한국심리학회지: 건강
The Korean Journal of Health Psychology
2024. Vol. 29, No. 3, 465 - 483

대학생 걷기 및 기립 증진을 위한 앱 기반 프로그램의 금전적 보상 및 푸시알림 효과성 연구†

박 영 서
연세대학교 심리학과
석사 졸업생

정 경 미‡
연세대학교 심리학과
교수

신체활동 mHealth 앱은 걷기 및 기립 행동을 효과적으로 증진하기 위해 다양한 행동 증진 기술을 사용한다. 그중 금전적 보상과 푸시알림은 상용화된 앱에서 가장 자주 사용되는 기술이며, 일반적으로 조합의 형태로 사용된다. 하지만 이들의 조합 효과성에 대한 연구는 매우 부족하며, 개별 기술의 효과성 연구 결과도 혼재되어 있다. 이에 본 연구에서는 보상과 푸시알림이 걷기와 기립 행동 증진에 효과적인지 파악하기 위해 상호작용과 각각의 효과성을 확인하였다. 이를 위해 대학생 114명을 보상 및 푸시알림 유무에 따라 4개의 집단에 무선 할당하였다. 7일 간의 기저선 기간 동안 걷기와 기립 행동을 측정한 후, 집단별로 21일 간의 개입을 실시하였다. 연구 결과, 보상을 제공한 집단은 제공하지 않은 집단에 비해 걷기와 기립 행동에서 유의미한 증가를 보였다. 한편 푸시알림을 제공한 경우에는 유의미한 신체활동 증가가 나타나지 않았으며, 보상과 푸시알림의 상호작용 효과도 확인되지 않았다. 또한, 개입 만족도 및 유용성 측면에서, 보상 지급 집단의 개입 유용성, 목표 만족도, 목표 유용성 점수가 보상 미지급 집단보다 높았으나, 푸시알림 유무에 따른 차이는 없었다. 이러한 결과를 바탕으로 연구의 의의와 한계에 대해 논의하였다.

주요어: 신체활동, mHealth, 행동 변화 기술, 보상, 푸시알림

† 본 연구는 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 차세대 정보 컴퓨팅 기술개발사업의 지원 받아 수행된 연구이며(NRF-2017M3C4A7083533), 1저자의 석사 학위 청구 논문을 수정 및 정리한 것임.
‡ 교신저자(Corresponding author): 정경미, (03722) 서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 심리학과 교수, Tel: 02-2123-2448, E-mail: kmchung@yonsei.ac.kr

대학생은 다양한 사회적, 환경적, 심리적 변화를 경험하는 시기이다(이명준, 조영채, 2013). 이 시기에 대학생은 다양한 스트레스 상황에 직면하게 되면서(Bruffaerts et al., 2018) 우울, 불안, 섭식 문제, 불면 등 다양한 심리적 증상을 경험한다(Mistler, Reetz, Krylowicz, & Barr, 2012). 선행연구는 심리적 문제가 식습관, 흡연, 신체활동 감소 같은 특정한 생활 습관과 관련이 있다고 보고한다(Clayborne & Colman 2019). 규칙적인 운동, 휴식, 적절한 영양소 섭취 같은 건강한 생활 습관을 형성한다면 신체적 질환 예방은 물론 심리적 문제를 줄일 수 있다(Samitz, Egger, & Zwahlen, 2011). 생활 습관을 변화시켜 심리 건강 증진을 도모하는 연구 중 가장 많이 연구된 것은 신체활동이다(류은정, 권영미, 이건세, 2001; Heron, Tully, McKinley, & Cupples, 2014). 선행연구에 따르면 신체활동은 불안(McDonald & Hodgdon, 2012) 및 우울 감소(Kritz-Silverstein, Barrett-Connor, & Corbeau, 2001), 그리고 스트레스 완화(Steptoe, Wardle, Pollard, Canaan, & Davies, 1996) 등 심리 건강 증진에 효과적임이 검증되었다. 후속적으로 신체활동을 증진하기 위한 다양한 방법이 관심을 받고 있다(김연희, 신성례, 2021).

최근 신체활동 증진을 목표로 하는 스마트폰 기반의 mHealth가 큰 관심을 받고 있다(Milne-Ives, De Cock, Van Velthoven, & Meinert, 2020). 앱(app) 형태로 제공되는 mHealth는 10, 20대 젊은 연령층의 신체활동 향상 및 유지에 효과적이라고 알려져(이미영, 윤지운, 2018) 대학생의 신체활동 증진을 위한 방법으로 제안된다. mHealth 앱은 다양한 행동을 목표로 삼는데, 그 중 걷기 행동 증진이나 좌식 시간 감소가 가장 대표적이다(이미영, 최지엽, 2017).

걷기 행동은 별도의 훈련이나 비용 지불이 필요하지 않아 선호된다(Tudor-Locke, Johnson, & Katzmarzyk, 2009). 다수의 연구에서 mHealth 앱 개입이 걷기 증진에 효과적임이 확인되었다(Direito, Carraa, Rawstorn, Whittaker, & Maddison, 2017). 기립 행동은 좌식 행동을 줄이기 위한 대안 행동이다(조정환, 송금주, 오정화, 정해권, 2016). 기립 후 걷기나 기타 일상 행동 등의 구체적인 대안 행동을 제시함으로써 좌식 시간을 감소시키는 데 효과적이라고 보고된다(Thomas & Bond, 2015).

한편, 신체활동 mHealth 앱은 다운로드율이 낮고 지속적인 사용이 어렵다는 단점이 지적되고 있다(Vaghefi & Tulu, 2019). 이는 자발적인 사용을 전제로 하는 앱의 특징에서 파생된 문제로 볼 수 있다. 이러한 한계를 보완하기 위해 현존하는 대다수의 프로그램에서는 건강 행동을 효과적으로 증진하기 위한 다양한 기술을 적극적으로 도입하고 있다. 대표적으로 목표 설정, 피드백, 프롬프트(Prompt), 보상, 사회적 지지 등의 행동주의 이론에 기반한 기술을 사용한다(Fanning, Mullen, & McAuley, 2017; Sullivan & Lachman, 2017). 이 중에서도 특히 보상(Sardi, Idri, & Fernndez-Alemn, 2017)과 프롬프트(Dugas et al., 2000; O'Reilly & Spruijt-Metz, 2013)는 mHealth에서 가장 많이 사용된 행동 변화 기술이다. 메타분석 연구에서도 전세계적으로 가장 많이 사용되는 mHealth 앱들은 공통으로 보상과 프롬프트를 포함하고 있음을 보고한다(Mercer, Li, Giangregorio, Burns, & Grindrod, 2016).

보상은 사용자가 목표를 달성하였을 때 강화물

을 제공하여 건강 행동을 촉진하는 기술로, mHealth 앱에서는 금전적 보상, 칭찬, 가상 포인트, 배지/메달 등 다양한 유형의 보상을 사용하고 있다(Nuijten et al., 2021). 대다수의 프로그램이 다양한 유형의 보상을 빈번하게 사용하고 있는 것에 반해, 각 보상의 효과성을 확인한 연구는 매우 드물다(Brower, LaBarge, White, & Mitchell, 2020). 최근 소수의 연구자들이 신체활동 증진을 목적으로 하는 mHealth 앱에서 금전적 보상이 행동 변화 기술로서 효과적인지 조사하고 있다. Kramer 등(2020)은 중년의 걷기 행동을 증진하기 위해 목표 걸음 수 달성 시 하루의 끝에 보상(1CHF)을 1회 제공하는 개입을 실시하였다. 그 결과 금전적 보상을 받는 집단이 보상받지 않는 집단에 비해 일일 걸음 목표에 도달할 확률이 8.1% 높았다. 반면, 김유진, 정경미(2020)는 대학생을 대상으로 행동 변화 기술을 사용하는 상용화된 앱(금전적 보상 앱, 목표 설정 및 피드백 앱, 게임형 앱) 3개의 상대적 효과성을 조사하였다. 금전적 보상 앱은 목표치 없이 걸음 수에 따라 100보에 1캐시(약 1원)를 제공하였고 하루 최대 100캐시(10,000보)를 적립할 수 있었다. 연구 결과, 목표 설정 및 피드백 앱과 게임형 앱은 시간에 따라 걷기 행동이 유의미하게 증가하였으나, 금전적 보상을 제공하는 앱은 효과가 첫 1주에만 관찰되고 전체 8주 개입에서는 효과가 사라졌다고 보고하였다. 이와 같이 혼재된 연구 결과는 두 연구에서 사용한 금전적 보상의 양과 제공 형태가 달랐던 것에서 비롯되었을 수 있다. 하지만 신체활동 증진에 있어서 금전적 보상 자체의 효과성 탐색을 위해 추가적인 연구를 통해 재확인이 필요하다.

