

보행환경의 물리적 특성이 고령자의 보행거리에 미치는 영향 분석 : 미시적 가로공간 분석을 기반으로*

Physical Characteristics of the Walking Environment and Their Impact on the Walking Distance of Elderly Adults : A Micro-Scale Street Space Analysis

이소민** · 오성훈***

Somin Lee** · Sunghoon Oh***

Abstract

This study investigates the physical characteristics of the walking environment that influence walking distance among older adults, with particular attention to the accessibility of nearby park facilities. The findings indicate that for individuals aged 75 and older, when the nearest park was within 135 meters, the average walking distance was 420 metres, suggesting a connection to their mobility limitations. Conversely, for those aged 74 and younger, walking distance increased by approximately 150 meters under conditions of low illegal parking density. Furthermore, when the distance to the park exceeded 130 meters, the walking distance surpassed the general pedestrian benchmark of 500 meters. Furthermore, it was observed that roads shared with vehicles and lacking sidewalks resulted in an augmentation of walking distance by a factor of 1.3. Additionally, for roads less than five meters in width, the walking distance was constrained to less than 400 meters. However, for roads with a width exceeding five meters, an additional increase of approximately 140 meters was observed. These results underscore the significance of park accessibility in determining walking distance among older adults, highlighting the influence of age-related mobility differences. The findings of this study call for policy interventions aimed at enhancing walking environments for older adults, particularly by improving access to public facilities and addressing street design considerations.

Keywords: Elderly People, Walking Distance, Microscopic Street Space, Outing Stress

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

인구 고령화는 전 세계적으로 빠른 성장 추세를 보이고 있으며(WHO, 2015), 우리나라는 2025년을 기

점으로 초고령사회에 진입해 2067년에는 고령인구가 50% 이상이 될 것으로 전망되고 있다(통계청, 2019). 특히 인구의 빠른 고령화와 도시화의 결과로 고령자가 양질의 삶을 유지할 수 있는 저변 마련의 필요성과 함께 활기찬 노년을 보낼 수 있는 환경조

*본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호: 2022M3C1B6083187).

**건축공간연구원 부연구위원(주저자: smlee2@auri.re.kr)

***건축공간연구원 선임연구위원(교신저자: oshud@auri.re.kr)

성의 중요성이 강조되고 있다(WHO, 2015; 이새롬·박인권, 2020; 이현정·박정호, 2023; 오성훈·이소민, 2024: 54). 이러한 사회적 현상과 함께, 고령자의 이동성과 보행 능력은 도시설계 및 환경적 요인의 중요한 고려 사항으로 떠오르고 있다. 특히 고령자는 주거지를 중심으로 도보로 통행하는 경우가 많으며(이소민·이명훈, 2022), 보행 공간은 이동 공간뿐만 아니라 생활 공간으로의 기능도 수행하기 때문이다(김진우 외, 2008; 오성훈·이소민, 2024). 고령자는 상당수의 시간을 집 주변의 공터나 생활권 공원, 커뮤니티시설에서 보내지만(조남진, 2011; 정유선·최막중, 2014; 문화체육관광부, 2021; 오성훈 외, 2023), 신체적·인지적 능력 저하로 보행거리가 짧고(노시학·양은정, 2011; 김용진·안건혁, 2012; 정연준 외, 2020; 오성훈·이소민, 2024), 지형적·환경적 여건 제약으로 인한 행동 제약이 커질 수 있다(노시학, 1994; 이소민·이명훈, 2021; 이소민, 2022; 이새롬·박인권, 2022; 오성훈 외, 2023). 특히 이러한 제약은 고령자의 외출과 보행 활동에 대한 심리적 부담을 증가시키고, 외출 스트레스를 심화하며 보행 활동을 제한할 수 있다(오성훈 외, 2023: 103). 이와 관련하여 오성훈 외(2023)은 서울시 내 고령층 거주 비율이 높은 4개 생활권(면목·상봉·명일·둔촌)을 대상으로 보행환경에 대한 고령자의 주관적 인지가 외출 스트레스에 미치는 영향을 분석하였는데, 보행 공간의 폭이 넓거나, 불법 주정차 수가 많거나, 휴게시설이 적고 접근하기 어렵다고 인지하는 경우 외출에 대한 스트레스가 증가한다는 연구 결과를 도출한 바 있다. 이를 통해 고령자의 보행을 제한하거나, 보행 활동을 가로막는 보행 환경영향요인이

무엇인지를 파악할 수 있었지만, 그 결과만으로는 고령자의 보행에 미치는 가로공간의 물리적 환경요인의 영향을 명확하게 검증하기는 어렵다. 또한 고령자가 인지하는 보행환경 이외에 외출 스트레스와 같은 심리적 부담이 이들의 보행거리에 직접적으로 영향을 미치는지, 실제 고령자가 보행 시 경험한 가로공간을 객관적으로 판단할 수 있는 기준인 물리적 환경 요소도 함께 고려되어야 할 필요가 있다. 그러나 개인적 요인에 초점을 둔 연구에 비해 가로공간의 물리적 환경요인에 초점을 둔 연구는 많지 않다. 따라서 고령자의 보행 접근성을 확보하고, 보행의 효율성을 높이기 위해서는 보행거리에 영향을 미치는 물리적 환경요인을 미시적 가로공간¹⁾ 단위에서 살펴볼 필요가 있다.

이상의 내용을 종합하였을 때, 주거지 내 보행환경에 대한 고령자의 심리적 부담과 함께 보행거리에 영향을 미치는 물리적 특성 요인을 실증 분석함으로써, 고령자의 보행을 제한하는 물리적 요인을 완화하고, 보행 효율성을 제고하는 방안을 모색할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 주거지역 내에서 고령자가 목적지까지 얼마나 걸었는지, 보행환경의 물리적 조건에 대한 고령자의 심리적 부담이 보행거리에 영향을 미치는지, 물리적 조건(요인)이 보행거리에 어떤 영향을 미치는지를 고령자가 실제 통행하는 가로공간을 기반으로 실증 분석하고자 한다. 이를 통해 보행 접근을 제한하는 물리적 특성 요인을 인지적·행태적 관점에서 미시적 분석 단위라는 다층적 요인을 적용해 규명함으로써, 고령자의 보행 효율성을 확보하기 위한 설계적 조성 방안의 기초자료로 제시하고자 한다.

1) 본 연구의 분석단위로 설정한 미시적 가로공간은 보행자 경로선택의 기본단위로서 가로를 기준으로 가로의 물리적 특성이나 보행자의 행태 특성이 바뀌는 지점을 기준으로 구분하고 있으며(김승남·이소민, 2016), 이는 보행교통 기준으로 가로를 노드와 링크로 구분하였을 때 보행자의 방향 전환이나 경로선택 변화 등이 링크에 의해 달라지고, 노드 수에 따라 얼마나 많은 방향 전환을 했는지 판단할 수 있기 때문이다(이소민, 2022). 이러한 이유로 본 연구에서는 가로 세그먼트를 기준으로 보행자의 보행 활동에 영향을 미치는 범위를 설정하고, 이 범위 내에 포함된 건물, 시설물, 도로 및 보도 등의 주변 공간의 영향범위를 포함할 수 있는 분석단위를 미시적 가로공간으로 정의하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 주거지 내 고령자의 보행거리에 영향을 미치는 보행환경의 물리적 특성 요인을 미시적 가로공간 단위를 기준으로 밝히는 데 그 목적이 있다.

본 연구의 대상지는 서울시에서 제공하는 생활인구 공개자료를 기반으로 65세 이상의 고령자 인구분포와 생활인구 데이터를 추출하고, 고령자의 상주인구가 상위 30%에 포함되는 지역을 1차로 선정하였다. 선정된 후보군 중 상업지역이나, 대규모 공공시설, 대규모 아파트단지는 제외하고, 본 연구 목적에 부합할 수 있는 4개 대상지(강동구 둔촌·명일, 중랑구 상봉·면목)를 사례연구 대상지로 선정 후 보행권을 기준으로 근린생활권의 범위를 정하였다.²⁾ 근린생활권의 범위는 고령자의 기본 활동반경, 근린시설별 이용 특성을 고려해 설정하였으며, 설문에 참여한 고령자의 실제 보행 경로를 분석하며 대상범위로 설정하였다. 고령자의 특성과 주거지 내 경로 패턴을 분석하기 위해 조사된 설문자료³⁾와 함께 주거지 내 고령자 경로 패턴을 기반으로 물리적 공간 특성을 수집·구축하기 위해 GIS 활용을 병행하였다.

