한국심리학회지: 건강
The Korean Journal of Health Psychology
2020. Vol. 25, No. 1, 33 - 56

# 신체활동 증진 애플리케이션을 위한 강화계획: 강화물의 초기값과 증가율의 탐색†

조 성 현
연세대학교 심리학과 학생

정 경 미‡
연세대학교 심리학과 교수

최근 모바일 기기와 무선기술을 활용한 의료지원과 공중보건사업을 일컫는 mobile health (mHealth) 중 애플리케이션이 신체 및 정신건강 영역에 적극적으로 활용되고 있으나, 그 효과성에 대한 근거는 매우 부족하다. 본 연구에서는 걷기 및 신체활동 증진을 목적으로 하는 mHealth 애플리케이션에 적용할 수 있는 효과적이고 효율적인 강화계획을 탐색하고자 하였다. 이를 위해 강화물의 초기값과 증가율을 조작한 세 가지 증가강화계획 프로그램(큰 초기값-10% 증가율, 중간 초기값-25% 증가율, 작은 초기값-100% 증가율)을 설계하고, 이의 상대적 효과성과 비용 효율성을 검증하기 위해 대학생 66명(남 16명, 여 50명)을 세 가지 프로그램에 무선할당하여 66일간 개입을 실시하였다. 연구 결과, 개입의 효과성 측면에서, 중간 초기값-25% 증가율 집단에서 큰 초기값-10% 증가율 집단에 비해 걸음 수 증가량이 유의하게 컸고, 작은 초기값-100% 증가율 집단에 비해 총 신체활동 증가량이 유의하게 컸다. 다음으로 개입의 비용 효율성의 측면에서, 중간 초기값-25% 증가율 집단과 작은 초기값-100% 증가율 집단에서 큰 초기값-10% 증가율 집단에 비해 사용된 강화물 대비 걸음 수 증가량이 유의하게 컸다. 마지막으로, 개입 종료 66일 후의 추적 조사에서 집단에 관계없이 개입 기간 증가한 걸음 수는 유지되었으나, 자기보고를 통해 증가한 것으로 나타난 총 신체활동량 및 걷기 활동량은 유지되지 않았다. 이러한 결과를 바탕으로 본 연구의 임상적 함의와 한계점에 대해서 논의하였다.

주요어 : mHealth, 애플리케이션, 강화계획, 강화물의 초기값, 강화물의 증가율, 걷기, 신체활동

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

www.kci.go.kr

신체활동, 휴대폰 사용 절제, 금연 등 건강 행동 증진에 모바일 기기와 무선기술을 사용하는 것을 mobile health(mHealth)라고 하는데(World Health Organization, 2011), 그중 가장 대표적인 형태인 모바일 애플리케이션(mobile application)은 낮은 비용, 높은 접근성 등의 장점을 바탕으로 큰 폭으로 늘어나고 있다(Research2Guidance, 2016). 그러나 현재 상용화된 많은 수의 모바일 애플리케이션들이 행동 변화에 효과적인 기능을 포함하지 못하며(Hoeppner et al., 2015, 2017; Morrissey, Corbett, Walsh, & Molloy, 2016), 관리 부족으로 오히려 사용자에게 해로운 영향을 미칠 수 있다고 보고됨에 따라(Buijink, Visser, & Marshall, 2013; Kumar, Khunger, Gupta, & Garg, 2015), 급증하는 모바일 애플리케이션에 대한 질적 개선의 필요성이 제기된다.

행동주의 이론, 특히, 조작적 조건화(operant conditioning)와 관련된 다양한 전략들은 건강과 관련된 행동 변화 전략으로 유용하게 활용되어왔는데(Fogel, Miltenberger, Graves, & Koehler, 2010; Hayes & Van Camp, 2015; VanWormer, 2004), 몇몇 연구자들은 이러한 전략들이 모바일 애플리케이션에도 적용될 수 있음을 시사한다(Foster, Richards, Thorogood, & Hillsdon, 2013; Webb, Joseph, Yardley, & Michie, 2010).

그중 가장 대표적인 방법은 행동에 뒤따르는 결과를 조작함으로써 행동의 미래 발생 빈도를 증가시키는 강화(reinforcement)이다(Ferster & Skinner, 1957). 이러한 강화의 원리에 기반한 대표적인 근거 기반의 행동 개입 전략으로는 목표 행동이 발생하면 토큰, 상품 교환권 등의 강화물을 제공하지만, 목표 행동이 발생하지 않으면 강화물의 제공을 보류하는 수반성 관리(contingency management)가 있다(Stitzer & Petry, 2006). 수반성 관리는 알코올, 담배, 약물 등의 중독에 대한 절제(Benishek et al., 2014; Lussier, Heil, Mongeon, Badger, & Higgins, 2006; Prendergast, Podus, Finney, Greenwell, & Roll, 2006), 약물 순응(Sorensen et al., 2007), 신체활동 증진(Jeffery, 2012; Pope, Harvey-Berino, 2013; Weinstock, Barry, & Petry, 2008) 등 건강 행동 증진에 효과적인 행동 개입 방법으로 그 근거가 축적되어 있다.