프롬프트는 목표 행동에 대한 동기를 부여하기 위해 맞춤화된 메시지를 제공하는 행동 변화 기술로 주로 알림의 형태로 제공된다(Michie et al., 2011). mHealth 프로그램은 행동을 제안하고 평가하는 내용을 담은 알림을 적극 활용하는데(Lin, 2013), 지금까지 주로 문자, e-mail 등 앱 외의 다양한 매체를 사용해 알림을 제공하였다(Bort-Roig, Gilson, Puig-Ribera, Contreras, & Trost, 2014). 선행연구에 따르면, 잘 설계된 알림은 청소년과 성인이 공통으로 선호하는 mHealth 행동 변화 기술이며(Schwarz et al., 2023), 건강 증진에 효과적인 결과를 보고한 mHealth 연구에서 87.5%가 사용하는 기술이다(Dugas et al., 2020). 한편, 최근 mHealth 앱은 다른 매체를 활용하기보다 앱 자체적으로 제공하는 푸시알림(Push notification)을 주로 사용한다. 이 방법은 사용자의 상황, 위치, 활동 수준에 따라 개인화된 메시지를 다양한 시간대에 일괄적으로 보낼 수 있어 고도로 맞춤화된 개입을 정교하게 제공하기에 유용하며(Bidargaddi et al., 2018) 푸시알림 효과성에 대한 연구 결과가 일부 보고되었다. Bidargaddi 등(2018)의 연구에서 푸시알림을 보냈을 때 사용자가 24시간 내에 앱에 접속해 본인의 활동량을 기록할 가능성이 3.9% 높아졌음을 확인하였다. 이는 푸시알림이 mHealth 앱에서 효과적인 프롬프트로서 기능할 수 있는지 실험적으로 확인한 초기의 연구이다. Klasnja 등(2019)은 사용자의 상황(위치, 날씨, 시간, 요일)에 따라 다음날에 수행할 신체활동을 제안하는 푸시알림을 제공하여 걷기 및 좌식 행동의 수준을 확인하였다. 그 결과 푸시알림을 받은 집단은 받지 않은 집단에 비해 걷기 행동이 24% 증가하였으나, 좌식 행동에는 유의미한

감소가 관찰되지 않았다. 선행연구는 푸시알림이 행동 변화 기술로서 특정 행동에 효과적일 가능성을 시사하나, 연구 수가 작아 결론을 내리기는 어렵다.

한편 상용화된 mHealth 앱에서는 다양한 기술들을 동시에 사용하는 게 일반적인데(Cugelman, 2013), 개입에 여러 행동 변화 기술이 포함된 경우, 효과가 상쇄되거나 증가할 가능성이 있어 기술 특정 조합의 효과성을 확인할 필요성이 있다(De Korte, Wiezer, Roozeboom, Vink, & Kraaij, 2018). 이를 보상과 푸시알림에 적용하면, 이 두 기술은 앱에서 주로 함께 사용되고 있지만, 두 기술이 동시 사용되었을 때의 효과성을 조사한 실험 연구는 단 1건에 불과하다(Domin, Uslu, Schulz, Ouzzahra, & Vgele, 2022). 이 연구는 16~18세 청소년 18명에게 mHealth 앱으로 보상과 푸시알림을 모두 제공하여 두 기술 조합의 효과성을 확인하고자 하였다. 개입 기간은 3주였으며 걷기와 좌식 행동을 스마트워치로 측정하였다. 그 결과 좌식 시간은 첫 주 동안 유의미하게 감소하였지만, 이후에는 유의미하지 않은 수준의 감소를 보였고, 걷기 행동은 전체적으로 유의미한 변화가 없었다. 이 연구 결과는 보상과 푸시알림 조합이 적어도 좌식 시간을 감소시키는 데 도움이 될 가능성을 보여주지만, 연구 샘플 크기가 작고, 각각의 효과를 조사하지 않아 결과의 해석이 제한된다. 이러한 연구 결과들은 보상과 푸시알림, 그리고 그 조합의 효과성을 파악하기 위해서 각각의 개별적인 효과와 동시에 조합의 효과 모두를 확인해야 함을 시사한다.

본 연구의 목적은 대학생을 대상으로 걷기와 기립 행동 증진에 있어서 보상과 푸시알림의 상호작용과 각각의 효과를 확인하는 데 있다.

방 법

연구 대상

연구 대상자는 종합대학교에 재학중인 대학생 및 대학원생으로, 각 대학 온라인 커뮤니티 홍보 게시판을 통해 모집되었다. 연구 홍보문의 제외조건은 다음과 같았다. 1) 아이폰 사용자, 2) 안드로이드 9.0 미만 버전의 스마트폰 사용자, 3) 연구 참여 기간 동안 스마트폰 교체 계획이 있는 경우, 4) 연구 참여 기간 도중 4일 이상 여행 및 해외 출국 계획이 있는 경우, 5) 최근 2년 동안 본 연구팀이 진행한 모바일 폰을 사용한 걷기 증진 연구에 참여한 적 있는 경우. 연구 참여 신청자 중 온라인 형태로 진행된 오리엔테이션 및 사전 평가에서 연구 참여 동의, 앱 다운로드, 사전 평가 참여를 완료한 142명(남: 75명, 여: 67명)이 예비 참가자로 선정되었다. 본 연구의 목적이 신체활동을 증가시키는 것이므로, 이들을 대상으로 2주 동안 기저 걸음 수와 기저 기립 수를 측정하였다. 이 기간 동안 일평균 걸음 수가 8,000보 이상으로 충분한 걷기 행동을 하고 있다고 판단되는 27명을 연구에서 제외하였다. 연구 기간 도중에 스마트폰이 고장나 데이터가 소실된 1명을 제외한 총 114명(남: 59명, 여: 55명, 평균 나이: 22.72세, 표준 편차: 2.6)의 자료가 최종 분석에 사용되었다. 본 연구는 연구자가 속한 기관 생명윤리위원회(Institutional Review Board: 7001988-202402-HR-1205-04)로부터 사전에 승인을 받아 진행하였다.

측정 도구

걷기 및 기립 행동. 연구에서 참가자들의 걷기 행동과 기립 행동을 객관적으로 측정하기 위해 보수계 기능이 탑재된 모바일 앱 'BeActive'를 사용하였다. 앱 'BeActive'는 사용자의 신체활동 증진 연구를 목적으로 과제 공동 수행팀에 의해 개발된 앱이다. 스마트폰 내장 센서를 기반으로 참가자의 신체활동 정보(예: 착석, 기립, 걷는 상태)를 수집 및 분석하여 실시간으로 신체활동 통계 정보를 제공한다. 또한 조건에 따라 일일 걸음 수 및 기립 수에 따른 포인트 획득량에 대한 정보를 제공하거나, 걷기 및 기립 행동 증진 목적의 푸시알림을 전송한다. 참가자의 수행에 대한 정보는 관리자 페이지에서 확인이 가능하며, 참가자들의 걸음 및 기립 데이터는 엑셀의 형태로 다운받을 수 있다.

