

당뇨병 유병률의 지역 간 변이와 지역 특성과의 관계 분석

조은경¹ · 서은원¹ · 이광수²

¹연세대학교 대학원 보건행정학과, ²연세대학교 보건과학대학 보건행정학과

Spatial Distribution of Diabetes Prevalence Rates and Its Relationship with the Regional Characteristics

Eun-Kyung Jo¹, Eun-Won Seo¹, Kwang-Soo Lee²

¹Department of Health Administration, Yonsei University Graduate School; ²Department of Health Administration, Yonsei University College of Health Sciences, Wonju, Korea

Background: This study purposed to analyze the relationship between spatial distribution of Diabetes prevalence rates and regional variables.

Methods: The unit of analysis was administrative districts of city·gun·gu. Dependent variable was the age- and sex- adjusted diabetes prevalence rates and regional variables were selected to represent three aspects: demographic and socioeconomic factor, health and medical factor, and physical environment factor. Along with the traditional ordinary least square (OLS) regression analysis, geographically weighted regression (GWR) was applied for the spatial analysis.

Results: Analysis results showed that age- and sex-adjusted diabetes prevalence rates were varied depending on regions. OLS regression showed that diabetes prevalence rates had significant relationships with percent of population over age 65 and financial independence rate. In GWR, the effects of regional variables were not consistent. These results provide information to health policy makers.

Conclusion: Regional characteristics should be considered in allocating health resources and developing health related programs for the regional disease management.

Keywords: Diabetes mellitus; Prevalence rates; Geographically weighted regression; Spatial analysis

서 론

우리나라는 유래 없이 빠른 속도로 고령화 사회에 진입하였다. 65세 이상 인구 비율은 2014년을 기준으로 12.7%를 넘어 고령화 사회에 접어들었으며 다가오는 2025년에는 65세 이상 인구 비율이 20%를 넘어서는 초고령 사회에 들어설 것으로 예상된다[1].

이러한 인구 고령화와 함께 발생하는 문제점 중 하나는 평생관리를 수반하는 만성질환인 당뇨병을 가진 인구 수가 빠르게 증가하고 있다는 점이다[2]. Guariguata 등[3]은 219개 국가를 대상으로 2013년과 2035년의 당뇨 발생률의 증가를 분석한 결과 영국(-7.2%)과 일본(-6.7%)을 제외한 모든 국가에서 당뇨 발생률이 증가하며 대한민국의 경우 2013년 8.9%에서 2035년 11.4%로 증가할 것으로

예상하였다.

국민의 건강을 위협하는 만성질환 중 하나인 당뇨병은 일단 증상이 발현하게 되면 완치가 어렵고 영구적인 장애 혹은 합병증을 유발하게 되는 심각한 비전염성 질환이다[4]. 그리고 당뇨병은 개인의 유전적 요인, 건강행동과 함께 사회적 요인과 지역의 환경요인 등에 따라 변이가 존재하는 것으로 알려져 있다[5-8].

당뇨병과 관련한 기존 국내 연구들[4,9-12]은 대부분 개인적 특성에 초점을 두어 당뇨병 관련 요인을 분석하였다. 또한 당뇨병의 지역적 차이를 규명하고자 한 연구도 있었으나 이는 일부 지역에만 국한되어 분석하였으며 지역 특성 요인과 당뇨병 발생 간 관계의 크기 및 방향이 모든 지역마다 동일하다고 가정하는 전통적인 최소자승법(ordinary least square, OLS)에 기반을 둔 회귀분석을 이용하였다.

Correspondence to: Kwang-Soo Lee

Department of Health Administration, Yonsei University, 1 Yeonsedae-gil, Wonju 26493, Korea
Tel: +82-33-760-2426, Fax: +82-33-760-2519, E-mail: planters@yonsei.ac.kr

Received: October 27, 2015 / Revised: March 15, 2016 / Accepted after revision: March 18, 2016

© Korean Academy of Health Policy and Management

It is identical to the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permit unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

그러나 질병 발생과 지역 특성 요인 간 존재하는 관계는 지역에 따라 차이가 있으며[6,13,14], 이는 당뇨병과 지역 특성 요인 간 관련성의 크기 및 방향 또한 지역에 따라 차이가 있을 수 있음을 시사하고 있다. 따라서 본 연구는 지역 간 특성의 차이를 반영할 수 있는 지리적 가중회귀분석(geographically weighted regression, GWR)을 이용하여 당뇨병 유병률과 지역 특성 변수 간 관계를 명확히 분석하고자 한다.

본 연구의 목적은 지역별 당뇨병 유병률의 현황을 파악하고 지역 특성 요인과 당뇨병 유병률 수준 간 관련성을 분석하는 것이다. 구체적으로는 첫째, 2012년 우리나라 시·군·구 지역별 당뇨병 유병률의 분포를 분석하고 둘째, 당뇨병 유병률과 지역 단위의 변인들 간 관련성을 공간적으로 차이가 없다는 가정하의 전역적 모델(global model)인 OLS와 공간적 위치에 따른 차이를 고려하는 국지적 모델(local model)인 GWR을 이용하여 분석하고자 한다.

방 법

1. 연구모형

본 연구는 Schultz 등[8]의 만성질환을 대상으로 한 지역결정요인 모형과 Dever [15]의 건강모형 중 환경요인 모형에 기초하여 연구모형을 구축하였으며 이를 도식화한 것이 Figure 1이다. 모형에서의 지역 특성 요인으로는 인구·사회·경제학적 요인, 보건·의료요인, 물리적 환경요인을 선정하였다. 연구대상은 2012년 기준 시·군·구 229개 지역이다. 분석을 위해 국민건강보험공단에서 제공하는 지역별 의료이용통계, 한국토지주택공사에서 제공하는 국립공원관리공단의 공원 면적, 통계청에서 제공하는 인구 총 조사의 속성 자료를 이용하였으며, 통계지리정보서비스에서 제공하는 2012년 시·군·구 지도를 지적 자료로 이용하였다.

