

주거지 근린환경과 개인의 보행활동의 연관성 재검증: 서울시 149개 행정동을 대상으로*

Reexamining the Association of Residential Neighborhood Physical Environment with Personal Walking Activity: Focused on 149 Administrative Districts in the Seoul City

성현곤** · 고두환*** · 최창규**** · 천상현*****

Sung, Hyungun · Go, Doo-Hwan · Choi, Chang Gyu · Cheon, Sanghyun

Abstract

This paper is aimed at empirically re-testing the relationship between residential walking activity and neighborhood environment in the city of Seoul. A few previous studies have focused on the relationship of physical environment with either walking activity or health in Korea. However, they have a limitation due to small sample size at the administrative district level ('dong' in Korean). Therefore, it is necessary to expand the number of the districts so that it can be reliable in representing their population. For this purpose, three-level (individual, household, and neighborhood) regression modeling were employed using the five-year data (2007~2011) from Korean National Health-nutrition Examination Survey with the total number of 149 administrative districts. Analysis results demonstrates that only one of total 9 physical environment measures has significant association with personal walking activity at the personal level, unlike the results of the other papers. However, based on our results, it would be too early to deduce the conclusion that most residential physical environment at the spatial level is not significantly related to personal walking activity. In order to generalize our result, we need more empirical studies with more sophisticated approach. The study suggests that further researches need to focus on identifying the relationship by walking purpose as well as expanding the study area from the city of Seoul to other non-Seoul cities.

키 워 드 ▪ 보행활동, 근린환경, 다수준 회귀모형, 재검증

Keywords ▪ Walking Activity, Neighborhood Physical Environment, Multi-level Regression Model, Retesting

I. 서론

보행은 이동을 하기위한 가장 기초적인 통행수단이며, 다른 교통수단과의 네트워크를 지속시켜주는

1. 연구의 배경 및 목적

* 본 논문은 국토교통부 건설교통기술촉진연구사업(12첨단도시C18)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 2013년 대한국토·도시계획학회 추계학술대회 발표논문을 수정 보완한 것임

** 한국교통연구원 연구위원 (주저자: hgsung@koti.re.kr)

*** 한양대학교 도시대학원 박사수료, 한국교통연구원 연구원 (교신저자: cd8725@naver.com)

**** 한양대학교 도시대학원 부교수 (공동저자: cgchoi@hanyang.ac.kr)

***** 홍익대학교 도시공학과 조교수 (공동저자: cheon@hongik.ac.kr)

매개체로서의 역할을 수행한다. 또한 도시계획 및 설계, 교통, 공중보건 분야에서도 중요한 계획요소이다(이경환·안건혁, 2008a). Jacobs(1961)는 보행을 도시생활을 함에 있어 보도에서의 발레(sidewalk ballet)로 묘사하고 있으며, 도시와 가로에서의 물리적 다양성이 풍부할 때 도시의 생동성이 복원, 유지될 수 있다고 주장하였다(Sung et al., 2013). 즉, 보행은 이동수단의 의미와 더불어 그 행위가 작동되는 물리적 환경까지도 고려가 되어야 한다.

해외에서는 도시의 물리적 환경과 보행활동과의 관계를 실증하는 연구들이 지난 2000년 이후로 꾸준히 진행되어 왔다(Jackson et al., 2013). 반면에 국내의 연구는 아직 초기단계에 있다. 뿐만 아니라 근린환경과 보행활동(건강)과의 연관성에 대해 분석한 국내의 선행연구는 단년도 자료를 활용하였다는 단점이 있다. 예를 들어, 서울시의 경우 최대 행정동 40개(이경환·안건혁, 2008a; 이경환·안건혁, 2008b), 5개 광역시를 대상으로 한 경우 최대 45개 행정동(최태규·김흥순, 2013)을 대상으로 연구하였기 때문에 분석대상 지역을 대표할만한 행정동 표본수가 적고 모집단을 대표하기 어렵다.

따라서 본 연구는 5개 년도에 걸친 조사 자료를 활용하여 서울시의 분석대상을 149개로 확대하여 분석함으로써 기존 연구결과와 비교하고자 한다. 이를 통하여 개인의 보행활동 수준과 근린단위의 물리적 환경과의 연관성을 실증하면서 국내 유사 연구들의 결과와 비교하여 시사점을 도출하는 것에 연구의 목적이 있다.

2. 연구의 범위와 방법론

주거지 근린환경과 보행활동과의 연관성 분석을 위해 2007년부터 2011년까지 5개년간의 국민건강

영양조사 원시자료를 이용하였다. 이 자료에서는 개인 및 가구특성뿐만 아니라 개인의 보행활동량을 설문하고 있다. 설문응답자의 거주지 행정동 정보를 활용하여 서울시 149개동에 거주하는 만 19세 이상 65세 이하의 설문대상자(총 4,361명)를 분석대상으로 설정하였다.

분석방법론은 다수준 회귀모형이다. 종속변수인 보행관련 지표는 하루 평균 보행시간(모형 A), 일주일 동안 10분 이상 지속된 보행일수(모형 B), 일주일간의 보행시간(모형 C)이며, 이들에 대하여 각각의 모형을 구축하여 분석하게 된다. 설명변수로 활용된 지표들은 개인 및 가구특성과 근린단위인 행정동 속성으로 대별되어진다. 개인 및 가구특성은 국민건강영양조사 자료를 통해 구축하였다. 그리고 주거지 근린환경특성 변수들을 추출하기 위하여 안전행정부에서 제공하는 도로명주소 전자지도와 국가교통DB(이하 KTDB)에서 제공하는 GIS자료를 활용하였고, 통계청에서 제공하는 행정동 인구 및 고용관련 지표를 활용하였다. 또한 인구밀도, 고용밀도, 산업별 종사자수 복합도, 직주비는 2010년을 기준으로 집계화 하였으며, 행정동 면적을 기반으로 하여 구축한 변수들은 공원과 하천 면적을 배제한 순밀도 개념을 적용하였다. 이들 자료구축과 분석을 위하여 Arc GIS 9.3과 Stata 12.0을 사용하였다.

본 연구에서는 개인, 가구, 행정동 근린 등의 3수준 속성의 다수준 회귀모형을 구축하여 분석하였다. 3수준 회귀모형에서는 하나의 집단은 상위집단에 속하게 되는 계층적 구조를 갖는다(성현곤 외, 2012). 구체적으로 본 연구의 분석자료는 특정한 행정동에 거주하는 다수의 가구와 그러한 하나의 가구 내에서 다수의 개인이 존재하는 계층구조이다. 이러한 계층적 구조 내에서 동일한 행정동 또는 가구의 보행활동은 상관성이 있다는 것을 가정하게 된다.