주관적 신체활동량. 참가자들의 주관적 신체활동량을 측정하기 위해 한국어판 국제 신체활동 설문지 단축형(International Physical Activity Questionnaire-Short Form-Korean Version: IPAQ-SF)을 사용하였다. IPAQ-SF는 지난 7일간 한 3가지 주요 활동(격렬한 활동, 중등도 활동, 걷기 활동)에 대해 활동을 한 일 수 및 일 평균 시간을 묻는 문항 2개와 앉아서 보낸 시간을 묻는 문항 1개를 포함해 총 7문항으로 구성되었다. 본 연구에서는 IPAQ-SF 채점 프로토콜(IPAQ Research committee, 2005)에 따라 지난 7일 간의 총 걷기 활동량과 신체활동량을 에너지 소비 정도인 Metabolic Equivalent Unit(MET-min/week: 1분간 소비되는 단위 체중당 에너지 소비량)으로 환산하여 계산하였다(Ainsworth et al., 2011). 본 연구에서는 걷기 활동량[1]과 총 신체활동량 MET-min/week[2]를 연구에 사용하였다. 점수가 높을수록 참가자의 주관적 걷기 활동 및 총 신체활동 수준이 높음을 의미한다.

개입 만족도 및 유용성. 연구에서 앱과 개입에 대한 만족도 및 유용성을 평가하기 위해 이서이(2019)가 개발한 자기보고식 설문을 수정하여 사용하였다. 문항 수는 4문항으로 기존 설문과 동일하였으나, 연구 목적에 따라 목표 걸음 수와 제공 포인트의 만족도 및 유용성을 묻는 지문을 앱 기능과 목표의 만족도와 유용성을 묻는 지문으로 변경하여 사용하였다. 만족도와 유용성 모두 5점 리커트 척도를 사용하였으며, 총점은 20점으로 점수가 높을수록 참가자가 지각한 만족도 및 유용성이 높은 것을 의미한다.

연구 설계

본 연구에서 독립변인은 보상 지급 여부와 푸시알림 전송 여부로, 2*2 설계를 사용하였다. 종속변인으로는 객관적으로 측정된 걸음 수 및 기립 수, 그리고 주관적으로 보고된 총 신체활동량, 걷기 활동량을 사용하였다.

1) 걷기 활동량 MET-min/week = '3.3(MET level)' X '활동 시간(minutes)' X '활동 일수(day)'
2) 총 신체활동량의 MET-min/week = 걷기 활동량 + 중간 정도의 신체활동량* + 격렬한 신체활동량** + 앉아서 보낸 시간

연구 절차

본 연구는 오리엔테이션 및 사전 평가, 기저선 측정(7일), 실험 진행(21일), 사후 평가의 순으로 진행되었으며 모든 절차가 온라인으로 진행되었다.

오리엔테이션 및 사전 평가

모집 기준을 충족한 참가자들은 연구팀이 제작한 온라인 웹사이트 링크를 통해 연구 오리엔테이션과 사전 평가에 참여하였다. 오리엔테이션은 연구 설명, 'BeActive' 앱 다운로드, 연구자와의 소통 방법 안내 순서로 진행되었으며 모든 절차를 이수한 참가자만 예비 참가자로 선정되었다. 참가자들은 웹사이트 내 게시되어 있는 설명문과 약 5분 정도의 동영상을 통해 연구 목적, 절차, 실험 조건과 연구 참가비에 대해 안내받았다.

연구 참가비에 대한 안내는 보상 효과를 알아보기 위해 지급 여부에 따라 조건별로 다르게 설명되었다. 보상 미지급 조건의 경우 참가비 50,000원이 지급된다고 안내받았으며, 보상 지급 조건의 경우 기본 참가비 25,000원에 더하여 걷기 및 기립 목표 달성으로 획득한 포인트에 따라 연구 종료 시에 1포인트 당 실제 현금 1원으로 환산된 추가 참가비(최대 25,000원)가 지급된다고 안내받았다. 하지만 보상 지급 조건 참가자가 실험이 종료된 후에 개인의 수행과 획득 포인트에 상관없이 동일한 추가 참가비 25,000원을 받았으므로, 모든 참가자가 받은 연구 참가비는 동일하였다(50,000원). 실험 종료 후, 사후 설명문을 통해 연구참가자들에게 참가비 속임에 대해 설명하였다.

다음으로, 참가자들은 다운로드 링크를 통해 'BeActive' 앱을 설치하였으며, 문의 및 공지 전달을 위한 모바일 앱 '카카오톡'에서 본 연구실의 '카카오톡 채널'을 친구 추가하였다. 마지막으로, 개입 전 참가자들은 총 신체활동량 및 걷기 활동량을 파악하기 위해 온라인 설문 시스템 '퀄트릭스(Qualtrics)'로 주관적 활동량을 측정하는 IPAQ-SF 설문을 작성하였다.

기저선

참가자들의 평소 신체활동 수준을 확인하기 위해 오리엔테이션 직후 7일의 기저선 기간 동안 'BeActive'로 참가자들의 걸음 수와 기립 수를 측정하였다. 연구 참여로 인해 활동 정도가 변하는 것을 최소화하기 위해 참가자들에게 평소처럼 활동하라고 안내하였으며, 'BeActive'의 다른 기능은 작동하지 않았다. 다음으로, 참가자 개인에게 적절한 걷기 목표를 제공하기 위해, 기저선에서 관찰된 개인의 일일 평균 걸음 수에 따라 참가자를 다음과 같이 4개의 범주(0~1,999보, 2,000~3,999보, 4,000~5,999보, 6,000~8,000보)로 분류하였다. 각 범주의 최대 걸음 수에서 20% 향상 지점인 2,400보, 4,800보, 7,200보, 9,600보를 목표 걸음 수로 정하고 이를 각 참가자에게 안내하였다.

실험 진행

참가자들은 보상 지급 여부와 푸시알림 전송 여부에 따라 4개의 조건에 무선할당 되었다. 집단 배정 결과는 카카오톡 메시지로 참가자 개개인에게 전달되었으며, 21일 간의 개입 기간 동안 사용하게 될 앱의 기능(보상 및 푸시알림)과 개인 걸음 목표에 대해서 안내받았다.

보상 지급 유무. 보상 지급 조건에서 참가자들은 다음 기준에 충족하는 경우 포인트를 받았다: 1) 1일 목표 걸음 수 이상 걸은 경우(300포인트), 2) 착석 후 50분에서 55분 사이에 기립한 경우(60포인트), 3) 기립 후 10분 이내에 300보 이상 걸은 경우(90포인트). 또한 매일 연속해서 목표 걸음 수를 달성하거나, 매시간 연속해서 기립 후 300보 이상 걸은 경우 기존 성공 보상에 더하여 각각 보너스 포인트 75포인트과 15포인트를 추가로 받았다. 권장 착석 시간에 대한 국가적인 가이드라인이 제공되고 있지 않아 착석 시간에 대한 기준은 Diaz 등(2017)이 건강에 악영향을 미친다고 주장한 60분을 기준으로, 60분이 되기 전인 50분에서 55분 사이에 기립 및 걷기 활동을 유도하였다. 또한 Woods, Mutrie와 Scott(2002)의 연구를 기반으로 좌식행동을 대체할 수 있는 명확한 걷기 목표를 제시하여 효과적으로 신체활동을 증진하고자 하였다. 참가자는 'BeActive' 앱 내 '보상' 페이지에서 획득한 포인트를 확인할 수 있었다. 반면, 보상 미지급 조건의 참가자들에게는 포인트나 그에 따른 보상이 지급되지 않았다.

푸시알림 전송의 유무. 푸시알림 전송 조건에서 참가자들은 걷기와 기립을 촉구하는 푸시알림을 받았다. 푸시알림은 'BeActive' 앱에서 다음 상황에 따라 자동으로 전송되었으며, 제한 시간 내에 특정 행동을 촉구하는 내용이 포함되었다: 1) 착석 후 50분이 지난 경우, 5분 안에 기립 행동을 할 것을 촉구, 2) 참가자가 5분 내에 기립 행동을 보일 시, 10분 안에 300보를 걸을 것을 촉구. 푸시알림 on/off 여부는 연구원들이 관리자 페이지에서 참가자의 알림 설정 및 알림 후 걸음 수 변화를 확인해 관리하였다. 처음 앱을 다운받았을 때와 개입 후 일주일이 경과되었을 때 알림을 끈 참가자들에게 연구원들이 카카오톡 채널로 개별 연락하여 알림을 켜도록 하였다. 모든 참가자들이 연구자들의 제안에 따라 알림 관련 참가자 이탈은 없었다. 한편 푸시알림 미전송 조건의 참가자들에게는 행동을 촉진하는 어떠한 푸시알림도 전송되지 않았다.