그러나 그 효과성에도 불구하고, 수반성 관리는 개입 현장에서 가장 활용도가 낮은 근거 기반 치료 중 하나로 보고된다(Benishek, Kirby, Dugosh, & Padovano, 2010; Herbeck, Hser, & Teruya, 2008; McGovern, Fox, Xie, & Drake, 2004). 이에 대한 주된 이유 중 하나로는 행동 변화에 수반하여 제공되는 외적 강화물(예, 현금, 바우처, 상품권, 이모티콘 등)의 비용 부담이라는 현실적인 제약이 꼽힌다(Petry, 2010; Petry, Alessi, Olmstead, Rash, & Zajac, 2017; Roll, Madden, Rawson, & Petry, 2009). 하지만 모바일 애플리케이션의 경우 포인트, 적립금, 사이버 머니 등의 형태로 실질적인 비용 부담 없이 강화물 제공이 가능한 특징으로 인해 수반성 관리 전략이 적용되기 용이하며, 이러한 전략은 다수의 mHealth 애플리케이션뿐 아니라 상업적인 게임의 기본적인 전략으로 사용되고 있기도 하다(Edwards et al., 2016; Lewis, Swartz, & Lyons, 2016). 이런 추세와 함께 모바일 애플리케이션에 적용된 수반성 관리 전략에 대한 직접적인 탐색의 필요성이 제기된다.

수반성 관리의 핵심적인 요소 중 하나인 강화

www.kci.go.kr

계획은 행동이 강화되는 조건을 결정짓는 일련의 규칙을 뜻한다(Roll & Higgins, 2000). 강화계획은 4가지 기본 강화계획(예: 고정비율, 고정간격, 변화비율, 변화간격)을 중심으로 효과성에 대한 증거가 잘 축적되어왔다(Hackenberg, 2009). 최근 들어서는 실험 환경을 벗어난 개입 현장에서 기본 강화계획보다 더 복잡한 형태의 강화계획에 의해 행동이 변화된다는 주장이 제기되면서(Lattal & Neef, 1996), 기본 강화계획 외에 변형된 강화계획에 대한 관심이 증가하고 있다. 그중 증가강화계획(escalating reinforcement schedule)은 행동 변화에 대한 효과성뿐 아니라 비용 효율성으로 주목받고 있다(Mahoney, 2017; Russell, Ingvarsson, Haggar, & Jessel, 2018; Sharma, Hryhorczuk, & Fulton, 2012).

증가강화계획은 목표 행동의 연속적인 달성에 따라 강화물의 크기가 증가하는 강화계획이며, 목표의 연속적 달성이 실패하면 강화물의 크기가 초기화되는 초기화 수반(reset contingency)을 특징으로 한다(Roll & Shoptaw, 2006). 효과성 측면에서, 증가강화계획은 금주(Barnett et al., 2017; McDonell et al., 2012), 금연(Cassidy et al., 2018; Kollins, McClernon, & Van Voorhees, 2010), 물질 사용 절제(Benishek et al., 2014; Dallery & Raiff, 2012) 등 건강 행동 증진에 유용한 전략임이 밝혀졌다. 또한 비용 효율성 측면에서, 증가강화계획은 고정강화계획에 비해 행동 변화에 대하여 대등한 효과성을 지니면서도, 강화물의 소모는 상대적으로 적은 개입 방법으로 보고되었다(이서이, 2019).

한편, 최근에는 강화계획 자체에 대한 탐색뿐만 아니라 강화계획 내 효과성 및 비용 효율성을 극대화할 수 있는 요소에 대한 탐색이 진행되고 있는데, 그중 하나가 강화물의 분배이다. 강화물의 분배를 탐색한 연구들은 강화물의 총량이 정해져 있을 때, 개입 과정에서 강화물 제공의 빈도나 양을 조절함으로써 개입의 효과에 유의미한 영향을 미친다고 보고한다(Frank-Crawford, Borrero, Newcomb, Chen, & Schmidt, 2019; Kocher, Howard, & Fineup, 2015; Ward-Horner, Pittenger, Pace, & Fineup, 2014). 강화물의 분배에 관한 문헌들은 주로 강화물의 빈도와 크기를 동시에 조절하는 방법을 탐색하였다. 이러한 연구들은 강화물 제공 빈도가 너무 낮아지면 개입의 효과가 떨어짐을 밝혔다(Lussier et al., 2006; Prendergast et al., 2006). 그러나 강화물의 제공 빈도를 높이려면 더 빈번한 목표 행동 확인 및 강화물 제공이 필요하고, 이는 개입 절차를 복잡하게 만들어 개입 비용을 상승시킬 수 있다고 지적된다(Olmstead & Petry, 2009; Olmstead, Sindelar, Easton, & Carroll, 2007; Petry & Simcic Jr, 2002).

이에 그 수는 제한되지만 몇몇 연구자들은 강화물의 분배 방법 중 강화물의 크기만을 변화시키는 방법을 탐색하였다. 예를 들어, 한 연구는 강화물의 총량이 동일한 조건에서 강화물의 크기가 체계적으로 증가하는 증가강화계획을 강화물의 크기가 일정한 고정강화계획과 비교함으로써 행동 변화 효과를 탐색하였다(Romanowich & Lamb, 2015). 연구 결과, 최초 목표 달성 시 강화물의 크기가 $5이고, 연속적인 목표 달성 시마다 강화물이 $0.5씩 증가하는 증가강화계획 집단의 참가자들이 목표 달성 시 제공되는 강화물의 크기가 $19.75로 일정한 고정강화계획 집단과 통제

www.kci.go.kr

집단의 참가자들에 비해 금연 행동 유지 기간이 유의하게 길었다. 이는 행동 유지 측면에서 연속적인 목표 달성에 따라 강화물의 크기가 체계적으로 증가하는 증가강화계획이 고정강화계획에 비해 효과적임을 시사한다.