다음으로 가로공간을 미시적 분석 단위로 설정하고, GIS를 활용해 분석 단위별로 물리적 보행환경 자료를 구축하였다. 물리적 측정변수는 가로 세그먼트를 분석단위로 설정하였으며, 설문조사를 통해 수집한 보행 경로 지도(map)를 기준으로 적용하였다. 생활권 내 가로세그먼트 단위의 물리적 특성(세그먼트 길이, 폭, 경사도, 불법주정차 수, 보도 설치

여부)을 살펴보면 다음과 같다. 첫 번째로, 상봉 생활권 내 가로 세그먼트 평균 길이는 20.45m, 평균 폭은 4.09m, 평균 경사도는 2.5%, 평균 불법주정차 수는 0.35대로 분석되었다. 두 번째로, 면목 생활권 내 가로 세그먼트 평균 길이는 21.74m, 평균 폭은 4.24m, 평균 경사도는 2.3%, 평균 불법주정차 수는 0.42대로 분석되었다. 세 번째, 명일 생활권 내 가로 세그먼트 평균 길이는 57.91m, 평균 폭은 4.54m, 평균 경사도는 1.95%, 평균 불법주정차 수는 0.47대로, 마지막으로, 둔촌 생활권 내 가로 세그먼트 평균 길이는 49.87m, 평균 폭은 4.07m, 평균 경사도는 1.8%, 평균 불법주정차 수는 0.36대로 분석되었다.

2. 선행연구 검토

2.1 고령자의 보행 활동반경과 한계거리

고령자는 거주지를 기준으로 도보로 10분 정도의 거리를 활동 범위로 인지하는 경향이 있으며(이민아·이영심, 2000), 신체적 활동의 제약으로 인해 비고령자보다 주변의 물리적 환경에 의한 영향을 크게 받는다(김진우 외, 2008; 강현미·박소현, 2009; 이소민·이명훈, 2021). 고령자의 보행 활동반경은 주로 이용하는 시설유형이나 보행 목적에 따라 한계거리가 달라진다(김용진·안건혁, 2012; 정연준 외, 2020). 김용진·안건혁(2012)의 연구는 고령자의 근린시설의 이용권을 도출하기 위해 시설물 이용거리를 분석하였으며, 공원, 소매점, 경로당의 한계 거

2) 최종 선정된 4개 대상지는 고령자의 거주 비율이 높으면서 인구 유출입이 활성화된 강동구 명일동·둔촌2동과 고령자의 거주 비율이 높으면서 인구 유출입이 비활성화된 지역인 중랑구 면목동과 상봉동 내 근린생활권이다. 둔촌동과 상봉 생활권은 대각선의 도로로 인해 형태와 규모가 다양한 중소형의 비정형 블록과 필지로 구성되어 있으며, 특히 상봉의 경우 생활권 전체가 경사지로 되어 있으며, 막다른 길과 복잡하고 폭이 좁은 구조의 형태를 보인다. 반면 면목 생활권의 경우 경사가 거의 없고 도로의 폭이 대체로 넓은 형태를 보인다. 명일 생활권의 경우 대로를 중심으로 도로와 인접해 있고 고층의 나홀로 아파트가 구성되어 있으며, 생활권 인근 지역에 대규모의 아파트단지가 인접해 있다.

3) 설문조사는 일관성, 균일성, 전문성을 확보하기 위해 숙련된 조사원들을 통해 진행하였으며, 2022년 11월 26일부터 12월 6일까지 총 15일 동안 동시에 진행하였다. 조사 방법은 일대일 대인 면접방식으로 진행하였고, 연령대가 높은 고령자의 경우 숙련된 조사원이 보행 경로 지도 작성을 지원하였다. 조사는 주말을 제외한 평일을 기준으로 하였으며, 응답자 또한 평일의 이동패턴을 기준으로 설문 및 보행 경로 지도를 작성하였다. 전체 설문 응답자 200명 중 보행 경로 지도가 미작성된 응답자를 제외한 총 180부의 유효 부수를 확보해 분석자료로 활용하였다.

리는 350~450m 내외로 형성되었으나, 병원, 종교 시설, 노인복지관과 같이 수혜적 성격의 시설들은 이용권 1km~1.5km 이상으로 넓게 형성된다고 밝혔다. 다만 근린시설의 이용권과 한계 거리는 고령자의 시력이 불편하거나, 관절질환이 있거나, 기타 신체 제약에 따라 달라질 수 있다. 황금희·김승렬(2016)의 연구는 고령자의 사회활동에 있어 도보 접근성이 중요한 시설로 경로당과 같은 복지시설과 운동시설, 공원시설 등을 제시하였으며, 보행이 제한적인 경우가 있어 목적지까지의 소요 시간과 이용 횟수를 고려한 접근성이 중요하다고 제시하고 있다. 특히 상대적으로 위험에 더 자주 노출되는 고령자는, 비고령자보다 보행 효율성을 덜 중요하게 여길 가능성이 크다.⁴⁾ 고령자의 보행 활동반경과 한계 거리는 비고령자에 비해 제한적임에도 불구하고 전체의 20%정도만 보행 효율이 극대화되는 선택을 하는 것으로 확인되었다(Borst et al., 2009; 이소민·이명훈, 2022).

2.2 공원시설과 접근성

문화체육관광부(2021)에 따르면 우리나라의 60대 이상 고령자가 가장 많은 여가 시간을 보내는 곳이 집주변 공터와 생활권 공원이며, 김용진·안건혁(2012)은 공원이 고령자의 67.5%가 자주 이용하는 시설로 높은 이용률을 보인다고 밝혔다. 이러한 이유로 다른 시설보다 보행 접근성에 대해 중점적으로 접근할 필요가 있다고 밝히고 있다(오성훈 외, 2023). 공원시설이나 물리적 환경은 고령자의 노년기 건강에도 영향을 미치는 것으로 나타났는데(남궁은하, 2023), 안전한 환경은 공간을 걷기 좋은 곳으로 만들며, 신체활동을 장려할 수 있는 공간을 제공함으로써 인지적·정신적 기능을 향상해 건강 수준

을 높인다(Kerr et al., 2012). 특히 고령자의 근린시설 이용 행태와 근접 정도 간의 상관관계를 분석한 이민아·이영심(2000)의 연구는 병원 외 모든 근린시설은 근접성이 높을수록 이용 빈도가 높으며, 그 중에서도 공원 등의 녹지대는 고령자의 건강과 밀접성이 높아 도보로 접근할 수 있는 거리에 조성해야 한다고 밝혔다. Saelens et al.(2003)의 연구는 고밀도 지역에서 보행 활동 참여 시간이 저밀도 지역보다 더 높다고 밝혔으며, Wang et al.(2023)의 연구는 공원까지의 접근 거리나 이동시간과 같은 물리적 접근성이 고령자의 공원시설 이용에 영향을 미친다고 밝혔다. Giles-Corti et al.(2005)의 연구는 도보 접근성이 좋은 공원시설은 사람들의 보행 수준을 높일 수 있다고 강조하였다. 이소민·이명훈(2022)은 공공시설에 대한 접근성이 낮은 경우 우회경로를 선택할 확률이 증가한다고 하였는데, 이는 고령자의 경우 목적지까지 이동 거리가 먼 경우 조금 우회하더라도 안전한 길을 찾아 이동하는 경향을 보이기 때문이라고 밝혔다. 실제로 유제현·양병선(2023)의 연구는 공원별 유치거리를 기준으로 보행자가 도달할 수 있는 거리에 따른 서비스 면적 값을 통해 공원별 접근성 분석을 수행하였으며, 보행 저항 요인을 고려하였을 때의 면적 차이를 비교·분석한 결과, 모든 연령층에서 서비스 면적이 감소하는 것을 밝혔다. 다만 이러한 차이는 청·장년층보다 고령층에서 상대적으로 큰 감소율을 보이는 것으로 확인되었으며, 이는 고령층의 경우 보행 저항 요인이 더 크게 작용함을 알 수 있다. 이와 비슷한 조현주·이순주(2019)의 연구는 65세 이상의 고령자의 보행 시간이 비고령자보다 1.7배 더 소요되는 것을 확인하였으며, 여성보다 남성의 보행 시간이 더 많이 소요되는 경향을 보인다고 밝혔다. 이와 비슷한 오성훈 외(2023)

4) 통행 거리가 짧아 보행 효율을 극대화하는 데 초점을 맞추고 있으며, 저항의 합이 최소화가 되는 경로를 최단 경로라고 하고 있다(성현곤 외, 2014: 285).

