

프롬프트를 활용한 보행자 안전행동 증진 효과 분석

최지한¹ · 임성준² · 오세진^{3*}

¹도로교통공단 교통과학연구원 선임연구원, ²중앙대학교 심리학과 연구원/강사, ³중앙대학교 심리학과 교수

A Behavioral Approach to Increase Pedestrian Safety Behavior: Examining the Effects of Prompting Strategies

CHOI, Jihan¹  · LIM, Sungjun²  · OAH, Shezeen^{3*} 

¹Senior Researcher, Traffic Science Institute, Road Traffic Authority, Wonju 26466, Korea

²Researcher/Lecturer, Department of Psychology, Chung Ang University, Seoul 06974, Korea

³Professor, Department of Psychology, Chung Ang University, Seoul 06974, Korea

*Corresponding author: shezeen@cau.ac.kr

Abstract

Even now, pedestrian safety remains a serious concern in South Korea. Pedestrians accounted for almost 40% of traffic deaths over the last few years. Pedestrian safety has been addressed in previous studies or policies, but there is a lack of literature concerning direct intervention on pedestrian safety behavior. Hence, the objectives of this study were: 1) to evaluate the effects of a prompt, which is one of the behavioral approaches to promote pedestrian safety behavior; 2) to compare the effects of two types of prompts, timely prompt and non-timely prompt. We used an LED sign to deliver messages about three key behaviors for safe crossing procedures, and the prompting strategies were applied according to the timeliness of message delivery. Compared to the baseline, the percentage of pedestrian safety behavior increased when using both types of prompts, but prompting strategies did not make a difference in its effectiveness. Findings suggest that prompts for pedestrian safety behavior were effective, but further consideration for prompting strategies is necessary.

Keywords: behavioral approach, crossing behavior, pedestrian safety, prompts, timeliness

초록

국내 보행자의 안전 수준은 OECD 회원국 중 최하위에 머무른다. 현재 보행자 안전향상을 위한 법·제도 마련, 공학적·환경적 설계 등 다양한 접근이 이루어지고 있으나, 보행자 행동에 대한 직접적인 개입은 시도되지 않았다. 이에 본 연구는 보행자 안전 향상을 위한 대안으로 행동분석적 접근을 도입하여 프롬프트 적용이 보행자 안전행동에 미치는 영향을 검증하였다. LED 전광판을 이용하여 횡단 절차에 따른 세 가지 안전행동에 대한 프롬프트를 제시하였고, 프롬프트 제시의 적시성에 따라 적시적 프롬프트와 비적시적 프롬프트로 구분하여 적용하였다. 연구 결과, 프롬프트를 적용하지 않은 기저선에 비해 프롬프트를 적용한 처치 단계에서 보행자 안전행동 비율이 유의하게 높은 것으로 나타났으나, 처치 단계 내 두 프롬프트 제시 유형 간 효과 차이는 나타나지 않았다. 따라서 프롬프트 처치가 보행자의 안전행동을 증가시키는 데 효과적이라고 할 수 있으나, 프롬프트 제시 유형 간 특성을 명확하게 밝히기 위한 후속 연구가 진행될 필요가 있다.

J. Korean Soc. Transp.
Vol.39, No.4, pp.464-473, August 2021
<https://doi.org/10.7470/jkst.2021.39.4.464>

pISSN : 1229-1366
eISSN : 2234-4217

ARTICLE HISTORY
Received: 6 May 2021
Revised: 24 May 2021
Accepted: 28 June 2021

Copyright ©
Korean Society of Transportation

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

주요어: 보행자 안전, 횡단보도, 프롬프트, 적시적 프롬프트, 비적시적 프롬프트

서론

교통안전 향상을 위한 다양한 노력에도 불구하고, 국내 도로교통 환경에서 보행자의 안전은 여전히 취약한 상황이다. 최근 5년간 국내 교통사고 자료를 분석한 결과, 전체 교통사고 사망자 중 보행자가 차지하는 비중은 약 40%로 나타났으며(MOLIT, 2020), 보행자 사망자 수는 OECD 국가 평균의 3.3배에 달하는 3.3명으로 최하위 수준에 머무른다(KoROAD, 2019). 보행자 안전을 위협하는 주요 원인으로는 운전자의 부주의와 미흡한 양보의식이 있다. 한국교통안전공단의 조사에 따르면, 운전자가 차량을 정차하여 보행자에게 횡단을 양보한 비율은 제한속도 30km/h인 도로에서 20.0%, 제한속도 50km/h인 도로에서는 2.5%에 불과한 것으로 나타났다(KOTSA, 2019).

그러나 보행자 안전을 위협하는 또 다른 원인은 보행자의 불안전 행동에 있다. 2015년부터 2019년까지 전체 보행자 사망자 중 무단횡단이 원인이 된 사례는 약 38%를 차지했으며, 특히 횡단보도 내 사망자는 전체 보행 사망자의 21.7%를 차지한다(TAAS). 국내 보행자 행동에 대한 현황을 조사한 결과, 전체 보행자의 20.3%가 횡단보도 통행 중 주의분산 행동을 보이며, 횡단 전 좌우를 확인하는 보행자는 15.2%에 불과했다(Samsung Traffic Safety Research Institute, 2018). 미국 주정부 고속도로 안전협회(Governors Highway Safety Association, GHSA)는 미국 내 보행자 사망자 수가 지속적으로 감소하다가 2009년을 기점으로 현재까지 계속해서 증가하는 것으로 보고했다. 이러한 사고 증가의 주된 원인은 스마트폰 사용 급증에 따른 주의분산 행동의 증가로 분석되었다(GHSA, 2020). 국내외 보행자 교통사고의 현황을 고려할 때, 보행자 안전 향상을 위해 운전자뿐만 아니라 보행자 행동에 대한 직접적인 개입이 모색되어야 할 필요가 있다.