다른 연구로는 강화물의 총량이 동일한 조건에서 비율강화계획 유형(고정비율, 변동비율)과 증가강화 유무(고정강화, 증가강화)에 따른 네 가지 강화계획(고정비율-고정강화, 변동비율-고정강화, 고정비율-증가강화, 변동비율-증가강화)을 비교한 연구가 있다(이서이, 2019). 연구 결과, 모든 강화계획 집단에서 기저선 기간 대비 개입 기간에 목표 행동인 걷기 행동의 유의한 증가가 나타났으나, 집단 간 효과성의 유의한 차이는 나타나지 않았다. 단, 비용 효율성 측면에서, 증가강화계획 조건에서 고정강화계획 조건에 비해 참가자들이 절반 수준의 강화물을 제공받았음에도 대등한 행동 변화를 보인 것으로 밝혀졌으며, 이 결과는 증가강화계획의 비용 효율성을 시사한다.

또 다른 예로 각성제인 메타암페타민에 대한 약물 절제 행동을 탐색한 연구가 있다(Roll et al., 2006). 이 연구에서는 강화물의 총량이 동등한 조건에서 강화물의 초기값, 강화물의 증가율, 보너스 강화물 등을 조작하여 강화물의 분배 방법을 달리한 5가지 개입 방법의 효과를 비교하였다. 연구 결과, '강화물이 작은 수준에서 시작하여 50%씩 증가하고, 주간 보너스 강화물을 제공하는 증가강화계획'에서 다른 증가강화계획이나 고정강화계획에 비해 행동의 촉발 및 재발 방지의 효과성이 크게 나타났다. 이를 통해 강화물의 총량이 동등한 조건에서 강화물의 분배 유형에 따라 개입의 효과가 달라질 수 있음이 시사되었다.

그러나 강화물의 크기 변화를 탐색한 선행연구들은 다음과 같은 한계를 보인다. 첫째, 선행연구들은 주로 강화물의 크기를 변화시키는 방법과 변화시키지 않는 방법을 비교하는데 집중하면서, 강화물의 크기 변화 방법에 대한 구체적인 정보를 제공하지 못했다(이서이, 2019; Romanowich & Lamb, 2015). 둘째, 일부 선행연구에서는 강화물의 크기 변화가 일정한 체계 없이 임의적인 방식으로 이루어짐에 따라, 개입 현장에서 적용 가능한 수준의 체계적인 정보가 축적되지 못했다(Ball et al., 2017; Mahoney, 2017; Romanowich & Lamb, 2010). 셋째, 한 연구(이서이, 2019)를 제외하면 기존 연구들은 주로 개입의 효과성 탐색에 초점을 맞추면서, 개입의 비용 효율성(Roll et al., 2006; Romanowich & Lamb, 2015)과, 효과 지속성(Roll & Shoptaw, 2006; Tuten, Svikis, Keyser-Marcus, O'Grady, & Jones, 2012)을 함께 확인하지 않았다.

본 연구의 목적은 강화물의 총량이 동등한 조건에서 강화물의 초기값과 증가율에 따른 개입의 효과성, 비용 효율성 및 효과 지속성을 규명하는 것이다.

## 방 법

### 연구 대상

연구 대상자는 수도권 소재 14개의 종합대학교에 재학 중인 대학생 및 대학원생으로, 각 대학 온라인 커뮤니티에 공고 게재 또는 1개 종합대학교의 교내 이메일 발송을 통해 모집되었으며 모집 절차는 다음과 같다. 먼저, 제3의 변인에 의한

www.kci.go.kr

영향 최소화 및 적합한 개입 대상자 선정을 위하여 연구 참가 신청자 중 다음과 같은 조건에 해당하는 대상자는 제외되었다: 연구 참여 기간 내 휴대폰 교체 계획을 보고하는 경우, 7일 이상의 여행 계획이 있는 경우, 하루 평균 걸음 수가 8,000보 이상인 경우. 총 317명의 신청자 중 133명(남 44명, 여 89명)에게 상기 기준을 충족하여 사전 평가 대상자로 선정되었음을 통보한 후 사전 평가 일정을 잡았다. 사전 평가에 참가한 78명(남 20명, 여 58명) 중 기저선 기간 걸음 수가 하루 평균 8000보 이상인 참가자 11명, 기저선 기간 걸음 수 자료가 소실된 1명을 제외한 총 66명(나이: 평균 23.39세, 표준 편차 2.69, 성별: 여성 50명)이 최종적으로 연구에 참여하였다. 이 중 10일 이상의 개입 기간 동안 집단생활을 하여 걸음 수에 영향을 받았을 가능성이 있는 1명 제외한 총 65명의 자료가 최종 분석에 포함되었다. 본 연구는 연구자가 속한 기관 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board)의 사전 승인을 받았다(승인번호: 7001988-201910-HR-591-08).