종속변수의 속성에 따라 다수준 선형회귀모형과

다수준 순위로짓모형이 각각 적용되었다. 하루 평균 보행시간과 일주일간 보행시간은 전자의 모형이, 일주일간 10분이상 지속된 보행일수는 후자가 적용되었다. 왜냐하면 전자의 두 종속변수는 연속형이고, 후자는 서열형에 보다 가깝기 때문이다.

II. 선행연구 검토와 연구의 차별성

1. 해외 선행연구

해외에서의 주거지 근린단위의 물리적 환경과 보행활동의 연관성에 대한 실증연구는 2000년대 초반 이후로 상당히 많이 진행되어왔다. 그러므로 최근에는 이들 분석결과들을 종합하면서 그 관계를 일반화하고자 시도하는 경향이 있다. 예를 들어 McCormack and Shiell (2011)은 기존 연구들을 종합한 결과, 밀도, 다양성, 접근성 등의 물리적 환경지표들이 기대된 방향으로 통계적 유의한 연구들도 있지만 유의하지 않는 실증연구들도 있음을 밝히고 있다.

해외의 선행연구들에서 이러한 상이한 결과를 보이는 이유 중의 하나가 보행활동이 그 목적별로 물리적 환경과 연관성이 다르게 작용하기 때문으로 보고 있다. 예를 들어, Forsyth et al. (2007)은 주거밀도에 대해서는 보행목적과 연관성이 있으나 전반적인 보행시간과는 연관성이 없음을 실증하고 있다. 그리고 McCormack et al.(2012)은 보도와 보행성(walkability)은 교통 관련 보행활동 참여에는 긍정적이지만, 보행시간은 후자만이 유의함을 보고하고 있다.

상이한 결과를 보일 수 있는 또 다른 원인 중의 하나는 분석에 사용된 자료가 모집단을 신뢰할 수 있는가의 여부와도 관련되어 있다. 해외 선행연구 중에서 Oakes et al. (2007)은 관찰 연구

(observational studies)에서 표본추출(sampling)은 매우 중요하다고 제안한다. 그들은 주거지의 근린환경이 보행행태에 미치는 영향을 실증하면서, 표본추출은 거주지의 물리적 환경 지표의 다양성(variability)을 최대화하면서 해당 거주민의 사회경제적 속성의 다양성은 최소화할 수 있도록 설계되어야 함을 강조하고 있다. 이에 기반한 그들의 연구결과는 거주지의 높은 밀도와 양호한 보행환경 지표들은 교통 관련 보행활동을 촉진시키고 있으나 총량적인 보행활동과의 연관이 없음을 보여주고 있다.

Forsyth et al.(2007)은 보행목적별 보행활동량에 유의한 영향을 주고 있으나, 보행활동의 총량과는 주거밀도와 연관성이 없음을 실증하고 있다. 이러한 연구결과는 미국과 같은 도시의 근린수준의 환경, 특히 밀도 지표에서는 높은 밀도의 변이(variation)가 충분하지 않기 때문에 그것과 보행시간과의 관계가 명확하지 않을 수 있음을 제안하고 있다. 미국은 거의 동질적인 승용차 중심의 교통체계로 형성된 단일용도 중심의 저밀도의 근린환경을 가지고 있다. 그러므로 미국을 중심으로 한 대부분의 실증연구는 근린환경 지표들의 충분한 변이를 확보하기 어렵기 때문에 그 결과가 모호할 수 있음을 보여주는 것이다.

2. 국내 선행연구

근린환경과 보행활동과의 연관성을 분석하고 있는 국내연구로는 이경환·안건혁(2007;2008a)의 연구가 대표적이며, 이와 유사한 연구로 이경환·안건혁(2008b), 성현곤(2011a), 최태규·김훈순(2013) 등이 있다. 전자의 두 연구는 측정변수를 보행시간 또는 횡수로, 후자의 세 연구는 측정변수를 건강관련 지표로 규정하여 분석하였다는 차이점이 있다.

그러나 근린환경 특성을 설명변수로 하여 다수준 모형(multilevel modeling)을 구축하여 실증하였다는 점에서 모두 유사한 연구라 할 수 있다(표 1 참고).

이경환·안건혁(2007)은 미시적 토지이용과 도시 형태가 개인의 보행 시간에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과는 근린의 토지이용혼합도, 교차로수 밀도, 가로연결성, 근린공원의 접근성이 높을수록 거주민들의 보행시간이 늘어난다는 것이다. 또한 보행 목적을 구분하여 분석한 이경환·안건혁(2008a)은 그 목적별로 대별하여 보행활동시간과의 관계를 분석하고 있다. 이 연구에서는 산책 및 운동 목적에서는 교차로 밀도, 공원 및 녹지 접근성, 보행환경의 질에서, 쇼핑목적에서는 보행환경의 질에서 통계적 유의성을 가진 것으로 분석하고 있다. 반면에 통근 및 통학 목적에서는 어떠한 근린환경지표들도 통계적으로 유의하지 않음을 보여주고 있다.

한편, 이경환·안건혁(2008b)은 이의 후속연구로 근린환경이 지역주민의 건강에 미치는 영향을 실증하고자 하였으며 분석결과 보행시간, 공원접근성 등이 주민의 건강에 유의미한 영향을 미치고 있음을 확인하고 있다. 이들 연구는 지역 근린환경이 보행 활동에 영향을 미치고 보행을 매개로하여 개인의 건강에도 영향을 미칠 수 있음을 실증하였다는 점에서 의의가 있다.

이와 유사한 방법으로 근린환경과 건강과의 연관성을 분석한 연구로는 성현곤(2011a), 최태규·김흥순(2013)이 있다. 전자의 연구에서는 다수준 회귀분석을 통하여 정신적인 건강 보다는 신체적인 건강 지표에서 근린환경과 밀접한 연관성을 가지고 있음을 보여주고 있다. 후자의 연구에서는 일부 물리적 환경이 개인의 건강과 연관성이 있음을 밝히고 있으나, 대부분은 그러하지 않음을 밝히고 있다.

3. 연구의 차별성

해외의 실증연구들은 보행활동과 근린환경과의 연관성에 대한 실증결과가 일반화하기에는 다소 모호하다는 것을 보여주고 있다. 이러한 원인으로 보행활동의 목적을 구분하지 않거나 분석자료 모집단의 특징 때문으로 보고 있다. 반면에 국내의 선행 연구들은 근린환경 특성이 개인의 보행활동과 건강에 일정부분 연관성이 있음을 보여주고 있다.