5) 집주변 공터(60대 43%, 70대 이상 53.1%)와 생활권 공원(60대 32.7%, 70대 이상 36%)

의 연구는 공원 및 커뮤니티 시설의 도보 접근성이 증가할수록 고령자의 외출 스트레스가 감소하는 경향을 보인다고 밝혔다. 이는 고령자의 사회적 상호작용 및 심리적 안녕에 미치는 영향을 강조하는 것으로, 상기 시설에 쉽게 접근할 수 있을 때 외출 빈도가 증가하고 스트레스가 줄어들 수 있다는 중요한 시사점을 제공한다.

2.3 고령자의 심리적 부담감

고령자는 생애과정 중 노년기에 들어서면서 주변의 물리적 환경에 민감하게 영향을 받는데, 이들의 심리적·육체적 부담을 증가시키고 사회적 교류를 감소시켜 보행 활동을 제한하는 결과를 초래한다(Glass and Balfour, 2003; Kerr et al., 2012; Hjorthol, 2013; 오성훈 외, 2023). 고령자에게 보행은 단순한 이동 수단을 넘어 외부 활동 욕구 충족과 건강한 삶, 이웃과의 관계 유지를 위한 필수 조건으로, 노년기 삶과 밀접한 관련이 있다(Metz, 2000). Banister and Bowling(2004)의 연구는 보행 활동이 증가할수록 삶의 질에 대한 주관적 만족도가 높아진다고 밝혔고, Yue et al.(2022)은 보행환경의 이동 편의성이 좋을수록 심리적 건강에 긍정적인 영향을 미친다고 주장하였다. 그러나 Von Bonsdorff et al.(2006)은 보행속도가 느려지는 고령자의 경우 활동반경이 축소되고 사회참여가 제한되며, Rosso et al.(2013)과 Li and Loo(2017)는 이로 인한 사회적 고립의 위험이 커진다고 밝혔다. 오용준·윤갑식(2012)의 연구는 이것은 신체적으로 보행 능력이 저하됨에 따라 편의시설이나 공공시설에 접근하는데 어려움을 겪기 때문이라고 밝혔다. 이와 비슷한 Buffel et al.(2012)의 연구는 신체적으로 취약한 고령자가 불리한 환경적 여건에 직면하는 경우 집안에만 머무르는 선택을 하기 쉬우며, 이러한 선택이 고령층을 고립된 상황에 놓이게 만들어 보행 활동에 대한 고령자의 심리적 부담을 높인다고 밝혔다. 이

와 비슷한 맥락의 오성훈 외(2023)의 연구는 보행환경에 대한 고령자의 주관적 인식이 외출 스트레스에 미치는 영향을 분석하였으며, 보행 공간의 폭이 증가하거나, 불법 주차장 및 시설물 수가 늘거나, 공원 및 커뮤니티 시설의 접근성 낮아진다고 인지할 때 고령자의 외출 스트레스가 증가한다고 밝혔다. 이는 주거지역에서 도로 폭과 주차 환경요인은 보행 안전성과 밀접한 관련이 있으며(이소민·이명훈, 2022), 고령자의 경우 폭이 넓은 도로를 횡단할 때 사고의 위험이 상대적으로 증가한다는 연구와 비슷한 맥락으로 볼 수 있다(이세영·이제승, 2014).

이러한 연구들은 고령자의 보행 활동 증가가 신체적·정신적 건강에 미치는 긍정적 영향을 강조하며, 이들을 위한 안전하고 접근이 가능한 환경 조성이 필요함을 시사한다.

2.4 연구 문제 설정

본 연구는 서울시 내 4개 생활권에서 고령자의 보행거리에 영향을 미치는 보행환경의 물리적 특성을 분석하기 위한 연구 문제를 다음과 같이 설정하였다.

첫 번째, 주거지 내 불리한 환경적 여건으로 인한 외출에 대한 심리적 부담감(스트레스)이 고령자의 보행거리에 영향을 미치는지를 규명하고자 한다. 이전 연구(오성훈 외, 2023)에서 밝힌 것과 같이 보행환경에 대한 주관적 인식이 주는 심리적 부담감으로 인해 고령자의 외출 스트레스가 증가하고, 이러한 요인이 보행거리와 연관성이 있는지를 파악하고자 한다.

두 번째, 고령자의 보행거리에 직접적인 영향을 주는 물리적 환경요인을 미시적 가로공간 분석을 통해 규명하고자 한다. 이를 통해 실제 고령자가 통행하는 주가로의 물리적 특성이 고령자의 개별적 특성과 함께 보행거리의 변화에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

3. 분석자료 및 방법

3.1 분석자료

본 연구에서 물리적 측정을 위한 변수는 미시적 분석 단위인 가로 세그먼트를 기준으로 하고 있으며, 설문조사를 통해 수집한 고령자 보행 경로 맵을 기준으로 경로 분포도를 작성하고, 이를 기준으로 Fig. 1과 같이 조사 범위를 설정하였다. 측정변수는 선행 연구 고찰을 통해 고령자 보행거리에 영향을 미치는 물리적 요인을 중심으로 Table 1과 같이 정리하였으며, 토지이용 관련 변수, 도로 및 가로체계 관련 변수, 보행 네트워크 관련 변수 등으로 구분하였다.

분석자료는 180명의 고령자를 대상으로 수집한 1,475개의 가로 세그먼트로 구성되어 있으며, 보행 거리와 관련된 가로공간의 물리적 특성을 조사하기 위해 가로를 기준으로 보행 활동의 영향범위를 25m 버퍼를 설정해 토지이용, 건축환경, 가로의 공간적 구조, 가로 시설물 정보를 추출하여 보행거리 증감에 미치는 영향을 예측하였다.

가로 세그먼트 단위를 기준으로 QGIS를 활용해 수집된 자료를 공간 데이터로 구축하고, 가로를 중심으로 측정 범위를 설정해 이를 수치화하였다. 측정 범위는 보행 활동의 영향범위를 포함하기 위해 가로 중심선을 기준으로 25m의 버퍼를 설정하고⁶⁾, 건물



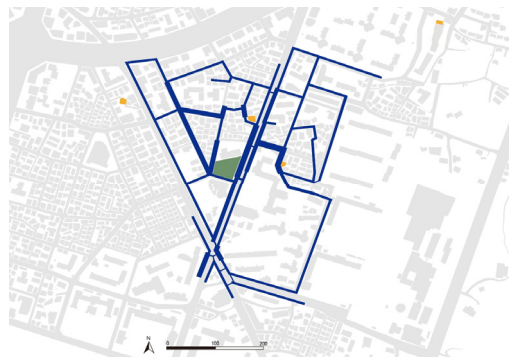
(a) Sangbong Living Area



(b) Myeonmok Living Area



(c) Myeongil Living Area



(d) Dunchon Living Area

Fig. 1. Analysis of the Movement of Seniors in the Sites

6) 이수기 외(2014)과 박철영·이수기(2016)는 보행활동의 영향범위 설정의 기준을 가로 중심으로 반경 15m, 도로 경계면을 기준으로 반경 15m의 범위를 적정 기준으로 설정하였고, 이소민·이명훈(2022)의 연구에서는 주거지 보행 활동의 영향범위를 확장하여 25m 기준으로 설정하였다. 본 연구에서는 가로 중심선을 기준으로 25m의 버퍼를 기준으로 영향범위를 설정하였다.

Table 1. Variable Selection and Variable Description

Variable		Description	Source
Land Use	House (Density)	Total Area/Lot Area (Average)	Ministry of the Interior and Safety (2023b) (in Korean)
	Residential Neighborhood Facilities	Count the Number of Facilities	Ministry of the Interior and Safety (2023a) & AURI (2023) (Field Survey) (in Korean)
Building	Building Height (Average)	Building Height (Average) *Based on Adjacent Buildings Along the Street	Ministry of the Interior and Safety (2023a) (in Korean)
Road System	Sidewalk	Sidewalk: Nonexistence (0), Existence (1)	Ministry of the Interior and Safety (2023b) (in Korean)
	Road Width (m)	Width of Segment	
Network Resistance	Slope (%)	Road Slope	Ministry of the Interior and Safety (2023a)** & Ministry of the Interior and Safety (2023b) (in Korean)
	Distance to Park (m)	Distance to Park	Seoul Metropolitan Government Big Data Campus (2017) & AURI (2023) (Field Survey) (in Korean)
	Illegal Parking*	Number of Illegal Parking Enforcement and Number of Reports of Illegal Parking	
	CCTV (Number)	Number of CCTV Installations	

*Count the number of adjacent facilities/illegal parking based on the street segment unit (using QGIS nearest street attribute combination)