### 측정 도구

**국제 신체활동 설문지 단축형(International Physical Activity Questionnaire-Short Form: IPAQ-SF).** 본 연구에서는 오늘날 가장 정확히 측정 가능한 신체활동으로 보고되는 걷기를 목표 행동으로 선정하고(Tudor-Locke, 2010), 측정을 위해 국제 신체활동 설문지 단축형(International Physical Activity Questionnaire-Short Form: IPAQ-SF; IPAQ Research Committee, 2005)의 한국어 버전을 사용하였다. IPAQ는 확장형, 단축형이 있으며, 별도의 승인 없이 무료로 사용할 수 있다[1]. IPAQ-SF는 격렬한 신체활동, 중간정도 신체활동, 걷기 활동의 3가지 주요 활동에 대하여, 지난 7일간 해당 활동을 실시한 일수 및 하루 평균 시간을 묻는 각 2개의 하위 질문으로 구성되어 있다.

계산 시 사용되는 단위인 'MET(Metabolic Equivalent of Task; 1분간 소비되는 단위 체중당 에너지 소비량)'는 신체활동 에너지 비용을 평가하는 표준화된 지표를 의미하며, 안정 상태의 에너지 소모율에 대한 활동 상태의 에너지 소모율의 비율로 계산된다(Ainsworth et al., 2011). MET값 1은 안정된 상태에서 앉아있는 동안의 에너지 소모율을 의미하며, 신체활동에 대한 MET 값은 격렬한 신체활동이 8, 중간정도 신체활동이 4, 걷기 활동이 3.3에 해당한다. 본 연구에서는 총 신체활동량과 걷기 활동량 변인을 사용하였으며, IPAQ-SF 채점 프로토콜에 따라 다음과 같이 활동량(MET-min/week)을 계산하였다. '모르겠다/확실하지 않다'라고 응답한 참가자의 자료는 채점 프로토콜에 따라 분석에서 제외되었다.

1) 걷기 활동량 = 3.3 METs × 하루 활동 시간(분) × 7일 중 활동 일수

2) 총 신체활동량 = 걷기 활동량 + 중간정도 신체활동량 + 격렬한 신체활동량

**강화계획 만족도 및 유용성 평가 설문지.** 본 연구에서는 강화계획에 대한 만족도 및 유용성을 평가하는 도구로 이서이(2019)가 제작한 자기보고

1) 국제 신체활동 설문지 및 채점 프로토콜 다운로드 : www.ipaq.ki.se/

www.kci.go.kr

식 설문을 사용하였다. 총 4개 문항으로 구성된 본 도구는 목표 걸음 수와 제공 포인트에 대한 참가자들의 만족도를 측정하는 2개 문항과 목표 걸음 수와 제공 포인트가 걷기 행동 증진에 얼마나 유용했는지를 측정하는 2개 문항으로 구성되어 있다. 만족도에 대한 문항은 1점(매우 불만족함)에서 5점(매우 만족함), 유용성에 대한 문항은 1점(매우 유용하지 않음)에서 5점(매우 유용함)의 5점 리커트 척도로 평정되었으며, 점수가 높을수록 참가자가 지각한 만족도 및 유용성이 높음을 의미한다.

**걷기 행동.** 본 연구는 걷기 행동을 탐색하기 위해 보수계(Pedometer) 기능이 탑재된 스마트폰 기반 모바일 애플리케이션 'Pacer(Pacer App., Pacer Health Inc., USA)'를 사용하였다. 신체활동 측정 도구 중 하나로 골반의 수직적 운동을 전자신호로 변환하여 걸음 수를 측정하는 보수계는 다른 도구들에 비해 비용이 저렴하고, 사용이 편리하며, 자료의 수집과 분석이 용이하여, 다수의 연구에서 활용되어왔다(Tudor-Locke, Williams, Reis, & Pluto, 2004). 보수계 기반의 신체활동 측정 애플리케이션 'Pacer'는 스마트폰의 백그라운드에 실행되어 참가자들에게 실시간으로 측정된 걸음 수를 스마트폰 알림창을 통해 제공하고, 무료 버전을 제공하며, 서비스 제공 업체와 계약을 통해 연구자가 참가자들의 걸음 수 데이터베이스에 접근할 수 있는 관리 서비스를 제공한다.

## 연구 설계

본 연구에서 집단-내 변인을 시간(사전, 사후, 추적), 집단-간 변인을 강화물의 분배 유형(큰 초기값-10% 증가율, 중간 초기값-25% 증가율, 작은 초기값-100% 증가율)으로 설정한 3 X 3 혼합 설계를 사용하였다.

## 연구 절차

전체 연구는 사전 평가, 기저선, 개입, 사후 평가, 추적 평가의 순으로 진행되었다. 각 단계에 대한 자세한 설명은 그림 1에 제시하였다.

사전 평가 및 기저선 측정

개입 전과 후로, 참가자들은 총 2회 본 연구 기관 내 실험실에 방문하여 약 30분 소요되는 사전 및 사후 평가를 실험실 내 PC를 통해 실시하였다. 사전 평가에서는 설문 외에 추가적으로 실험에 사용되는 모바일 애플리케이션 'Pacer' 설치 및 보상 메시지 수신을 위한 모바일 애플리케이션 '카카오톡' 친구 등록 절차가 포함되었다.

개입 전과 후 걷기 행동 수준 비교를 위해, 7일의 기저선 기간(평일 5일, 주말 2일) 동안 'Pacer'로 참가자들의 걸음 수를 수집하였다. 참가자들에게는 실험 시작 전까지 평소처럼 생활하도록 안내하였다.