그러나 국내 연구들에서도 해외 연구와 유사하게 분석에 사용된 자료가 모집단을 대표할 정도로 신뢰할 수 있는가의 의문이 여전히 남아있다. 즉, 국내 연구들은 분석 대상지역의 행정동 표본수(이경환·안건혁, 2008a; 성현곤, 2011a)에 있어 한계가 있다. 예를 들어 서울시 423개 행정동(2013년 현재) 중 약 40개 정도의 행정동을 대상으로 한 연구는 서울시 전체 행정동의 10%에도 못 미치는 수준이다. 이는 서울이라는 모집단을 대표하기에는 충분하지 않기 때문에 분석결과를 일반화하기 힘들다는 문제점이 내포되어 있다. 특히, 국민건강영양조사 자료는 3개 년도에 걸쳐 시군구 단위로 층화표본추출을 하고 있다. 이러한 점에서 단년도의 자료는 행정동 단위에서 모집단의 대표성을 확보하기가 어렵다.

결과적으로 기존 국내의 선행연구 결과를 활용하여 토지이용, 교통, 도시설계, 공중보건 등의 관련 분야에서 정책수립 판단기준으로 적용하기에는 무리가 있다고 보여진다. 그러므로 본 연구에서는 보다 많은 근린(행정동)수와 표본수를 확보하고자 한다. 즉, 기존 서울시 행정동의 10%에 못 미치는 연구대상 지역을 5개 년도에 걸쳐 149개 행정동(약 35%)까지 확대하고, 조사대상자도 이전 보다 많이 확보함으로써 그 한계를 일정부분 극복하고자 한다.

표 1. 국내의 선행연구 정리

Table 1. Summary on previous researches in Korea

연구자 Researcher	이경환·안건혁 Lee & Ahn (2007)	이경환·안건혁 Lee & Ahn (2008a)	성현곤 Sung (2011a)	최태규·김홍순 Choi & Kim (2013)	본 연구 This study
분석자료 Data	국민건강영양조사 KNHES* (2005)	설문조사 Survey data	국민건강영양조사 KNHES (2008)	국민건강영양조사 KNHES (2008)	국민건강영양조사 KNHES (2007~2011)
연구대상지 Study area	서울시 Seoul	서울시 Seoul	서울시 Seoul	5개광역시 5 Metropolitan cities	서울시 Seoul
행정동 수 No. administrative district	40	12	31	45	149
종속변수 Dependent variable	보행시간 Walking time	보행시간 및 횡수 Walking time & no. walking days	건강관련지표 Health indicators	건강관련지표 Health indicators	보행시간 및 횡수 Walking time and no. walking days
근린수준의 독립변수 Independent variables at the neighborhood level					
인구밀도 Population density			●	●	○
주거밀도 Residential density	●*			●	
고용밀도 Employment density			●		○
인구/종사자 복합도 Population/employees index			●		○
교차로 밀도 Intersection density	●	●	●		○
가로의 연결성 Street connectivity	●	●			○
보도길이 Pedestrian road length	●				
자동차보급율 Automobile penetration rate				●	
공원·녹지접근성 Park accessibility	●	●	●	●	○
대중교통접근성 Public transit accessibility	●	●	●	●	○
보행환경의 질 Quality of walking environment		●			
평균 경사도 Slope(mean)	●				
토지이용혼합 Mixed land-use	●	●	●	●	○
단독주택 비율 Single-family housing ratio	●				
다세대·연립주택비율 Multi-family housing ratio	●				

* KNHES = Korean National Health-nutrition Examination Survey

** '●'과 '○'는 각각의 관련 연구들이 분석에 사용한 근린환경 지표들을 의미함

III. 자료구축과 기초통계 분석

1. 개인 및 가구수준의 기초통계 분석

최종 모형에 포함된 변수들의 통계치를 요약하면 <표 2>와 같다. 먼저 본 연구에서 분석하는 보행활동 지표는 국민건강영양조사에서 조사한 하루와 일주일 보행 시간(모형 A와 모형 C), 그리고 일주일 간 걷기 일수(모형 B)이다. 국민건강영양조사에서는 이를 응답자가 주관적으로 추정하여 답하는 방식으

로 진행되었다. 보행시간은 정규분포 형태로 만들기 위하여 로그 값으로 변환하였다. 서울시민은 하루 평균 58.8분을 걷고 있으며, 일주일간 걷기 일수는 평균 4.4일, 그리고 일주일 단위로 환산할 경우 298.7분을 걷는 것으로 볼 수 있다.

개인 및 가구특성 변수들은 이경환·안건혁(2007; 2008a) 등의 선행연구에서 보행활동과 연관성이 있음을 보여주는 지표들로 구성하였다. 개인수준의 설명변수는 성별, 나이, 교육수준, 직업이다. 여기서 해당 설문조사 응답자의 연령은 경제활동 가능 연

령인 만19세~65세 이하로 한정하였다. 이는 보행활동의 양적인 수준과 그 내용이 고령자와 청소년, 그리고 성인에 따라 다르고, 그에 대한 결정요인도 다를 수 있기 때문이다. 가구수준의 설명변수로는 가구 소득수준, 결혼여부, 주택소유여부이다. 응답자의 월평균 가구소득수준을 4분위로 제시하면 ‘상’

36.4%, ‘중상’ 30.3%, ‘중하’ 24.7%, ‘하’ 8.6% 순으로 나타났다. 기혼자는 전체의 77.1%로 나타났으며, 주택소유 비율은 64.6%이다.