본 연구는 보행자 안전행동을 증진을 위한 직접적인 개입 방안으로 프롬프트(Prompt)를 활용하였다. 프롬프트는 행동분석적 처치 중 하나로, 특정 반응에 선행하여 바람직한 행동이 일어나도록 돕는 자극을 의미한다(Kazdin, 1977). 본 연구의 목적은 프롬프트의 제시 유무 및 프롬프트의 제시 유형에 따라 보행자 안전행동에 미치는 영향을 검증하는 것이다.

선행연구 고찰

보행자 안전 향상을 위해 시행되는 기존의 정책 및 연구는 주로 공학적·환경적 측면에서 이루어졌다. 정부에서는 보행환경개선지구 및 보행자우선도로를 지정하여 안전한 보행환경을 조성하고자 하였으며, ‘2020 보행자 교통안전 종합대책’을 추진하여 교통사고 사망자를 줄이기 위한 다양한 대책을 제시하였다. 대표적으로, 최근 도로교통법 개정으로 시행되는 ‘안전속도 5030’ 사업은 도시부도로 내 차량의 주행속도 감소를 통한 보행자의 안전 확보를 목적으로 한다. Son et al.(2019)은 이러한 ‘안전속도 5030’ 사업의 효과평가를 위한 연구를 수행하였으며, 단순 비교방법과 비교그룹 방법, 경험적 베이스 방법을 이용하여 사고감소 효과를 분석한 결과 사고감소 등 안전성 측면에서 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다.

국내 주요 교통연구 또한 교통안전 시설 및 시스템 또는 환경 개선 등 다양한 공학적·환경적 접근을 통해 보행자 안전을 향상시키는 것에 초점을 두고 있다. Kim and Yeo(2019)는 보행자의 이동거리 및 충돌 확률 감소를 목적으로 미래 보행환경 예상 점유지도를 개발하였고, 이를 통해 보행자 계획 경로들의 예상 충돌 확률을 산정하였다. Seo et al.(2019)은 어린이 보행 안전 확보를 위해 어린이 보호구역에 점멸형 속도제한표지를 도입하여 그 효과를 검증하였다. 이외에도 보행자 특성을 고려한 예측형 보행자 충돌 경고 서비스 개발(Ka et al., 2019), 정보통신기술(ICT) 기반 횡단보도용 교통안전 통합시설물 개발(Cho et al., 2017) 등 보행자 안전을 위한 다양한 연구가 수행되었다. 이러한 공학적·환경적 측면의 접근은 안전시설 및 시스템을 통해 운전자의 불안전행동을 사전에 차단하여 보행자 안전을 확보할 수 있다. 그러나 보행자 행동 또한 사고의 큰 원인으로 작용할 수 있기 때문에, 이에 대한 직접적인 개입

이 이루어지지 않아 그 효과가 제한적일 수 있다.

보행자 행동에 직접적인 개입을 시도하기 위한 하나의 대안으로 행동분석적 접근(behavioral approach)을 들 수 있다. 행동분석적 접근은 안전 또는 불안전행동에 대한 피드백(feedback), 보상(incentive), 훈련(training), 목표설정(goal-setting) 등 행동 변화를 목표로 하는 다양한 처치 기법을 활용한다. 이러한 처치 기법은 행동주의 심리학에 기반한 ABC(Antecedents-Behavior-Consequences) 모델로 설명될 수 있다. 행동의 ABC모델은 행동의 과정을 이해하기 위한 단계적인 접근으로, ABC는 각각 행동을 유도하는 선행자극(Antecedents), 실제로 이루어지는 가시적인 행동(Behavior), 행동으로부터 직접적으로 나타난 결과(Consequences)를 의미한다. 따라서 행동 변화를 위한 처치는 행동 절차상 개입 순서에 따라 크게 선행자극과 결과 기반으로 구분된다. 두 처치 유형을 비교한 선행연구에 따르면, 피드백이나 보상과 같은 결과 기반의 처치가 훈련, 목표설정과 같은 선행자극 기반의 처치보다 더 효과적인 것으로 나타났다(e.g., Hantula et al., 1991; Squires et al., 2007). 그러나 특정 환경에서는 결과 기반의 처치를 사용하는 것이 제한적일 수 있다. 교통 환경의 경우, 불특정 다수가 처치 대상이며, 이들은 한 지점에 머물지 않고 이동하기 때문에 결과를 제시하기 위한 시간을 확보하기 어려우며, 따라서 선행자극 기반의 처치를 적용하는 것이 적합하다.

선행자극 기반의 처치 기법으로 가장 빈번하게 적용되는 처치는 프롬프트(Prompt)이다. 프롬프트는 특정 반응에 선행하여 바람직한 행동이 일어나도록 돕는 자극을 의미한다(Kazdin, 1977). 교통안전과 관련된 행동분석 연구는 다양한 유형의 프롬프트 처치를 활용하였다. Dixon et al.(2014)은 운전자의 제한속도 준수율을 높이기 위한 처치로 무인경찰차(i.e., 프롬프트)와 스피드 트레일러(i.e., 즉각적 피드백)와 경찰 단속(i.e., 처벌)의 상대적 효과를 검증하였고, 무인경찰차를 이용한 프롬프트 처치가 다른 두 처치보다 높은 효과를 나타낸 결과를 얻었다. Crowley-Koch et al.(2011)은 횡단보도에서 보행자에 대한 운전자의 양보행동을 평가하였고, 보행자의 손을 머리 위로 드는 행동과 팔을 앞으로 뻗는 행동의 두 가지 프롬프트 효과를 검증했다. 연구 결과, 두 프롬프트 모두 효과적이었으나 손을 머리 위로 드는 행동이 팔을 앞으로 뻗는 행동보다 더 효과적이었다. 이와 달리, 문자나 그림이 포함된 표지(sign) 형태의 프롬프트를 적용한 연구 또한 존재하며, 전달 방식, 메시지 유형 등에 있어서 다양한 방식으로 이루어졌고, 대부분의 연구에서 그 효과가 증명되었다(e.g., Geller et al., 1985; Cox et al., 2000; Cox and Geller, 2010)