참가자들의 목표 걸음 수는 다음과 같은 기준으로 설정되었다. 먼저 목표 걸음 수가 지나치게 높으면 행동의 지속 가능성을 떨어뜨릴 수 있어(Iwane et al., 2000), 참가자에게 세 단계에 걸친 점진적 목표 걸음 수를 제공하였다. 또한 평소 대비 하루 평균 4,000보의 걸음 수 증가에 따른 건강 증진 효과가 있음을 밝힌 선행연구 결과를 바탕으로(Tudor-Locke, 2010), 기저선 대비 4000보 증가

www.kci.go.kr

<table>
<tr><td>사전 평가<br>(오프라인)</td><td colspan="2">- 실험 안내<br>- 모바일 애플리케이션 'Pacer' 설치(걸음 수 측정 도구)<br>- 모바일 애플리케이션 '카카오톡' 친구 등록(강화물 전달 도구)<br>- 설문 실시</td></tr>
<tr><td colspan="3">↓</td></tr>
<tr><td>기저선</td><td colspan="2">- 기저선 걸음 자료 수집(총 7일: 평일 5일, 주말 2일)</td></tr>
<tr><td colspan="3">↓</td></tr>
<tr><td rowspan="3">증가강화계획 개입</td><td>큰 초기값-<br>10% 증가율<br>(집단 1)</td><td>- 최초 목표 달성 시기 1,700포인트 제공<br>- 연속 목표 달성 시 10%(170포인트)씩 증가된 포인트 제공<br>- 연속 목표 달성 중단 시 강화물 초기화(1,700포인트)</td></tr>
<tr><td>중간 초기값-<br>25%증가율<br>(집단 2)</td><td>- 최초 목표 달성 시기 960포인트 제공<br>- 연속 목표 달성 시 25%(240포인트)씩 증가된 포인트 제공<br>- 연속 목표 달성 중단 시 강화물 초기화(960포인트)</td></tr>
<tr><td>작은 초기값-<br>100% 증가율<br>(집단 3)</td><td>- 최초 목표 달성 시기 300포인트 제공<br>- 연속 목표 달성 시 100%(300포인트)씩 증가된 포인트 제공<br>- 연속 목표 달성 중단 시 강화물 초기화(300포인트)</td></tr>
<tr><td colspan="3">↓</td></tr>
<tr><td>사후 평가<br>(오프라인)</td><td colspan="2">- 설문 실시(사전 평가와 동일)<br>- 강화계획 만족도 및 유용성 평가 실시<br>- 사후 설명 제공</td></tr>
<tr><td colspan="3">↓</td></tr>
<tr><td>추적 평가<br>(온라인)</td><td colspan="2">- 설문 실시(사전 평가와 동일)</td></tr>
</table>

그림 1. 전체 연구 절차의 도식화

된 걸음 수를 최종 목표 걸음 수로 제공하였다.

목표 걸음 수를 제공하기 위해 먼저 참가자별로 기저선 기간의 하루 평균 걸음 수를 산출하고 일의 자리에서 반올림하였다. 개입 기간을 세 단계로 구분하고, 각 단계별로 기저선 기간 걸음 수 대비 하루 평균 1,000보, 2,300보, 4,000보 증가한 걸음 수를 목표 걸음 수로 제공하였다. 이때 참가자에게 매일 계속해서 목표를 달성하도록 요구하는 것은 지나친 부담이 될 수 있으므로(Kurti & Dallery, 2013), 달성의 시간 기준을 '3일 이내'로 하고, 목표 걸음 수를 3일에 적합하게 조정하였다(표 1).

개입

개입 전, 참가자들을 다음의 3개 집단에 무선할당하였다: 큰 초기값-10% 증가율 집단(이하 집단 1), 중간 초기값-25% 증가율 집단(이하 집단 2), 작은 초기값-100% 증가율 집단(이하 집단 3). 각

www.kci.go.kr

집단의 개입 조건은 다음의 기준을 따라 설정하였다. 먼저 하루 약 $1(1,150원[2])의 보상으로도 행동 변화를 유발할 수 있음을 밝힌 연구 결과를 참고하여(Adams et al., 2013; Patel et al., 2016), 총 66일의 개입 기간 동안 참가자들이 획득 가능한 강화물 총량의 기준을 75,900포인트(1,150*66 = 75,900, 1원 = 1포인트)로 설정하였다. 개입 기간인 66일은 습관 변화를 위해 약 66일이 필요하다는 선행연구 결과에 따라 결정되었다(Lally, Van Jaarsveld, Potts, & Wardle, 2010).

표 1. 개입 구간별 목표 걸음 수

| 개입 구간 | 개입 기간 | 3일 목표 걸음 수(보) |
|---|---|---|
| 1단계 | 총 21일 (1-21일) | (하루 평균 기저선 걸음 수 + 1,000보) × 3(일) |
| 2단계 | 총 21일 (22-42일) | (하루 평균 기저선 걸음 수 + 2,300보) × 3(일) |
| 3단계 | 총 24일 (43-66일) | (하루 평균 기저선 걸음 수 + 4,000보) × 3(일) |