2. 주거지 근린환경의 기초통계 분석

표 2. 기초통계량
Table 2. Summary statistics

Variable(obs=4361)		Mean	Std. Dev.	Min	Max
종속변수 Dependent variables	Model A : 하루 총 보행시간(로그) Total walking time per day(log)	58.832 (2.664)	51.131 (3.892)	0.0000 (-9.210)	220 (5.393)
	Model B : 일주일간 걷기 일수 Number of walking per week	4.427	2.446	0.000	7.000
	Model C : 일주일간 보행시간(로그) Total walking time per week(log)	298.746 (3.981)	318.986 (4.355)	0.0000 (-9.210)	1470 (7.293)
	성별(0=남자), Sex(0=male)	0.576	0.494	0.000	1.000
1수준 개인 Personal level	나이(세), Age	42.444	12.628	19.000	65.000
	교육수준 (0=초졸이하)	0.094	0.292	0.000	1.000
	Level of education (0= less than or equal to elementary school)	0.390	0.488	0.000	1.000
	직업 (0=비육체노동)	0.336	0.473	0.000	1.000
	Occupation type (0=Non-Physical labor)	0.369	0.483	0.000	1.000
2수준 가구 Household level	4분위 월소득(0=하)	0.247	0.431	0.000	1.000
	Level of income (0=lowest)	0.303	0.460	0.000	1.000
	결혼여부(0=미혼)	0.771	0.420	0.000	1.000
	Marital status(0=single)	0.646	0.478	0.000	1.000
3수준 근린 Neighborhood level	주택소유여부(0=없음) Home ownership	0.646	0.478	0.000	1.000
	인구밀도(인/㎢), Population density	27,498.100	11,112.050	344.038	59,728.000
	고용밀도(인/㎢), Employment density	8,460.227	8,033.933	396.914	71,090.590
	지하철역 접근도(지하철역수/행정동순면적, ㎢)	0.717	0.893	0.000	4.165
	Subway accessibility(number of stations / Net area)	16.325	8.484	1.218	50.671
	버스정류장 접근도(버스정류장수/행정동순면적, ㎢)	9.167	0.350	8.375	9.803
	Bus stop accessibility(number of bus stops / Net area)	9.167	0.350	8.375	9.803
	CBD와의 거리(로그) Distance to CBD(log)	9.167	0.350	8.375	9.803
	녹지접근도(1인당 녹지면적, m ²) Park accessibility(Per capita park area)	4.580	12.071	0.000	111.118
	교차로밀도(교차로수/행정동순면적, ㎢) Intersection density(number of Intersection / Net area)	22.179	16.683	4.651	158.467
통제 변수 Control variables	사지교차로 비율(사지교차로수/전체교차로수, %)	18.989	14.413	0.000	90.000
	4-way Intersection ratio(no. 4-way intersection / no. intersections)	0.711	0.088	0.261	0.840
	산업별 종사자수 복합도 Employment-type entropy index	0.711	0.088	0.261	0.840
	05→10년 인구증가율(%) Population growth rate	3.152	13.955	-56.310	62.803
	05→10년 종사자증가율(%) Employment growth rate	-7.794	16.520	-80.928	33.224
설문조사 응답년도(0=2007년) Survey year	2008	0.209	0.407	0.000	1.000
	2009	0.241	0.428	0.000	1.000
	2010	0.235	0.424	0.000	1.000
	2011	0.236	0.425	0.000	1.000

행정동별 주거지 근린환경 특성 변수로는 크게 밀도(density), 설계(design), 접근성(accessibility), 복합도(diversity) 측면의 변수들이 사용되었다. 이들 변수는 근린환경과 관련된 선행연구(이경환·안건희, 2007, 2008a, 2008b; 성현곤, 2011a; 최태규·김흥순, 2013 등)에서 한 번 이상 검토되었던 변수들이다(표 1 참조). 이외에도 응답자가 거주하는 행정동의 인구 및 종사자수에 대한 증가율과 직주비, 설문조사 년도(통제변수)를 추가적으로 포함하여 분석하였다.

밀도와 관련된 변수는 인구밀도(인구수/행정동 순면적, 고용밀도(총 고용자수/행정동 순면적)이다. 밀도가 높을수록 보행활동을 유발할 기회요인은 높아지게 된다. 여기에서의 밀도는 하천과 녹지 면적으로 제외한 행정동 면적을 해당 지표에 대하여 나눈 값으로 산출하였다.

설계와 관련된 지표는 교차로 밀도(교차로수/행정동 순면적), 4지교차로 비율(4지교차로수/총교차로수)이다. 교차로 밀도와 4지교차로 비율은 실질적 의미는 블록의 크기와 격자형 가로망 패턴을 각각 대변한다(성현곤, 2011a; Sung et al., 2013). 교차로 밀도가 높거나 4지교차로 비율이 높은 도시환경은 가로의 연결성이 제고되어 보행활동의 편의성을 제고하는 효과가 있다(성현곤 외 2인, 2007).

접근성 관련 변수로는 녹지접근도(1인당 녹지면적)와 해당 행정동 면적 단위 지하철역수와 버스정류장수로 지표화된 대중교통 접근성, CBD(시청역, 강남역)와의 거리로 표현된 도심 접근성이 포함되었다. 마지막 접근성 변수는 로그 값을 취해주었다.¹⁾ 이들 접근성 지표들은 통행 및 여가 목적의 보행활동을 그 자체로 또는 이들을 매개로 하여 유발될 수 있다는 특징이 있다.

토지이용 복합도(Land Use Mix, LUM)는 산업별 종사자수에 대한 엔트로피 지수를 적용하여 산출하였다. 산업별 종사자수는 통계청에서 제공하는

산업대분류 종사자수 자료를 활용하였다. 종사자수를 활용한 복합도 엔트로피 지수의 산출식은 다음과 같으며 1에 가까울수록 복합도가 높다.

$$LUM = - \frac{\sum_{u=1}^n p_u \ln(p_u)}{\ln(n)}$$

또 다른 복합도 지표로 직주비율(=종사자수/인구수)을 검토하였다. 그러나 총 10개의 근린환경 특성변수들에 대한 상관관계 분석결과, 고용밀도와 직주비의 상관관계가 0.7 이상으로 강한 상관관계를 보였다. 따라서 최종 분석모형에는 직주비를 제외하였다.

본 연구에서는 2005년에서 2010년 사이의 인구 및 종사자수 증가율 지표를 추가하였다. 이는 분석자료가 2007년~2011년의 5개 년도에 걸쳐 있어, 이들 기간 중의 행정동에서의 인구 및 종사자수 변화로 인하여 발생할 수 있는 측정오차를 조금이라도 제어하고자 통제변수로 적용되었다. 또한 설문조사 년도를 더미로 처리하여 분석모형에 포함하였다. 이를 통하여 해당년도별 설문응답자의 보행활동에 대한 전반적인 경향을 통제하고자 하였다.

IV. 분석결과와 해석

보행시간과 걷기 일수를 측정변수로 다수준 회귀모형을 각각 구축하여 개인, 가구, 근린 단위의 특성변수들이 미치는 영향을 분석한 결과는 <표 3>에 요약되어 있다. 이들 결과에 대하여 수준별로 해석하면 다음과 같다.

1. 개인 및 가구특성과 보행

개인수준에서의 분석결과는 선행연구와 대부분

일치하는 결과는 나타나고 있으나, 각각의 측정변수 별로 차이가 있으므로 해석에 유의할 필요가 있다. 성별은 총 보행시간에는 음(-)의 영향을 미치고 있으나 걷기 일수에는 통계적으로 유의하지 않은 결과를 나타내고 있다. 이는 보행 총량적으로는 남성이 여성에 비해 더 많은 시간을 걷지만 걷는 횟수에는 유의미하지 않음을 나타낸다.

