

공간회귀모형을 활용한 도시환경이 지역사회 비만도와 자가건강도에 미치는 영향 분석: 수도권을 중심으로

Effects of Built Environmental Factors on Obesity and Self-reported Health Status in Seoul Metropolitan Area Using Spatial Regression Model

김은정 국토연구원 책임연구원(제1저자)
Kim Eun Jung Associate Research Fellow, Korea Research Institute for
Human Settlements(Primary Author)
(ejkim@krihs.re.kr)

강민규 국토연구원 연구원
Kang Min-Gyu Assistant Research Fellow, Korea Research Institute for
Human Settlements
(mgkang@krihs.re.kr)

목 차

- I. 서론
- II. 문헌고찰
 - 1. 관련 이론
 - 2. 도시환경과 건강
 - 3. 개인건강 지표
- III. 방법
 - 1. 분석의 기본틀
 - 2. 공간범위
 - 3. 측정변수
 - 4. 분석방법
- IV. 결과
 - 1. 지역별 비만 및 건강인구비율
 - 2. 비만 및 건강인구비율의 공간적 분포 특성
 - 3. 도시환경의 비만 및 건강인구비율에의 영향
- V. 결론

※ 본 논문은 2010년 국토연구원에서 수행한 기본과제인 “건강도시 구현을 위한 공간계획 및 정책방안 연구”의 내용의 일부를 발췌, 보완·수정한 내용임.

I. 서론

비만은 더 이상 유럽이나 미국 등 서양의 문제만이 아니다. 세계보건기구(World Health Organization: WHO)에서는 비만의 세계화(글로벌비서티, globesity)¹⁾를 경계하며, 비만문제에 대한 간과가 심각한 세계적 공중보건의 위기로 이어질 것이라 전망했다(WHO, 2003). 또한 Olshansky et al.(2005)는 향후 50년 안에 비만유병률이 인간의 수명을 2~5년 정도 단축시킬 수 있다고 예측함으로써 비만의 위험성에 대해 경고하기도 하였다. 우리나라의 성인 비만²⁾인구 비율은 2005년 기준 31.7% 수준으로 지난 십여 년 동안 꾸준히 증가하였다(한국보건사회연구원, 2007). 비만은 그 자체로 질병으로 분류되고(US Department of Health and Human Services, 2000), 심혈관계질환, 고혈압, 당뇨, 암 등 각종 만성질환을 유발하는 것으로 보고되고 있어 그 심각성이 높다(National Heart, Lung, and Blood Institute, 1998).

최근 도시계획과 보건학의 협력연구에 따르면 자동차 의존적 생활패턴, 보행자도로의 감소 및 녹지 감소, 일상생활로부터의 스트레스와 비활동적(sedentary) 생활 등이 비만과 당뇨, 심근병, 호흡기 질환 및 우울증 등과 같은 만성질환의 중요한 요인으로 지목되고 있다(Sesso et al. 1999; Kesaniemi et al. 2001; Swinburn et al. 1999; Steptoe and Feldman, 2001). 이러한 이유로 외국에서는 도시환경과 건강에 관한 연구(예, Active Living Research: ALR) 및 정책(예, Nutrition, Physical Activity and Obesity: NPAO, Safe Routes to School: SRTS 등)을 다양하게 다루고 있다.

그러나 우리나라의 경우 도시환경과 개인의 건강에 관한 연구는 많지 않은 것이 현실이고, 그마저도 보건학 위주의 연구가 대부분이다. 따라서 국민건강 제고를 위한 도시계획적 차원의 논의와 정책적 접근의 필요성은 충분하다고 하겠다.

본 연구의 목적은 공간적 자기상관분석기법을 활용하여 수도권 지역의 도시환경이 지역(시·군·구)별 비만인구비율과 건강인구비율에 미치는 영향을 분석하는 데 있다. 이 연구를 기반으로 향후 공간계획 수립에 있어 다양한 정책적 대안을 제시하는 데 기초를 마련하고자 한다.

II. 문헌고찰

1. 관련 이론

도시환경과 개인 건강증진의 연관성에 관련된 이론으로는 사회생태학적 이론, 행태적 환경 모델, 사회적 건강 결정모형 등 다양한 접근이 있어왔다. 본 절에서는 주요 관련 이론 검토를 통해 실증분석의 개념체계(conceptual framework)를 설정하기로 한다.

우선, 사회생태학적 이론(Social Ecological Theory)은 의학적 관점에 기반을 두어 개인의 건강상태를 질병의 유무로 판단하기 보다는, 개인의 생물학적·행태적·환경적 특성을 모두 고려하여 포괄적인 수준에서 질병의 원인을 제공하는 요인을 규명하려는 시도이다(Giles-Corti and Donovan, 2002; Pikora et al. 2003). 사회생태학적 이론에서는 개인의 생물학적 특성 이외에 개인의 행태적 특성과 개인이 거주

1) 글로벌비서티(globesity)란 'global'과 'obesity'의 합성어로 독일 필립대 심리학과 요하네스 헤베브란트 교수에 의해 최초로 사용되었으며, 비만유병률의 세계화를 상징하는 용어임.

2) 체질량지수(Body Mass Index: BMI)는 체중(kg)을 키(m)의 제곱으로 나눈 값으로, 지수가 25 이상일 때 과체중, 30 이상일 때 비만이라 정의하나, 미국과 유럽의 비만기준(BMI≥30)이 아시아 국가에 적용하기에는 적절치 않다는 판단으로 우리나라에서는 BMI ≥25을 비만이라고 정의함(WHO 아시아태평양지부 기준).