2. 변수 및 자료원

1) 종속변수

본 연구의 종속변수는 연령과 성별을 표준화한 당뇨병 유병률이며 상병코드 E11-E14로 정의하였다. 당뇨병(E10-14) 중 제1형 당뇨병

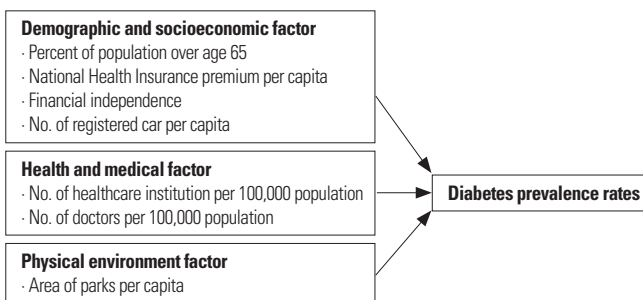


Figure 1. Research model.

(E10)은 인슐린 결핍으로 발생하는 인슐린 의존성(insulin dependent diabetes mellitus) 질환으로 주로 소아 청소년기에 발생하는데 이는 선천적 요인으로 발병되기 때문에[16] 이 연구에서 제외하였다.

2012년 국민건강보험공단의 지역별 의료이용통계에서 30세 이상 중 당뇨로 진료받은 실인원 수를 연령·성별·지역별로 산출한 후, 지역의 성별과 연령별 인구 수를 이용하여 표준화하였다. 표준화 공식은 다음과 같으며, n_{ij} 의 인구 수는 2012년 주민등록 인구 수를, 표준인구 수는 2012년 주민등록연앙인구를 사용하였다.

$$\text{Standardized prevalence rate} = \frac{\sum_{ij} \left(N_{ij} \times \frac{O_{ij}}{n_{ij}} \right)}{\sum_{ij} N_{ij}} \times 1000$$

where, i: age group (30-39, 40-49, 50-59, ..., 80 or more)

o_{ij} : observation of prevalence in I age group and j sex

n_{ij} : population of I age group and j sex

N_{ij} : standard population of I age group and j sex

2) 독립변수

(1) 인구·사회·경제학적 요인

연령이 높아짐에 따라 당뇨 발생이 높아진다고 밝힌 Green 등 [5], Bocquier 등[17], Connolly 등[18], Geraghty 등[19]의 연구를 근거로 65세 이상 인구 수 비율을 독립변수로 선정하였다. 65세 이상 인구 수 비율은 통계청 주민등록 현황 중 65세 이상 인구 수를 지역의 총 인구 수로 나눈 값이다.

지역이 가지는 사회·경제학적 수준에는 차이가 있으며, 이러한 차이는 인구집단의 건강수준에 영향을 주는 것으로 제시되었다 [5,20-22]. 따라서 본 연구는 지역사회의 사회·경제학적 요인의 지표가 될 수 있는 1인당 건강보험료, 재정자립도, 1인당 자동차 등록 대수를 변수로 선정하였다. 1인당 건강보험료는 국민건강보험공단의 지역별 의료이용통계에서 제시된 지역 전체 건강보험료를 지역의 총 인구 수로 나누어 1인당 건강보험료로 환산하였으며 천 원 단위로 절삭하여 사용하였다. 재정자립도는 지역의 경제적 자립 수준을 나타내는 대리지표로 통계청 자료를 이용하였으며 수식은 $\{(\text{지방세} + \text{세외수입}) / \text{자치단체예산규모}\} \times 100$ 이다. 1인당 자동차 등록 대수는 지역의 경제적 상황을 파악할 수 있는 대리 지표로 국토교통부의 시·도 통계연보와 함께 주민등록인구 수를 사용하였다. 이때 자동차의 정의는 자가용과 영업용을 합산한 것이다.

(2) 보건·의료요인

보건·의료서비스를 제공하는 의료기관에 대한 접근성 및 의료기관의 질은 건강에 영향을 줄 수 있다[23]. 의원의 거리가 당뇨와 관계가 있다고 가정한 Geraghty 등[19]과 지역의 병원 수와 당뇨의 상관관계를 파악한 Dijkstra 등[22]의 연구를 기반으로, 본 연구는

10만 명당 보건의료기관 수와 10만 명당 의사 수를 보건·의료요인으로 선정하였다. 10만 명당 보건의료기관 수는 지역의 상급종합병원, 종합병원, 병원, 의원, 보건소, 보건지소, 보건진료소, 보건의료원의 수를 합산한 후 그 지역의 총 인구 수로 나누어 인구 10만 명당으로 보정하였다. 10만 명당 의사 수는 지역별로 일반의, 인턴, 레지던트, 전문 수련의, 전문의의 수를 합산한 후 총 인구 수로 나누어 인구 10만 명당으로 보정하였다.

(3) 물리적 환경요인

거주 장소(place)가 이전까지 단지 생활의 터전으로 정의되었다면 현재는 비유전적인 요소 중 수정 가능한 생활습관이나 물리적 환경으로 정의되고 있다[24]. 걷기를 위한 환경은 신체적인 활동을 향상시키고 건강에 대한 부담을 줄여준다는 Kim과 Kang [25], Barker 등[26], Frank 등[27], Grubestic 등[6], Owen 등[28], Sallis 등[29], Sundquist 등[30]의 연구결과에 따라, 본 연구는 물리적 환경요인을 나타내는 지표로 1인당 공원면적을 선정하였다. 1인당 공원면적은 한국토지주택공사에서 제공하는 국립공원관리공단 자료 중 지역의 공원면적(m²)을 지역 인구 수로 나누어 산출하였다.

3. 분석방법

1) 공간적 자기상관성

사람들은 자신의 경제적 상황이나 사회적 지위에 따라 주거지 및 직장을 선택하게 되며 이에 따라 유사한 속성을 가진 사람들이 지역에 모여 분포하게 된다. 이는 가까운 지역일수록 공간상의 유사점이 발생하게 되는 것을 말하며 이를 공간적 자기상관성이라고 한다[31]. 공간이 가지는 특성들은 지역 단위의 연구에 중대한 영향을 미칠 수 있으며[32], 공간의 자기상관성을 파악하여 유의한 양(+의 자기상관성이 성립될 경우 속성과 위치를 모두 다루는 공간분석을 시행하는 것이 바람직하다[33].