나이의 경우 걷기 일수만이 유의미하게 분석되었는데 나이가 적을수록 그 크기가 증가함을 나타낸다. 선행연구(이경환·안건혁, 2008a, 성현곤·김진유, 2011)에서는 나이가 보행시간에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 본 연구의 분석결과는 걷기 일수만 유의하기 때문에 선행연구와 차이가 있다.

교육수준은 선행연구(이경환·안건혁, 2007; 2008a)에서는 모두 유의하지 않은 결과를 보였으나, 본 연구는 전반적으로 교육수준이 높을수록 보행활동에 긍정적 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 직업은 비육체 노동군에 비해 무직 및 기타 직종 종사자의 보행시간이 더 많은 것으로 분석되었다. 이들은 주로 주부 및 학생으로 분류할 수 있으며 노동군에 비해 보행활동에 대해 자유롭게 때문인 것으로 풀이된다.

가구수준의 변수들은 결혼여부와 주택소유여부만이 통계적 유의성을 나타내고 있다. 분석결과는 미혼일수록 보행활동에 긍정적 영향을 미치는 것으로, 주택을 소유하지 않을수록 걷기 일수가 증가함을 보여주고 있다. 선행연구(이경환·안건혁, 2008a)에서는 미혼인 경우 대중교통 이용률이 높음을 실증하고 있다. 이러한 결과와 연관 지어볼 때 대중교통이용에 따른 보행시간 및 보행 빈도의 증가가 합축되어 있는 결과로 풀이된다.

2. 주거지 근린환경 특성과 보행

주거지 근린환경 특성과 보행과의 연관성에 대한 분석결과는 기존연구 결과와 비교하여 해석하고자 한다. 선행연구들(Frank. et al., 2004; McCann. et al., 2003; 이경환·안건혁, 2008b; 성현곤, 2009)은 물리적 환경이 개인의 보행활동 또는 건강에 유의미한 영향을 미치고 있음을 보여주고 있는 반면에 본 연구는 거의 이들 관련 지표들과 보행활동과는 연관이 없는 것으로 나타났다. 즉, 총 9개의 근린환경 지표들 중에서 철도 접근성(=철도역수/행정동 면적)만이 통계적 유의성을 나타내며 나머지 변수들은 선행연구와 방향성은 유사하지만 통계적으로 유의하지 않은 것으로 분석되었다(표 4 참고). 이러한 결과는 행정동 단위의 근린환경 지표들이 보행활동에 통계적으로 유의할 정도가 아님을 시사하는 것이다.

분석결과를 구체적으로 살펴보면 해당 행정동에서 철도역이 1개 더 추가될 경우에 모형 B, 즉 일주일간 보행일수가 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 하루 총 보행시간이나 일주일 동안의 보행시간은 증가하는 경향을 보이고 있으나, 통계적 유의성은 없는 것으로 나타났다. 버스 정류장 수에 대한 밀도변수도 그 수가 증가할수록 보행활동 지표들 모두 전반적으로 증가하는 패턴을 보이나, 통계적 유의성은 없는 것으로 나타났다. 결과적으로 대중교통과의 접근성, 그 중에서도 근린수준에서의 철도역 수 밀도는 보행활동을 촉진시키는 중요한 요소임을 분석결과는 보여주고 있다.

서울시 행정동의 인구수와 종사자수의 증가비율에 대한 변수들은 전자의 경우는 부정적인 경향을, 후자의 경우는 긍정적인 경향을 보여주고 있다. 그러나 보행활동과 모두 통계적 유의성은 없는 것으로 나타났다.

마지막으로 통제변수로 설정한 지표 중에서 지난 5년간의 인구 및 종사자수 증가율은 모두 통계적으로 유의하지 않음을 보여주고 있다. 이는 서울에서

표 3. 다수준 회귀분석 결과*

Table 3. Analysis result of multilevel regression models

		Model A(하루 총 보행시간) Daily walking time (log)		Model B(일주일간 걷기 일수) No. walking days		Model C(일주일간 총 보행시간) Weekly walking time(log)		
		Coef.	z	Coef.	z	Coef.	z	
1수준 개인 level	성별(0=남자) Gender(0=male)	-0.258 **	-2.060	-0.077	-1.270	-0.269 *	-1.920	
	나이(세) Age	0.043	0.150	-0.296 **	-2.160	-0.040	-0.120	
	교육수준(0=초졸이하) Level of education (0= less than or equal elementary school)	중졸 Middle school	1.027 ***	3.920	0.150	1.170	1.117 ***	3.820
		고졸 High school	0.946 ***	4.200	0.189 *	1.690	1.051 ***	4.180
		대졸 이상 More than college	1.158 ***	4.780	0.075	0.630	1.233 ***	4.550
	직업(0=비육체노동) Occupation (0=Non-Physical labor)	육체노동 Physical labor	-0.142	-0.850	-0.018	-0.220	-0.161	-0.860
무직 및 기타 Unemployed and etc.		0.586 ***	3.710	0.007	0.090	0.594 ***	3.360	
2수준 가구 Household level	가구소득수준(0=하) Level of income (0=lowest)	중하 Lower middle	-0.300	-1.270	-0.043	-0.370	-0.333	-1.260
		중상 Higher Middle	0.001	0.000	0.023	0.200	0.014	0.050
		상 Higher	-0.068	-0.280	-0.055	-0.470	-0.098	-0.370
	결혼여부(0=미혼) Marital status(0=single)	-0.653 ***	-3.260	-0.446 ***	-4.650	-0.831 ***	-3.710	
주택소유여부(0=없음) Home ownership(0=rental)	-0.021	-0.160	-0.103	-1.630	-0.060	-0.410		
3수준 근린 Neighborhood level	인구밀도(인/㎢) Population density	0.0000003	0.040	-0.000003	-0.840	-0.0000004	-0.050	
	고용밀도(인/㎢) Employment density	-0.000003	-0.250	-0.000005	-1.070	-0.000004	-0.330	
	지하철접근도 Subway accessibility	0.015	0.180	0.086 **	2.150	0.041	0.430	
	버스정류장접근도 Bus stop accessibility	0.001	0.060	0.004	0.780	0.003	0.240	
	CBD와의 거리(로그) Distance to CBD(log)	0.185	0.880	0.059	0.580	0.242	1.000	
	녹지접근도(1인/㎡) Park accessibility	0.001	0.090	0.001	0.250	0.001	0.110	
	교차로밀도(㎢) Intersection density	-0.000254	-0.060	-0.003	-1.370	-0.001	-0.240	
	사지교차로 비율(%) 4-way intersection ratio	-0.002	-0.290	-0.001	-0.490	-0.002	-0.380	
	산업별 종사자수 복합도 Employment-type entropy index	-0.310	-0.340	-0.175	-0.400	-0.472	-0.450	
	통제변수 Control variables	05→10년 인구증가율(%) Population growth rate	0.001	-1.080	-0.002	-0.860	-0.008	-1.190
			05→10년 종사자증가율(%) Employment growth rate	0.001	0.280	0.001	0.520	0.002
		설문조사 응답년도(0=2007년) Survey year	2008	-1.321 ***	-4.660	-0.501 ***	-3.640	-1.505 ***
2009			-1.131 ***	-4.020	-0.700 ***	-5.140	-1.344 ***	-4.290
2010			-1.573 ***	-5.650	-0.841 ***	-6.220	-1.842 ***	-5.930
2011	-1.665 ***	-6.000	-0.845 ***	-6.280	-1.963 ***	-6.380		
상수(constant)	2.060	0.890	-1.16773 ***	-1.05	3.623	1.380		
관측치(obs)	4361		4361		4361			
2수준 분산(2nd level variance)	0.137 (0.293)		0.072 (0.068)		0.334 (0.367)			
3수준 분산(3rd level variance)	0.187 (0.082)		0.038 (0.021)		0.243 (0.108)			
log likelihood	-12032.670		-8128.564		-12516.817			