하는 장소의 환경적 특성이 개인의 건강수준에 영향을 미치는 매개요인(mediators) 및 중재요인(moderator)임을 인식하고 있다. 둘째, 행태적 환경 모델(Behavioral Model of Environment: BME)은 개인의 운동행태에 영향을 미치는 환경적 인자를 고려한 모형으로, 일상생활에서의 걷기 및 자전거타기 등의 운동행태는 출발지 및 목적지(OD), 노선(R), 근린지역(A)의 매력도에 따라 통행선택이 결정된다고 규명한다(Lee and Moudon, 2004; Moudon et al. 2007). BME 모델의 3가지 구성요소는 상호배타적(mutually exclusive)인 관계가 아닌 서로 영향을 주고받는(overlap & affect each other) 관계다. 셋째, 사회적 건강결정요인 모형(Social Determinants of Health Model)은 의학적 요인 외에 사람들이 살고 있는 도시 또는 지역의 물리적·사회적 환경이 건강에 미치는 영향을 고려한 모형이다(Dahlgren and Whitehead, 1991). 건강에 미치는 결정 요인으로는 성·연령 등 사회통계학적 개인특성, 개인의 생활양식, 사회 및 지역사회 특성, 생활 및 근로환경, 사회적·문화적·환경적 조건을 포함시켰다. 이에 더해 최근에는 환경, 주택, 교통, 도시계획, 지역경제 및 지역사회 결속력 등 다양한 환경적 요인들을 고려하여 국민 건강에 미치는 영향을 살펴보려는 시도가 이루어지고 있다.

이처럼 관련된 이론의 검토를 통해 효율적인 분석방법의 가이드라인을 제시하고, 변수설정에 다양성을 제고하는 등 구체적인 실증분석의 기반을 제공할 수 있다. 먼저 사회생태학적 이론을 통해서는 개인의 비만도 및 자가건강도에 영향을 미치는 요인으로 제시하고 있는 인구통계학적 요소, 유전학적 요소 및 근린지역의 환경적 요소를 복합적으로 고려한 모형을 개발할 수 있다. 또한 사회적 건강결정요인 모형에서도 물리적·사회적·정책적 요인의 중요성을 강조하고 있어 모형 개발의 이론적 근간이 될 수 있

다. 마지막으로 행태적 환경모델을 통해 개인행태에 영향을 미치는 환경적 요인으로 밝혀진 출발지·목적지(OD), 노선(R), 근린지역(A) 요소는 상호 연관되어 있으므로, 이들의 관계를 고려하여 변수를 설정하고 실증분석의 기초를 마련할 수 있다.

2. 도시환경과 건강

최근의 많은 연구는 도시환경이 신체적 활동, 천식, 비만, 심장질환, 폐암에 의한 사망, 정신건강에 미치는 영향에 관해 연구 보고하고 있다(Rauh, Chew and Garfinkel, 2002; Pope III et al. 2002). 이에 따라 비만, 천식, 심장질환, 각종 암 등의 만성질환 발병 확대에 따른 보건·의료비용의 급속한 증가는 도시환경과 건강의 관계에 대한 연구의 필요성을 높이고 있다(Srinivasan, O'Fallon, and Deary, 2003). 본 절에서는 도시환경이 건강에 미치는 영향에 관한 선행연구를 심층적으로 검토하고자 한다.

최근 들어 물리적 도시환경이 신체활동의 정도에 미치는 영향, 더 나아가 건강에 미치는 영향에 관한 다양한 연구들이 진행되어 왔다. 특히 비만과 관련하여 신체적 활동을 저해하는 도시환경, 특히 소아나 취약계층의 비만과 그들이 거주하는 커뮤니티의 환경과의 상관관계는 많은 연구자의 관심을 받아왔다. Giles-Corti and Donovan(2002)은 웨스턴 오스트레일리아의 메트로폴리탄 퍼스(Metropolitan Perth) 지역의 거주자들을 대상으로 한 설문조사에서 대부분의 응답자가 건강을 위해 권장되는 도보량이 훨씬 미치지 못하는 것을 지적하고, 도보를 위한 도시환경 조성의 필요성에 대해 강조하였다. 사회·문화적으로 도보를 권장하는 커뮤니티 분위기, 녹색공원의 접근성 제고, 범죄 없는 도시의 조성, 걷고 싶은 거리 조성 등이 도보통행 증가를 위한 해법으로 제시되었다.

Frank et al.(2004)의 연구는 전형적인 건강도시 연구로 도시형태와 통행패턴, 비만과의 상관성을 분석하였으며, 미국 조지아주 애틀란타를 공간범위로 하여 계층별 비교분석을 실시하였다. 분석 결과 도시형태에서는 토지이용혼합도가 낮을수록, 통행패턴에서는 자동차 이용시간이 많을수록, 걷는 시간이 적을수록 비만도를 높이는 결과를 보였다.

Ewing et al.(2003)의 연구는 스프롤지수와 걷기, 비만도, 고혈압과의 상관관계 분석을 위해 미국 448개의 카운티와 83개의 메트로폴리탄 지역을 비교하여 분석하였다. 연구 결과 스프롤지수가 높을수록 걷는 시간이 적어지고, 비만도와 고혈압 유병률을 증가시키는 경향을 나타냈다. 이 연구는 미국 전역(nationwide)의 규모가 다른 다양한 지역들을 동시에 포함시켜, 도시규모별 실증분석을 실시한 연구로 의미가 높다.

Saelens et al.(2003)은 지역 커뮤니티 환경에 대한 설문조사(neighborhood environment survey)에서 서로 다른 두 지역 주민들의 신체적 활동 정도와 체중과의 관계를 비교·분석하였다. 도보친화성(walkability)이 상이한 두 지역의 성인을 대상으로 설문조사를 실시한 결과, 인구밀집지역(higher residential density), 용도혼합지역(land use mix), 거리 연결성이 높은 지역(street connectivity), 거리의 쾌적도 및 안전도가 높은 지역의 경우 개인의 신체활동성이 다른 지역에 비해 월등히 높고, 비만유병률도 낮은 것으로 드러났다.

이처럼 다양한 선행연구들은 도시환경이 개인의 건강증진에 유의미한 영향을 나타내는 것으로 증거하고 있다. 이러한 선행연구들은 본 연구에서 다룰 개인건강과 도시환경의 연관성을 분석하는 데 기본적인 개념틀, 변수선정 등에 관한 아이디어를 제공한다.

3. 개인건강 지표

보건학 중심의 다양한 실증분석에서 개인의 건강을 나타내는 지표로는 사망률, 질병률, 자가건강진단지수, 보건의료 접근성, 보건의료비 등이 활용되어 왔다(Wagstaff et al. 1991; Manor et al. 1997; Kerani et al. 2005; Van Doorslaer et al. 1997, 2000; Kinman. 1999; Waters. 2000). 본 연구에서는 그 중에서도 비만을 나타내는 체질량지수, 자가건강진단지수에 대해 논의해보고자 한다.

