Sallis JF. Understanding environmental influences on walking: Review and research agenda. *American Journal of Preventive Medicine*. 2004;27(1):67-76. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.03.006>
19. Granner ML, Sharpe PA, Hutto B, Wilcox S, Addy CL. Perceived individual, social, and environmental factors for physical activity and walking. *Journal of Physical Activity and Health*. 2007;4(3):278-293. <https://doi.org/10.1123/jpah.4.3.278>
20. Sa K, Lee S. An analysis of neighborhood's environmental factors affecting residents' daily walking and exercise walking. *Journal of the Urban Design Institute of Korea*. 2018;19(3):71-90. <https://doi.org/10.38195/judik.2018.06.19.3.71>
21. Kim J, Yoo S, Sim S. Unveiling the meaning of walking for health promotion: The perspectives of urban walkers. *Korean Journal of Health Education and Promotion*. 2011;28(4):63-77.
22. Tobler WR. A computer movie simulating urban growth in the Detroit Region. *Economic Geography*. 1970;46(Suppl 1):234-

240. <https://doi.org/10.2307/143141>
23. Lee S, Zhu L, Cho D. The spatio-temporal change of voting rate in the national assembly election and its influencing factors. *Journal of the Korean Association of Regional Geographers*. 2017;23(4):751-771. <https://doi.org/10.26863/JKARG.2017.11.23.4.751>
24. Cho D. A comparative analysis of areal interpolation methods for representing spatial distribution of population subgroups. *Journal of Korea Spatial Information Society*. 2014;22(3):35-46. <https://doi.org/10.12672/ksis.2014.22.3.035>
25. Lee SI, Cho D, Lee M. Comparing univariate spatial association statistics (I): Focusing on global Lee's S statistics. *Journal of the Association of Korean Geographers*. 2015;4(2):329-345. <https://doi.org/10.25202/JAKG.4.2.13>
26. Lee SI. Correlation and spatial autocorrelation. In: Shekhar S, Xiong H, Zhou X, editors. *Encyclopedia of GIS*. 2nd ed. Cham: Springer; 2017. p. 360-368.
27. Lee SI, Cho D, Lee M. Spatializing the Pearson's correlation coefficient: An experimental comparison of three relevant techniques. *Journal of the Korean Geographical Society*. 2018;53(5):761-776.
28. Moran PAP. The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*. 1948;10(2):243-251. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1948.tb00012.x>
29. Fotheringham AS, Brunson C, Charlton M. *Quantitative geography: Perspectives on spatial data analysis*. London: Sage Publications; 2000. p. 1-269.
30. Park JH. Analysis on changes in spatial dependency and hot spots of walking practice rate using multi-year data. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*. 2021;22(11):315-323. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.11.315>
31. Guerra E, Caudillo C, Monkkonen P, Montejano J. Urban form, transit supply, and travel behavior in Latin America: Evidence from Mexico's 100 largest urban areas. *Transport Policy*. 2018;69:98-105. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.06.001>
32. Kim HC, Ahn KH, Kwon YS. The effects of residential environmental factors on personal walking probability - focused on Seoul. *Journal of the Urban Design Institute of Korea*. 2014;15(3):5-18.
33. Park H. Analysis on walking practice of the elderly considering local effect in the big cities [master's thesis]. Seoul: Seoul National University; 2016. p. 1-68.
34. Oh KK, Kim M, Joung JY, Park SY. Analysis of first-last mile travel characteristics using AI-card data. *Transportation Technology and Policy*. 2020;17(5):17-24.
35. Lee SH. Understanding spatial dependence and using spatial regression analysis. *Korean Policy Sciences Review*. 2014;18(3):39-79.
36. Fotheringham AS, Rogerson P. *The SAGE handbook of spatial analysis*. London: Sage Publications; 2009. p. 1-528.
37. Lee ES. Relationship between household types, health-related lifestyle, health service usage, and health outcomes across age groups. *Korean Journal of Health Education and Promotion*. 2021;38(3):1-12. <https://doi.org/10.14367/kjhep.2021.38.3.1>
38. Sung H, Lee MH, Seong T. Difference in the determinants factors of walking activity as the purposes of recreation and travel: Focused on characteristics at the levels of individual and household. *Journal of Korea Planning Association*. 2015;50(5):73-86. <https://doi.org/10.17208/jkpa.2015.08.50.5.73>
39. Sugiyama T, Thompson CW. Associations between characteristics of neighbourhood open space and older people's walking. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2008;7(1):41-51. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2007.12.002>
40. Gatersleben B, Andrews M. When walking in nature is not restorative-the role of prospect and refuge. *Health & Place*. 2013;20:91-101. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2013.01.001>

Appendix 1. Descriptive Summary of the Variables

Variables	Numerator	Denominator	Unit	Resource	Statistics
Walking practice	Number of people who practiced walking for at least 30 minutes a day for at least 5 days a week in the past week	Total population (persons)	%	Korea Disease Control and Prevention Agency	Community Health Survey
Population density	Total population	District area (km ²)	person/km ²	Ministry of the Interior and Safety, Ministry of Land, Infrastructure and Transport	Cadastral Statistics, Resident Registration Population Status
One-person households	Number of one-person households	Total number of households	%	Statistics Korea	Population and Housing Census
Homeownership	Number of households owning a home	Total number of households	%	Statistics Korea	Home ownership statistics
Satisfaction with natural environment	People who responded positively about the local natural environment (air quality, water quality)	Total population	%	Korea Disease Control and Prevention Agency	Community Health Survey
Satisfaction with living environment	People who responded positively about the local living environment (electricity, water supply and sewage, garbage collection, sports facilities, etc.)	Total population	%	Korea Disease Control and Prevention Agency	Community Health Survey

All variables are included in Community Health Outcomes and Social Determinants of Health Database 1.3, and the original data sources for each variable are shown in this table. Walking practice, satisfaction with natural environment, and satisfaction with living environment were age standardized based on the estimated population in 2005.

Appendix 2. Ranking of Regional Walking Practice

Rank	High		Low	
	Region	Walking practice (%)	Region	Walking practice (%)
1	Songpa-gu, Seoul	73.0	Jeongseon-gun, Gangwon	15.0
2	Yeongdeungpo-gu, Seoul	71.5	Ulleung-gun, Gyeongbuk	15.9
3	Yongsan-gu, Seoul	69.1	Sacheon-si, Gyeongnam	17.8
4	Tongyeong-si, Gyeongnam	67.6	Hamyang-gun, Gyeongnam	17.9
5	Seo-gu, Busan	66.7	Sancheong-gun, Gyeongnam	19.2
6	Dongjak-gu, Seoul	66.6	Buyeo-gun, Chungnam	19.2
7	Eunpyeong-gu, Seoul	66.3	Cheongsong-gun, Gyeongbuk	19.7
8	Jung-gu, Seoul	65.6	Uiryeong-gun, Gyeongnam	20.2
9	Michuhol-gu, Incheon	64.0	Boeun-gun, Chungbuk	21.0
10	Yangcheon-gu, Seoul	64.0	Uiseong-gun, Gyeongbuk	21.2