**This data measures and analyzes the slope's gradient and the distance to the park using QGI Geometry.

과 필지의 경우 중심점 또는 면적의 1/2 이상이 기준 범위 안에 들 경우에만 분석 대상에 포함하였다(이 소민·이명훈, 2022: 101). 7)

3.2 분석 방법론

3.2.1 Tree Regression: Cart

고령자의 보행 경로거리 증진에 영향을 미치는 요인을 더 잘 이해하기 위해 회귀 트리를 통해 변수 간

의 상호작용을 통합하는 다차원 기술을 수행하였다. 전술한 분석은 변수 간의 복잡한 상호작용으로 데이터의 구조를 식별하고 해석할 수 있는 기호적 표현을 제공하기 위해 특정한 형식을 요구하지 않는다는 장점이 있다(Camdeviren et al., 2007; Vayssières et al., 2000; Abbasi et al., 2022). 본 연구에서는 고령자 보행을 위한 반응변수로 트리분석을 사용하였고, 재귀변수를 이용하여 데이터셋트를 보다 동질적

7) 가로와 연결한 건물은 보행 활동 영향범위에 미치는 직접적인 영향이 크다고 판단하여 가로공간뿐만 아니라, 주변 건물까지 포함해 공간을 설정하고 분석하고자 하였습니다. 또한, 연속적인 가로환경의 영향을 분석하고자 원형 버퍼가 아닌 가로 버퍼를 설정하였으며, 버퍼를 기준으로 기준선 내 건물의 중심선이나 건물의 출입구가 포함되는지를 기준으로 분석 대상 포함 여부를 판단하였다.

인 반응변수의 하위집합으로 나누었다. 이 과정은 하위 그룹이 최소 크기에 도달하거나 가장 적합한 모델의 상대 오차가 개선되지 않을 때까지 각 하위 그룹에 개별적으로 적용된다. 최적의 트리 크기로 이러한 재귀 프로세스를 중지하기 위해 회귀 트리를 구성하는 동안 교차 검증 기술이 자주 사용된다. 교차 검증은 모델을 구성하기 위해 데이터세트의 모든 인스턴스에서 정보를 추출하는 동시에 테스트 샘플을 시뮬레이션 해준다. 교차 검증 프로세스의 비용 복잡성(CP)이라고도 알려진 5등급 비용은 10 겹 교차 검증을 기반으로 계산된다. cp(비용 복잡도) 값은 회귀 트리에 노드를 추가하는 데 드는 비용으로 일반적으로 제안되는 최적 cp 값은 0.01이다. 이 방법은 또한 가장 적합한 모델을 제안하기 위해 관측값에 대한 상대 오차(제공평균제공근 오차)를 계산한다(De'ath and Fabricius, 2000; Abbasi et al., 2022).

3.2.2 다수준 혼합효과 모델 Multilevel Mixed-effect Regression

건조 환경(built environment)과 통행 행동 간의 관계를 조사하는 대부분의 연구는 교통 분석 구역(TAZ), 행정 인구 조사 블록 또는 동네 수준 우편번호와 같은 특정 집계된 공간 단위에서 수행된다. 결과적으로 공간 종속성, 공간 이질성 및 공간 이분산성과 같은 다양한 공간적 문제가 발생할 수 있다. 공간 문제에 대한 정확한 측정을 무시하면 일관되지 않은 매개변수 추정이 발생할 수 있는데(Bhat and Zhao, 2002), 이러한 공간 문제를 해결하기 위해 종종 다수준 모델을 활용한다. 본 연구에서는 고령 보행자의 보행행태와 미시적 가로공간의 특성을 고려하고자, 앞서 논의된 바와 같이 유사한 공간적 문제를 인식할 수 있는 다수준 모델을 추정하여 이러한 관계를 확장하였다. 이 모델은 개인 내 및 장소 간 변동을 포착하지 못하고 대안적인 접근 방식으로 사용

되는 다중 및 선형 회귀 분석의 인식된 한계를 해결하는 데에도 유용하다(Bottai et al., 2006; Duncan and Jones, 2000; Páez et al., 2007).

$$y_{ij} = B_0 + X\beta + u_0 + Z_u + \epsilon \quad (1)$$

여기서 $B_0 + X\beta$ 는 고정된 부분이고 $u_0 + Z_u + \epsilon$ 는 모델의 임의의 부분이다. 방정식의 우변에서 y 는 반응 벡터를 나타내고, B_0 는 고정효과 절편이며, u_0 는 평균이 0인 정규 분포의 무작위 절편을 나타낸다. X 는 고정효과 계수 β 에 대한 공변량 행렬이고, Z 는 랜덤 효과 u 에 대한 공변량 행렬이며, ϵ 은 다변량 정규로 추정되는 오류 벡터를 나타낸다(Abbasi et al., 2022).

1단계에서 관찰된 독립변수는 개인적 특성과 행태적 특성으로 구성되었고, 2단계에서 관찰된 세그먼트 단위의 미시적 가로공간 특성은 토지이용과 건축물, 도로 시스템, 가로 시설물 등의 물리적 요소로 구성되었다. 결과적으로 미시적 가로공간 수준의 임의 효과를 제어하여 고령자의 보행거리에 영향을 미치는 요인을 추정할 수 있다.

3.2.3 다수준 혼합효과 모델의 적합도 평가 및 검정

클러스터링이 의심되는 경우, 귀무모델에서 클러스터링 변수의 효과에 대한 분산 성분의 유의성을 계산하는 것이 중요하며, 분산 성분이 유의한 경우, 유의한 비독립성이 존재하고 어떤 형태의 다중 수준 모델을 수행해야 한다. 이는 수학적으로 계층 간 상관 계수(ICC)의 유의성을 계산하는 것과 동일하며, ICC 계수는 다음과 같이 표현된다.

$$ICC = \frac{\sigma_{u0}^2}{\sigma_{u0}^2 + \sigma_e^2} \quad (2)$$

여기서 σ_{u0}^2 는 수준 2 잔차의 분산이고 σ_e^2 는 수준 1 잔

차의 분산이다. 다시 말해, ICC는 이동 거리에 대해 전체적으로 설명되지 않은 분산과 비교하여 모델 예측 변수에 의해 설명되지 않는 분산의 양(미시적 가로공간 간에 존재하는 분산의 일부)을 보고한다(Duncan and Jones, 2000). 본 연구의 경우 ICC는 미시적 가로공간 특성 간의 차이로 인한 총 잔여 변동의 비율을 설명한다.

우도비(LR) 검정은 두 모델을 비교할 때 유의미한 수단을 제공한다. 예를 들어, 다수준 혼합효과 모델과 제한된 일반 최소 제곱(OLS) 모델의 적합도를 확인한다. 이 검정은 비교되는 두 모델의 로그 우도 간의 차이, $-2\log L_1 - (2\log L_2)$ 를 찾는 것을 포함한다. 도출된 통계는 나중에 q 자유도에 대한 χ^2 분포와 비교할 수 있다. 여기서 q는 두 비교 모델 간의 설명 변수 수의 차이를 나타낸다(Abbasi et al., 2022).

3.3 측정변수 검토 및 기술통계 분석

3.3.1 종속변수

종속변수는 주거지 내 고령자의 보행거리로, 연구 대상인 고령자의 대면조사 결과와 QGIS를 활용해 수집한 보행경로 맵 자료를 기준으로 가로 단위의 공간 데이터를 구축하였다. 180명의 고령자는 보행 시 평균적으로 11개의 가로 세그먼트를 통행하였으며, 이들이 377개의 가로 세그먼트를 이용하였다. 최종적으로 180명의 고령자가 이용한 377개의 가로를 기준으로, 중복으로 통행한 가로까지 합산하여

총 1,475개의 가로를 최종 분석자료로 선정하였다. 1,475개의 가로 세그먼트를 통행한 고령자의 평균 보행거리는 519.9m이며, 표준편차는 274.76m이다. 표본으로 추출한 고령자의 연령대는 65세 이상이며, 그중 77%가 여성이다.

3.3.2 개인적 특성 변수

고령자의 개인적 특성 변수 목록과 해당 통계치는 Table 2와 같다. 보행 수단선택 고령자의 연령그룹은 4개의 유형으로 구분하여 분석에 적용하였다. 고령자의 신체적 특성을 고려해 관절질환 여부를 포함하였으며, 외부 활동 시간에 따라 보행 특성이나 목적 등이 달라질 수 있어 활동 시간은 6개 유형으로 구분하여 변수에 포함하였다.