비만은 신체활동과 식생활습관, 정신건강뿐 아니라 심혈관계질환과 더 나아가 사망률과도 연관성이 높다. 또한 비만은 그 자체로 질병으로 분류되기도 한다. 미국의 *Healthy People 2010*에서는 주요한 건강 지표로 비만을 포함하고 있다(US Department of Health and Human Services. 2000). 또한 미국 국립보건원(National Institutes of Health: NIH)은 비만예방, 특히 취약계층의 비만예방을 중요 정책 어젠다로 설정하고 있다. Goodman et al.(2001)의 연구에서도 청소년층의 건강상태의 지표로 비만을 활용하고 있다.

비만율은 키와 몸무게 등 개인적 자료를 바탕으로 계산된 자료이므로 자료의 수집 및 이용에 현실적으로 많은 한계가 있어왔다. 그러나 최근 국민건강영양조사 등 국가 차원의 조사가 시행되면서, 개인의 비만율을 나타내는 체질량지수를 연구목적으로 활용할 수 있게 되었다. 또한 자가건강진단지수(self-reported health status)도 건강의 지표로 활용되어 왔다(Van Doorslaer et al. 1997, 2000). 자가건강진단지수는 의학적 검진 없이 구득할 수 있고, 실험대상자가 이해하기 쉬우므로 자료수집이 용이하다는 장점이 있다.

개인의 건강상태를 단일 지표만을 통해 파악하는 것은 한계가 있다. 심층적인 연구수행을 위해서는

개인 건강수준을 나타내는 다양한 지표를 활용해야 한다. 본 연구에서는 건강을 대표하는 지표로서 다양한 연구에서 활용되고 있는 체질량지수(비만율)와 자가건강진단지수를 사용하여 엄밀한 분석을 시도하였다.

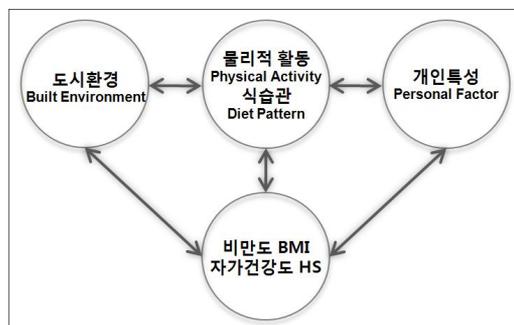
III. 방법

1. 분석의 기본틀

앞 장에서 살펴본 관련 이론 및 선행연구 등을 통해 개인의 건강에 영향을 미치는 도시환경 및 개인특성 간 연관모형을 설정하면 다음의 <그림 1>과 같다. 본 연구에서는 사회생태학적 이론과 행태적 환경모델을 토대로 개인 행태적 특성(물리적 활동 및 식습관)에 영향을 미치는 요인으로 개인특성변수와 도시환경변수를 고려하였다.

본 연구에서는 시·군·구별 비만도(체질량지수, BMI)와 자가건강도(자가건강진단지수, HS)를 종속변수로 보고, 이에 영향을 미치는 토지이용 및 기반시설 등 도시환경의 영향을 독립변수로 활용하였으며, 가구 특성, 의료보험 가입여부, 개인의 물리적

그림 1_ 도시환경, 개인특성, 개인건강 간 연관관계



자료: 김은정(2008)의 그림 1을 재구성

활동 수준, 인구통계학적 변수 등을 포함한 개인특성변수를 혼란변수로 설정하여 모형을 구축하였다.

2. 공간범위

연구의 공간적 범위는 서울특별시, 인천광역시, 경기도를 포함한 수도권으로 한정하였다. 분석단위는 지자체 단위인 시·군·구로 하였고 시간적 범위는 국민건강영양조사 제3기가 진행된 2005년으로 설정하였다. 국민건강영양조사 원시자료를 기준으로 하여, 서울 25개 자치구, 인천 7개 자치구, 경기 21개 시를 포함한 총 53개 지자체로 구성되었다.

3. 측정변수

본 연구에서 종속변수로 활용되는 비만도 및 자가건강도 지표는 국민건강영양조사 제3기(한국보건사회연구원, 2006)의 체질량지수와 자가건강진단지수(self-reported health status³⁾)를 이용하였다. 체질량지수는 객관적 지표, 자가건강진단지수는 주관적 지표를 대표하므로 본 연구에서는 두 지표를 병행하여 분석함으로써 모형의 효율성을 제고하고자 하였다.

<표 1>에서 보는 바와 같이 개인단위 변수는 국민건강영양조사 제3기(한국보건사회연구원, 2006) 원시자료에서 추출한 체질량지수, 자가건강진단지수, 가구 특성, 의료보험, 물리적 신체활동, 인구통계학적 변수를 포함하였다. 가구 특성은 주거형태, 가구원 수 등을 포함하고, 의료보험변수는 가구 및 개인별 의료보험가입여부와 보험료를 포함하였다. 또한 물리적 신체활동변수는 일주일간 통행시간 및 신체활동시간을 포함하고, 인구통계학적 변수는 나이, 성별, 결혼상태, 교육 및 소득수준 등을 포함하였다.

3) 자가건강진단지수는 주관적인 건강수준을 나타내는 건강지수로 매우 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 매우나쁨의 5점 척도로 측정함.