사후 평가

21일의 개입 후 모든 참가자들을 대상으로 온라인 사후 평가가 실시되었다. 사전 평가와 동일한 설문에 실험 조건 만족도 및 유용성 설문이 추가로 제시되었다. 사후 평가 종료 후 참가자들은 사후 설명문을 전달받았다. 사후 설명문에는 연구 목적, 연구 조건별 개입, 연구 절차, 그리고 연구 참가비 및 관련된 속임에 대한 설명이 포함되었다. 사후 평가를 마친 참가자들에게는 동일한 참가비(50,000원)가 지급되었다.

분석

본 연구의 통계 분석은 IBM SPSS(The Statistical Package for the Social Science) Windows Version 25.0을 사용하였다. 본격적인 분석에 앞서 Shapiro-Wilk 검정을 통해 정규성을 충족한 객관적 측정치(걸음 수와 기립 수) 변인에 대해서는 모수 검정을 실시하였으며, 정규성을 충족하지 않는 주관적 측정치(총 신체활동량과 걷기 활동량)와 조건에 따른 개입 만족도 및 유용성(앱 만족도, 개입 유용성, 목표 만족도, 목표 유용성) 변인에 대해서는 분산분석 시 권장되는 비모수

통계 방법인 순위 변환(Aligned rank transform)을 적용한 후에 모수 검정을 실시하였다(Wobbrock, Findlater, Gergle, & Higgins, 2011). 먼저, 조건 간 사전 동질성을 확인하기 위해 사전 걸음 수, 사전 기립 수, 사전 총 신체활동량 그리고 사전 걷기 활동량에 대해서 각 조건에 따른 이원분산분석(Two-way ANOVA)을 실시하였다. 다음으로, 보상과 푸시알림의 효과성을 확인하기 위해 조건에 따라 걸음 수 증가량, 기립 수 증가량, 총 신체활동 증가량, 걷기 활동 증가량에 대한 이원분산분석(Two-way ANOVA)을 실시하였다. 마지막으로, 조건에 따른 개입 만족도 및 유용성을 확인하기 위해 앱 만족도, 개입 유용성, 목표 만족도, 목표 유용성에 대해 Mann-Whitney U 검정을 실시하였다.

결 과

사전 동질성 검정

조건에 따른 사전 신체활동 수준의 차이를 확인하기 위해 사전 걸음 수(보), 사전 기립 수(회), 사전 총 신체활동량(MET-min/week), 사전 걷기 활동량(MET-min/week)에 대하여 보상 지급 유무 및 푸시알림 전송 유무에 따른 이원분산분석(Two-way ANOVA)을 실시하였다. 그 결과, 모든 사전 측정치에 대하여 조건 간 통계적으로 유의미한 차이가 없어 조건 간 사전 동질성이 확인되었다, 사전 걸음 수 $F(3, 110)=0.039$, $p>.05$, 사전 기립 수 $F(3, 110)=1.295$, $p>.05$, 사전 총 신체활동량 $F(3, 110)=.136$, $p>.05$, 사전 걷기 활동량 $F(3, 110)=1.051$, $p>.05$.

보상 및 푸시알림 효과성 검증

보상 지급과 푸시알림 전송 여부에 따라 신체활동 증가에 차이가 있는지 확인하기 위해 먼저 객관적 측정 도구로 수집한 걸음 수 증가량과 기립 수 증가량을 조건별로 이원분산분석(Two-way ANOVA)을 실시하였다(증가량 = 사후 측정치 사전 측정치). 분석 결과, 걸음 수 증가량에 대한 상호작용 효과와 푸시알림의 주효과는 나타나지 않았으나, 보상의 주효과는 유의했다, $F(3, 110)=8.556$, $p<.01$. 마찬가지로, 기립 수 증가량에 대한 상호작용 효과와 푸시알림의 주효과는 나타나지 않았으나, 보상의 주효과는 유의했다, $F(3, 110)=11.061$, $p=.001$. 사전과 사후 걸음 수 및 기립 수 걸음 수 증가량는 표 1에 제시하였으며, 기립 수 증가량 변인에 대한 이원분산분석 결과는 표 2에 제시하였다.

자기보고 설문으로 수집한 주관적 측정치인 총 신체활동 증가량 및 걷기 활동 증가량에 대하여 보상 및 푸시알림 유무에 따른 이원분산분석(Two-way ANOVA) 을 실시하였다. 그 결과, 걸음 수 증가량과 기립 수 증가량 모두 상호작용 효과, 보상과 푸시알림의 주효과가 유의미하지 않았다.

개입 만족도 및 유용성 비교

개입 만족도 및 유용성 변인(앱 만족도, 개입 유용성, 목표 만족도, 목표 유용성)에 대하여 보상 지급 여부와 푸시알림 전송 여부 조건에 따른 Mann-Whitney U 검정을 실시하였다. 그 결과, 보상 지급 여부에 따라 목표 만족도(U=1297,

p<.05), 개입 유용성(U=1225, p<.05), 목표 유용성(U=1211, p<.05)에 유의미한 차이가 있었다. 반면, 푸시알림 전송 여부에 따른 개입 만족도 및 유용성 변인 값의 차이는 유의미하지 않았다. 집단별 개입의 만족도 및 유용성 변인 점수의 평균과 표준편차는 표 3에 제시하였다.

표 1. 조건별 사전 및 사후 신체활동 변인 평균과 표준편차

구분				보상 미지급	보상 지급
객관적 측정 도구	걸음 수(보)	푸시알림 미전송	n	29	28
			사전 $M(SD)$	3660.84(1978.79)	3556.17(1857.23)
			사후 $M(SD)$	5081.85(1706.52)	6254.12(2308.52)
		푸시알림 전송	n	27	30
			사전 $M(SD)$	3525.50(1767.67)	3662.39(2035.73)
			사후 $M(SD)$	5371.45(2035.32)	6290.76(2861.53)
	기립 행동 수(회)	푸시알림 미전송	사전 $M(SD)$	11.55(5.64)	9.48(5.57)
			사후 $M(SD)$	12.92(5.27)	13.21(5.40)
		푸시알림 전송	사전 $M(SD)$	10.68(5.81)	9.01(4.84)
			사후 $M(SD)$	12.48(4.50)	13.62(5.82)
자기보고 설문	총 신체활동량 MET	푸시알림 미전송	사전 $M(SD)$	1216.86(1202.39)	981.07(1099.87)
			사후 $M(SD)$	2209.68(2986.77)	1854.64(2004.46)
		푸시알림 전송	사전 $M(SD)$	912.63(1097.83)	1108.52(800.43)
			사후 $M(SD)$	1187.88(826.39)	2034.82(1459.31)
	걷기 활동량 MET	푸시알림 미전송	사전 $M(SD)$	492.72(402.78)	478.50(434.30)
			사후 $M(SD)$	611.06(613.47)	893.35(1021.20)
		푸시알림 전송	사전 $M(SD)$	450.74(475.29)	511.06(498.10)
			사후 $M(SD)$	563.44(483.00)	782.15(663.30)

표 2. 걸음 수 증가량 및 기립 수 증가량 변인에 대한 이원분산분석 결과

예측 변인	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p
걸음 수 증가량(보)					
보상	30170208.14	1	30170208.14	8.56	.004
푸시알림	898388.97	1	898388.97	.26	.615
보상*푸시알림	1739703.89	1	1739703.89	.49	.484
오차	387901320.68	110	3526375.64		
기립 수 증가량(회)					
보상	190.70	1	190.70	11.06	.001
푸시알림	12.48	1	12.48	.72	.397
보상*푸시알림	1.50	1	1.50	.09	.769
오차	1896.59	110	17.24		

표 3. 집단별 개입 만족도 및 유용성 점수

구분	$M(SD)$		Z	p
	보상 미지급 (n=56)	보상 지급 (n=58)		
앱 만족도	3.63(.728)	3.79(.811)	-1.39	.164
개입 유용성	3.64(.903)	3.67(1.015)	-1.97	.049
목표 만족도	3.48(.874)	3.55(.921)	-2.38	.017
목표 유용성	3.50(.953)	3.59(1.060)	-2.45	.014
구분	$M(SD)$		Z	p
	푸시알림 미전송 (n=57)	푸시알림 전송 (n=57)		
앱 만족도	3.75(.786)	3.67(.764)	-.88	.377
개입 유용성	3.75(.892)	3.56(1.018)	-.47	.638
목표 만족도	3.42(.963)	3.61(.818)	-1.04	.299
목표 유용성	3.44(.964)	3.65(1.044)	-.70	.487