3.3.3 가로의 물리적 특성 변수

9개 측정변수(단독주택 밀도, 근린생활시설 수, 불법 주정차 밀도, 경사도, 건물 높이, 도로 폭, 공원 시설 거리, 가로등·CCTV 수, 노드 수)를 독립변수로 설정하였다. 고령자의 보행거리 영향 요인 분석에 사용된 변수 및 요약통계치는 Table 3과 같다.

4. 실증분석 결과

4.1 상관관계 분석)

고령자의 '외출 스트레스'와 '보행거리' 간 상관관

- 8) 보행 경로 지도를 작성한 180명의 설문 응답자의 기술통계를 분석한 결과, 성별은 여성이 76.67%(138), 남성이 23.33%(42)로 성별 간 응답자 비율의 편차는 3배 정도의 차이를 보였다. 연령집단은 64세 이상 70세 이하 집단(A)이 10.56%(19), 69세 이상 75세 이하 집단(B)이 14.44%(26), 74세 이상 80세 미만 집단(C)이 25%(45), 80세 이상 집단(D)이 50%(90)의 비율로 고령층 중에서도 연령대가 높은 후기 고령자의 비율이 높게 나타났다. 관절질환 항목은 관절질환이 없는 경우가 38.33%(69), 관절질환이 있는 경우가 61.67%(111)로 상당수가 질환이 있었으며, 80세 이상의 집단의 경우 68.8%(62)가 관절질환이 있는 것을 확인하였다. 외부 활동 시간의 경우 1시간 미만은 11.67%(21), 1시간 이상 2시간 미만은 12.78%(23), 2시간 이상 3시간 미만은 25.56%(46), 3시간 이상 4시간 미만은 12.78%(23), 4시간 이상 5시간 미만은 20%(36), 5시간 이상은 17%(31)의 비율로 다수의 고령자가 평균적으로 2시간 이상에서 5시간 미만의 외부 활동을 하는 것을 확인하였다.
- 9) 고령자의 외출 스트레스는 5점 리커트 척도로 조사했으며, 기술통계 분석 결과, 고령자의 외출 스트레스는 평균 1.45 (S.D.=1.3000, Min=0, Max=5, N=180)로 확인되었다. 외출 스트레스의 분포 비율을 보면, 0점인 경우가 31.11%(56), 1점인 경우가 23.89%(43), 2점인 경우가 21.67%(39), 3점인 경우가 17.22%(31), 4점인 경우가 4.44%(8), 5점인 경우가 1.67%(3)로 나타났다.

Table 2. Descriptive Statistics of Personal and Activity (Level 1) Variables Used in Model

N=1475

Category	Variable (Detail)		Mean Distance (m)	Standard Deviation
Dependent Variable				
	Distance	Walking Distance	519.89	274.77
Independent Variable Level				
Personal And Activity Characteristics	Gender	Female	432.53	267.66
		Male	415.79	210.29
	Age	Over than 64 and Under 70 (A)	582.53	306.37
		Over than 69 and Under 75 (B)	461.50	285.30
		Over than 74 and Under 80 (C)	393.40	242.85
		80 and Over (D)	404.24	277.73
	Joint Disease	No	546.76	278.46
		Yes	499.91	273.19
	Outdoor Activity Time	Less than 1 hour	445.73	227.84
		More than 1 hour and Less than 2 hours	615.99	244.66
		More than 2 hours and Less than 3 hours	452.40	272.42
		More than 3 hours and Less than 4 hours	593.86	277.29
		More than 4 hours and Less than 5 hours	524.07	292.40
		More than 5 hours	508.21	275.74

Table 3. Descriptive Statistics of Street Location (Level 2) Variables Used in Model

Category		Variable	Mean	SD	Min	Max
Street Characteristics	Land Use	House (Density)	0.425	0.675	0.000	4.008
		Residential Neighborhood Facilities	2.565	3.986	0.000	32.802
	Building	Building Height (m)	6.372	7.027	0.000	67.900
	Road System	Road Width (m)	5.188	2.629	0.000	16.013
		Sidewalk	0.3956	0.4891	0.000	1.000
	Network Resistance	Illegally Parked Vehicle*	4.899	8.240	0.000	31.084
		Distance to Park (m)	154.137	81.230	0.000	393.331
		Slope (%)	0.015	0.026	0.000	0.443
		CCTV (Number)	1.605	2.753	0.000	20.904

*Count the number of adjacent facilities/illegal parking based on the street segment unit (using QGIS nearest street attribute combination)

계를 확인하고자 상관관계 분석을 진행하였으며, 분석 결과 $r=.264(p<.000)$ 로 나타나 유의한 양의 상관관계를 보였다. 비록 상관관계의 강도가 낮은 상관성을 보여주고 있지만, 고령자의 심리적 부담감이

보행거리에 영향을 미치고 있음을 확인하였고, 나아가 심리적 요인만으로 설명될 수 없는 부분을 후술할 미시적 가로공간 분석을 통해 구체적 근거를 제시하고 있다.

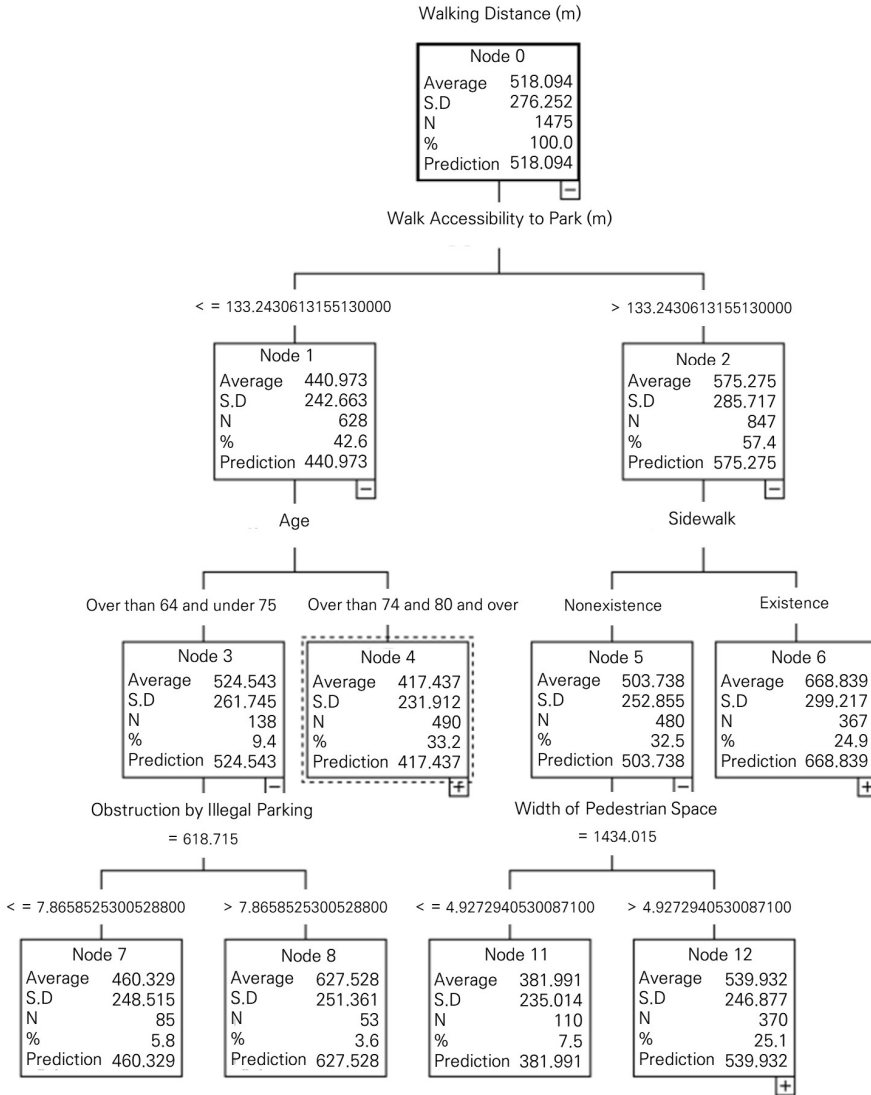


Fig. 2. Tree Regression: Cart

4.2 Cart 분석

분석 결과(Fig. 2 참조), 고령자의 경로 거리에 영향을 미치는 요인은 주변에 인접한 공원시설까지의 보행거리로 나타났다. 고령자는 인접한 공원시설까지의 거리가 135m 이내로 단거리이며, 연령대가 75세 이상(후기)으로 높을수록 이동 거리가 420m 정도 보행거리가 상대적으로 짧게 나타났다. 연령대가 74세 이하(전기)인 고령자는 공원시설까지의 거

리가 단거리더라도 불법 주정차의 밀도가 낮은 경우 보행거리가 150m 정도 더 길어지는 것으로 나타났다. 반면 공원까지의 거리가 직선거리 기준 130m를 벗어나는 경우 총 경로길이가 일반 보행자의 보행거리 기준(500m)을 넘어서는 것으로 나타났으며, 보도가 설치되지 않은 보차혼용 도로를 이용하는 경우보다 보도가 조성된 공간을 통행하는 경우 1.3배 정도 경로길이가 증가하는 것으로 나타났다. 또한 보

차혼용 도로의 폭이 5m 이하인 경우 고령자의 경로 길이가 400m 이하로 나타났으며, 5m 이상의 보차 혼용 도로를 이용하는 경우 경로길이가 140m 정도 더 증가하는 것으로 나타났다.