도시환경변수는 <표 2>와 같이 시군통계연보, 수도권 통계 등 각종 관련 자료에서 추출한 변수로 토지이용과 기반시설(인프라), 사회적 도시환경변수를 포함하였다. 물리적 도시환경변수에서 토지이용

부분은 토지이용혼합도, 주택형태, 각종 편의시설(공원, 전철역, 패스트푸드점, 병원) 등을 포함하고, 기반시설로는 도로 및 자전거도로 연장, 버스노선수 등의 변수를 포함하였다. 사회적 도시환경변수로

표 1_ 개인특성변수

대분류	중분류	변수	측정 및 코딩	데이터 출처
지역별 건강특성	비만도	지역수준 비만도	지역수준 체질량지수(BMI) 평균값	국민건강영양조사 (2005) 원자료 및 가공자료
			비만인구비율(%)	
	건강도	지역수준 자가건강도	지역수준 자가건강진단지수 평균값	
			건강인구비율(%)	
개인특성	비만도	비만도	체질량지수: Body Mass Index	
	건강도	자가건강도	자가건강진단지수: 1(매우나쁨)~5(매우 좋음)	
	가구 특성	주거형태	아파트거주 여부(예/아니오)	
			자가 여부(예/아니오)	
		가구원 수	총 가구원수(명)	
	의료 보험	건강의료보험	[가구] 지역의료보험 가입 여부(예/아니오)	
			[가구] 월평균 지역건강보험료(만 원)	
			[가구] 민간의료보험 가입 여부(예/아니오)	
			[가구] 월평균 민간의료보험료(만 원)	
			[개인] 지역의료보험 가입 여부(예/아니오)	
			[개인] 월평균 지역건강보험료(만 원)	
			[개인] 민간의료보험 가입 여부(예/아니오)	
			[개인] 월평균 민간의료보험료(만 원)	
	물리적 신체활동	걷기	지난 1주일간 통행시간(분)	
		신체활동	지난 1주일간 격렬한 신체활동시간(분)	
			지난 1주일간 중등도 신체활동시간(분)	
인구 통계학적 특성/ 개인 특성	나이	만 나이(세)		
	성별	성별(남/여)		
	결혼상태	결혼여 (예/아니오)		
	교육수준	교육수준: 1(무학)~6(대학원)		
	흡연	성인 현재 흡연 여부(예/아니오)		
	소득수준	[가구] 월평균 소득(만 원)		
		[개인] 월평균 소득(만 원)		
	음주	성인 평소 음주(예/아니오)		
	우울증	우울증 여부(예/아니오)		

- 4) 토지이용혼합도는 주거, 상업, 공업, 녹지용도의 혼합도 비율로 산정됨. 도시계획상의 용도자료를 사용하여 실제용도와의 차이가 있는 것이 한계이나 실제용도자료의 구득상의 문제로 도시계획상 용도자료를 활용하며, 산정식은 $LUM = -\sum_{i=1}^n \frac{P_i \ln P_i}{\ln n}$ 임.
- 5) 패스트푸드점 자료는 ‘롯데리아, 맥도날드, 파파이스, 버거킹, KFC’ 등 5대 주요 패스트푸드점 및 ‘미스터피자, 피자헛, 도미노피자’ 등 3대 피자업체의 총가맹점 수입.

표 2_ 도시환경 변수

대분류	중분류	변수	측정 및 코딩	데이터 출처		
물리적 도시 환경	토지이용	토지이용혼합도	토지이용혼합도4): 0(단일용도)~1(완전혼합)	시군 통계자료		
			토지이용혼합도, 로그값			
		주택형태	단독주택비율(%)			
			아파트비율(%)			
		편의 시설	공원 수		단위면적(km ²)당 공원 수	
					단위면적(km ²)당 공원 수, 로그값	
			공원면적		단위면적(km ²)당 공원면적, 공원비율(%)	
					단위면적(km ²)당 공원면적, 로그값	
			전철역수		단위면적(km ²)당 전철역 수	지하철공사 자료
					단위면적(km ²)당 전철역 수, 로그값	
	패스트푸드점 수	단위면적(km ²)당 패스트푸드점 수	인터넷 검색자료 ⁵⁾			
		단위면적(km ²)당 패스트푸드점 수, 로그값				
	병원 수	단위면적(km ²)당 병원 수	시군 통계자료			
		단위면적(km ²)당 병원 수, 로그값				
기반시설	도로연장	단위면적(km ²)당 도로 연장,	시군 통계자료			
		단위면적(km ²)당 도로 연장, 로그값				
	자전거도로 연장	단위면적(km ²)당 자전거도로 연장,		행정안전부 내부자료		
		단위면적(km ²)당 자전거도로 연장, 로그값				
	버스노선 수	단위면적(km ²)당 버스노선 수		수도권대중교통이용정보시스템 자료		
		단위면적(km ²)당 버스노선수, 로그값				
사회적 도시 환경	지역 소득수준	기초생활수급비율	기초생활수급비율, 가구기준(%)	시군 통계자료		
			기초생활수급비율, 인구기준(%)			
		재정자립도	재정자립도(%)			

는 기초생활수급비율(가구 및 인구기준)과 재정자립도를 포함하였다. 변수의 정규분포성, 독립변수와 종속변수 간 선형 및 비선형 관계를 염두에 두어 도시환경변수의 단위당 면적과 개수, 그리고 로그값을 동시에 고려하였다.

4. 분석방법

본 연구는 공간계량모형을 활용하여 도시환경이 지역수준의 비만인구비율 및 건강인구비율에 미치는 영향을 분석한다. 앞 장의 관련 이론이나 선행연구에서 살펴본 것처럼 건강은 개인 특성에 영향을 받기도 하지만 개인이 속해 있는 지역의 특성에 따라 결

정되기 때문이다. 즉, 지역수준의 비만도와 자가건강도 모형을 전통적인 최소자승법(OLS) 회귀모형으로 분석한다면 공간자기상관 등의 공간효과를 간과하는 결과를 초래할 수 있기 때문이다.

본 연구에서 핫스팟(hotspot)은 비만인구비율이나 건강인구비율의 수준이 높은 지역이 군집해 있는 공간적 분포상태를 말한다. 핫스팟분석은 범죄율이나 자연재해의 공간구조 진단 등의 분야에서 많이 이용되어는 분석기법이다(Chainey and Ratcliffe. 2005; Xue and Brown. 2006; Grubestic. 2006; Dille et al. 2005). 본 연구에서는 GeoDa 095i 소프트웨어를 이용하여 핫스팟분석을 수행하였다.