논 의

본 연구는 모바일 mHealth 앱에 적용 가능한 효과적인 행동 변화 기술을 확인하기 위해 보상과 푸시알림을 개별, 그리고 조합의 형태로 제공했을 때 걷기 및 기립 행동 증진에 미치는 영향을 확인하였다. 이를 위해 대학생 및 대학원생 114명을 보상 지급 여부와 푸시알림 제공 여부에 따라 4개의 집단에 무선할당 후 21일 동안 개입을 실시하였고, 걷기와 기립 행동을 실측과 주관적 자기보고를 통해 측정하였다. 분석 결과, 걷기와 기립 행동의 실측에서는 보상을 지급하지 않은 집단에 비해 보상을 지급한 집단에서 유의한 증가가 관찰되었으나, 푸시알림의 주효과와 보상과 푸시알림의 상호작용 효과는 관찰되지 않았다. 주관적 신체활동 변인인 총 신체활동량과 걷기

활동량의 경우 보상과 푸시알림 모두 집단 간 상호작용과 주효과 모두 유의미한 차이가 없었다. 개입 만족도 및 유용성 측면에서, 보상 지급 집단의 개입 유용성, 목표 만족도, 목표 유용성 점수가 보상 미지급 집단보다 유의미한 차이가 관찰되었으나, 푸시알림 유무에 따른 차이는 없었다. 본 연구의 의의는 다음과 같다.

첫째, 신체활동 mHealth 앱에서 보상을 지급하는 것은 대학생의 걷기와 기립 행동을 증진하는데 효과적임을 확인하였다. 보상을 지급한 모든 조건에서 기저선에 비해 개입 후 2,700보 가량의 걸음 수 증가와 4.17회 가량의 기립 행동의 증가가 나타났다. 이와 같은 결과는 보상이 효과적이었음을 보고하는 기존의 연구와 일치한다. 특히 본 연구는 이전 연구와 달리 하루 단위의 목표에 더해 연속 달성을 유도하는 단기 목표를 보상 기준으로 설정하였고, 상대적으로 소량의 금전적 보상(평균 60포인트)을 제공하였다. 이러한 결과를 통해 소량의 금전적 보상도 신체활동을 증진시키는 데 도움이 될 수 있음을 확인하였다. 다수를 대상으로 하는 상용화된 mHealth의 경우, 행동 변화를 위해 제공되어야 하는 보상의 양이 너무 커지게 되면 지급자에게 큰 부담이 될 수 있다. 본 연구에서 제공한 보상 금액은 금전적 보상의 효과성을 보고한 논문들과 비교했을 때 상대적으로 낮은 편에 속하며(Kramer et al., 2020), 이는 대학생에게 이 정도로 적은 금전적 보상으로도 행동 변화가 가능하다는 것을 실험적으로 보여주는 결과이다. 나아가 본 연구 결과는 상용화된 mHealth 앱에서 보상 금액 결정을 도울 수 있도록 구체적인 금전적 보상의 기준과 액수에 대한 정보를 제공했다는 데 의미가 있다.

보상의 기제와 관련해 기존 연구들은 '현재적 편향(Present bias)'과 연관 지어 설명한다(Mertens, Herberz, Hahnel, & Brosch, 2022). 현재적 편향은 사람들이 일반적으로 지연된 이익보단 즉각적인 이익에 민감하게 반응하는 성향을 지칭하는데(Thaler, 2016), 이를 신체활동에 적용해 보면, 신체활동은 장기적으로 건강 증진, 만성질환 예방 등에 도움이 되지만, 단기적으로는 피로, 근육통과 같은 불편감을 유발한다. 사람들은 현재적 편향에 따라 즉각적인 편안함을 추구하므로, 신체활동을 선택하지 않는다(Loewenstein, Brennan, & Volpp, 2007). 이때 신체활동에 대해 보상이라는 즉각적인 결과를 제시하게 되면 신체활동을 한 직후에 긍정적인 강화물을 받는 경험을 하게 되어 일시적이지만 신체활동에 대한 동기를 높일 수 있다(Marteau, Ashcroft, & Oliver, 2009)는 것이다. 이는 분명 고무적인 결과지만 여전히 금전적 보상을 제공하는 강화에 대한 두 가지 비판에서 자유로울 수는 없다.

첫 번째 비판은 보상 지급의 중지에 따른 행동 지속성 여부에 대한 것이다. 이전 연구에서 습관 변화가 발생하는데 최소 66일 이상(Lally, Van Jaarsveld, Potts, & Wardle, 2010)이 필요하다고 보고하는데, 이는 적어도 이 기간에 현재적 편향을 줄이기 위해 금전적 보상을 포함한 다른 형태의 보상이 주어져야 함을 시사한다. 즉, 새로운 행동을 학습하고 습관화하는 시기에는 목표 행동이 자발적으로 발생하기 어려우므로, 보상 등을 활용해 행위자의 동기를 높여야 한다. 본 연구에서 나타난 금전적 보상의 효과는 보상이 행위자의 동기를 높이는 기능을 했음을 보여준다. 본 연구 기간이 21일에 불과했음을 고려할 때, 연구 종료 후

참가자들의 행동 변화가 지속되었을 것으로 기대하기는 어렵다. 하지만 이 예측은 금전적 보상이 효과가 지속적 효과가 없음을 보여준다기보다는 이 보상의 기간이 충분하지 않았기 때문에 그 지속적 효과에 대해선 알 수 없다고 보는 것이 합당하다.

두 번째 비판은 금전적 보상 사용 자체에 대한 것인데, 일부 연구들은 금전적 보상에 의한 강화는 내재적 동기를 훼손하기 때문에 강화가 중단되면 목표 행동 수준이 개입 전보다 낮아질 수 있다는 우려를 제기한 바가 있다(Heyman & Ariely, 2004). 본 연구에서는 직접적으로 내재적 동기에 대한 조사를 하지 않았으므로 이에 대해 직접적인 결론을 내리기는 어렵다. 하지만, 기존 연구 결과를 참조해 다음과 같은 설명을 할 수 있다. 보상 강화로 인한 내재적 동기의 훼손은 행위자의 레퍼토리 안에 있는 이미 학습된 행동, 즉 이미 잘 하고 있는 행동에 발생한다(Dallery, Raiff, Grabinski, & Marsch, 2019). 그렇기에 지금 하고 있지 않은 행동의 경우, 행위자들은 그 행동에 대한 내재적 동기가 없는 것으로 보는 것이 적절하고, 따라서 보상으로 훼손될 동기가 없다고 설명한다. 이 연구자들은 이런 논리를 근거로 오히려 새로운 행동의 발생을 촉진하기 위해 행위자의 동기를 부여할 수단으로 금전적 보상의 사용을 추천한다(Fabiano & Pelham Jr, 2003). 나아가 새로운 행동의 학습이 되는 과정에서 점차 보상 지급 횟수나 액수를 조절하여 궁극적으로는 보상을 제거할 수 있다고 설명한다(Patel et al., 2018). 이 설명은 본 연구에서 목표 행동인 신체활동에도 적용이 가능하다. 비록 추가적인 확인이 필요하지만, 적어도 본 연구에서 금전적 보상으로 인해 신체활동에 대한 내재적 동기가 훼손되었다고 볼 근거는 없다.

둘째, 푸시알림이 신체활동을 증진하는데 한계가 있음을 확인하였다. 푸시알림은 상용화된 앱에서 행동을 촉진하는 목적으로 가장 기본적으로 사용하는 기술이지만(Pielot, Church, & De Oliveira, 2014) 사용성에 비해 행동 증진의 효과는 미미한 것으로 해석된다. 최근 진행된 선행연구들에서도 마찬가지로 그 효과성이 혼재되어 있거나 미미하다고 보고하고 있다(Klasnja et al., 2019). 이 결과에 대한 한 가지 해석으로 습관화로 인해 효과가 감소했을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 대다수의 스마트폰 사용자는 SNS 업로드, 문자 메시지 도착, 상품 추천, 소프트웨어 업데이트 등과 같은 다양한 이유로 하루 평균 63.5개의 푸시알림을 받는다(Li et al., 2018). 하지만 푸시알림에 반응하는 비율은 3.4%에 불과했으며(Business of Apps, 2023), 참가자들은 신체활동을 제안하는 푸시알림이 지겹다고 보고하는 경향이 있었다(Bidargaddi et al., 2018).