앞선 분석 결과를 통해 고령자의 전체 경로를 기준으로 세그먼트 단위의 물리적 요인을 적용했을 때 공원시설까지의 거리가 보행거리 결정에 첫 번째로 영향을 미치는 요소임을 확인하였다. 공원에 대한 근접성이 높아 이용의 편의성이 확보되는 경우 목적지까지의 평균 보행거리가 짧아지는 경향을 보였다. 공원에 대한 근접성 다음으로는 고령자의 연령대에 따라 보행거리의 차이를 보였는데, 이는 고령자의 경우 전기·후기냐에 따라 보행 한계 거리가 달라지기 때문이다. 실제로 다수의 연구에서 고령자의 연령대가 증가할수록 평균 보행거리가 짧아지는 것을 발견하였으며, 특히 Nicolson et al.(2021)는 75세를 기점으로 보행 한계 거리에 큰 변화를 보이는 것을 규명하였다(오성훈·이소민, 2024: 56). 고령자는 평균 83세를 전후로 활동반경이 거주 구역 이내로 상당히 제한되는 특성을 보였으며(Tsai et al., 2015), 85세 이상의 고령자들에게서 현저한 기능 저하가 관찰되었다(Peel et al., 2005; Schehl and Leukel, 2020; 오성훈·이소민, 2024: 56). 이러한 이유로 앞선 결과와 같이 고령자의 연령대가 두 번째로 영향을 미치는 요소임을 알 수 있다. 보행 한계 거리가 평균 500m 이상인 전기고령자(65세 이상 74세 이하)의 경우 불법 주정차의 밀도에 따라 보행거리가 달라졌는데, 불법 주정차의 밀도가 100m당 평균 7.8대 이하로 낮은 경우 보행거리가 증가하는 것을 확인하였다.

4.3 고령자의 보행거리 결정 영향요인 분석

고령자의 개별특성(성별, 관절질환, 연령), 이용특성(노드 수, 외부활동 시간), 가로의 물리적 특성(단독주택 밀도, 근린생활시설 수, 불법 주정차 밀도, 가

로의 경사도, 건물 높이, 도로 폭, 공원시설 거리, 가로 등/보안등 수)이 근린생활권 내 고령자의 보행거리에 미치는 영향을 확인하고자 다수준 혼합효과 회귀분석(Multilevel Mixed-effect regression)을 진행하였다. 종속변수인 고령자 보행거리에 대한 독립변수의 설명력은 21.1%(ICC=0.211)로 나타났고, 연구 모형은 적합한 것으로 확인되었다(Wald =1056.80, p0.000).

고령자의 보행거리에 미치는 영향에 관한 분석 결과는 Table 4와 같다.

분석 결과 첫 번째로, 개별 특성 중 관절질환(Coef.= -61.55, p0.000), 연령집단(Coef.= -55.740, p0.000), 성별(Coef.=33.736, p0.011)은 고령자의 보행거리 증가에 유의미한 영향을 미치는 것을 확인하였다. 즉 남성일수록, 관절질환이 없을수록, 연령대가 낮을수록, 보행거리는 증가하는 것으로 분석되었다. 이는 관절질환이 있는 경우 관절의 경직성이 높고 균형 능력이 저하되어 신체적 제약이 발생하고(Reynolds and Silverstein, 2003; Nicolson et al., 2021), 상대적으로 행동반경이 좁아지게 되어 심리적인 제약이 발생하면서 보행거리가 짧아지게 되는 것과 반대의 경우로 볼 수 있다. 고령층의 경우 75세를 전후로 보행 한계 거리에 큰 변화가 생기는데(Nicolson et al., 2021), 이보다 연령대가 낮은 전기고령자의 경우 이러한 제약에서 조금 더 자유로울 수 있기 때문이다.

두 번째로, 이용 특성 중 노드 수(Coef.=34.104, p0.000), 외부 활동 시간(Coef.= -7.918, p0.017)은 고령자 보행거리 증가에 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 즉, 목적지까지 방향 전환이 많아지고, 외부 활동 시간이 증가할수록 고령자의 보행거리는 증가하는 것으로 나타났다. 특히 노드 수는 고령자의 보행거리 증가에 유의미한 영향을 미쳤으며, 이는 목적지까지 경로에서 방향 전환이 많을수록 고령자가 더 많은 이동을 하게 됨을 시사한다. 노드 수가 많다는 것은 작은 블록과 짧은 가로를 이용

Table 4. Results of the Multilevel Mixed-Effect Regression Model

Category Level	Explanatory Variables	Coef.	S.E.	z	[95% Conf. Interval]	
Personal Characteristics	Gender (Ref=Female)	33.736**	13.277	2.54	7.714	59.758
	Arthritis (Ref=None)	-61.55***	10.744	-5.73	-82.607	-40.493
	Group of Age (Ref=Young-Old)	-55.740***	12.164	-4.58	-79.581	-31.899
Usage Characteristics	Node	34.104***	1.147	29.73	31.855	36.352
	Outdoor Activity Time (Daily Average)	-7.918**	3.331	-2.38	-14.446	-1.389
Street Characteristics	House (Density)	-16.998	11.623	-1.46	-39.779	5.783
	Residential Neighborhood Facilities	10.214	7.099	1.44	-3.701	24.129
	Obstruction By Illegal Parking	-13.208***	3.725	-3.55	-20.509	-5.907
	Longitudinal Slope by Street	34.937	90.286	0.39	-142.021	211.895
	Building Height	5.415	4.886	1.11	-4.163	14.992
	Width of Pedestrian Space (Included Pedestrian Mixed-Use Road)	-4.858	3.503	-1.39	-11.725	2.008
	Walk-Accessibility to Park (m)	0.374***	0.0999	3.74	0.178	0.569
	Street Lamp and Security CCTV	26.507***	7.858	3.37	11.105	41.909
	Constant	246.839***	35.123	7.03	177.999	315.679
Random-Effects Parameters	Variance (Constant)	95.737	9.925	-	78.133	117.308
	Variance (Segment)	185.306	4.020	-	177.592	193.355
	Intra-Class Correlation (ICC)	0.211	0.037	-	0.147	0.293
Test of Goodness of Fit of the Multilevel Model	Log Likelihood	-9917.507 (p<0.000)				
	LR Test vs. Linear Model	60.52				
	Wald χ^2	1056.80 (p<0.000)				
	Number of Observations	1,475				
	Number of Groups	377				

*** < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1

하고 있음을 나타내며, 경로선택의 다양성과 이동 거리가 증가할 가능성을 의미하는 것으로 이해할 수 있다.

세 번째로, 가로의 물리적 특성 중 가로등/보안등 (CCTV 포함)의 밀도(Coef.=26.507, p0.001), 불법 주차차 밀도(Coef.=-13.208, p0.000), 공원까지의 거리(Coef.=0.374, p0.000)는 고령자의 보행거리 증가에 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 공원과 같은 공공시설의 보도 접근성이 좋지

못한 경우 신체활동에 제약이 있는 고령자는 편리하고 안전한 가로를 선호하며(박효숙 외, 2017; 이소민·이명훈, 2022; 오성훈 외, 2023), 위험을 감수하지 않으려는 경향으로 인해 보행의 연결성과 연속성이 높은 가로는 고령자의 보행거리를 증가시킬 수 있기 때문이다(이소민·이명훈, 2022). 특히 불법 주차차의 밀도가 낮아질수록 고령자의 보행거리가 증가하는 것을 확인하였는데, 불법 주차차의 밀도가 낮아 보행 편의성을 확보할 수 있는 경우 보행거리가

증가할 수 있기 때문이다. 이는 보차가 분리되지 않은 이면도로 내 불법 주정차는 고령자의 사고 위험을 높이고, 독립된 보행을 할 수 없게 공간의 단절시키는 요소로 작용하기 때문이다. 또한 주거지역 내 가로등/보안등(CCTV 포함)이 설치된 가로는 어린 이보호구역이나 공공시설 또는 도로의 위계가 높은 공간으로 최소한의 안전이 보장되는 환경이 조성되어 있는 경우가 높아 보행거리를 증가시킬 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 고령자의 외출 스트레스와 보행거리 간의 상관관계를 규명하고, 공간 차원에서 물리적 환경요인이 고령자의 보행거리에 미치는 영향을 미시적 가로공간 단위의 실증분석을 통해 검토하였다.