한편, Geller et al.(1982)은 프롬프트를 효과적으로 적용하기 위해 다음 세 가지 요건을 충족해야 한다고 주장했다. 첫째, 프롬프트를 적용하는 상황은 대상 행동(target behavior)이 쉽게 나타날 수 있는 상황에 한한다. 예를 들어, 사무직 종사자의 근골격계 질환 예방을 위해 '30분간 운동을 하라'는 메시지보다 '올바른 자세를 유지하라'는 메시지를 제시하는 것이 더 효과적일 수 있다. 둘째, 프롬프트는 목표 행동을 구체적으로 언급해야 한다. 예를 들면, 질병 예방을 위해 사람들에게 '위생 관리를 철저히 하라'는 메시지보다 '30초간 손을 씻으라'는 구체적인 메시지가 더 효과적일 수 있다. 셋째, 프롬프트는 반응이 나타날 수 있는 시간적·공간적 기회에 근접하게 제시되어야 한다. 예를 들면, 전등을 끌 것을 요청하는 프롬프트는 전등 스위치 근처에 있어야 하고, 안전벨트 착용을 요청하는 프롬프트는 운전자가 차량에 탑승할 때 전달되어야 한다. 이와 관련하여, Austin et al.(1993)은 재활용 행동을 증가시키기 위해 물리적 공간에 근접하게 제시되는 프롬프트를 제시할 때(즉, 수거함 바로 위)와 4m 떨어진 곳에 제시할 때의 효과 차이를 비교한 결과, 프롬프트가 공간적으로 근접하게 제시되었을 때 더 효과적이라는 것을 발견했다.

앞서 언급한 선행연구와 같이, 표지를 이용한 프롬프트는 보행자의 안전행동을 증가시키기 위한 연구(Van Houten et al., 1985)에도 적용되었다. Van Houten 등의 연구는 보행자가 횡단을 하기 전부터 횡단을 마칠 때까지 따라야 하는 안전행동 절차가 순서대로 제시된 표지를 횡단보도 주변에 설치하였다. 연구 결과, 표지 설치 이후 보행자의 안전행동 비율은 처치가 적용된 두 장소에서 기저선 0.4%, 0.9%에서 처치 단계 13%, 13.4%로 증가하였다. Van Houten 등은 이러한 처치가 투입 비용대비 효과적이었으며, 다른 처치에 비해 강제성이 없기 때문에 보행자들의 처치 수용도 또한 높았다고 주장하였다.

그러나 Van Houten et al.(1985)을 포함한 교통안전 관련 연구에서는 프롬프트의 제시의 시간적·공간적 근접성에 따른 효과 검증이 시도되지 않았다. 다시 말하면, Van Houten 등의 연구에서는 프롬프트의 제시가 공간적으로

는 근접하게 이루어졌으나, 공간적 근접성이 조작되어 프롬프트의 위치 및 보행자와의 거리에 따른 상대적 효과가 비교되지는 않았다. 또한 시간적 근접성에 있어서는 올바른 횡단 행동과 관련된 일련의 메시지가 한꺼번에 제시되어 시간적 근접성의 차이에 따른 상대적 효과에 대한 검증이 이루어지지 않았다. 즉, 연구자들은 바람직한 횡단 행동이었던 손들기, 건너기 및 차량 확인 행동 등에 필요한 메시지를 각각의 행동에 따로 제시한 것이 아니라, 한꺼번에 제시하여 프롬프트의 제시가 각 행동에 대한 시간적 근접성에 있어서 충분하지 못했다.

이에 본 연구는 Van Houten et al.(1985)의 프롬프트 제시 방식을 개선하여, 횡단절차별 각 행동에 대한 프롬프트를 순차적으로 근접하게 제시함으로써 프롬프트에 의한 즉각적인 반응의 발생을 보다 효과적으로 유도하고자 하였다. 본 연구의 목적은 프롬프트 메시지가 보행자 안전행동 증진에 미치는 영향을 검증하는 것과 동시에, 보행자 횡단 행동의 각 절차에 대한 근접성에 따라 적시적 프롬프트(timely prompts)와 비적시적 프롬프트(non-timely prompts)로 구분되는 프롬프트 제시 방식에 따른 효과성을 비교하는 것이다.

연구방법

1. 참가자 및 환경

실험 장소는 관찰 및 측정의 용이성과 보행자 교통사고 발생이력을 고려하여 선정하였다. 서울시 동작구 소재 C 대학 후문에 인접한 2차로 횡단보도에서 실험을 진행하였으며, 2015년부터 2018년까지 차대사람 교통사고가 해마다 2-3건 발생한 곳이었다(TAAS). 해당 장소는 삼거리 교차로에 위치한 횡단보도 중 하나로, 양측 보도 끝에 우측 화살표가 그려진 두 줄의 횡단보도였다. 횡단보도 좌측으로는 좌·우회전이 가능한 차로가 있고, 측정대상의 횡단방향 건너편 차로는 비보호 좌회전이 가능했으며, 건너편 좌측으로는 마을버스 정류장이 있었다(Figure 1).