본 연구에서는 전역적(global) 공간적 자기상관(spatial autocorrelation)을 측정하는 Moran's I 분석방법을 이용하였다. Moran's I는 분석하고자 하는 변인이 특정 현상에 따라 공간적으로 자기상관성을 갖고 있다는 가설을 수립하고 통계적 검정을 수행하는 분석방법으로 +1에서 -1까지의 값을 갖게 된다[34,35]. -1에 가까운 값을 보이면 자기상관성이 거의 없음을 의미하고 0에 가까운 값을 보이면 자기상관성이 무작위적인 패턴을 보인다고 할 수 있으며 +1에 가까운 값을 가지면 공간적 자기상관성이 매우 높다고 할 수 있다. 즉 자기상관성이 +1에 가까워지면 속성 값들이 유사성을 가지는 것이기 때문에 지역적 특성을 고려한 지리적 가중회귀분석을 이용하여 연구하는 것이 필요한 것이다.

2) Geographically weighted regression과 ordinary least square
GWR이 OLS와 구별되는 가장 큰 차이는 회귀계수를 하나의 상

수가 아닌 위치함수로 간주한다는 것이다[36]. OLS는 관찰하는 대상 변인들의 관측치와 오차 값이 서로 독립되어 있고 회귀식에서 설명되지 않는 잔차 중 공간에 대한 문제는 서로 독립적이라고 가정하기 때문에 특정 변수의 효과가 모든 지역에서 동일하게 적용된다[34,36].

하지만 지역 단위 연구를 할 때 공간들이 일정한 패턴을 보이며 인근 지역끼리 유사성을 갖는 공간적 자기상관성이 있거나 지역과 위치가 다르기 때문에 생기는 공간적 이질성(spatial heterogeneity)이 있을 경우 다중선형회귀분석으로 분석을 하게 되면 과소추정이나 과대추정 문제가 발생할 수 있다[37]. 따라서 이 연구에서는 지역별 특성에 따른 차이를 고려하는 GWR을 이용하여 분석하였다. GWR은 Brunson 등[38]이 제안한 공간분석 방법으로 지역별로 회귀계수를 산출되기 때문에 지역 특성 요인들 간 관계를 쉽게 파악할 수 있다는 장점이 있다.

이 연구의 분석순서는 다음과 같다. 첫째, 연구변수들의 일반적인 특성을 파악하기 위해 기술통계분석을 실시하였다. 둘째, 변수 간 상관관계를 파악하기 위해 상관관계 분석(Pearson's correlation analysis)을 실시하였다. 셋째, 종속변수인 당뇨병 유병률과 지역 특성 요인 간 관계를 OLS와 GWR을 통하여 분석하였다. 수집된 자료는 통계 프로그램 IBM SPSS ver. 21.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)과 ArcGIS ver. 10.2.2 (ESRI, Redlands, CA, USA)를 이용하여 분석하였다.

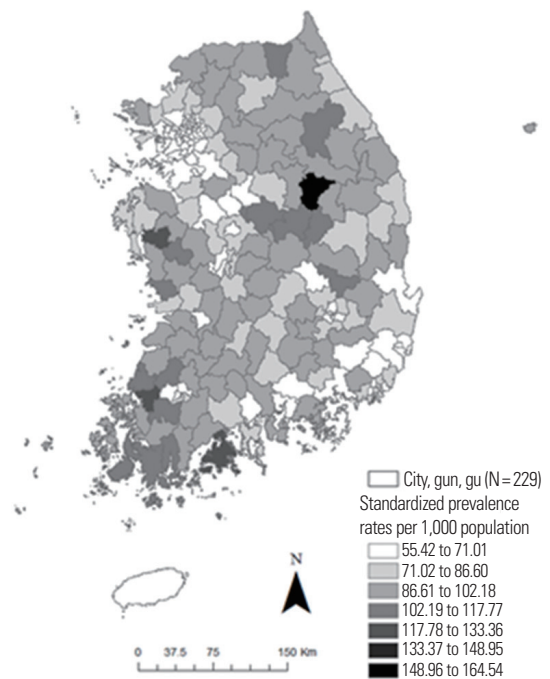


Figure 2. Diabetes prevalence rates per 1,000 population.

Table 1. Descriptive statistics of study variables (N = 229)

Variable	Mean ± standard deviation	Min	Max
Diabetes prevalence rates	8.23 ± 1.59	5.54	16.45
Percent of population over age 65	16.71 ± 7.52	5.6	33.79
National Health Insurance premium per capita (unit: 1,000 won)	649.34 ± 936.32	179.74	12,058.55
Financial independence	27.53 ± 15.59	7.8	81.5
No. of registered car per capita	0.39 ± 0.07	0.22	0.67
No. of healthcare institution per 100,000 population	136.29 ± 58.85	32.343	578.94
No. of doctors per 100,000 population	324.78 ± 343.98	42.95	3346.42
Area of parks per capita (m ²)	28.778 ± 39.51	0.102	358.75

Table 2. Results of Pearson's correlation analysis

	Percent of population over age 65	NHI premium per capita	Financial independence	No. of registered car per capita	No. of healthcare institution per 100,000	No. of doctors per 100,000 population	Area of parks per capita
Percent of population over age 65	1						
NHI premium per capita	-0.18*	1					
Financial independence	-0.72*	0.50*	1				
No. of registered car per capita	0.32*	0.08	-0.20*	1			
No. of healthcare institution per 100,000 population	0.19*	-0.12	-0.04	0.07	1		
No. of doctors per 100,000 population	-0.20*	0.07	0.27*	-0.08	0.65*	1	
Area of parks per capita	0.09	-0.04	-0.13*	0.01	0.03	0.01	1

NHI, national health insurance.

**p* < 0.05.

결 과

Figure 2는 지역별 당뇨병 유병률의 현황을 그림으로 도식화한 것이다. 진한 색상일수록 당뇨병 유병률이 높은 지역을 말하며, 당뇨병 유병률이 낮은 지역은 시·구와 같은 도시지역(urban)이었던 반면 당뇨병 유병률이 높은 지역은 군과 같은 농어촌지역(rural)이었다.