* ***, **, *은 p-값이 각각 0.01, 0.05, 0.1이하를 의미함

의 행정동 단위의 인구 및 고용 지표에서 보행활동에 영향을 줄 정도의 유의한 변화를 보이지 않았음을 의미한다. 한편, 설문조사 응답년도는 2007년에 비해 2008년~2011년 모두 보행활동에 부정적 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 회귀계수 값을 보면

시간이 지날수록 음(-)의 영향이 커지고 있는 것을 확인할 수 있다. 이는 지난 3년간 서울시민의 보행활동이 지속적으로 감소하고 있다는 김광기(2013)의 분석을 본 연구에서도 뒷받침하여 준다. 본 연구 분석결과에서 지난 5여 년간 서울시민의 보행활동

동량이 지속적으로 감소하는 경향은 보행활동 증진을 위한 다각적 노력이 필요함을 시사 하여 준다.

선행연구에서는 보행시간에 유의미한 영향을 미치는 근린환경 특성으로 교차로 밀도, 가로의 연결성, 공원·녹지 접근성, 토지이용혼합도 등을(이경환·안건혁, 2007, 2008a), 건강에 영향을 미치는 근린환경 특성으로는 자동차 보급률, 주택유형비율,

공원 접근성, 인구/종사자 복합도 등이(성현곤, 2011a; 최태규·김흥순, 2013) 유의함을 실증하고 있다. 그러나 이들의 연구와 본 연구를 비교했을 때 동일한 변수 간에 일관성을 보이고 있지 않다. 이러한 결과는 보행목적에 따라 근린환경이 달라질 수 있음을 고려하지 못하였기 때문이라 할 수 있다. 이경환·안건혁(2008a)의 연구에서는 보행의 목

표 4. 유사 선행연구와 결과 비교*

Table 4. Comparison of both results for this study and previous ones

연구자 Researchers	이경환·안건혁 (Lee & Ahn) (2007)	이경환·안건혁 (Lee & Ahn) (2008a)				본 연구 This study		
분석자료 Data	국민건강영양조사 KNHES**(2005)	설문조사 Survey data				국민건강영양조사 KNHES (2007~2011)		
연구대상지 Study area	서울시 Seoul	서울시 Seoul				서울시 Seoul		
분석 행정동 수 No. analysis districts	40개	12개				149개		
종속변수 Dependent variable	보행시간 Walking time	보행횟수 No. walking	보행시간 Walking time	보행시간 Walking time	보행시간 Walking time	하루 총 보행시간 Daily walking time	보행횟수 No. walking days	일주일간보행 시간 Weekly walking time
보행목적구분 Walking purpose	ND	쇼핑 shopping	쇼핑 shopping	산책 및 운동 Strolling & exercise	통근 및 통학 Commuting	ND		
근린 환경 특성	인구밀도 Population density					+	-	-
	주거밀도 Residential density	-						
	고용밀도 Employment density					-	-	-
	교차로 밀도 Intersection density	+	-	-	+	-	-	-
	가로의 연결성 Street connectivity	+	-	+	+	-	-	-
	자동차보급률 Automobile penetration rate							
	공원·녹지접근성 Park accessibility	+			+	+	+	+
	대중교통접근성 Public transit accessibility	-				-	+	+
	보행환경의 질 Quality of walking environment		+	+	+	-		
	평균 경사도 Slope(mean)	-						
	보도길이 Pedestrian road length	+						
	토지이용혼합 Mixed land-use	+	+	+	+	+	-	-
	단독주택 비율 Single-family house ratio	+						
다세대·연립주택비율 Multi-family house ratio	-							

* "+"는 긍정적 영향을, "-"는 부정적 영향, 통계적으로 유의한 변수는 음영처리함
 "+ is positive effect, "- is negative effect, significant variables were shaded.
 ** KNHES = Korean National Health-nutrition Examination Survey, ND=Not Distinguished

적에 따라 보행활동량에 대한 통계적 유의성뿐만 아니라 방향성도 달라질 수 있음을 보여주고 있다 (표 4 참조).

V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 주거지 근린환경과 보행활동과의 연관성을 재검증하기 위하여 하루 및 일주일 보행시간, 그리고 일주일간 걷기 일수를 측정변수로 다수준 회귀모형을 구축하여 분석하였다. 또한 보다 대표성 있는 분석결과 도출을 위해 기존 40개 내외의 행정동을 분석한 선행연구와 달리 149개 행정동을 분석함으로써 선행연구의 한계점을 보완하고 분석결과와 일반화를 시도하고자 하였다.