공간회귀분석을 위한 데이터 분석단계는 잠재변

수 선별, 예비모형 설계, 모형의 가정 체크, 모형 간 비교, 최종모형 확정으로 구성된다. 이는 김은정(2008)의 연구에서 활용한 방법을 준용하는 것으로, 이 연구는 미국 시애틀지역을 공간범위로 설정하여 도시환경이 개인의 건강도와 지역의 건강도 격차에 미치는 영향을 분석하였다. 이 연구의 특징은 분석 모형에 활용 가능한 변수가 광범위하고 각 변수 간의 잠재적 인과관계가 예상될 때, 효율적인 모형정립을 위해 분석의 단계를 체계적으로 정리하여 효율성을 높였다는 것이다. 본 연구의 모형에서도 고려할 만한 변수들이 다양하고 변수 간의 복잡한 인과관계도 예상되므로 이 분석단계를 활용하는 것으로 한다.

우선 잠재변수 선별과정에서는 선행연구나 문헌에서 중요변수로 지목되는 변수들을 우선 선별하고 종속변수와의 상관분석(피어슨 R, T-test, 분산분석 등)을 통해 유의미한 변수를 선별한다. 둘째, 예비모형 설계단계에서는 잠재변수들을 활용한 예비 회귀모형을 설정하여 회귀분석을 실시한다.

세 번째 단계로는 예비모형의 독립성(independ-

ence), 정규분포성(normality), 등분산성(equal variance) 등을 확인하여 회귀식의 가정을 충족시키는 단계로, 가정이 충족되지 않으면 전 단계로 피드백을 거치도록 한다. 네 번째 단계는 모형 간 비교단계로 공간자기상관성 확인을 위해 설정된 회귀모형(OLS)과 함께 ML(Maximum Likelihood) Error 모형과 ML Lag 모형을 비교하는 단계이다. 이 단계에서는 앞 단계에서 도출된 모란지수(Moran's I) 값에 따라 비만인구비율과 건강인구비율의 공간자기상관성(spatial autocorrelation)을 확인하게 된다. 마지막 단계는 공간자기상관의 유무에 따라 가장 적합한 모형을 확정한다.

IV. 결과

1. 지역별 비만 및 건강인구비율

수도권 시·군·구별 비만인구비율⁶⁾ 및 건강인구비율⁷⁾은 각각 31.8%, 50.5%이며, 3개 시도별 비만인구비율과 건강인구비율은 다음 <표 3>에서 보는 것과 같다. 서울, 인천, 경기의 비만인구비율은 각각

표 3_ 시도별 비만인구비율 및 건강인구비율 분포

시도구분	체질량지수 분포(%)				비만인구비율 (%)	
	저체중 (BMI<18.5)	정상 (18.5≤BMI<23)	과체중 (23≤BMI<25)	비만 (BMI>25)		
서울	4.4	39.7	25.1	30.9	30.9	
인천	1.3	41.8	24.1	32.9	32.9	
경기	4.1	38.7	24.5	32.6	32.6	
수도권 전체	4.0	39.5	24.7	31.8	31.8	
시도구분	주관적 건강상태 분포(%)					건강인구비율 (%)
	매우나쁨	나쁨	보통	좋음	매우좋음	
서울	2.3	14.5	34.4	43.5	5.2	48.8
인천	1.8	13.5	31.8	46.3	6.6	52.9
경기	2.0	14.0	32.1	47.7	4.2	51.9
수도권 전체	2.1	14.2	33.1	45.6	5.0	50.5

6) 체질량지수(BMI)가 25 이상인 인구비율임.

7) 자가건강진단지수가 좋음 이상(좋음, 매우좋음)인 인구비율임.

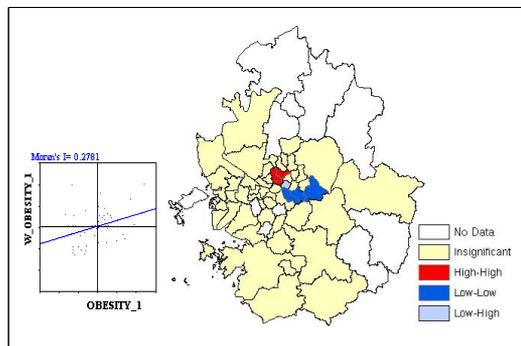
30.9%, 32.9%, 32.6%이고, 건강인구비율은 각각 48.8%, 52.9%, 51.9%이다.

비만인구비율이 20% 이하인 지역으로는 서울시 동남지역인 서초구(17.0%), 강남구(18.9%), 송파구(17.9%), 강동구(17.9%)와 서북지역인 서대문구(17.7%), 마포구(18.4%) 등을 포함하며, 인천시 계양구(17.7%), 경기도 부천시(13.9%), 구리시(15.4%) 등이 포함되었다. 또한 건강인구비율이 높은 지역으로는 서울시 마포구(68.0%), 강남구(61.6%), 종로구(54.7%), 인천시 남동구(62.3%), 서구(56.6%), 경기도 안양시(66.8%), 오산시(60.0%), 고양시(58.9%) 등이 포함된다.

2. 비만 및 건강인구비율의 공간적 분포 특성

본 연구에서는 공간가중치행렬로 인접형(rook contiguity, queen contiguity 등)과 최근린형 등 다양한 경우의 수를 고려하였다. 본 연구의 자료인 53개의 공간 단위가 인접하지 않은 부분이 많으므로 인접형의 공간가중치 행렬은 적합하지 않다. 또한 53개에 지나지 않는 자료의 한계로 최근린의 개수가 많은 것은 본 연구에서는 적당하지 않다. 결국 본 연구에서는 2개

그림 2_ 수도권 사·군·구별 비만인구비율의 핫스팟 분석



8) Moran지수(Moran's I)는 -1(완전한 음의 공간자기상관)~1(완전한 양의 공간자기상관)의 범위로, 0에 가까울수록 공간자기상관이 없음.

최근린 공간가중치행렬을 활용하여 분석을 실시하였고, 분석 결과 <그림 2>와 같이 비만인구비율 및 건강인구비율의 Moran's I⁸⁾ 값은 각각 0.2781, -0.0413으로 나타났다. 즉, 비만인구비율은 공간자기상관성이 존재하나 건강인구비율은 존재하지 않았다.

3. 도시환경의 비만 및 건강인구비율에의 영향

앞 절 핫스팟 분석 결과에서 비만인구비율에만 공간자기상관성이 존재하므로, 비만인구비율 모형은 OLS(Ordinary Least Square)모형과 공간회귀모형(ML Error 모형, ML Lag 모형)의 비교단계를 거치고, 건강인구비율 모형은 OLS 모형으로 분석하는 것이 타당하다.