Table 1은 분석에 사용된 연구변수들의 일반적 특성을 나타내는 기술통계량이다. 당뇨병 유병률의 평균은 8.23%(표준편차=1.59)였고 1인당 건강보험료의 평균은 649,340원(표준편차=936.32)이었다. 재정자립도의 평균은 27.53%였으며 229개의 지역 중 22개의 지역만이 재정자립도가 50%를 넘는 것으로 파악되었다. 경제적 요인의 대리변수인 1인당 자동차 등록대수는 평균 0.39대였으며 최소 0.22에서 최대 0.67까지의 분포 값을 보였다. 인구 10만 명당 보건 의료기관 수와 의사 수는 각각 136.29명과 324.78명이었으며, 1인당 공원면적은 평균 28.77 m²이었다.

Table 2는 지역 특성 요인 간 상관관계 분석결과이다. 65세 이상 인구 수 비율과 재정자립도 변수의 상관계수는 -0.72로 가장 높았고, 그 다음으로는 인구 10만 명당 보건 의료기관 수와 의사 수가 0.65로 높았다. 모든 변수의 상관계수 크기가 0.8을 넘지 않았기 때문에 다중공선성으로 인한 문제는 높지 않을 것으로 판단하였

고 따라서 모든 변수를 회귀분석에서 사용하였다.

Table 3은 당뇨병 유병률을 종속변수로 한 OLS 분석결과이다. 분석결과 65세 이상 인구 수 비율(회귀계수 = 0.551)과 재정자립도(회귀계수 = -0.268) 변수가 당뇨병 유병률과 통계적으로 유의미한 관계가 있었다. 즉 65세 이상 인구 수 비율은 제2형 당뇨병 유병률과 양의 관계를 가지며, 재정자립도는 음의 관계를 가지는 것이다. 모형의 설명력을 나타내는 수정된 R²값은 0.58이었고 모형의 적합도를 나타내는 Akaike information criterion (AIC) 값은 1,730.0이었다.

공간적으로 지역의 특성들이 서로 군집화(cluster)되어있는지를 확인하기 위해 공간적 자기상관을 분석하는 global Moran's I를 실시한 결과, 당뇨병 유병률에 대한 Moran's I 값은 0.20 (*p* < 0.001)으로 양의 자기상관성인 것으로 밝혀졌다. 이는 제시된 공간적 변이의 특징이 지역 요인에 따라 공간적으로 군집화되어있음을 의미하며, OLS로 분석할 경우 과소 혹은 과대추정의 문제가 발생할 수 있기 때문에 공간적 특성을 반영할 수 있는 GWR을 실시하였다.

Table 4는 GWR 분석결과이다. 회귀계수의 크기는 지역에 따라 차이가 있었으며 일부 변수(1인당 자동차 등록 대수, 인구 10만 명당 의사 수, 그리고 1인당 공원면적)의 경우 지역에 따라 회귀계수에 음(-)과 양(+의 방향이 혼재하였다. GWR의 수정된 R²값은 0.61로 OLS에서의 수정된 R²값(0.58)보다 높게 나타나 설명력이 상승

Table 3. Results of ordinary least square

Variable	Coefficient	p-value	Variation inflation factor
Percent of population over age 65	0.551	0.000	2.646
National health insurance premium per capita	0.035	0.511	1.538
Financial independence	-0.268	0.000	3.037
No. of registered car per capita	0.085	0.065	1.141
No. of healthcare institution per 100,000 population	-0.075	0.236	2.177
No. of doctors per 100,000 population	0.023	0.715	2.153
Area of parks per capita	-0.021	0.622	1.022
F		46.11*	
Adjusted R ²		0.58	
Akaike information criterion		1,730.00	
Moran's index		0.20*	
Koenker (BP) statistic		0.4	
Jarque-Bera statistic		0.00*	

Dependent variable: diabetes prevalence rates.

*p<0.05.

Table 4. Results of geographically weighted regression

Variable	Mean± standard deviation	Min	Max
Percent of population over age 65	112.53±23.61	42.17	199.56
National health insurance premium per capita	0.0008±0.00045	0.0001	0.004
Financial independence	-28.6950±7.6145	-52.7027	-0.4041
No. of registered car per capita	23.2189±19.6942	-35.1897	62.5899
No. of healthcare institution per 100,000 population	-0.0256±0.0122	-0.0861	-0.0114
No. of doctors per 100,000 population	0.0016±0.0015	-0.0009	0.0099
Area of parks per capita	-0.0121±0.0124	-0.0361	0.0248
Adjusted R ²		0.61	
Akaike information criterion		1,717.61	

Dependent variable: diabetes prevalence rates.

했음을 알 수 있었다. 모형의 적합도를 판단하기 위해 사용되는 AIC 값은 OLS가 1,730.0, GWR이 1,717.61로 차이가 4보다 크게 나타났다. AIC는 두 모형에서 제시되는 값의 차이를 반영한 상대적 척도로서 일반적으로 AIC 값의 차이가 4보다 클 때 모형의 개선이 있다고 평가할 수 있다[37,39]. 즉 GWR이 OLS보다 적합도가 개선된 더 적합한 모형이라고 할 수 있다.

Figure 3은 GWR에서 계산된 독립변수별 회귀계수와 지역결정계수의 분포를 나타내는데, (A)에서 (G)는 지역에 따라 회귀계수가 차이를 보이고 있다. 65세 이상 인구 수 비율(A)은 우리나라 북동부 지역에서 서남부 지역까지 회귀계수가 42.17에서 199.56의 분포를 보였고, 재정자립도(C)는 우리나라 북동부 지역에서 서남부 지역까지 회귀계수가 -52.70에서 -0.40의 분포를 보였다. 이는 지역 특성 요인들의 영향력이 공간에 따라 차이가 있음을 제시하고 있다. 1인당 자동차 등록대수(D), 10만 명당 의사 수(F), 그리고 1인당 공원면적(G)은 지역에 따라 회귀계수 방향이 음(-)과 양(+)으로 혼재되어 있다. 지역결정계수(local R²) (H)는 최소 0.38부터 최대 0.75까

지 분포하였으며, 이는 GWR 모형의 설명력 수준이 지역에 따라 차이가 있음을 제시하고 있다. 지역결정계수가 주로 동쪽 해안지역으로 갈수록 상대적으로 낮았으며, 서쪽 지역으로 갈수록 설명력은 증가하였다.