다음으로 각 집단에 적용될 강화물의 증가율을 결정하고, 강화물의 증가율과 총량을 고려하여 강화물의 초기값을 결정하였다. 먼저 큰 초기값-10% 증가율 조건(집단 1)의 경우, 선행연구에 적용된 강화물 증가율 가운데 가장 낮은 수준인 10%(Roll et al., 2006; Romanowich & Lamb, 2015)를 증가율로 선정하고, 강화물의 총량 및 총 22회 강화물이 지급되는 일정에 따라 강화물의 초기값을 1,700포인트로 결정하였다(1,700+1,700*1.1+1,700*1.2+…+1,700*3.1 = 76,670). 다음으로 작은 초기값-100% 증가율 조건(집단 3)의 경우, 마찬가지로 선행연구에서 적용된 강화물 증가율 가운데 가장 높은 수준인 100%(이서이, 2019; Andrade, Barry, Litt, & Petry, 2014)를 증가율로 선정하고, 강화물의 총량 및 지급 일정에 따라 강화물의 초기값을 300포인트로 결정하였다(300+300*2+300*3+…+300*21 = 75,900). 마지막으로 중간 초기값-25% 증가율 조건(집단 2)의 경우, 10%부터 100%까지 적용된 선행연구의 강화물 증가율 가운데 중앙값에 해당하는 25%(Krishnan-Sarin et al., 2006; Shoptaw et al., 2002)를 증가율로 결정한 후, 강화물의 총량 및 지급 일정에 따라 강화물의 초기값을 960포인트로 결정하였다(960+960*1.25+960*1.5+…+960*6.25 = 76,560). 최종적으로 결정된 각 집단의 개입 조건은 다음과 같다.

집단 1 : 큰 초기값-10% 증가율 집단.

집단 1에 속한 참가자들은 최초로 목표를 달성하게 되면, 1,700포인트를 강화물로 제공받는다. 목표를 연속적으로 달성했을 때 최초로 지급된 1,700포인트의 10%인 170포인트씩 증가된 포인트가 지급된다. 그러나 목표 달성에 실패하면 포인트가 제공되지 않으며, 실패 이후 다시 목표를 달성하면 강화물의 초기값인 1,700포인트가 제공된다.

집단 2 : 중간 초기값-25% 증가율 집단.

집단 2에 속한 참가자들은 최초로 목표를 달성하게 되면, 960포인트를 강화물로 제공받는다. 목표를 연속적으로 달성했을 때 최초로 지급된 960포인트의 25%인 240포인트씩 증가된 포인트가 지급된다. 그러나 목표 달성에 실패하면 포인트가 제공되지 않으며, 실패 이후 다시 목표를 달성하면 강화물의 초기값인 960포인트가 제공된다.

2) 2019년 4월 24일 기준, 원달러 환율인 1,151원을 일의 자리에서 반올림한 값

www.kci.go.kr

집단 3 : 작은 초기값-100% 증가율 집단.

집단 3에 속한 참가자들은 최초로 목표를 달성하게 되면, 300포인트를 강화물로 제공받는다. 목표를 연속적으로 달성하였을 때 최초로 지급된 300포인트의 100%인 300포인트씩 증가된 포인트가 지급된다. 그러나 목표 달성에 실패하면 포인트가 제공되지 않으며, 실패 이후 다시 목표를 달성하면 강화물의 초기값인 300포인트가 제공된다.

개입 기간, 모든 참가자들은 동일한 일정을 따랐고, 개입 구간별로 목표 걸음 수를 달성할 때마다 각 집단의 강화계획에 따른 포인트를 강화물로 받았다. 포인트는 목표를 달성한 다음 날 오후 2시경 이미지[3]와 텍스트가 혼합된 메시지의 형태로 제공되었다. 해당 회기의 목표, 목표 달성 여부, 획득한 포인트 및 누적 포인트 정보가 포함된 메시지는 PHP 기반으로 자체 개발한 웹사이트를 통해 모바일 애플리케이션 '카카오톡'으로 발송되었다(그림 2). 모든 참가자들에게는 개입 종료 후 개입 기간 획득한 포인트를 1포인트당 1원으로 환산한 현금을 참가비로 지급한다고 안내하였으나, 최종적으로는 사전에 최대로 획득 가능하다고 안내한 금액을 참가비로 일괄 지급하였다.

사후 평가 및 추적 평가

개입이 종료된 날부터 5일 이내로, 참가자들은 본 연구 기관 내 실험실에 방문하여 사후 평가에 참여하였다. 참가자들은 사후 평가에서 실험실 내 PC를 통해 사전 평가 때와 동일한 설문과 강화계획 만족도 및 유용성 설문을 작성하였다. 사후 평가가 종료되면, 참가자들에게 실험 내용 및 참가비에 관한 사후 설명문 배부 및 구두 설명을 제공하였다. 개입 종료 66일 후에는 추적 평가를 통해 참가자들이 사전 평가의 설문과 동일한 설문을 온라인으로 작성하였다.

그림 2. 포인트 제공 이미지

## 종속 변인

본 연구의 종속 변인은 다음과 같다. 먼저, 개입의 효과성 관련 변인으로 객관적 측정치인 걸음 수 증가량과 주관적 자기보고 측정치인 총 신체활동 증가량 및 걷기 활동 증가량을 사용하였다(증가량 = 사후 측정치-사전 측정치). 단, 걸음 수의 경우 사전 측정치로 기저선 기간(7일)의 하루 평균값, 사후 측정치로 개입 기간(66일)의 하루

3) 해당 이미지에 삽입된 일러스트는 https://www.irasutoya.com/p/faq.html에서 다음의 저작물 사용 기준에 따라 다운로드 받아 사용함; 자체 컨텐츠가 아닌 디자인의 일부로 사용하는 경우, 일러스트를 상업적 용도로 최대 20개까지 무료 사용 가능함.

www.kci.go.kr

평균값, 추적 측정치로 추적 기간 마지막 주(7일)의 하루 평균값을 사용하였다. 다음으로 개입의 비용 효율성 변인으로는 포인트 대비 걸음 수, 포인트 대비 총 신체활동 증가량, 포인트 대비 걷기 활동 증가량을 사용하였다(포인트 대비 증가량 = 증가량/획득 포인트). 또한 효과 지속성 관련 변인으로는 사전, 사후, 추적의 걸음 수, 총 신체활동량, 걷기 활동량을 사용하였다. 마지막으로 개입의 사회적 타당도 변인으로 목표 만족도, 목표 유용성, 포인트 만족도, 포인트 유용성 점수를 사용하였다.