하지만, 문자와 e-mail로 프롬프트를 제공한 연구들에서는 본 연구 결과와는 달리 효과성을 보고하였다(Lewis, Swartz, & Lyons, 2016). 이런 불일치의 원인으로 몇 가지 추정이 가능하다. 한 가지는 알림 횟수이다. 문자 및 e-mail로 프롬프트를 준 연구들은 하루에 한 번 혹은 두 번의 알림을 제공한 반면, 본 연구에서는 개인의 활동 수준에 따라 하루 3-9회의 푸시알림을 전송하였다. 이렇게 반복되는 푸시알림이 참가자들로 하여금 피로도를 높였을 가능성이 있다. 또 한 가지는, 푸시알림과 문자 및 e-mail의 정보 전달 방식의 차이일 가능성이 있다. 문자나 e-mail의 경우, 막 도

착했을 때는 메시지가 전달되었다는 푸시알림이 제공되지만, 내용 확인 및 답신 기능을 사용하기 위해서는 푸시알림을 클릭하여 해당 앱으로 접속해야 한다. 하지만 본 연구의 푸시알림의 경우 핸드폰 상단에서 연구자가 전달하고자 하는 모든 정보를 확인할 수 있어 참가자가 푸시알림의 메시지를 일일이 확인할 필요가 없었고, 그 때문에 행동적인 촉구를 끌어내기 어려웠을 가능성이 있다. 나아가 하루에 받는 푸시알림의 개수와 이에 반응하는 개인의 차이가 영향을 미쳤을 수도 있다. 이는 모두 가능성으로 명확한 해석을 위해선 추후 연구에서 푸시알림의 빈도, 전달 방식, 하루에 받는 푸시알림 횟수 그리고 참가자의 푸시알림에 대한 주관적인 관여도에 따른 효과성의 차이에 대해 체계적으로 조사할 필요가 있다.

셋째, 보상과 푸시알림의 조합은 보상의 단독 효과를 능가할 만큼 효과적이지 않았다. 선행 연구에서는 보상과 푸시알림의 조합이 걷기 행동 증진에 효과적이지 않았음을 보고하였으나(Domin, Uslu, Schulz, Ouzzahra, & Vgele, 2022), 본 연구는 걷기 및 기립 행동의 증가가 보고되었다. 하지만, 이러한 결과는 보상의 개별 효과에 의해 발생한 것으로, 보상과 푸시알림을 함께 사용하는 데 있어서 상호작용 효과는 보고되지 않았다.

보상과 푸시알림의 조합은 선행자극(Antecedent, 푸시알림)과 후속 결과(Consequence, 보상)를 조작해 행동(Behavior) 변화를 도모하는 3요인 유관(Three term contingency)의 차원으로 해석할 수 있다. 이러한 3요인 유관의 설계는 응용행동분석 치료에서 전형적으로 사용되는 행동 변화 전략으로, 선행사건이나 결과 중 하나만 조작했을 때보다 둘을 모두 조작했을 때 더 효과적일 것이라고 기대된다(이승희, 2021). 이러한 기대에 따라 대다수의 상용화된 mHealth 앱에서는 기법들의 효과성을 연구를 통해 확인하는 대신, 특정 전략을 선택하여 사용자의 반응에 따라 의사결정을 하는 방식을 사용해 왔다. 하지만, 본 연구 결과에 따르면, 검증할 필요 없이 효과적일 것이라 기대했던 보상과 푸시알림의 조합은 기대만큼 효과적이지 않을 수 있음이 밝혀졌다. 이에 따라 mHealth와 관련된 가장 큰 비판인 개발된 도구의 효과성에 대한 검증 부재(Direito et al., 2017)에 대해 다시 경고하는 계기가 되었다. 나아가 본 연구의 결과는 실제 도구 개발 시 의사 결정에 고려할 사항 중의 하나로 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

넷째, 본 연구는 신체활동을 측정하는 방식에 따라 수집된 활동량의 정확도에 차이가 있을 수 있음을 확인하였다. 효과성 분석 결과, 보상을 단독으로 제공하는 집단에 있어서 객관적으로 수집된 걷기와 기립의 유의미한 증가가 있었던 반면, 주관적으로 보고된 총 신체활동 증가량 및 걷기 활동 증가량에서는 어떠한 집단 간 차이도 발견되지 않았다. 이와 같은 결과는 주관적 신체활동 수준과 가속도계를 통해 측정된 신체활동 수준 간 간극을 보고한 선행연구(Dallery, Jarvis, Marsch, & Xie, 2015)와 일치하며 국제 신체활동 설문지 단축형(IPAQ-SF)과 객관적 측정치와의 상관이 낮아 IPAQ-SF가 절대적인 신체활동 지표로서 근거가 약하다고 주장한 체계적 메타분석 연구(Siebeling, Wiebers, Beem, Puhan, & Ter Riet, 2012)와 일치하는 내용이다. IPAQ-SF는 지난 7일 간의 신체활동 수준을 가벼운, 중등도, 고도로 구분해 보고하도록 구성되어 있는데, 이는

일정 기간 동안의 활동을 수준에 따라 비교하는 데 유용한 척도이지만 회상에 의존함으로 객관성을 담보하지 못한다는 점이 한계로 지적되어 왔다(Lee, Macfarlane, Lam, & Stewart, 2011). 이전과 달리, 기술의 발전에 따라 mHealth 앱은 센서를 기반으로 객관적인 신체활동량을 비교적 정확하게 측정할 수 있으므로, IPAQ-SF와 같은 주관적 측정치 보다는 객관적인 측정이 가능하며(Kurti & Dallery, 2013), 실제 이 객관적 측정치가 효과성을 확인하는데 적절하다. 본 연구에서 확인된 주관적 그리고 객관적인 측정치의 차이는 mHealth 연구에서는 객관적 측정치 사용이 권장됨을 보여준다.

본 연구의 결과를 종합하여 mHealth 신체활동 앱 개발에 제안할 수 있는 다음과 같다. 첫째, 소량의 금전적 보상이라도 신체활동 정도에 비례한 보상을 제공한다면, 대학생의 신체활동을 증진하는 데 효과적으로 작용할 수 있음을 확인하였다. 단, 금전적인 보상을 포함한 보상은 새로운 행동의 발생 시기에 유용하며 장기적으로는 보상의 양이나 지급 시기에 대한 조절이 필요하다는 기존 연구 결과에 따라 점차 금전적 보상을 줄이면서 행동을 유지할 방법에 대해 강구할 필요가 있겠다. 둘째, 통념적으로 효과적일 것으로 기대되던 푸시알림 그리고 보상과 푸시알림의 조합의 효과가 미미하다는 것을 확인하였다. 하지만 푸시알림의 경우, 행동을 효과적으로 촉진할 수 있다고 알려진 프롬프트의 한 종류이기 때문에 효과적으로 활용할 수 있는 방법에 대한 추가적인 연구를 통해 전달 방식의 개선이 필요하다. 셋째, 신체활동 mHealth 앱 개발 시 신체활동 수준에 대한 측정치로 주관적인 설문보다는 객관적 측정치인 걸음 수 등을 적극적으로 활용하되, 가능하다면 신체활동 측정의 정확도를 높일 수 있는 추가적인 센서 및 방법 개발을 통한 적극적인 도입을 권한다.