고찰

1. 분석방법에 대한 고찰

본 연구는 2012년 229개 시·군·구를 대상으로 지속적으로 증가하고 있는 우리나라 당뇨병 유병률과 지역 특성 요인 간 관계를 분석하였다. 당뇨병 관련 요인을 분석한 기존 국내 연구들은 대부분 개인 단위 연구들이었으며, 지역적 특성 및 위치에 따른 질병의 차이를 보고자 한 연구들도 있었지만 이러한 연구들은 일반적으로 공간적인 특성을 모두 동일하게 반영하는 OLS를 적용한 연구들이었다.

기존 연구에서 이용된 OLS는 종속변수와 독립변수 간 관계를 가장 잘 설명할 수 있는 하나의 회귀식을 찾아내는 것으로, 준수되

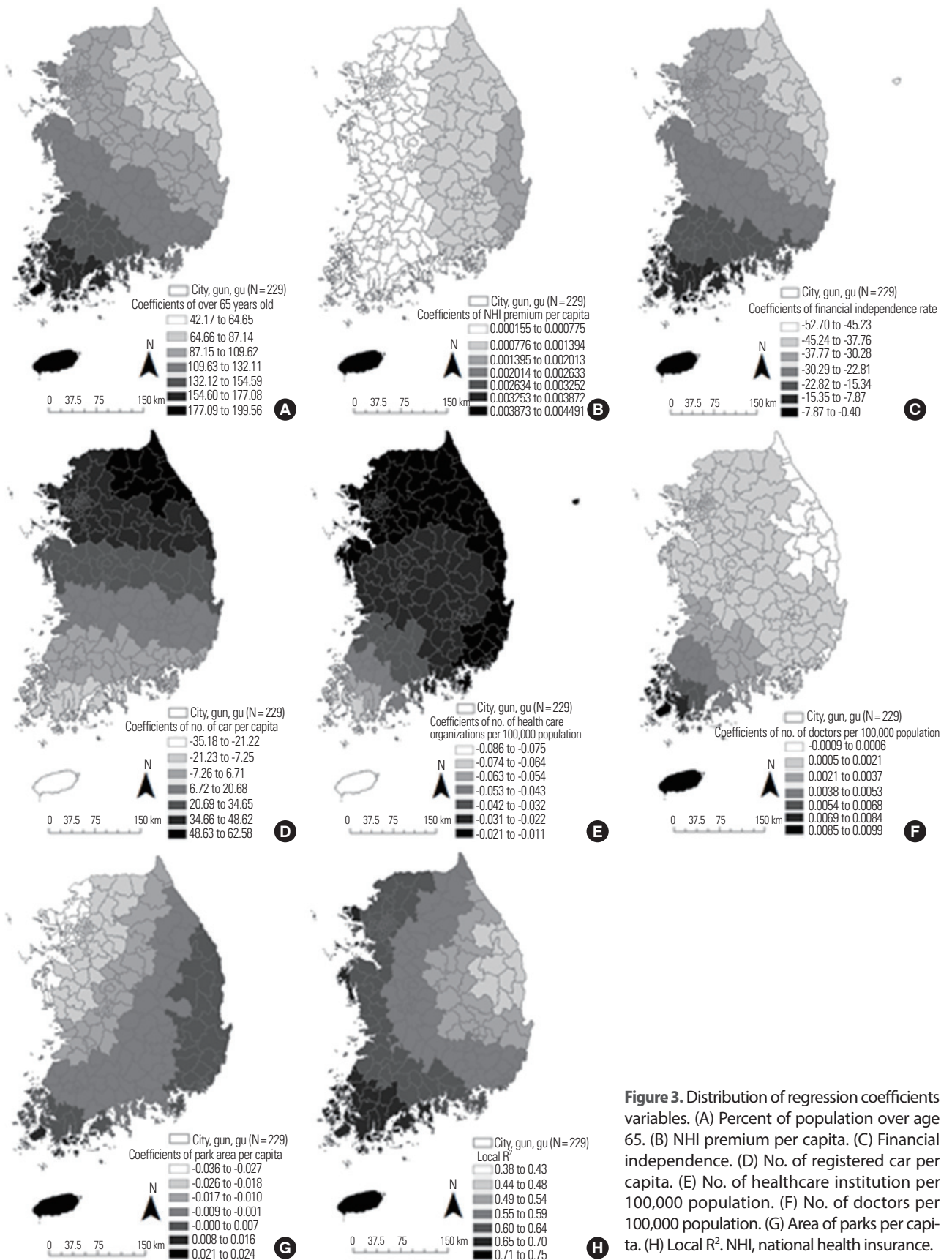


Figure 3. Distribution of regression coefficients variables. (A) Percent of population over age 65. (B) NHI premium per capita. (C) Financial independence. (D) No. of registered car per capita. (E) No. of healthcare institution per 100,000 population. (F) No. of doctors per 100,000 population. (G) Area of parks per capita. (H) Local R². NHI, national health insurance.

어야 할 몇 가지 기본 가정들이 있다. 이 중 공간적 자기상관성이 배제(no spatial autocorrelation)되어야 한다는 가정은 주어진 독립변수들의 특성이 공간상에서 서로 상관되지 않아야 한다는 가정 아래 분석이 수행된다[34]. 그러나 현실에서는 인근 지역일수록 비슷한 특성을 가지는 경향이 있다[6,13,23,40]. 따라서 지역 단위의 연구의 경우 지역적 특성을 반영할 수 있는 공간분석방법을 이용하여 분석하는 것이 필요한 것이다.