분석결과를 요약하면 두 가지로 대별할 수 있다. 첫째, 총 9개의 근린환경 특성 변수 중에서 지하철 접근성만 통계적 유의성을 나타내고 있으며, 시간이 흐름에 따라 서울시민의 보행활동 자체의 수준이 낮아지고 있는 것으로 나타났다. 근린환경 수준에서 지하철역의 접근성이 서울시민의 보행활동 지표 중 일주일간 보행일수에만 통계적으로 유의하며 긍정적인 영향을 주고 있는 것으로 나타났다. 반면에 보행시간 관련 두 지표는 긍정적이지만 통계적으로 유의하지 않다는 결과를 보여주고 있다. 이는 지하철이 일상생활에서 반복적 규칙적 보행활동을 촉진하고 있지만 전체적인 보행활동량 그 자체를 증진시키는 요소가 아닐 수 있음을 의미한다. 또한 통제변수인 설문조사 응답년도에 대한 분석결과는 시간이 지날수록 시민들의 보행활동량이 줄어들고 있는 추세를 보이고 있다. 이는 실제로 그동안 서울시에서 시행하였던 보행관련 정책들이 실효성 있게 작동되었는가에 대한 의문을 갖게 하는 부분이다. 왜냐하면 분석결과는 서울시민의 보행활동이 전반적으로 감소하는 경향을 나타내고 있기 때문이다.

그러므로 앞으로의 보행활동 촉진정책은 서울시 거주민의 보행활동을 촉진시킬 수 있도록 보다 거주민 친화적인 방향으로 전개될 필요가 있다.

둘째, 기존 유사 실증연구에 비하여 거의 모든 변수가 통계적으로 유의하지 않은 결과를 보여주고 있다. 본 연구는 근린환경 특성과 보행활동과의 연관성을 행정동 표본수의 확대를 통하여 재검증하고, 일반화의 가능성을 진단하고자 하였다. 분석결과와 행정동 단위의 근린환경의 물리적 특성과 서울시 거주민의 보행활동과의 밀접한 연관성이 없을 수 있음을 보여주었다. 이러한 결과는 최태규·김흥순(2013)이 국내 대도시들의 행정동을 대상으로 한 건강과 물리적 환경과의 실증연구의 결론과 유사하다. 즉, 행정동 수준의 물리적 환경은 보행활동과 건강수준과 관계가 일반적으로 유의하지 않을 수 있다.

앞으로의 연구방향은 보행활동의 목적별 차이에 대한 구분과 함께 일반화를 위한 분석의 공간적 범위의 확대 등을 통하여 실증연구가 진전되어질 필요가 있다. 예를 들어, 국민건강영양조사는 목적별 보행활동을 구분하지 않고 있기 때문에 본 연구에서는 보행목적을 고려하지 못하였다. 그러나 관련된 국내외 연구들은 보행목적을 고려하는 것이 바람직함을 보여주고 있다. 예를 들어, 성현근(2011b)은 보행목적별 보행활동량은 차이가 있음을 밝히고 있고, 이경환·안건혁(2008a)은 보행목적별로 근린환경 특성이 그 활동량에 미치는 영향이 다름을 보여주고 있다. 또한 해외에서도 통행을 위한 보행과 여가 및 산책 등을 위한 보행활동은 서로 다른 물리적 환경과의 연관성이 있음을 보여준다. 예를 들어, Saito et al.(2013)은 보도의 존재와 주변시설의 양호한 접근성은 여가 관련 보행활동과 연관성이 없으나 교통관련 보행활동과는 유의한 연관성을 가지고 있음을 보여주고 있다. 이러한 점에서 향후의 연구는 보행목적별로 모형을 구축하여 실증할 필요

가 있다. 이것은 보행활동에 영향을 미치는 근린환경이 보행활동에 미치는 영향은 보행목적과 기타의 요인에 의하여 복잡하게 전개되어질 수 있음을 의미한다.

또한 서울시의 물리적 환경이 근린단위, 여기서는 행정동 차원에서의 변이가 충분히 크지 않기 때문에 그 연관성이 나타나지 않을 수 있다. 미국을 중심으로 한 Oakes et al.(2007)와 Forsyth et al.(2007)에서도 기존 연구결과와 달리 주거지 밀도가 보행활동에 영향을 주지 않는 이유 중의 하나로 이들 지표들의 변이가 충분히 크지 않기 때문으로 풀이하고 있다. 즉, 미국의 경우는 그러한 지표들에서 저밀도와 상대적으로 넓은 블록으로 전반적으로 형성되어 있어 그들의 변이가 주거지간 차이가 없기 때문에 그러함을 제안하고 있다.

서울의 경우도 표면적으로 이와 유사하지만 그 질적인 내용에서는 차이가 있는 이유로 비슷한 결과가 도출되었을 가능성이 있다. 이는 서울은 행정동간 물리적 환경 지표들의 변이가 크지는 않지만 미국과 달리 고밀도의 복합적 토지이용이 형성되어 있는 특징이 있다²⁾. 이러한 동질적인 환경특성에 대한 변이를 크게 하기 위해서는 분석 대상지역을 서울뿐만 아니라 그 주변 지역 또는 국내 도시지역 등으로 그 범위를 확대하는 것도 하나의 대안으로 판단된다.

주1. 이들 변수는 모두 공간분석 자료로서 지리학의 제1법칙(Tobler, 1970) '모든 것은 관련되어 있지만 근접할수록 더욱 그 관계는 밀접해진다'는 사실을 고려한 것이다. 따라서 거리에 대한 변수 각각을 로그변환 하여 사용함

주2. 밀도와 관련하여 본 연구와 Forsyth et al.(2007)의 연구에서의 최솟값과 최댓값의 비율(=최댓값/최솟값)을 비교하면 다음과 같다. 먼저 후자의 연구에서는 인구와 고용밀도(하천 면적 제외)에서는 그 배율이 13.77과 252이며, 전자의 경우는 173과 179로 나타났다. 이로부터 볼 경우, 인구밀도의 변이는 서울의 경우 보다 미국 트윈시티에 비하여 그 변이가 보다 크지만 고용밀도에서는 후자가 더 큰 변이를 지니고 있다.