본 연구의 한계점 및 추후 연구를 위한 제안할 점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 스마트폰 사용이 익숙한 대학생 및 대학원생을 대상으로 진행되었기 때문에 연구 결과를 일반화하기 위해서는 다른 연령을 대상으로 한 추가적인 연구를 진행할 필요가 있다. 둘째, 상용화된 신체활동 mHealth 앱을 금전적인 보상을 장기적으로 사용하는 것은 개발자 입장에서 경제적 부담이 있기 때문에 금전적 보상 외에 칭찬, 가상 포인트, 배지 등의 다른 형태의 보상도 신체활동을 증진하는 데 효과적일 수 있는지 확인하는 연구가 필요하다. 셋째, 본 연구에서 푸시알림을 통해 직접적으로 분명한 시간 기준(예: 10분) 내에 객관적인 행동(걸음 수, 기립 횟수)을 제안하는 내용의 알림을 제공하였으나, 푸시알림이 포함하는 내용에 따라 결과가 달라질 수 있으므로 추후 연구에서는 간접적으로 걷기와 기립 행동을 유도할 수 있는 대안 행동을 제안하는 것 등에 대한 탐구가 필요하다.

참 고 문 헌

김연희, 신성례 (2021). 모바일을 활용한 대학생의 건강생활습관 프로그램 개발 및 효과. *Journal of Korean Academy of Community Health Nursing, 32*(2), 150-161.

김유진, 정경미 (2020). 스마트폰 걷기 어플리케이션 효과성 검증: 무선통제연구. 융합정보논문지, 10(2), 21-31.

류은정, 권영미, 이건세 (2001). 대학생의 사회심리적 건

강과 건강증진 생활양식 이행. *Journal of Korean Society for Health Education and Promotion, 18*(1), 49-60.

이명준, 조영채 (2013). 일부 대학생들의 사회심리적 스트레스, 불안 및 우울수준과 그의 관련요인. 한국산학기술학회 논문지, 14(6), 2828-2838.

이미영, 윤지운 (2018). 메타분석과 네크워크-메타분석에 의한 스마트폰기반 신체활동 증진 프로그램의 조절변인 효과검증. 한국체육측정평가학회지, 20(4), 129-146.

이미영, 최지엽 (2017). 일상생활 신체활동 측정을 위한 스마트폰기반 검사도구의 수렴타당도검증. 한국체육측정평가학회지, 19(4), 65-74.

이서이 (2019). 강화 스케줄 개입이 대학생의 걷기 행동 증진에 미치는 효과성: 비율강화 스케줄과 증가강화 스케줄을 중심으로. 연세대학교 대학원 석사학위청구논문.

이승희 (2021). 응용행동분석에서의 일반화의 유형과 일반화의 유형별 정의에 대한 고찰. 정서·행동장애연구, 37(4), 293-307.

조정환, 송금주, 오정화, 정해권 (2016). 모바일 앱 기반 신체활동증진 전략과 기술… 어디까지 왔나? 한국체육측정평가학회지, 18(1), 1-15.

Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Jr, Tudor-Locke, C., . . . & Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *43*(8), 15751581.

Bidargaddi, N., Almirall, D., Murphy, S., Nahum-Shani, I., Kovalcik, M., Pituch, T., . . . & Strecher, V. (2018). To prompt or not to prompt? A microrandomized trial of time-varying push notifications to increase proximal engagement with a mobile health app. *JMIR mHealth and uHealth*, *6*(11), e10123. doi: 10.2196/10123

Bort-Roig, J., Gilson, N. D., Puig-Ribera, A., Contreras, R. S., & Trost, S. G. (2014). Measuring and influencing physical activity with smartphone technology: a systematic review. *Sports Medicine, 44*(5), 671-686.

Brower, J., LaBarge, M. C., White, L., & Mitchell, M. S. (2020). Examining Responsiveness to an Incentive-Based Mobile Health App: Longitudinal Observational Study. *Journal of Medical Internet Research*, *22*(8), e16797. doi: 10.2196/16797

Bruffaerts, R., Mortier, P., Kiekens, G., Auerbach, R. P., Cuijpers, P., Demyttenaere, K., . . . & Kessler, R. C. (2018). Mental health problems in college freshmen: Prevalence and academic functioning. *Journal of Affective Disorders, 225*, 97-103.

Clayborne, Z. M., & Colman, I. (2019). Associations between depression and health behaviour change: findings from 8 cycles of the Canadian Community Health Survey. *The Canadian Journal of Psychiatry, 64*(1), 30-38.

Cugelman, B. (2013). Gamification: what it is and why it matters to digital health behavior change developers. *JMIR Serious Games, 1*(1), e3. doi: 10.2196/games.3139

Dallery, J., Jarvis, B., Marsch, L., & Xie, H. (2015). Mechanisms of change associated with technology-based interventions for substance use. *Drug and Alcohol Dependence*, *150*, 14-23.

Dallery, J., Raiff, B. R., Grabinski, M. J., & Marsch, L. A. (2019). Technology-based contingency management in the treatment of substance-use disorders. *Perspectives on Behavior Science*, *42*, 445-464.

De Korte, E., Wiezer, N., Roozeboom, M. B., Vink, P., & Kraaij, W. (2018). Behavior Change Techniques in mHealth Apps for the Mental and Physical Health of Employees: Systematic Assessment. *JMIR Mhealth Uhealth*, *6*(10), e167. doi: 10.2196/mhealth.6363

Diaz, K. M., Howard, V. J., Hutto, B., Colabianchi, N.,

Vena, J. E., Safford, M. M., . . . & Hooker, S. P. (2017). Patterns of Sedentary Behavior and Mortality in U.S. Middle-Aged and Older Adults: A National Cohort Study. *Annals of Internal Medicine*, *167*(7), 465475.

Direito, A., Carraa, E., Rawstorn, J., Whittaker, R., & Maddison, R. (2017). mHealth technologies to influence physical activity and sedentary behaviors: behavior change techniques, systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Annals of Behavioral Medicine*, *51*(2), 226-239.

Domin, A., Uslu, A., Schulz, A., Ouzzahra, Y., & Vgele, C. (2022). A theory-informed, personalized mHealth intervention for adolescents (mobile app for physical activity): Development and pilot study. *JMIR Formative Research*, *6*(6), e35118. doi: 10.2196/35118

Dugas, M., Gao, G., & Agarwal, R. (2020). Unpacking mHealth interventions: a systematic review of behavior change techniques used in randomized controlled trials assessing mHealth effectiveness. *Digital Health*, *6*, 2055207620905411. doi: 10.1177/2055207620905411

Fabiano, G. A., & Pelham Jr, W. E. (2003). Improving the effectiveness of behavioral classroom interventions for attention-deficit/hyperactivity disorder: A case study. *Journal of Emotional and Behavioral Disorders*, *11*(2), 122-128.

Fanning, J., Mullen, S. P., & McAuley, E. (2012). Increasing physical activity with mobile devices: a meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, *14*(6), e161. doi: 10.2196/jmir.2171

Heron, N., Tully, M. A., McKinley, M. C., & Cupples, M. E. (2014). Steps to a better Belfast: physical activity assessment and promotion in primary care. *British Journal of Sports Medicine, 48*(21), 1558-1563.

Heyman, J., & Ariely, D. (2004). Effort for payment: A tale of two markets. *Psychological Science*, *15*(11), 787-793.

IPAQ Research Committee (2005). *Guidelines for data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)-short and long forms*. Retrieved December 10, 2019, from http://www.ipaq.ki.se/scoring.pdf.

Klasnja, P., Smith, S., Seewald, N. J., Lee, A., Hall, K., Luers, B., Hekler, E. B., & Murphy, S. A. (2019). Efficacy of Contextually Tailored Suggestions for Physical Activity: A Micro-randomized Optimization Trial of HeartSteps. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, 53(6), 573582.

Kramer, J.-N., Knzler, F., Mishra, V., Smith, S. N., Kotz, D., Scholz, U., Fleisch, E., & Kowatsch, T. (2020). Which components of a smartphone walking app help users to reach personalized step goals? Results from an optimization trial. *Annals of Behavioral Medicine*, *54*(7), 518-528.

Kritz-Silverstein, D., Barrett-Connor, E., & Corbeau, C. (2001). Cross-sectional and prospective study of exercise and depressed mood in the elderly: the Rancho Bernardo study. *American Journal of Epidemiology*, *153*(6), 596-603.

Kurti, A. N., & Dallery, J. (2013). Internet-based contingency management increases walking in sedentary adults. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *46*(3), 568-581.