실험 참가자는 Figure 1에 표시된 횡단방향으로 횡단을 하는 보행자를 대상으로 하였다. 다만, 이미 녹색 신호가 들어온 상황에서 횡단보도에 진입한 보행자는 프롬프트를 처음부터 제공받지 않았기 때문에 측정 대상에서 제외하였다.



Figure 1. Experimental setting

2. 목표 행동 및 측정

보행자 안전 향상을 위한 핵심 행동을 파악하기 위해 경찰청 ‘방어보행 3원칙’ 및 행정안전부의 보행자 안전수칙을 참고하였고, 사전 실험을 거친 후 다음 3가지 보행자의 행동을 목표 행동으로 설정하였다: 1) 횡단보도 신호 대기 중 노란색 점자블록을 넘지 않는다. 2) 녹색 불이 켜지면 고개를 돌려 차량을 확인한다. 3) 횡단보도 우측으로 보행한다. 이와 같은 세 가지 목표 행동에 대한 측정은 각 횡단 절차별로 이루어졌다.

구체적인 측정 기준은 다음과 같다. 우선 횡단 대기 단계에서 보행자가 신호를 대기하는 동안 보행자의 발이 점자 블록 안으로 들어오거나 넘어서지 않는 경우를 안전 행동으로 간주하였다. 횡단 시작 단계에서는 녹색 불이 켜진 후 보행자가 횡단보도로 진입하기 전 혹은 진입을 시작하면서 고개를 돌려 차량을 확인하는 행동을 안전행동으로 간주하였다. 보행자가 다른 일행과 대화하기 위해 고개를 돌리거나 차량이 오는 방향이 아닌 다른 곳을 바라보는 것은 안전행동에 포함시키지 않았다. 횡단 중 단계에서는 보행자가 횡단보도 우측으로 횡단을 진행하고 중앙선을 넘어선 이후에는 횡단보도 내에서 통행하는 것을 안전행동으로 간주하였고, 횡단보도 좌측 통행 또는 횡단보도를 중간에 이탈하는 경우는 안전행동에 포함시키지 않았다.

본 연구의 종속변수는 이러한 세 가지 목표 행동 각각에 대한 안전행동의 비율로 정의하였다:

$$\frac{\text{the number of pedestrians in compliance with safety behavior}}{\text{total number of pedestrians}} \times 100$$

3. 실험도구 및 독립변수

보행자에게 프롬프트 메시지를 전달하기 위한 도구로 고휘도 LED 전광판을 사용하였다. 전광판은 이동이 가능한 형태로 주문 제작하였으며, 외장케이스의 크기는 가로·세로·높이 250mm·220mm·1420mm이었으며, 전광판 면적은 가로 160mm, 세로 960mm의 1단 6열로 제작되었다. 실험장소에서 전광판은 보행자가 프롬프트를 쉽게 확인할 수 있도록 횡단보도 맞은 편 즉, 관찰지점 쪽의 횡단보도 끝 중앙에 위치시켰다(Figure 2).

본 연구의 독립변수는 프롬프트 제시 유무 및 프롬프트 제시 유형으로 구성되었다. 프롬프트 제시 유형은 적시적 프롬프트와 비적시적 프롬프트로 구분되며, 각 횡단 절차에서 보행자의 안전행동을 유도하기 위해 “한발물러서요”, “양옆을 살피요”, “우측통행해요”라는 세 가지 메시지를 포함했다(Figure 3). 구체적으로, 적시적 프롬프트는 횡단 절차에 따라 각 행동 시기에 맞춰 적절한 프롬프트를 제시하는 것으로 정의하였다. 따라서 보행자가 횡단하기 위해 신호 대기 구역에 들어서게 되면 첫 번째 프롬프트인 “한발물러서요” 메시지가 제시되고, 보행자 신호등이 녹색으로 전환되기 약 10초 전 두 번째 프롬프트로 “양옆을살피요” 메시지가 제시되며, 마지막으로 녹색 신호 전환 약 3초 전 “우측통행해요”라는 메시지가 제시되었다. 마지막 프롬프트는 보행자 신호가 적색으로 전환되기 전까지 유지되었고, 적색 신호로 전환되면 전광판 불빛도 꺼진 상태를 유지했다. 반면, 비적시적 프롬프트는 보행자의 횡단행동 절차와 상관없이 프롬프트를 제시하는 것으로, 보행자가 신호 대기 구역에 들어섰을 때부터 횡단을 마칠 때까지 위 세 가지 메시지가 약 1초 간격으로 번갈아 제시되었다.

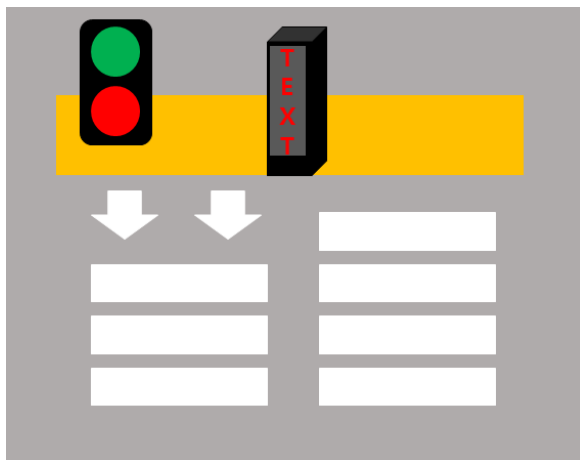


Figure 2. The position of LED sign



Figure 3. Examples of three messages on LED sign

4. 실험 설계 및 절차

본 연구는 처치 간 효과 차이를 명확하게 볼 수 있는 교대처치설계(alternating treatment design)를 도입하여 실험을 진행하였다. 실험은 프롬프트를 적용하지 않은 기저선 단계(baseline phase)와 프롬프트를 적용한 처치 단계(treatment phase)로 구분되며, 처치 단계에서는 두 독립변수인 적시적 프롬프트와 비적시적 프롬프트를 교대로 처치하였다. 기저선 단계와 처치 단계를 한 번씩 적용한 후, 짧은 기저선(mini reversal) 단계를 다시 도입하였고, 이후 두 번째 처치 단계를 도입하였다.