### 분석

본 연구의 통계 분석은 IBM SPSS(The Statistical Package for the Social Sciences) Windows Version 25.0을 이용하여 실시되었다. 분석 시 Shapiro-Wilk 검정을 통해 정규성을 충족한 걸음 수 증가량 변인에 대해서 모수 검정을 실시하였고, 정규성을 충족하지 않는 나머지 변인 중 비모수 검정이 적절한 경우 비모수 검정을 실시하였다. 단, 정규성을 충족하지 않는 변인 중 모수 검정이 필요한 변인(걸음 수, 총 신체활동량, 걷기 활동량)의 경우, 분산분석 시 권장되는 비모수적 방법인 순위 변환(aligned rank transform)을 적용한 후 모수 검정을 실시하였다(Wobbrock, Findlater, Gergle, & Higgins, 2011).

분석 순서는 다음과 같다. 먼저, 사전 동질성 검증을 위해 성별에 따라 걸음 수 변인에 대한 독립표본 t검정과 사전 총 신체활동량 및 사전 걷기 활동량에 대한 Kruskal-Wallis H 검정을 실시하였다. 둘째, 개입의 효과성 비교를 위해, 강화물의 분배 유형에 따라 걸음 수 증가량에 대한 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)과 신체활동 증가량 및 걷기 활동 증가량에 대한 Kruskal-Wallis H 검정을 실시하였다. 셋째, 개입의 비용 효율성 비교를 위해, 포인트 대비 걸음 수 증가량, 포인트 대비 총 신체활동 증가량, 포인트 대비 걷기 활동 증가량에 대하여 강화물의 분배 유형에 따른 Kruskal-Wallis H 검정을 실시하였다. 넷째, 개입의 효과 지속성 비교를 위해, 추적 평가를 완료한 참가자(n = 59, 개입 완료 참가자의 90.77%)를 대상으로 걸음 수, 총 신체활동량, 걷기 활동량에 대한 시간(사전, 사후, 추적) × 강화물의 분배 유형(집단 1, 집단 2, 집단 3)의 이원 반복측정 분산분석(Two-way Repeated Measures ANOVA)을 실시하였다. 다섯째, 개입의 사회적 타당도 비교를 위해, 목표 만족도, 목표 유용성, 포인트 만족도, 포인트 유용성 변인에 대하여 강화물의 분배 유형에 따른 Kruskal-Wallis H 검정을 실시하였다.

## 결 과

### 집단 간 사전 동질성 및 사전 신체활동 수준 비교

먼저, 성별에 따라 사전 걸음 수에 대한 독립표본 t 검정과 사전 총 신체활동량 및 사전 걷기 활동량에 대한 Mann-Whitney U 검정을 실시하였다. 분석 결과, 모든 변인에서 성별에 따른 유의한 차이가 나타나지 않아 성별 간 사전 동질성을 확인하였다, 사전 걸음 수 $t(63) = 1.22$, $p > .05$, 사전 총 신체활동량 $U = 209.50$, $p > .05$, 사전 걷기 활동량 $U = 236.00$, $p > .05$.

www.kci.go.kr

다음으로 집단에 따른 사전 신체활동 수준에 차이 확인을 위해, 사전 걸음 수, 사전 총 신체활동량, 사전 걷기 활동량에 대하여 강화물의 분배 유형에 따른 Kruskal-Wallis H 검정을 실시하였다. 그 결과, 모든 사전 측정치에 대하여 집단 간 차이가 유의하지 않았다, 사전 걸음 수 $H(2) = 0.65$, $p > .05$, 사전 총 신체활동량 $H(2) = 1.58$, $p > .05$, 사전 걷기 활동량 $H(2) = 0.49$, $p > .05$. 집단별 사전과 사후의 걸음 수, 총 신체활동량, 걷기 활동량에 대한 평균과 표준편차는 표 2에 제시하였다.

## 개입의 효과성

걸음 수 증가량에 대하여 강화물의 분배 유형에 따른 일원배치 분산분석을 실시한 결과, 유의한 집단 차이가 나타났다, $F(2, 62) = 3.20$, $p < .05$. Tukey-Kramer 사후분석 결과, 집단 2에서 집단 1에 비해 걸음 수 증가량이 유의미하게 컸다, $p < .05$. 그 외 집단 간 유의한 차이는 없었다, $p > .05$.