지리학 분야에서는 이미 공간분석이 많이 활용되고 있으며 최근 사회과학 분야에서도 공간분석을 활용함으로써 훨씬 더 풍부하게 연구할 수 있는 계기가 되었다. 보건·의료분야 역시 공간분석을 이용하여 연구할 경우 그에 따른 몇 가지 이점이 있다. 첫째, 기존 OLS 분석에서는 의료기관에 대한 인접성 및 접근성의 정도 등과 같은 공간 특성을 반영하기 어려웠으나, 공간분석방법에서는 분석과정에서 해당 특성을 고려할 수 있는 장점이 있다. 둘째, 속성정보와 함께 공간정보를 결합하여 질병의 분포를 보고자 할 때 표나 그래프보다 지도를 통해 지역별 빈도를 제시하는 것이 보다 효과적일 수 있다[37,39]. 셋째, OLS와 비교하여 GWR은 잔차의 변량을 감소시키고 모형의 설명력을 개선하는 것으로 평가된다. 다만 회귀계수의 유의수준이 제시되지 않기 때문에 이에 대한 개선이 필요하다고 지적되었다[41].

2. 분석결과에 대한 고찰

당뇨병 유병률의 지역적인 분포를 보면 '시·구' 지역보다는 '군' 지역에서 유병률이 높았고, 특히, 강원도, 충청북도 인접지역 및 전라남북도 지역이 높은 유병률을 보였다. 이 지역들은 주로 농·어촌 지역이며 노인 인구의 비중이 높은 특성을 보이고 있다.

OLS 분석결과 지역의 65세 이상 인구 수 비율과 재정자립도 요인이 당뇨병 유병률과 유의미한 관계가 있었고, GWR 분석결과 지역에 따라 회귀계수 값의 차이가 있었다. 이는 공간분석을 활용하여 지역 단위에서 고령화 정도 및 사회·경제적 수준과 당뇨병 간 관계를 분석한 기존 연구들과 유사한 결과를 나타내고 있다.

Bocquier 등[17]은 프랑스 동남부 지역을 대상으로 공간분석을 활용하여 분석한 결과 지역의 고령화 정도와 낮은 경제적 수준이 당뇨병과 관련이 있다고 제시하였다. 네덜란드 전역에서 제2형 당뇨병으로 인한 지역 주민들의 약물 섭취 정도를 연구한 Dijkstra 등[22]은 지역 사회의 고령화와 함께 저소득층 집단이 당뇨와 관련이 있다고 주장하였다. Green 등[5] 연구에서도 캐나다 도시 지역에서의 당뇨병 발생률에 대해 GIS 분석을 시행한 결과 경제적 능력을 대표할 수 있는 소득수준, 대출(lone) 정도와 함께 연령 구조의 차이가 당뇨와 관련이 있었다. Grubestic 등[6]은 장소(place)가 건강 및 불건강의 근거가 될 수 있음을 제시하였고, 시골(rural) 지역과 저소득 지역, 그리고 물리적 환경요인이 건강수준에 영향을 미친다고 주장하였다. 즉 이러한 연구결과들은 노령 인구 비율이 높을수록,

지역의 경제적 수준이 낮을수록, 당뇨병 유병률이 높아진다는 이번 연구결과를 뒷받침해 줄 수 있다.

GWR 분석 결과는 당뇨병 유병률과 지역 특성 변수 간 관계 특성이 일정하지 않음을 제시하고 있다. 65세 노인 인구 수 비율의 경우 전라남도 지역의 회귀계수가 강원도 지역과 비교하여 더 크게 나타났다. 즉 동일한 노인 인구 규모라도 강원도 지역보다는 전라남도 지역의 노인인구 집단이 당뇨병 유병률과 가지는 관계수준이 더 크다고 해석할 수 있다. 재정자립도의 경우에도 전라남도 지역이 강원도 지역보다 재정자립도와 당뇨병 유병률 간 관계의 수준이 더 크게 나타났다.

이러한 회귀계수의 지역적 차이는 지역의 특성을 고려하여 그 지역의 실정에 맞게 당뇨병 관련 정책을 수립하고 재원을 투입해야 함을 제시할 수 있다. 예를 들어 전라남도의 경우 강원도 지역과는 다른 지역 특성 변수와 당뇨병 유병률 간 관계를 보이고 있다. 65세 노인 인구 수 비율과 재정자립도의 회귀계수가 지역별 당뇨병 유병률에 미치는 영향이 전라남도 지역에서 다른 지역보다 더 크게 나타난 것이다. 이는 당뇨병 유병률을 관리하기 위한 사업 및 전략을 세울 때 단순히 그 지역의 인구 수가 아닌 노인 인구 수에 초점을 맞추어야 하며, 그 지역의 경제적 수준 역시 고려하여 효율적인 재원의 투입 및 분배를 해야 함을 시사할 수 있다. 즉 이러한 관계 특성을 고려하여 각 지역에 대한 당뇨병 관련 사업의 종류 및 규모를 조정한다면 정책 수행의 성공 가능성을 보다 높일 수 있을 것이다. 또한 지역별 만성질환 환자 수의 편차를 줄이기 위해서는 지역 주민들을 위한 양질의 보건사업이 제공되어야 한다. 이를 위해서는 충분한 예산이 배분되어야 하며 보건분야의 자원 배분 또한 제대로 이루어지는 것이 필요하다. 보건분야의 자원 배분이 합리적으로 이루어져 지역적 격차를 줄여간다면 지역 주민의 건강증진 및 보건수준 향상에 기여할 수 있을 것이다.

3. 연구의 의의

1970년 초반부터 국외 연구자들은 공간 데이터가 갖고 있는 공간적 자기상관성 및 공간적 이질성이 무시된 채 분석되는 점을 비판하였으며 그 후로부터 공간 특성을 반영하기 위해 많은 노력들이 시도되었다[42]. 최근 들어 국내에서도 각 지역마다의 특성을 고려하기 위해 다양한 매개변수를 활용하거나 모델 구축 시 구조적인 변화를 통해 문제를 해결하고 있다[34].