첫째, 고령자의 개별 특성 요인을 분석한 결과, 성별, 관절질환 유무, 연령집단이 보행거리 증가에 유의미한 영향을 미치는 것을 확인하였다. 구체적으로 남성일수록, 관절질환이 없을수록, 연령대가 낮을수록 보행거리가 증가하는 경향을 보였다.

둘째, 고령자의 활동 특성을 분석한 결과, 노드 수와 외부활동 시간이 보행거리 증가에 유의미한 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 구체적으로, 노드 수가 많을수록, 외부 활동 시간이 길어질수록 고령자의 보행거리가 증가하는 경향을 보였다.

셋째, 가로의 물리적 특성을 분석한 결과, 불법 주정차 밀도, 공원까지의 거리, 가로등/보안등(CCTV 포함)의 밀도가 보행거리 증가에 유의미한 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 구체적으로, 불법 주정차 밀도가 낮을수록, 공원까지의 거리가 가까울수록, 가로등/보안등 밀도가 높을수록 고령자의 보행거리가 증가하는 경향을 보였다.

종합적으로, 본 연구는 고령층의 보행 환경 개선 필요성을 제시하고, 고령자의 개인 특성을 기반으로 하여 공원시설 접근성 등 물리적 특성이 고령자의

보행거리 결정에 중대한 영향을 미친다는 점에서 향후 정책 개발에 중요한 기초자료로 활용될 수 있음을 강조한다. 그러나 연구의 결과는 특정 지역에 국한된 분석이라는 한계를 지니고 있어, 향후 다양한 지역적 특성을 고려한 후속 연구가 필요하며, 고령자의 보행거리뿐만 아니라 스트레스 강도 및 개인 특성을 포함하여 삶의 질과 건강에 미치는 영향을 종합적으로 분석하는 방향으로 연구가 확장될 필요가 있다.

참고문헌

1. 강현미·박소현(2009), “구릉지 아파트단지의 보행환경특성에 관한 연구: 보행약자의 이동을 중심으로”, 『대한건축학회논문집』, 25(6): 187~196.
2. 김승남·이소민(2016), 「가로단위 보행환경 평가체계 개발 연구」, 세종: 건축도시공간연구소.
3. 김용진·안건혁(2012), “노인의 주요 근린시설별 이용권 도출에 관한 연구”, 『대한건축학회 논문집: 계획계』, 28(5): 215~222.
4. 김진우·이성미·한민정(역)(2008), 「삶이 있는 도시 디자인」(초판 3쇄), 서울: 푸른솔(Jan Gehl (1971), *Life between Buildings: Using Public Space*, Washington, DC: Island Press).
5. 남궁은하(2023), “지역사회자원 접근성이 노년기 주관적 건강에 미치는 효과: 사회·경제적특성에 따른 차이”, 『Health & Welfare』, 25(2): 7~36
6. 노시학(1994), “서울시 노령인구의 통행패턴 분석”, 『한국노년학』, 14(2): 1~16.
7. 노시학·양은정(2011), “서울시 이동가능 고령인구의 주요 통행패턴과 노인 지하철 무임승차제도에 대한 인식”, 『국토지리학회지』, 45(4): 545~557.
8. 문화체육관광부(2021), 「2021 국민여가 활동조사」, 세종: 문화체육관광부.
9. 박철영·이수기(2016), “가로환경 특성이 보행자 교통사고에 미치는 영향 분석: 가로 세그먼트 분석단위와 공간통계모형의 적용”, 『도시설계』, 17(3): 105~121.
10. 박효숙·정연준·이경환(2017), “노인들의 보행경로와 외부활동에 영향을 미치는 근린환경 특성에 대한

- 실증분석: 서울시 녹변동을 대상으로, 「도시설계」, 18(6): 17~35.
11. 성현곤·고두환·최창규·천상현(2014), “주거지 근린 환경과 개인의 보행활동의 연관성 재검증: 서울시 149 개 행정동을 대상으로”, 「국토계획」, 49(1): 81~94.
12. 오성훈·박수조·이소민(2023), “근린보행환경에 대한 고령자의 주관적 인식이 외출 스트레스에 미치는 영향에 관한 실증연구”, 「국토계획」, 58(4): 101~118.
13. 오성훈·이소민(2024), “고령자의 신체적 제약, 보행 환경에 대한 인식이 고령자 우울감에 미치는 영향”, 「도시설계」, 25(1): 53~70.
14. 오용준·윤갑식(2012), “사회적 약자를 고려한 도시 계획요소에 관한 연구: 국토계획법상 도시계획을 중심으로”, 「도시설계」, 13(4): 51~64.
15. 유제현·양병선(2023), “도시 보행환경 분석을 통한 연령 계층별 공원 접근성 분석”, 「Recreation and Landscape」 17(4): 75~81.
16. 이민아·이영심(2000), “서울지역 노인들의 근린시설 이용실태와 근접정도에 대한 분석”, 「한국주거학회지」, 11(2), 37~49.
17. 이새롬·박인권(2020), “정주환경 포용성이 고령층의 정신건강에 미치는 효과”, 「한국지역학회」, 36(4): 3~23.
18. 이새롬·박인권(2022), “고령자 관점에서 본 주거환경 포용성: 이론적 개념화와 서울시 고령자의 경험”, 「공간과 사회」, 32(3): 62~105.
19. 이세영·이제승(2014), “어린이·노인 보행자 교통안전을 위한 근린환경요인”, 「도시설계」, 15(6): 5~15.
20. 이소민(2022), “주거지 근린환경이 보행취약계층별 통행 만족도와 경로선택에 미치는 영향”, 박사학위논문, 한양대학교.
21. 이소민·이명훈(2021), “생애주기별 사회적 약자의 보행환경 만족도 영향요인 연구: 근린생활권에서의 보행친화도와 보행네트워크를 중심으로”, 「도시설계」, 22(4): 17~34.
22. 이소민·이명훈(2022), “보행취약계층의 비 최단경로선택에 영향을 미치는 주거지보행환경 특성에 관한 연구”, 「국토계획」, 57(3): 96~112.
23. 이수기·이윤성·이창관(2014), “보행자 연령대별 보행만족도에 영향을 미치는 가로환경의 특성분석”, 「국토계획」, 49(8): 91~105.
24. 이현정·박정호(2023), “인구감소 시대의 초고령 사회의 지속가능한 삶으로서 스마트 에이징의 개념과 모형에 관한 탐색적 연구”, 「LHI Journal」, 14(4): 1~6.
25. 정연준·박주현·이경환(2020), “GPS 데이터를 활용한 신도시 노인들의 적정 근린생활권 규모 추정: 성남시 분당구 야탑 3동을 대상으로”, 「도시설계」, 21(1): 85~101.
26. 정유선·최막중(2014), “노인의 일상 여가장소로서 도심공원 방문 결정요인: 규모와 거리효과를 중심으로”, 「국토계획」, 49(1): 51~62.
27. 조남건(2011), “고령화에 따른 통행특성 조사연구”, 세종: 국토연구원.
28. 조현주·이순주(2019), “보행적 측면에서 노인친화형 공원의 유치거리 도출 및 녹지서비스 지역 평가-보행자 측면 중심으로”, 「한국조경학회지」, 47(1): 1~9.
29. 통계청(2019), “장래인구특별추계(2017-2067)”, 대전.
30. 황금희·김승렬(2016), “노인의 사회활동 중심성과 핵심요인 분석: 근린시설 이용을 중심으로”, 「지방정부연구」, 20(1): 375~401.
31. Abbasi, S., J. Ko and J. Kim (2022), “Carsharing Travel Distance and Its Associated Factors: A Case Study of Seoul, South Korea”, *Journal of Cleaner Production*, 362: 132380.
32. Banister, D. and A. Bowling (2004), “Quality of Life for the Elderly: the Transport Dimension”, *Transport Policy*, 11: 105~115.
33. Bhat, C. and H. Zhao (2002), “The Spatial Analysis of Activity Stop Generation”, *Transportation Research Part B: Methodological*, 36(6): 557~575.
34. Borst, H. C., S. I. de Vries, J. M. Graham, J. E. van Dongen, I. Bakker and H. M. Miedema (2009), “Influence of Environmental Street Characteristics on Walking Route Choice of Elderly People”, *Journal of Environmental Psychology*, 29(4): 477~484.
35. Bottai, M., N. Salvati and N. Orsini (2006), “Multi-level Models for Analyzing People’s Daily Movement Behavior”, *Journal of Geographical Systems*, 8: 97~108.
36. Buffel, T., C. Phillipson and T. Scharf (2012), “Ageing in Urban Environments: Developing Age-Friendly Cities”, *Critical Social Policy*, 32(4): 597~617.