실험은 일일 1회 한 시간 동안 진행되었으며, 악천후 등으로 인해 관찰이 어려운 날을 제외하고 8주간 총 35회의 관찰이 시행되었다. 보행자의 횡단행동은 매우 짧은 시간 내에 이루어지기 때문에 관찰의 정확도 확보를 위해 비디오 카메라를 사용하였다. 연구자와 훈련된 관찰자는 녹화본을 통해 보행자 행동 체크리스트에 안전행동 여부를 기록하였다.

또한 관찰의 신뢰도를 확보하기 위해 관찰자 간 신뢰도(Inter Observer Agreement, IOA)가 측정되었다. 관찰자 간 신뢰도를 측정하기 전, 연구자는 보조 관찰자에게 측정 기준과 방식에 대한 설명을 제공하였고, 사전 측정을 통해 측정 기준에 대한 합의를 이룬 후 본 측정을 시작하였다. 관찰자 간 신뢰도는 전체 관찰의 약 30%에서 측정되었으며, 평균 92.24%(SD=2.02)로 나타났다.

연구 결과

실험 기간 총 1,500명의 보행자 안전행동을 관찰하였으며, 일일 평균 42.8명의 횡단 시 안전행동을 측정하였다. 실험 조건별 차이 및 처치에 따른 추세의 변화를 확인하기 위해 일일 수집된 관찰 자료의 평균을 1개의 자료점으로 표기하고 실험 조건별 평균값을 실선으로 삽입하여 Figure 4에 제시하였다. 처치 도입 전후 및 처치별 보행자 안전행동 비율의 변화를 살펴보면, 프롬프트 유형에 따른 차이는 명확하지 않으나 프롬프트 도입 이후의 보행자 안전행동 비율이 기저선 조건보다 각각 더 높은 것으로 나타났다.

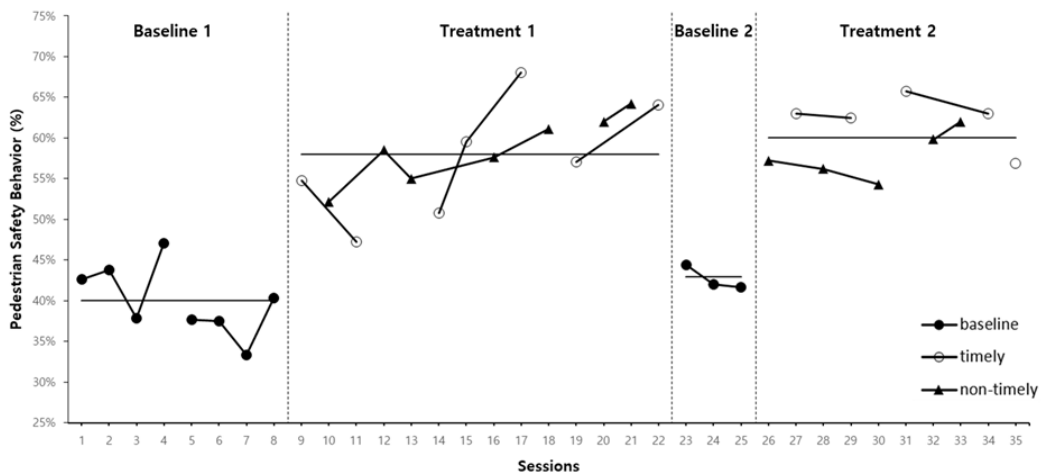


Figure 4. The percentage of pedestrian safety behavior

프롬프트 적용 전후 각 횡단 절차에서의 보행자 안전행동 비율 평균과 표준편차를 Table 1에 제시하였다. 모든 횡단 절차에서 보행자의 안전행동 비율은 프롬프트 처치를 도입하였을 때 기저선보다 크게 증가한 것으로 나타났다. 각 횡단 절차에서의 보행자 안전행동 비율을 종합한 평균 비율을 보면, 첫 번째 기저선 조건에서 보행자 안전행동 비율 평균은 40.13%로 나타났고 첫 번째 처치 조건이 도입된 후 58.14%로 약 18.01%p 증가하였다. 이후 처치가 철회

된 두 번째 기저선 조건에서는 42.67%로 다시 감소하였다가 두 번째 처치 조건에서 약 17.43%p 증가한 60.10%로 나타났다.