비만인구비율의 모형비교 단계에서 OLS 모형에서는 각각 0.297, -188.573인 R²와 Log Likelihood(L)이 ML Spatial Lag 모형에서는 0.349, -186.895로, ML Spatial Error 모형에서는 0.357, -186.409로 개선되었다. rho(ρ)값과 lambda(λ)값은 비록 0.1 수준에서 유의미하지는 않으나, 각각 0.156, 0.170으로 나타나 양의 공간자기상관을 나타내는 것으로 보였다(단, 유의수준을 0.2로 본다면 두 수는 모두 유의미함). 따라서 OLS 모형을 포함한 세 가지 회귀모형에서 비만도를 설명하는 데 가장 적합한 모형은 R²와 Log Likelihood(L)값이 가장 높은 ML Spatial Error 모형으로 결론내릴 수 있다.

두 모형의 가정충족을 살펴보면, 비만인구비율 모형에서는 Adjust R² 값이 0.192이고 더빈왓슨(Durbin-Watson) 통계값은 2.084로 심각한 수준의 자기상관의 문제는 없는 것으로 나타났다. 잔차의 히스토그램 및 산포도에서 정규분포성 및 등분산성

의 가정도 충족하였다. 또한 각 설명변수가 VIF < 10 (공차한계 > 0.1)의 조건을 만족시키므로, 설명 변수 간의 심각한 다중공선성(multi-collinearity)의 위험도 없는 것으로 나타났다. 건강인구비율 모형에서는 VIP와 공차한계 (VIP < 10, 공차한계 > 0.1) 기준에 의한 검증에서 다중공선성의 문제는 크게 나타나지 않았다. 또한 Jarque-Beta 테스트는 오차항의 정규분포 가정을 충족하였다.

<표 4>에서 보는 바와 같이 회귀분석 결과 지역별 비만인구비율은 자가건강도(-), 패스트푸드점 수(+), 자전거도로 연장(-)과 유의미한 영향을 받고,

0.1 유의수준에서는 다소 벗어나나 토지이용혼합도(-), 공원 수(-), 기초생활수급비율(+), 상관관계를 보였다. 지역별 건강인구비율은 체질량지수(+), 재정자립도(+),의 유의미한 영향을 받으나, 도시환경변수의 영향은 거의 없는 것으로 나타났다.

V. 결론

분석 결과 지역별 건강인구비율(모란지수=-0.0413)은 공간자기상관이 존재하지 않는 데 비해, 지역별 비만인구비율(모란지수=0.2781)은 공간자기상관이

표 4_ 비만인구비율 및 건강인구비율의 최종모형

변수	측정		비만인구비율 (ML Spatial Error)		건강인구비율 (OLS)	
			B	B	Beta	
건강도	자가건강도	자가건강진단지수	-26.119***			
비만도	체질량지수	체질량지수 (Body Mass Index)		-4.712**		-0.440**
토지 이용	편의 시설	토지이용혼합도: 0(single use)~ 1(perfect mixing)	-8.197			
		공원 수	단위면적당 공원 수	-2.346		
		패스트푸드점 수	단위면적당 공원 수, 로그값		.634	.139
		단위면적당 패스트푸드점 수, 로그값	4.839**			
인프라	자전거도로 연장	단위면적당 자전거도로 연장, 로그값	-3.551**	-1.266		-0.183
지역소득	기초생활수급비율	기초생활수급비율, 가구기준	1.409			
	재정자립도	재정자립도		.104*		.232*
		(상수: Constant coeff.)	125.571***	155.752***		
		(람다: Lambda)	0.170			
		N	53		53	
		Prob. > F			.006	
		R ²	.357		.254	
		Adjust R ²			.192	
		Likelihood(L)	-186.409			
		Durbin-Watson			2.084	

주: *: 0.1 유의수준, **: 0.05 유의수준, ***: 0.01 유의수준

다소 존재하는 것으로 나타났다. 회귀분석 결과 지역별 비만인구비율은 패스트푸드점 수(+), 자전거도로 연장(-), 토지이용혼합도(-), 공원 수(-) 등의 도시환경의 영향을 받으나, 지역별 건강인구비율에는 도시환경의 영향이 없는 것으로 나타났다. 이를 종합하면 물리적 도시환경은 개인의 건강에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 건강형 도시계획 마스터플랜을 통한 총괄적인 계획의 청사진을 마련해야 할 필요성을 말해준다.

실증분석에서 나타난 연구결과를 토대로 토지이용, 교통, 환경, 시설물계획 등 부문별 계획 수립 시 건강요소를 우선순위로 하는 도시계획적 제안을 할 수 있을 것이다. 첫째, 0.1 유의수준에서 다소 벗어나 토지이용혼합도와 공원 수는 지역별 비만인구비율과 음의 상관관계를 나타내므로, 토지이용계획 부문에서는 도심재개발, 신도시개발 등 관련 사업계획 수립 시 토지이용 혼합율과 공원 비율을 일정수준 이상 확보하여 개발할 필요가 있다. 또한 기존의 노후 공업지역을 도시공원이나 오픈 스페이스로 전환하여 활용하는 정책제안도 가능하다.

둘째, 자전거도로 연장은 비만인구비율과 음의 상관관계를 나타내므로, 교통계획 측면에서는 대중교통 인프라, 보행자도로 및 자전거도로 설치, 도로 안전장비 설치, 보행자 동선 등을 고려해야 한다. 또한 무분별한 간판 설치를 규제하여 걷고 싶고 자전거 타고 싶은 거리를 조성하고, 지하철역이나 버스정거장 주변에 자전거 거치대를 설치하여 대중교통 및 자전거타기 활성화를 도모할 수 있을 것이다.

셋째, 패스트푸드점 수가 많을수록 비만인구비율이 유의성 있게 높아지므로, 건강을 저해하는 시설에 대한 규제정책이 필요할 것이다. 2009년부터 식품의약품안전청 주도로 학교 주변 200m 이내를 그린푸드존(green food zone, 어린이식품안전보호구역)으로 지정하여 불량식품 판매를 규제하는 정책

등이 그 좋은 예라고 할 수 있다.