인용문헌

References

1. 김광기, 2013. "서울시 종합계획 수립 및 실행모델 개발", 서울시 신체활동 공청회 발표자료, 서울
Kim, K.K., 2013 "Development of Master Plan and its Implement Model for Physical Activity in the Seoul City", Presentation in Public Hearing for the Seoul Physical Activity. Seoul.
2. 박지형·노정현·성현곤, 2008. "구조방정식모형을 활용한 TOD 계획요소의 대중교통 이용효과 분석", 「국토계획」, 43(5):135-151.
Park, J.H., Rho, J.H. and Sung, H.G., 2008. "Impact Analysis of TOD Planning Elements on Transit Ridership in Seoul Rail Station Areas by Using the Method of Structural Equational Modeling", *Journal of Korea Planners Association*, 43(5):135-151.
3. 성현곤, 2009. "일상생활에서의 보행활동이 개인의 건강에 미치는 영향", 「국토연구」, 62:43-63.
Sung, H.G., 2009. "Impacts of Walking Activity in Daily Life on Individual Health Improvement", *The Korea Spatial Planning Review*, 62:43-63.
4. 성현곤, 2011a. "주거지 근린환경이 개인의 건강에 미치는 영향에 관한 연구", 「국토계획」, 46(3):235-251.
Sung, H.G., 2011a. "A Study on the Impacts of Residential Neighborhood Built Environment on Personal Health Indicators", *Journal of Korea Planners Association*, 46(3):235-251.
5. 성현곤·김진유, 2011b. "개인의 사회경제적 속성과 보행목적이 보행활동량에 미치는 영향에 관한 연구 -서울시 직장인을 대상으로", 「서울도시연구」, 12(2):73-86.
Sung, H.G. and Kim, J.Y., 2011b. "A Study on the Impacts of Individual Socio-Economic Status and Walking Purposes on Walking Amount: The case of Workers in the City of Seoul", *Seoul Studies*, 12(2):73-86.
6. 성현곤·황보희·박지형, 2012. "다수준 회귀모형을

- 활용한 TOD 계획요소의 통행행태 변화 실증분석”, 「국토계획」, 47(3):265-278.
- Sung, H.G., Hwang, B.H. and Park, J.H., 2012. "Empirical Analysis of Travel Behavior Change by TOD Planning Elements through Applying Multi-level Regression Modeling", *Journal of Korea Planners Association*, 47(3):265-278.
7. 신기숙·성현곤, 2011. "보행활동에 대한 쇼핑통행행태 선택요인의 구조적 영향 분석과 통근통행 행태 분석결과와의 비교", 「국토계획」, 46(5):249-260.
- Shin, K.S. and Sung, H.G., 2011. "Analysis on the Structural Impact of Choice Factors for Shopping Behavior on Walking Activity and its Comparison with Commuting Behavior", *Journal of Korea Planners Association*, 46(5):249-260.
8. 이경환·안건혁, 2007. "커뮤니티의 물리적 환경이 지역 주민의 보행 시간에 미치는 영향-서울시 40개 행정동을 대상으로", 「국토계획」, 42(6):105-118.
- Lee, K.H. and Ahn, K.H., 2007. "The Correlation between Neighborhood Characteristics and Walking of Residents", *Journal of Korea Planners Association*, 42(6):105-118.
9. 이경환·안건혁, 2008a. "지역 주민의 보행 활동에 영향을 미치는 근린 환경 특성에 관한 실증 분석-서울시 12개 행정동을 대상으로", 「대한건축학회 논문집 계획계」, 24(6):293-302.
- Lee, K.H. and Ahn, K.H., 2008a. "An Empirical Analysis of Neighborhood Environment Affecting Residents' Walking: A Case study of 12 Areas in Seoul", *Journal of the Architectural Institute of Korea planning and design*, 24(6):293-302.
10. 이경환·안건혁, 2008b. "근린 환경이 지역 주민의 건강에 미치는 영향", 「국토계획」, 43(3):249-261.
- Lee, K.H. and Ahn, K.H., 2008b. "Effects of Neighborhood Environment on Residents' Health: A Case Study of 40 Areas in Seoul", *Journal of Korea Planners Association*, 43(3):249-261.
11. 최태규·김흥순, 2013. "도시의 물리적 속성이 개인의 건강수준에 미치는 영향에 관한 연구", 「국토계획」, 48(1):191-203.
- Choi, T.K. and Kim, H.S., 2013. "The Influence of Physical Attributes of Cities on Personal Health Conditions: The Case of 5 Metropolitan Cities, Korea", *Journal of Korea Planners Association*, 48(1):191-203.
12. Brown, B. B., Yamada, I., Smith, K. R., Zick, C. D., Kowaleski-jones, L. and Fan, J. X., 2009. "Mixed land use and walkability: Variations in land use measures and relationships with BMI, overweight, and obesity." *Health & Place*, 15(4):1130-1141.
13. Forsyth, A., Oakes, J. M., Schmitz, K. H., and Hearst, M., 2007. "Does residential density increase walking and other physical activity?" *Urban Studies* 44(4): 679-697.
14. Heath, G. W., Brownson, R. C., Kruger, J., Miles, R., Powell, K. E., Ramsey, L. T., and the Task Force on Community Preventive services, 2006. "The effectiveness of urban design and land use and transport policies and practices to increase physical activity: A systematic review." *Physical Activity and Health*, 3(1):55-76.
15. Jackson, R.J., Dannenberg, A.L., and Frumkin, H., 2013. 'Health and the Built Environment: 10 Years After', *American Journal of Public Health*, 103(9): 1542-1544.
16. Jacobs, J., 1961. "The death and life of great American cities", New York: Vintage Books.
17. McConville, M. E., Rodriguez, D. A., Clifton, K., Cho, G., and Fleishchacker, S., 2011. "Disaggregate land uses and walking.", *American Journal of Preventive Medicine*, 40(1):25-32.
18. McCormack, G. R., and Shiell, A., 2011. "In search of causality: a systematic review of the relationship between the built environment

and physical activity among adults." *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8:125-136.

19. Oakes, J. M., Forsyth, A., and Schmitz, K. H., 2007. "The effects of neighborhood density and street connectivity on walking behavior: The Twin Cities walking study", *Epidemiologic Perspectives & Innovations* 4: 16-24.

20. Owen, N., Humpel, N., Leslie, E., Bauman, A., and Sallis, J. f., 2004. "Understanding environmental influences on walking review and research agenda." *American Journal of Preventive Medicine*, 27(1):67-76.

21. Saelens, B. E., and Handy, S. L., 2008. "Built environment correlates of walking: A review.", *NIH*, 40:S550-S566.

22. Saito, Y., Oguma, Y., Inoue, S., Tanaka, A. and Kobori, Y. 2013. "Environmental and Individual

Correlates of Various Types of Physical Activity among Community-Dwelling Middle-Aged and Elderly Japanese." *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 10(5):2028-2042.

23. Sung, H.G., Go, D.H. and Choi, C. G., 2013. "Evidence of Jacobs's street life in the great Seoul city: Identifying the association of physical environment with walking activity on streets", *Cities*, 35:164-173.

24. Tobler, W., 1970. "A computer movie simulating urban growth in the Detroit region", *Economic Geography*, 46(2):234-240.

논문투고 2013-12-23
 심사완료 2014-01-27
 게재확정일 2014-01-27
 최종본접수 2014-02-06