Lewis, Z. H., Swartz, M. C., & Lyons, E. J. (2016). What's the point?: A review of reward systems implemented in gamification interventions. *Games for Health*, *5*(2), 93-99.

Lally, P., Van Jaarsveld, C. H., Potts, H. W., & Wardle, J. (2010). How are habits formed: Modelling habit formation in the real world. *European Journal of Social Psychology*, *40*(6),

998-1009.

Lee, P. H., Macfarlane, D. J., Lam, T. H., & Stewart, S. M. (2011). Validity of the international physical activity questionnaire short form (IPAQ-SF): A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 8*(1), 1-11.

Lin, Y. (2013). Motivate: a context-aware mobile application for physical activity promotion. *Eindhoven: Technology University Eindhoven,* 1-177.

Li, Y., Yang, Z., Guo, Y., Chen, X., Agarwal, Y., & Hong, J. I. (2018). Automated extraction of personal knowledge from smartphone push notifications. *2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 733-742.

Loewenstein, G., Brennan, T., & Volpp, K. G. (2007). Asymmetric paternalism to improve health behaviors. *Jama, 298*(20), 2415-2417.

Marteau, T. M., Ashcroft, R. E., & Oliver, A. (2009). Using financial incentives to achieve healthy behaviour. *BMJ, 338*, b1415. doi: 10.1136/bmj.b1415.

McDonald, D. G., & Hodgdon, J. A. (2012). *The psychological effects of aerobic fitness training: Research and theory.* Springer Science & Business Media. Springer New York.

Mercer, K., Li, M., Giangregorio, L., Burns, C., & Grindrod, K. (2016). Behavior change techniques present in wearable activity trackers: a critical analysis. *JMIR mHealth and uHealth, 4*(2), e40. doi: 10.2196/mhealth.4461

Mertens, S., Herberz, M., Hahnel, U. J. J., & Brosch, T. (2022). The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioral domains. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 119*(1), e2107346118. doi: 10.1073/pnas.2107346118

Michie, S., Ashford, S., Sniehotta, F. F., Dombrowski, S. U., Bishop, A., & French, D. P. (2011). A refined taxonomy of behaviour change techniques to help people change their physical activity and healthy eating behaviours: the CALO-RE taxonomy. *Psychology & Health, 26*(11), 1479-1498.

Milne-Ives, M., Lam, C., De Cock, C., Van Velthoven, M. H., & Meinert, E. (2020). Mobile apps for health behavior change in physical activity, diet, drug and alcohol use, and mental health: systematic review. *JMIR mHealth and uHealth, 8*(3), e17046. doi: 10.2196/17046

Mistler, B. J., Reetz, D. R., Krylowicz, B., & Barr, V. (2012). *The association for university and college counseling center directors annual survey.* Retrieved from Association for University and College Counseling Center Directors. from https://files.cmcglobal.com/Monograph_2012_AUCCCD_Public.pdf

Nuijten, R., Pieter, V. G., Khanshan, A., Blanc, P. L., Kemperman, A., van den Berg, P., & Simons, M. (2021). Health Promotion through Monetary Incentives: Evaluating the Impact of Different Reinforcement Schedules on Engagement Levels with a mHealth App. *Electronics,* 10(23), 2935, 1-19.

O'Reilly, G. A., & Spruijt-Metz, D. (2013). Current mHealth technologies for physical activity assessment and promotion. *American Journal of Preventive Medicine, 45*(4), 501-507.

Patel, M. S., Volpp, K. G., Rosin, R., Bellamy, S. L., Small, D. S., Heuer, J., . . . & Asch, D. A. (2018). A Randomized, Controlled Trial of Lottery-Based Financial Incentives to Increase Physical Activity Among Overweight and Obese Adults. *American Journal of Health Promotion,*

32(7), 15681575.

Pielot, M., Church, K., & De Oliveira, R. (2014). An in-situ study of mobile phone notifications. *Proceedings of the 16th international conference on Human-computer interaction with mobile devices & services*, 233242.

Artem Dogtiev. (2023, January 16). Push Notifications Statistics. *Business of Apps*. https://www.businessofapps.com/marketplace/push-notifications/research/push-notifications-statistics/

Samitz, G., Egger, M., & Zwahlen, M. (2011). Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and doseresponse meta-analysis of cohort studies. *International Journal of Epidemiology*, *40*(5), 1382-1400.

Sardi, L., Idri, A., & Fernndez-Alemn, J. L. (2017). A systematic review of gamification in e-Health. *Journal of Biomedical Informatics*, *71*, 31-48.

Schwarz, A., Winkens, L. H., de Vet, E., Ossendrijver, D., Bouwsema, K., & Simons, M. (2023). Design features associated with engagement in mobile health physical activity interventions among youth: Systematic review of qualitative and quantitative studies. *JMIR mHealth and uHealth*, *11*, e40898. doi: 10.2196/40898

Siebeling, L., Wiebers, S., Beem, L., Puhan, M. A., & Ter Riet, G. (2012). Validity and reproducibility of a physical activity questionnaire for older adults: questionnaire versus accelerometer for assessing physical activity in older adults. *Clinical Epidemiology*, 171-180.

Steptoe, A., Wardle, J., Pollard, T. M., Canaan, L., & Davies, G. J. (1996). Stress, social support and health-related behavior: a study of smoking, alcohol consumption and physical exercise. *Journal of Psychosomatic Research*, *41*(2), 171-180.

Sullivan, A. N., & Lachman, M. E. (2017). Behavior change with fitness technology in sedentary adults: a review of the evidence for increasing physical activity. *Frontiers in Public Health*, *4*, 289. doi: 10.3389/fpubh.2016.00289

Thaler, R. H. (2016). Behavioral economics: Past, present, and future. *American Economic Review*, *106*(7), 1577-1600.

Thomas, J. G., & Bond, D. S. (2015). Behavioral response to a just-in-time adaptive intervention (JITAI) to reduce sedentary behavior in obese adults: Implications for JITAI optimization. *Health Psychology*, *34*(Suppl), 1261-1267.

Tudor-Locke, C., Johnson, W. D., & Katzmarzyk, P. T. (2009). Accelerometer-determined steps per day in US adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *41*(7), 1384-1391.

Vaghefi, I., & Tulu, B. (2019). The continued use of mobile health apps: insights from a longitudinal study. *JMIR mHealth and uHealth*, *7*(8), e12983. doi: 10.2196/12983

Wobbrock, J. O., Findlater, L., Gergle, D., & Higgins, J. J. (2011). The aligned rank transform for nonparametric factorial analyses using only anova procedures. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*. ACM, 143-146.

Woods, C., Mutrie, N., & Scott, M. (2002). Physical activity intervention: a transtheoretical model-based intervention designed to help sedentary young adults become active. *Health Education Research*, *17*(4), 451-460.

원고접수일: 2023년 8월 3일
논문심사일: 2023년 8월 31일
게재결정일: 2024년 2월 2일

한국심리학회지: 건강
The Korean Journal of Health Psychology
2024. Vol. 29, No. 3, 465 - 483

Effectiveness of Financial Rewards and Push Notifications on App-based Program for Promoting Walking and Standing among College Students

Youngseo Park Kyong-Mee Chung
Dept. of Psychology, Yonsei University

Physical activity mHealth apps use a variety of behavioral promotion techniques to increase walking and standing behaviors. Financial rewards and push notifications are the most frequently used techniques in commercialized apps. And they are usually used in combination. However, there are few studies on their combination, and mixed results on the effectiveness of individual techniques. In this study, we examined their interaction and individual effectiveness to determine whether rewards and push notifications are effective in promoting walking and standing behaviors. To do so, 114 college students were randomly assigned to four groups with and without rewards and push notifications. Walking and standing behaviors were measured during a 7-day baseline period, followed by a 21-day intervention in each group. The results showed that the reward group showed significant increase in walking and standing behavior compared to the non-reward group. In terms of intervention satisfaction and usefulness, the rewarded group had higher intervention usefulness, goal satisfaction, and goal usefulness scores than the unrewarded group, but there was no difference in the presence of push notifications. Based on these results, the significance and limitations of the study are discussed.

Keywords: *Physical Activity, mHealth, Behavior Change Technology, Reward, Push Notification*