본 연구는 도시환경요인이 지역별 비만 및 건강인구비율에 미치는 영향을 분석하였다는 점에서 중요성이 높으나, 다음의 사항은 연구의 한계로 남는다. 국민건강영양조사 자료가 구조적으로 가지고 있는 샘플 수의 한계, 집계자료로서의 분석단위 문제, 자료구득의 어려움으로 인한 도시환경요인 변수 설정의 문제 등은 앞으로 체계적 자료구축을 통해 극복되어야 할 것이다. 또한 건강인구비율이 지역별로 상이한 결과를 나타내지 않는 것은 외국의 경우와는 다른 점으로, 우리나라 현실에 맞는 건강지표 발굴에 대한 논의가 필요할 것이다.

향후 다수준분석(multilevel analysis) 등을 활용하여 도시환경 및 개인특성 변수가 개인의 건강상태에 미치는 영향을 분석한다면, 도시환경 요인의 영향에 대한 좀 더 엄밀한 분석이 가능할 것으로 판단된다. 또한 공간범위를 수도권에 한정하지 않고 지방의 광역시, 중소도시 등 도시규모나 공간 특성을 포함하여 분석한다면 정책적으로 더욱 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌 •••••

김은정. 2008. "Effects of Built Environmental Factors on Perceived Health status and health disparity". 국토연구 제59권. 경기 : 국토연구원. pp203-222.

한국보건사회연구원. 2006. 국민건강영양조사 제3기총괄편. 서울 : 보건복지부.

_____. 2007. 국민건강영양조사 제4기-1차년도. 서울 : 보건복지부.

Chainey, S. P. and J. H. Ratcliffe. 2005. *GIS and Crime Mapping*. London : Wiley and Sons.

- Dahlgren, G. and M. Whitehead. 1991. *Policies and Strategies to Promote Social Equity in Health*. Stockholm : Institute for Future Studies.
- Dilley, M., R. S. Chen, U. Deichmann, A. L. Lerner-Lam, and M. Arnold. 2005. *Natural Disaster Hotspots, a Global Risk Analysis*. Washington DC : The World Bank Press.
- Ewing, R., T. Schmid, R. Killingsworth, A. Zlot, and S. Raudenbush. 2003. "Relationship between Urban Sprawl and Physical Activity, Obesity, and Morbidity". *American Journal of Health Promotion* vol.18, no.1. Michigan : American Journal of Health Promotion. pp47-57.
- Frank, L. D., M. A. Andresen, and T. L. Schmid. 2004. "Obesity Relationships with Community Design, Physical Activity, and time spent in cars". *American Journal of Preventive Medicine* vol.27, no.2. New York : Elsevier Science. pp87-96.
- Giles-Corti, B. and R. J. Donovan. 2002. "The Relative Influence of Individual, Social and Physical Environment Determinants of Physical Activity". *Social Science and Medicine* vol.54, no.12. Oxford : Pergamon-Elsevier Science. pp1793-1812.
- Goodman, E., N. E. Adler, I. Kawachi, A. L. Franzier, B. Huang, et al. 2001. "Adolescents' Perceptions of Social Status : Development and Evaluation of a New Indicator". *Pediatrics* vol.108, no.2. Illinois : American Academy of Pediatrics. p31.
- Grubestic, T. H. 2006. "On the Application of Fuzzy Clustering for Crime Hot Spot Detection". *Journal of Quantitative Criminology* vol.22, no.1. New York : Springer/Plenum Publishers. pp77-105.
- Kesaniemi, Y. K., E. Jr. Danforth, M. D. Jensen, P. G. Kopelman, P. Lefebvre, and B. A. Reeder. 2001. "Dose-response Issues Concerning Physical Activity and Health : An Evidence-based Symposium". *Medicine and Science in Sports and Exercise* vol.33, no.6. Pennsylvania : Lippincott Williams & Wilkins. pp351-358.
- Kerani, R. P., M. S. Handcock, H. Handsfield, and K. K. Holmes. 2005. "Comparative Geographic Concentrations of 4 Sexually Transmitted Infections". *American Journal of Public Health* vol.95, no.2. Washington D.C. : American Public Health Association. pp324-330.
- Kinman, E. L. 1999. "Evaluating Health Service Equity at a Primary Care Clinic in Chilimarca. Bolivia". *Social Science and Medicine* vol.49, no.5. Oxford : Pergamon-Elsevier Science. pp663-678.
- Lee, C., and A. V. Moudon. 2004. "Physical Activity and Environment Research in the Health Field : Implications for Urban and Transportation Planning Practice and Research". *Journal of Planning Literature* vol.19, no.2. California : Sage Publications. pp147-181.
- Manor, O., S. Matthews, and C. Power. 1997. "Comparing Measures of Health Inequality". *Social Science and Medicine* vol.45, no.5. Oxford : Pergamon-Elsevier Science. pp761-771.
- Moudon, A.V., C. Lee, A. D., Cheadle, C. Garvin, D. B. Johnson, et al. 2007. "Attributes of Environments Supporting Walking". *American Journal of Health Promotion* vol.21, no.5. Michigan : American Journal of Health Promotion. pp448-459.
- National Heart, Lung, and Blood Institute. 1998. *Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adult*. Bethesda : National Institutes of Health.
- Olshansky, S. J., D. J. Passaro, R. C. Hershov, J. Layden, B. A., Carne et al. 2005. "A Potential Decline in Life Expectancy in the United States in the 21st century". *New England Journal of Medicine* vol.352. Massachusetts : Massachusetts Medical Society. pp1138-1145.
- Pikora, T., B. Giles-Corti, F. Bull, K. Jamrozik, and R. Donovan. 2003. "Developing a Framework for Assessment of the Environmental Determinants of Walking and Cycling". *Social Science and Medicine* vol.56, no.8. Oxford : Pergamon-Elsevier Science. pp1693-1703.
- Pope III, C. A, R. T. Burnett, M. J. Thun, E. E. Calle, D., I. Krewski et al. 2002. "Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate air Pollution". *Journal of the American Medical Association* vol.287, no.9. Illinois : American Medical Association. pp1132-1141.
- Rauh, V. A., G. L. Chew, and R. S. Garfinkel. 2002. "Deteriorated Housing Contributes to High Cockroach Allergen Levels in Inner-city Households". *Environmental Health Perspectives* vol.110. North Carolina : US Department of Health and Human Services. pp323-327.
- Saelens, B. E., J. F. Sallis, J. B., Black, and D. Chen. 2003. "Neighborhood-based Differences in Physical Activity : An Environment Scale Evaluation". *American Journal of Public Health* vol.93, no.9. Washington D.C. : American