Table 1. Means and standard deviations of percentages of the pedestrian safety behavior

Procedure	Conditions	Baseline 1	Treatment 1	Baseline 2	Treatment 2
		M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Standing behind the yellow line		47.00 (7.54)	65.14 (7.16)	41.67 (9.61)	60.90 (6.17)
Looking both sides		35.25 (7.81)	58.36 (9.52)	41.33 (8.50)	62.00 (8.14)
Walking on the right		37.63 (5.18)	50.86 (9.16)	44.67 (5.13)	57.70 (7.13)
Overall		40.13 (4.39)	58.14 (5.82)	42.67 (1.15)	60.10 (3.90)

각 횡단 절차별 목표 행동에 대한 처치의 효과성을 통계적으로 분석하기 위한 효과크기 지표로 Tau-U를 활용하였다. Tau-U는 단일사례(single-case)의 자료분석을 위한 새로운 지표로, 기저선과 처치 조건 간 비중복비율과 처치 조건 내 추세(trend)에 대한 값을 결합한 것이다(Parker et al., 2011). 이는 기저선 조건 내 추세를 통제할 수 있으며, 처치 대상의 수행 향상 정도에 대한 통계적 유의성을 파악하는 데 있어서 유의확률과 신뢰구간을 제공한다는 장점이 있다. 본 연구는 무작위 보행자 집단의 안전한 보행 행동 유무를 단일사례로 간주하였으며, 측정 대상의 무작위 선정에 따라 발생할 수 있는 처치 조건 내 추세를 통제하기 위한 목적으로 위 지표를 활용하였다.

Tau-U 효과크기는 웹기반계산기(<http://www.singlecaseresearch.org/calculators/tau-u>)를 활용하여 값을 산출하였다. 이 때, 기저선 조건에서의 영향을 통제하기 위해 각 횡단 절차별 기저선 조건의 Tau 값을 먼저 계산하여 0.40 이상인 경우 교정된 값으로 처치를 비교했다(Parker et al., 2011). 이후 교정된 Tau 값을 통해 각 횡단 절차별 기저선과 처치 조건에 따른 효과크기를 분석하였다. Vannest and Ninci(2015)는 Tau-U 효과크기 범위에 따른 효과크기 정도를 0.20 이상인 경우 작은 효과크기, 0.20에서 0.60은 중간 효과크기, 0.60에서 0.80은 큰 효과크기, 그리고 0.80 이상은 큰 효과크기에서 매우 큰 효과크기를 갖는 것으로 제시하였다.

본 연구에서 보행자 안전행동에 대한 처치 효과크기를 분석하기 위해 계산된 Tau-U 값 및 신뢰구간은 Table 2에 제시하였다. 횡단 대기 및 횡단 시작 단계와 3가지 안전행동에 대한 평균은 첫 번째와 두 번째 기저선 대 처치 조건 간 비교(BL 1 vs. I 1, BL 2 vs. I 2)에서 모두 Tau-U ≥ 0.80으로 매우 큰 효과크기를 가진 것으로 나타났으며, 두 처치 간 비교를 통합한 가중평균 또한 매우 큰 효과크기를 가진 것으로 나타났다. 횡단 중 안전행동의 경우 다른 횡단 절차에 비해 상대적으로 낮은 Tau-U 점수가 나타났으나, 두 처치 단계 비교와 가중평균은 모두 큰 효과크기에서 매우 큰 효과크기를 가진 것으로 나타났다. 또한 모든 횡단 절차에서 기저선과 처치 조건에 따른 보행자 안전 향상에 대한 통계적 유의성이 검증되었다.

Table 2. Effect sizes (Tau-U) and confidence intervals (CI) for the intervention across experimental phases

Procedure	Comparison	Tau-U	Z	p	CI 90%
Standing behind the yellow line	BL 1 vs. I 1	1.13	4.30	<.001	0.695◇1
	BL 2 vs. I 2	1.00	2.54	.011	0.351◇1
	Weighted average	1.08	4.54	<.001	0.686◇1
Looking both sides	BL 1 vs. I 1	1.04	3.96	<.001	0.605◇1
	BL 2 vs. I 2	0.93	2.37	.018	0.285◇1
	Weighted average	0.99	4.20	<.001	0.606◇1
Walking on the right	BL 1 vs. I 1	0.69	2.63	.009	0.257◇1
	BL 2 vs. I 2	0.87	2.20	.028	0.218◇1
	Weighted average	0.76	3.21	.001	0.370◇1
Overall	BL 1 vs. I 1	1.11	4.23	<.001	0.677◇1
	BL 2 vs. I 2	1.10	2.79	.005	0.451◇1
	Weighted average	1.10	4.67	<.001	0.715◇1

note: BL, Baseline; I, Intervention.

논의 및 결론

본 연구의 목적은 보행자 안전행동 증진을 위한 프롬프트의 효과를 검증하는 것과 동시에, 프롬프트 제시 유형 (timely prompt vs. non-timely prompt)이 보행자 안전행동에 미치는 효과를 비교하는 것이었다. 실험 결과, 프롬프트 적용 이후 보행자 안전행동 비율은 기저선보다 평균 20%p 가까이 증가하였으며, 큰 효과크기를 갖는 것으로 나타났다. 이는 프롬프트 처치를 통해 보행자의 안전행동을 향상시켰던 선행연구(Van Houten et al., 1985)의 결과와 일관되는 것이었다. 다만 3가지 안전행동 중 횡단 중 절차의 우측보행 행동은 상대적으로 낮은 증가 폭을 보였는데, 이는 보행자가 횡단보다 좌측에서 대기하는 경우 횡단을 시작하면서 우측으로 이동하는 것이 어려운 과제로 작용되었을 가능성이 있다. 또 다른 이유로, 건너편 좌측에 위치한 마을버스 정류장을 가기 위해 횡단하는 보행자가 많았으며, 이들은 목적지에 빠르게 도착하기 위해 횡단보다 좌측 또는 횡단보도를 벗어나 통행한 것으로 파악되었다.