이 연구는 학문적 측면에서 아직까지 활발하게 연구되지 않은 지리적 특성 요인을 반영하여 질병의 지역적 분포 및 차이를 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 만성질환 중 당뇨병의 공간적인 분포를 파악함과 동시에 지역 요인들의 특성이 지역적으로 서로 자기상관성이 있음을 밝혀낸 Moran's I의 결과를 기반으로 GWR을 활용하였다는 점에서 의의가 있는 것이다. 그리고 실무적인 측면에서는 당뇨병의 유병률 차이를 설명할 수 있는 지역적 요인을 제시하였고, 향후

당뇨병 관련 프로그램의 개발과 수행에 필요한 예산 편성 및 분배 결정에 활용할 수 있는 기초자료를 제공하였다는 데 의의가 있다.

4. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 자료수집의 한계로 분석 단위를 시·군·구로 한정하였다. 시·군·구 안의 행정단위인 읍·면·동의 특성은 모두 동일하다는 가정하에 연구가 이루어진 것이다. 향후 자료를 확보하여 읍·면·동 단위로 세부적인 분석을 시행한다면 더욱더 세밀한 지역 연구가 가능할 것이다. 둘째, 지역 특성을 나타내는 변수들 중 일부 변수만을 포함하여 분석하였다. 예를 들어 당뇨병을 예방하고 관리하는 데 있어 교육수준은 중요한 변인으로 알려져 있는데 연구에서 고려하지 못하였다. 추후 연구에서 지역 특성을 반영할 수 있는 변수를 추가하여 분석하는 것이 필요할 것이다. 셋째, 지역을 분석단위로 하였기 때문에 결과 해석 시 생태학적 오류를 경계해야 한다. 이 연구는 개인이 아닌 지역 단위의 연구이므로 개인 특성에 관한 해석을 할 때 주의해야 한다.

결 론

본 연구는 2차 데이터를 활용하여 만성질환 중 급속히 증가하고 있는 당뇨병의 지역별 유병률의 현황을 파악하고 지역 특성 요인들과의 관련성을 분석하였다. 분석결과 65세 이상 인구 수 비율이 높을수록, 지역의 재정자립도가 낮을수록, 당뇨병 유병률과 유의한 관계가 있었고, 그리고 지역에 따라 회귀계수 값에 차이가 있었다. 이 연구 결과는 당뇨병을 대상으로 한 보건의로 정책 수립과 적용 시에 지역 특성을 고려하는 것이 필요함을 제시하고 있다. 보건·의료분야에 투입되는 재원이 한정적인 상황에서 투입되는 재원의 효과적인 활용을 위해서는 모든 지역에 일률적으로 적용되기보다는 지역 특성을 반영하여 보건관련 프로그램을 수립하고 시행해야 할 것이다.

REFERENCES

1. Statistics Korea. Population census [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2014 [cited 2015 Oct 20]. Available from: <http://www.kostat.go.kr/>.
2. Amos AF, McCarty DJ, Zimmet P. The rising global burden of diabetes and its complications: estimates and projections to the year 2010. *Diabet Med* 1997;14 Suppl 5:S1-S85. DOI: [http://dx.doi.org/10.1002/\(sici\)1096-9136\(199712\)14:5+3.3.co;2-i](http://dx.doi.org/10.1002/(sici)1096-9136(199712)14:5+3.3.co;2-i).
3. Guariguata L, Whiting DR, Hambleton I, Beagley J, Linnenkamp U, Shaw JE. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. *Diabetes Res Clin Pract* 2014;103(2):137-149. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2013.11.002>.
4. Park YL, Kim HS, Jeon MY, Jin CJ. A study on the prevalence rate of hypertension and diabetes among adults in the urban communities. *J Korean Community Health Nurs Acad Soc* 2003;17(1):144-152.
5. Green C, Hoppa RD, Young TK, Blanchard JF. Geographic analysis of di-

- abetes prevalence in an urban area. *Soc Sci Med* 2003;57(3):551-560. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0277-9536\(02\)00380-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0277-9536(02)00380-5).
6. Grubestic TH, Miller JA, Murray AT. Geospatial and geodemographic insights for diabetes in the United States. *Appl Geogr* 2014;55:117-126. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.08.017>.
7. Macintyre S, Ellaway A, Cummins S. Place effects on health: how can we conceptualise, operationalise and measure them? *Soc Sci Med* 2002;55(1):125-139. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0277-9536\(01\)00214-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0277-9536(01)00214-3).
8. Schulz AJ, Zenk S, Odoms-Young A, Hollis-Neely T, Nwankwo R, Lockett M, et al. Healthy eating and exercising to reduce diabetes: exploring the potential of social determinants of health frameworks within the context of community-based participatory diabetes prevention. *Am J Public Health* 2005;95(4):645-651. DOI: <http://dx.doi.org/10.2105/ajph.2004.048256>.
9. Kim SA, Song M. The relation between glucose control, self-care and depression in community dwelling older adults with diabetes. *Perspect Nurs Sci* 2012;9(2):94-101.
10. Kim HS, Ro YJ, Kim NC, Yoo YS, Young JS, Oh JA. Prevalence and risk factors for diabetes mellitus and impaired fasting glucose of adults. *J Korean Acad Nurs* 2000;30(6):1479-1487.
11. Lee TY, Ko LH, Kim KH. Factors affecting on impaired blood glucose and diabetes in residents of a rural area. *J Korea Acad-Ind Coop Soc* 2008;9(5):1374-1385. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/kais.2008.9.5.1374>.
12. Chun JD, Ryu SY, Han MA, Park J. Comparisons of health status and health behaviors among the elderly between urban and rural areas. *J Agric Med Community Health* 2013;38(3):182-194. DOI: <http://dx.doi.org/10.5393/jamch.2013.38.3.182>.
13. Yang B, Hwang C. Spatial dependency and heterogeneity of adult diseases: in the cases of obesity, diabetes and high blood pressure in the U.S.A. *J Korean Assoc Reg Geogr* 2010;16(5):610-622.
14. Jayasekara JM, Dissanayake DM, Adhikari SB, Bandara P. Geographical distribution of chronic kidney disease of unknown origin in North Central Region of Sri Lanka. *Ceylon Med J* 2013;58(1):6-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.4038/cmj.v58i1.5356>.
15. Dever GE. *Community health analysis: global awareness at the local level*. 2nd ed. Gaithersburg (MD): Aspen Publishers; 1991.
16. Noh NY, Nam SY, Kang HS, Lee JE, Lee SK. Nutrition knowledge, dietary attitude, and dietary behavior among children and adolescents with type 1 diabetes. *Korean J Community Nutr* 2013;18(2):101-111.
17. Bocquier A, Cortaredona S, Nauleau S, Jardin M, Verger P. Prevalence of treated diabetes: geographical variations at the small-area level and their association with area-level characteristics: a multilevel analysis in South-eastern France. *Diabetes Metab* 2011;37(1):39-46. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabet.2010.07.004>.
18. Connolly V, Unwin N, Sherriff P, Bilous R, Kelly W. Diabetes prevalence and socioeconomic status: a population based study showing increased prevalence of type 2 diabetes mellitus in deprived areas. *J Epidemiol Community Health* 2000;54(3):173-177. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/jech.54.3.173>.
19. Geraghty EM, Balsbaugh T, Nuovo J, Tandon S. Using geographic information systems (GIS) to assess outcome disparities in patients with type 2 diabetes and hyperlipidemia. *J Am Board Fam Med* 2010;23(1):88-96. DOI: <http://dx.doi.org/10.3122/jabfm.2010.01.090149>.
20. Agardh E, Allebeck P, Hallqvist J, Moradi T, Sidorchuk A. Type 2 diabetes incidence and socio-economic position: a systematic review and meta-analysis. *Int J Epidemiol* 2011;40(3):804-818. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyr029>.
21. Cox M, Boyle PJ, Davey PG, Feng Z, Morris AD. Locality deprivation and type 2 diabetes incidence: a local test of relative inequalities. *Soc Sci Med*