- Public Health Association. pp1552-1558.
- Sesso, H. D., R. S. Paffenbarger, T. Ha, and I. M. Lee. 1999. "Physical Activity and Cardiovascular Disease Risk in Middle-aged and Older Women". *American Journal of Epidemiology* vol.150. North Carolina : Oxford University Press. pp408-416.
- Srinivasan, S., L. R., O'Fallon, and A., Dearry. 2003. "Creating Healthy Communities, Healthy Homes, Healthy People: Initiating a Research Agenda on the Built Environment and Public Health". *American Journal of Public Health* vol.93, no.9. Washington D.C. : American Public Health Association. pp1446-1450.
- Stephoe, A. and P. J. Feldman. 2001. "Neighborhood Problems as Sources of Chronic Stress : Development of a Measure of Neighborhood Problems, and Ssociations with Socioeconomic Status and Health". *Annals of Behavioral Medicine* vol.23, no.3. New York : Springer. pp177-185.
- Swinburn, B., G. Egger, and F. Raza. 1999. "Dissecting Obesogenic Environments : The Development and Application of a Framework for Identifying and Prioritizing Environmental Interventions for Obesity". *Preventive Medicine* vol.29, no.6. California : Academic Press Inc Elsevier Science. pp563-570.
- US Department of Health and Human Services. 2000. *Healthy People 2010 Understanding and Improving Health*. Washington, D.C. : US Government Printing Office.
- Van Doorslaer, E., A. Wagstaff, H. Van der Burg, T. Christiansen, D. De Graeve, et al. 2000. "Equity in the Delivery of Health Care in Europe and the US". *Journal of Health Economics* vol.19, no.5. Amsterdam : Elsevier Science. pp553-583.
- Van Doorslaer, E., A. Wagstaff, H. Bleichrodt, S. Calonge, U. G. Gerdtham, et al. 1997. "Income-related Inequalities in Health : Some International Comparisons". *Journal of Health Economics* vol.16, no.1. Amsterdam : Elsevier Science. pp93-112
- Wagstaff, A., P. Paci, and E. V. Doorslaer. 1991. "On the Measurement of Inequalities in Health". *Social Science and Medicine* vol.33, no.5. Oxford : Pergamon-Elsevier Science. pp545-557.
- Waters, H. R. 2000. "Measuring Equity in Access to Health Care". *Social Science and Medicine* vol.51, no.4. Oxford : Pergamon-Elsevier Science. pp599-612.
- WHO. 2003. *Obesity and Overweight. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*. Geneva : Switzerland.
- Xue, Y. F. and D. E. Brown. 2006. "Spatial Analysis with Preference Specification of Latent Decision Makers for Criminal Event Prediction". *Decision Support Systems* vol.41, no.3. Amsterdam : Elsevier Science. pp560-573.

-
- 논문 접수일: 2011. 1.12
 - 심사 시작일: 2011. 1.25
 - 심사 완료일: 2011. 2.23

Effects of Built Environmental Factors on Obesity and Self-reported Health Status in Seoul Metropolitan Area Using Spatial Regression Model

Keywords: Built Environment, Obesity, Body Mass Index, Self-reported Health Status, Spatial Autocorrelation

The purpose of this study is to analyze effects of built environmental factors on obesity and self-reported health status using spatial autocorrelation analysis. Spatial unit was si, gun, and gu (local government unit) while spatial area was Seoul Metropolitan Area(SMA). Body mass index(BMI) and self-reported health status were used as dependent variables while 23 built environmental factors and 31 personal factors were used as independent and confounding variables, respectively. Obese (i.e., BMI > 25) population and healthy (i.e., self-reported health status =good, very good) population rates were 31.8% and 50.5%. The Moran's Is of obese and healthy population were 0.2781 and -0.0413, respectively. Therefore, this study used spatial regression model for obese population while this employed OLS regression model for healthy population. Empirical result showed that obesity population was correlated with the number of fast food restaurants(-) and the length of bike route(-) while no built environmental correlates of healthy population. The significance of this study is to consider the built environmental factor on community health planning.

공간회귀모형을 활용한 도시환경이 지역사회 비만도와 자가건강도에 미치는 영향 분석: 수도권을 중심으로

주제어: 도시환경, 비만도, 체질량지수, 자가건강도, 공간적 자기상관

본 연구의 목적은 공간적 자기상관분석기법을 활용하여 수도권의 도시환경이 지역(시·군·구) 별 비만인구비율과 건강인구비율에 미치는 영향을 분석하는 데 있다. 연구의 방법으로 시·군·구별 비만도(체질량지수)와 자가건강도를 종속변수로 활용하고, 이에 영향을 미치는 23개의 도시환경변수가 독립변수로 고려되었고, 31개의 개인특성변수가 혼란변수로 이용되었다. 분석 결과, 수도권 시·군·구별 비만인구비율 및 건강인구비율의 평균값은 각각 31.8%, 50.5%이며, 모란지수(Moran's I) 값은 0.2781, -0.0413으로 나타나 비만인구비율은 공간자기상관성이 존재하나 건강인구비율은 존재하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 도시환경의 영향분석을 위해 비만인구비율 모형은 공간회귀모형을, 건강인구비율은 일반 회귀모형을 활용하여 분석하였다. 실증분석 결과 지역별 비만인구비율은 패스트푸드점 수(+), 자전거도로 연장(-) 등의 유의미한 영향을 받고, 지역별 건강인구비율은 도시환경의 영향이 없는 것으로 나타났다. 본 연구는 건강을 고려한 도시계획의 중요성을 시사하는 점에서 연구의 중요성이 높으며, 본 연구의 결과가 향후 토지이용, 교통, 환경 등 다양한 부문에서 건강요소를 고려한 계획수립에 기초적인 자료로 활용될 수 있을 것이다.