한편, 모든 횡단 절차에서 두 프롬프트 제시 유형이 보행자 안전행동에 미치는 효과는 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉, 보행자는 프롬프트 발생 유무에 따른 차이를 명확히 알 수 있었으나, 프롬프트 제시에 대한 시간적 근접성에 따른 차이는 인지하지 못했던 것으로 파악된다. 이러한 연구 결과는 보행자 안전행동에 대한 프롬프트 제공 시 설치 및 운영이 더 용이한 비적시적 프롬프트를 활용하는 것이 유리하다는 것을 의미한다. 그러나 본 연구에서 적용된 비적시적 프롬프트 또한 보행자가 횡단대기 구역에 진입한 순간부터 프롬프트를 제공하였다는 점에서 일부 시간적 근접성이 충족되었다고 볼 수 있다. 따라서 실제 적용에 있어서도 프롬프트는 상시적으로 노출되는 것이 아닌, 보행자가 횡단의 목적을 가지고 프롬프트를 제공받을 수 있는 시점에 도달한 순간부터 프롬프트를 제공하는 것이 보행자에게 더 명확한 자극으로 제시될 수 있을 것이다.

그러나 본 연구의 결과를 해석함에 있어 고려해야 할 몇 가지 제한점이 있다. 우선, 프롬프트 제공에 대한 최적의 설계가 이루어지지 않았다는 점이다. 본 연구에서 사용된 실험도구는 최대 여섯 글자를 표시할 수 있었기 때문에 다양한 안전행동의 목록이나 최적의 문구를 제시하기에 한계가 있었다. 이 밖에도 프롬프트 제공 시점이나 지속 시간 등에 대한 상세한 차이를 분석하기 위한 사전 연구의 부족으로 인해 프롬프트 제공의 시간적 근접성에 따른 차이가 나타나지 않았을 가능성이 있다.

또한 교통상황에서 안전은 보행자와 운전자 모두가 참여하였을 때 가장 높은 수준에 도달할 수 있다. 본 연구의 실험 장소는 보행자 신호가 녹색일 때에도, 우회전 차량 및 건너편 차로에서 비보호 좌회전을 하려는 차량들로 인해 보행자 안전이 위협되는 상황이 매우 빈번했다. 이러한 교통환경에서 프롬프트는 보행자 또는 운전자에게 일방적으로 제시되는 것보다, 보행자와 운전자 모두에게 양방향으로 제시되는 경우 더 효과적일 수 있다. 따라서 양방향의 프롬프트 적용이 보행자와 운전자의 안전행동에 미치는 영향을 검증하기 위한 후속 연구가 수행될 필요가 있다.

본 연구의 제한점을 보완하여 향후 다음과 같은 연구가 수행되어야 한다. 먼저, 우측통행 행동을 증가시키기 위한 새로운 처치로 문자 형태로 제시되는 프롬프트가 아닌 다른 형태의 프롬프트를 제안할 수 있다. 예를 들면, 우측통행과 같이 일시적으로 발생하는 행동이 아닌 그 행동을 유지해야 하는 경우, 일시적으로 나타나는 문자 프롬프트보다 전체적인 보행 경로를 나타내는 노면표시가 더 도움이 될 수 있다. 또한 추후 연구에서는 가장 높은 수준의 보행자 안전행동을 이끌어내기 위해 프롬프트의 내용 및 제공 절차 등을 다양화하여 각각에 대한 상세한 차이를 분석하는 사전연구가 필요하다. 이를 통해 프롬프트 제공에 대한 최적의 설계를 갖춘 후 프롬프트의 특성별 차이를 검증해야 한다. 마지막으로, 보행자와 운전자의 안전행동에 대한 처치가 동시에 이루어져야 한다. 이를 위해 본 연구에서 사용된 것과 같은 사각 기둥 형태 전광판의 두 면을 사용하여, 각 전광판의 면에 보행자와 운전자 목표 행동에 대한 프롬프트 메시지를 각각 표시할 수 있다. 예를 들어, 보행자에게 안전한 횡단 대기에 대한 메시지를 제시하면서, 동시에 운전자에게는 속도 감소에 관한 메시지를 제시할 수 있다. 또는 보행자에게 횡단 전 차량을 확인하라는 메시지를 전달할 때, 운전자에게는 정지선을 지키라는 메시지를 전달할 수 있다. 이와 같이 보행자와 운전자 모두에게 동시에 적용되는 프롬프트 처치는 보행자의 안전에 더 효과적일 것으로 사료된다.

몇 가지 제한사항에도 불구하고, 본 연구는 프롬프트 처치를 적용하여 보행자 안전행동 비율을 크게 향상시켰다는


점에서 다음과 같은 의미를 가질 수 있다. 먼저, 본 연구는 제한된 수의 연구가 이루어졌던 보행자 안전행동을 주제로 연구를 수행하였다. 국내 교통안전 연구는 보행자 안전 향상을 위해 운전자의 행동 또는 교통환경 등을 변화시키는 것에 중점을 두었으나, 보행자 교통사고는 운전자와 보행자 모두의 행동이 복잡하게 연결되어 발생할 수 있다. 안전한 교통환경이 조성되었더라도 보행자의 불안전 행동으로 인한 교통사고 발생의 여지를 제거하지 않는다면, 보행자 교통사고 감소에 한계가 있을 수 있다. 이러한 측면에서 본 연구는 보행자 행동에 직접적인 처치를 적용하여 보행자 행동 변화를 연구했다는 점에 의의가 있다.