- 2007;65(9):1953-1964. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2007.05.043>.
22. Dijkstra A, Janssen F, De Bakker M, Bos J, Lub R, Van Wissen LJ, et al. Using spatial analysis to predict health care use at the local level: a case study of type 2 diabetes medication use and its association with demographic change and socioeconomic status. *PLoS One* 2013;8(8):e72730. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0072730>.
 23. Brown AF, Ettner SL, Piette J, Weinberger M, Gregg E, Shapiro MF, et al. Socioeconomic position and health among persons with diabetes mellitus: a conceptual framework and review of the literature. *Epidemiol Rev* 2004;26(1):63-77. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/epirev/mxh002>.
 24. Mennis J, Mason MJ. People, places, and adolescent substance use: integrating activity space and social network data for analyzing health behavior. *Ann Assoc Am Geogr* 2011;101(2), 272-291. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00045608.2010.534712>.
 25. Kim EJ, Kang MG. Effects of built environment and individual characteristics on health condition. *J KRSA* 2011;27(3):27-42.
 26. Barker LE, Kirtland KA, Gregg EW, Geiss LS, Thompson TJ. Geographic distribution of diagnosed diabetes in the U.S.: a diabetes belt. *Am J Prev Med* 2011;40(4):434-439. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2010.12.019>.
 27. Frank LD, Sallis JF, Conway TL, Chapman JE, Saelens BE, Bachman W. Many pathways from land use to health: associations between neighborhood walkability and active transportation, body mass index, and air quality. *J Am Plan Assoc* 2006;72(1):75-87.
 28. Owen N, Cerin E, Leslie E, duToit L, Coffee N, Frank LD, et al. Neighborhood walkability and the walking behavior of Australian adults. *Am J Prev Med* 2007;33(5):387-395. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2007.07.025>.
 29. Sallis JF, Saelens BE, Frank LD, Conway TL, Slymen DJ, Cain KL, et al. Neighborhood built environment and income: examining multiple health outcomes. *Soc Sci Med* 2009;68(7):1285-1293. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2009.01.017>.
 30. Sundquist K, Eriksson U, Kawakami N, Skog L, Ohlsson H, Arvidsson D. Neighborhood walkability, physical activity, and walking behavior: the Swedish Neighborhood and Physical Activity (SNAP) study. *Soc Sci Med* 2011;72(8):1266-1273. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.03.004>.
 31. Lee HY. GIS: geomatics. Paju: Bupmunsa; 2003.
 32. Moran PA. The interpretation of statistical maps. *J R Stat Soc Series B Stat Methodol* 1948;10(2):243-251.
 33. Lo CP, Yeung AK. Concepts and techniques of geographic information systems. 2nd ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall; 2007.
 34. Lee HY, Shim JH. GIS geomatics. 2nd ed. Paju: Bupmunsa; 2012.
 35. Choi HW, Park JM, Kim HW, Kim YO. Identifying spatial distribution pattern of water quality in Masan Bay using spatial autocorrelation index and Pearson's r. *Ocean Polar Res* 2007;29(4):391-400. DOI: <http://dx.doi.org/10.4217/opr.2007.29.4.391>.
 36. Seok HS, Kang SH. A study on the regional variation factor of hypertension prevalence. *Health Soc Welf Rev* 2013;33(3):210-236. DOI: <http://dx.doi.org/10.15709/hswr.2013.33.3.210>.
 37. Lee KS, Choi YJ. Analysis on the relationships between the spatial distribution of primary care organizations and socio-demographic characteristics in a metropolitan city using the geographic weighted regression method. *Product Rev* 2013;27(2):193-214. DOI: <http://dx.doi.org/10.15843/kpapr.27.2.201306.193>.
 38. Brunson C, Fotheringham AS, Charlton ME. Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity. *Geographical analysis* 1996;28(4):281-298. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1538-4632.1996.tb00936.x>.
 39. Jo DG. GIS and geographically weighted regression in the survey research of small areas. *Survey Res* 2009;10(3):1-19.
 40. Sohn J. A quantitative analysis of the spatial agglomeration pattern among the Korean cities. *J Korean Geogr Soc* 2013;48(1):56-71.
 41. Griffith DA. Spatial-filtering-based contributions to a critique of geographically weighted regression (GWR). *Environ Plann A* 2008;40(11):2751-2769. DOI: <http://dx.doi.org/10.1068/a38218>.
 42. Anselin L, Getis A. Spatial statistical analysis and geographic information systems. *Ann Reg Sci* 1992;26(1):19-33. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/bf01581478>.