37. Camdeviren, H. A., A. C. Yazici, Z. Akkus, R. Bugdayci and M. A. Sungur (2007). "Comparison of Logistic Regression Model and Classification Tree: An Application to Postpartum Depression Data", *Expert Systems with Applications*, 32(4): 987~994.
38. De'ath, G. and K. E. Fabricius (2000), "Classification and Regression Trees: A Powerful Yet Simple Technique for Ecological Data Analysis", *Ecology*, 81(11): 3178~3192.
39. Duncan, C. and K. Jones (2000). "Using Multilevel Models to Model Heterogeneity: Potential and Pitfalls", *Geographical Analysis*, 32(4): 279~305.
40. Giles-Corti, B., M. H. Broomhall, M. Knuiman, C. Collins, K. Douglas, K. Ng, A. Lange and R. J. Donovan (2005), "Increasing Walking: How Important is Distance to, Attractiveness, and Size of Public Open Space?", *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2): 169~176.
41. Glass, T. A. and J. L. Balfour (2003), *Neighborhoods, Aging, and Functional Limitations, Neighborhoods and Health*, Oxford: Oxford University Press.
42. Hjorthol, R. (2013), "Transport Resources, Mobility and Unmet Transport Needs in Old Age", *Ageing and Society*, 33(7): 1190~1211.
43. Kerr, J., D. Rosenberg and L. Frank (2012), "The Role of the Built Environment in Healthy Aging: Community Design, Physical Activity, and Health among Older Adults", *Journal of Planning Literature*, 27(1): 46~60.
44. Li, L. and B. P. Loo (2017), "Mobility Impairment, Social Engagement, and Life Satisfaction among the Older Population in China: A Structural Equation Modeling Analysis", *Quality of Life Research*, 26(5): 1273~1282.
45. Metz, D. H. (2000), "Mobility of Older People and Their Quality Of Life", *Transport Policy*, 7: 149~152.
46. Nicolson, P. J. A., M.T. Sanchez-Santos, J. Bruce, S. Kirtley, L. Ward, E. Williamson and S. E. Lamb (2021), "Risk Factors for Mobility Decline in Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Literature Review", *Journal of Aging and Physical Activity*, 29(6):1053~1066.
47. Páez, A., D. Scott, D. Potoglou, P. Kanaroglou and K. B. Newbold (2007), "Elderly Mobility: Demographic and Spatial Analysis of Trip Making in the Hamilton CMA", *Urban Studies*, 44(1): 123~146.
48. Peel, C., P. Sawyer Baker, D. L. Roth, C. J. Brown, E. V. Brodner and R. M. Allman (2005), "Assessing Mobility in Older Adults: the UAB Study of Aging Life-Space Assessment", *Physical Therapy*, 85(10): 1008~1119.
49. Reynolds, S. L. and M. Silverstein, (2003), "Observing the Onset of Disability In Older Adults", *Social Science & Medicine*, 57(10): 1875~1889.
50. Rosso, A. L., T. H. Grubestic, A. H. Auchincloss, L. P. Tabb and Y. L. Michael (2013), "Neighborhood Amenities and Mobility in Older Adults", *American Journal of Epidemiology*, 178(5): 761~769.
51. Saelens, B. E., J. F. Sallis, and L. D. Frank (2003). "Environmental Correlates of Walking and Cycling: Findings from the Transportation, Urban Design, and Planning Literatures", *Annals of Behavioral Medicine*, 25(2): 80~91.
52. Schehl, B. and J. Leukel (2020), "Associations between Individual Factors, Environmental Factors, and Outdoor Independence in Older Adults", *European Journal of Ageing*, 17: 291~298.
53. Tsai, L. T., E. Portegijs, M. Rantakokko, A. Viljanen, M. Saajanaho, J. Eronen and T. Rantanen (2015), "The Association between Objectively Measured Physical Activity and Life-Space Mobility Among Older People", *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(4): e368~e373.
54. Vayssières, M. P., R. E. Plant and B. H. Allen-Diaz (2000), "Classification Trees: An Alternative Non-Parametric Approach for Predicting Species Distributions", *Journal of Vegetation Science*, 11(5): 679~694.
55. Von Bonsdorff, M., T. Rantanen, P. Laukkanen, T. Suutama and E. Heikkinen (2006), "Mobility Limitations and Cognitive Deficits as Predictors of Institutionalization among Community-dwelling Older People", *Gerontology*, 52(6): 359~365.
56. Wang, S., E. H. K. Yung, W. M. Jayantha and E. H. W. Chan (2023), "Elderly's Intention and Use Behavior of Urban Parks: Planned Behavior Perspective",

- Habitat International*, 134: 102780.
57. WHO (2015), *Measuring the Age-Friendliness of Cities: A Guide to Using Core Indicators*, Geneva: World Health Organization
 58. Yue, Y., D. Yang, N. Owen and D. Van Dyck (2022), "The Built Environment and Mental Health among Older Adults in Dalian: The Mediating Role of Perceived Environmental Attributes", *Social Science & Medicine*, 311: 115333.
 59. 건축공간연구원, "드론항공촬영 데이터: 현장조사, 2023.2.20.-22. 항공촬영", 건축공간연구원 내부자료 AURI, "Drone Aerial Photography Data: Field Survey, Field Acquisition February 20-22, 2023", Utilization of AURI Internal Data. (in Korean)
 60. 서울특별시 빅데이터 캠퍼스, "서울시 불법 주정차 단속 위치정보 공간데이터(2017)", 2021.3.14 읽음. <https://bigdata.seoul.go.kr/main.do>. Seoul Metropolitan Government Big Data Campus, "Seoul City Illegal Parking Enforcement Location Information Spatial Data (2017)", Accessed March 14, 2021. <https://bigdata.seoul.go.kr/main.do>. (in Korean)
 61. 행정안전부, "공공데이터포털(2023)", 2023.3.20a 읽음. <https://www.data.go.kr/>. Ministry of the Interior and Safety, "Public Data Portal (2023)", Accessed March 20, 2023a. <https://www.data.go.kr/>. (in Korean)
 62. 행정안전부, "도로명주소(2023)", 2023.3.14b 읽음. <https://www.juso.go.kr/openEngPage.do>. Ministry of the Interior and Safety, "Road Name Address DB (2023)", Accessed March 14, 2023b. <https://www.juso.go.kr/openEngPage.do>. (in Korean)

요 약

본 연구는 고령자의 경로 거리에 영향을 미치는 요인을 분석하여, 주변 공원시설까지의 보행 접근성이 고령자의 보행거리 결정에 미치는 영향을 규명하였다. 분석 결과, 75세 이상의 후기 고령자는 인접한 공원시설까지의 거리가 135m 이내일 때 평균 이동 거리가 420m로 나타났으며, 이는 고령자의 이동 한계와 관련이 있음을 보여준다. 반면, 74세 이하의 전기 고령자는 불법 주정차 밀도가 낮을 경우 보행거리가 약 150m 더 증가하였다. 또한, 공원시설까지의 거리가 130m를 초과할 경우 고령자의 경로 길이는 일반 보행자 기준인 500m를 초과하며, 보도가 없는 보차혼용 도로를 이용할 때 경로 길이가 1.3배 증가하였다. 보차혼용 도로의 폭이 5m 이하일 때 경로 길이는 400m 이하로 제한되지만, 5m 이상의 도로를 이용할 경우 약 140m 증가하는 경향을 보였다. 이 연구는 공원시설에 대한 접근성이 고령자의 보행 거리 결정에 있어 중요한 요소임을 확인하였으며, 연령대에 따른 이동 한계 차이도 주요한 영향을 미친다는 것을 시사한다. 향후 연구에서는 이러한 요인들을 고려하여 고령자의 안전하고 편리한 보행 환경 조성을 위한 정책적 제언이 필요할 것으로 보인다.

주제어: 고령자, 도보거리, 미시적 가로공간, 외출 스트레스