뿐만 아니라, 본 연구에서는 보행자의 안전행동 향상을 위해 인적·행동적 요인을 고려한 처치가 적용되었다. 교통안전시설물 중 프롬프트의 원리를 반영한 교통안전표지는 많은 수가 인적·행동적 요인이 고려되지 않은 채 설치되어 그 효과가 떨어지는 경우가 많았다. 또한 운전자의 경우 교통법규나 여러 교통안전시설물 및 시스템을 통해 불안전행동을 물리적으로 차단할 수 있는 것에 비해, 보행자의 불안전행동을 통제하기 위한 처치는 매우 제한적이다. 이에 따라 본 연구는 프롬프트라는 행동분석적 처치를 이용하여 보행자의 안전행동을 증진시키고자 하였으며, Geller et al.(1982)이 제시한 효과적인 프롬프트 제시 요건을 반영하여 처치를 적용하였고, 나아가 보행자의 프롬프트 인지 및 행동 발생의 측면에서 프롬프트의 시간적 근접성을 충족시켰다는 점에 의의가 있다.


Funding

This work was supported by the National Research Foundation of Korea grant funded by the Korea Government (NRF-2018R1D1A1B07046417).

ORCID

CHOI, Jihan  <http://orcid.org/0000-0002-6872-879X>

LIM, Sungjun  <http://orcid.org/0000-0002-1562-062X>

OAH, Shezeen  <http://orcid.org/0000-0002-2118-641X>

References

- Austin J., Hatfield D. B., Grindle A. C., Bailey J. S. (1993), Increasing Recycling in Office Environments: The Effects of Specific, Informative Cues, *Journal of Applied Behavior Analysis*, 26(2), 247-253.
- Cho C. Y., Yim H. K., Lee M. J. (2017), Development of ICT-based Road Safety Integrated Facilities for Pedestrian Crossing, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 18(12), 93-99.
- Cox B. S., Cox A. B., Cox D. J. (2000), Motivating Signage Prompts Safety Belt Use among Drivers Exiting Senior Communities, *Journal of Applied Behavior Analysis*, 33(4), 635-638.
- Cox M. G., Geller E. S. (2010), Prompting Safety Belt Use: Comparative Impact on the Target Behavior and Relevant Body Language, *Journal of Applied Behavior Analysis*, 43(2), 321-325.
- Crowley-Koch B. J., Van Houten R., Lim E. (2011), Effects of Pedestrian Prompts on Motorist Yielding at Crosswalks, *Journal of Applied Behavior Analysis*, 44(1), 121-126.
- Dixon M. R., Loukus A. K., Bogdanovich T., Doctor K., Marlett K., Stocks R. et al. (2014), Naturalistic Experimental Analysis of Driver Compliance with Posted Speed Limits, *Journal of Organizational Behavior Management*, 34(3), 196-206.

- Geller E. S., Bruff C. D., Nimmer J. G. (1985), "Flash for life": Community-based Prompting for Safety Belt Promotion, *Journal of Applied Behavior Analysis*, 18(4), 309-314.
- Geller E. S., Winett R. A., Everett P. B. (1982), *Preserving the Environment: New Strategies for Behavior Change*, Pergamon Press(New York, U.S.A.).
- GHSA (2020), *Pedestrian Traffic Fatalities by State: 2019 Preliminary Data*.
- Hantula D. A., Stillman F. A., Waranch H. R. (1991), A Comparison of Strategies for Facilitating Smoking Survey Return in Low-SES Employees, *Journal of Organizational Behavior Management*, 11(2), 47-59.
- Ka D. H., Lee D. H., Yeo H. S. (2019), Development of Predictive Pedestrian Collision Warning Service Considering Pedestrian Characteristics, *J. Korea Inst. Intelligent. Transp. Syst.*, 18(3), 66-83.
- Kazdin A. E. (1977), *The token economy: A Review and Evaluation*, Plenum Press(New York, U.S.A.).
- Kim J. Y., Yeo H. S. (2019), Pedestrian Simulation Model for Path Planning with Anticipation Behavior, *J. Korean Soc. Transp.*, 37(5), Korean Society of Transportation, 410-421.
- KoROAD (2019), *Comparison of Traffic Accidents in OECD Countries*.
- KOTSA (2019), *Pedestrian Crossing Safety Survey Announced*.
- MOLIT (2020), *3,349 People Died by Traffic Accidents in 2019, it Decreased by 11.4% as Compare to Last Year*.
- Parker R. I., Vannest K. J., Davis J. L., Sauber S. B. (2011), Combining nonoverlap and trend for single-case research: Tau-U, *Behavior Therapy*, 42(2), 284-299.
- Samsung Traffic Safety Research Institute (2018), *Analysis on the Distribution of Attention and the Characteristics of Accidents*, May 15, 2018. (<http://sts.samsungfire.com>)
- Seo Y. H., Hong K. S., Kho S. Y., Yoon S. W. (2019), Effectiveness of Flashing Speed Limit Sign on the Driving Speed in School Zones, *J. Korean Soc. Transp.*, 37(3), Korean Society of Transportation, 254-265.
- Son S. O., Park J. Y., Kim M. W., Choe B. H. (2019), Assessing the Safety Effects of Reduction of Speed Limit on Urban roads, *J. Korean Soc. Transp.*, 37(6), Korean Society of Transportation, 514-524.
- Squires J., Wilder D. A., Fixsen A., Hess E., Rost K., Curran R. et al. (2007), The Effects of Task Clarification, Visual Prompts, and Graphic Feedback on Customer Greeting and Up-selling in a Restaurant, *Journal of Organizational Behavior Management*, 27(3), 1-13.
- TAAS, Traffic Accident Analysis System, <http://taas.koroad.or.kr>
- Van Houten R., Malenfant L., Rolider A. (1985), Increasing Driver Yielding and Pedestrian Signaling with Prompting, Feedback, and Enforcement, *Journal of Applied Behavior Analysis*, 18(2), 103-110.
- Vannest K. J., Ninci J. (2015), Evaluating Intervention Effects in Single-case Research Designs, *Journal of Counseling & Development*, 93(4), 403-411.