또한 총 신체활동 증가량과 걷기 활동 증가량에 대하여 강화물의 분배 유형에 따른 Kruskal Wallis H 검정을 실시한 결과, 총 신체활동 증가량의 집단 차이가 유의했다, $H(2) = 6.30$, $p < .05$. Mann-Whitney U 사후분석 결과, 집단 2에서 집단 3보다 총 신체활동 증가량이 유의하게 컸다, $U = 42.00$, $p < .05$. 걷기 활동 증가량에 대해서는 집단 차이가 유의하지 않았다, $H(2) = .96$, $p > .05$. 집단별 개입의 효과성 관련 변인의 그래프는 그림 3에 제시하였다.

## 개입의 비용 효율성

포인트 대비 걸음 수 증가량에 대하여 강화물의 분배 유형에 따른 Kruskal-Wallis H 검정을

표 2. 집단별 사전, 사후 신체활동 변인의 측정치

| 구분 | | | | 집단 1 | 집단 2 | 집단 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 객관적 측정 도구 | 걸음 수(보) | | n | 21 | 22 | 22 |
| | | 사전 | *M*(*SD*) | 5884.93 (1502.46) | 5587.01 (1422.88) | 5592.63 (1705.82) |
| | | 사후 | *M*(*SD*) | 7660.25 (2194.96) | 8710.47 (1534.95) | 7763.52 (2138.28) |
| 자기보고 설문 | 총 신체활동량 (MET-min/week) | | n | 9 | 14 | 14 |
| | | 사전 | *M*(*SD*) | 1598.89 (2648.72) | 1127.36 (1021.75) | 709.29 (563.88) |
| | | 사후 | *M*(*SD*) | 3124.00 (1989.31) | 3904.43 (2223.71) | 1793.86 (1697.51) |
| | 걷기 활동량 (MET-min/week) | | n | 14 | 17 | 16 |
| | | 사전 | *M*(*SD*) | 237.43 (104.62) | 339.88 (228.77) | 295.31 (301.84) |
| | | 사후 | *M*(*SD*) | 1272.86 (1269.52) | 1324.85 (898.91) | 973.50 (764.29) |

www.kci.go.kr

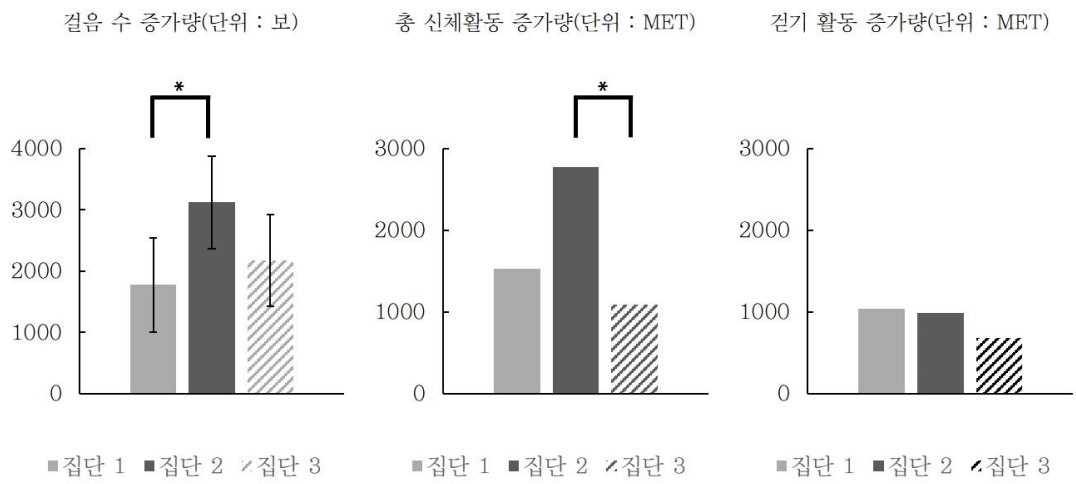


그림 3. 집단별 신체활동 증가량 변인의 차이

실시한 결과, 집단 간 차이가 통계적으로 유의미하게 나타났다, $H(2) = 6.58$, $p < .05$. Mann-Whitney U 검정을 통한 사후분석 결과, 집단 2($U = 141.00$, $p < .05$)와 집단 3($U = 140.00$, $p < .05$)에서 집단 1에 비해 포인트 대비 걸음 수가 유의하게 컸다. 반면, 포인트 대비 총 신체활동 증가량과 포인트 대비 걷기 활동 증가량에 대하여 강화물의 분배 유형에 따른 Kruskal-Wallis H 검정을 실시한 결과, 유의한 집단 차이는 나타나지 않았다, 포인트 대비 총 신체활동 증가량 $H(2) = 2.81$, $p > .05$, 포인트 대비 걷기 활동 증가량 $H(2) = .54$, $p > .05$. 집단별 개입의 비용 효율성 관련 변인에 대한 평균과 표준편차는 표 3에, 그래프는 그림 4에 제시하였다.

### 개입의 효과 지속성

신체활동 변인(걸음 수, 총 신체활동량, 걷기 활동량)에 대하여, 시간(사전, 사후, 추적) × 강화물의 분배 유형(집단 1, 집단 2, 집단 3)의 이원 반복측정 분산분석을 실시하였다. 분석 결과, 걸음 수의 경우 상호작용 효과와 집단의 주효과는 유의하지 않았으나, 시간의 주효과가 유의했다, 상호작용 효과 $F(4, 110) = 2.43$, $p > .05$, 집단의 주효과 $F(2, 55) = .64$, $p > .05$, 시간의 주효과 $F(2, 110) = 55.55$, $p < .001$. 시간의 주효과에 대한 Bonferroni 사후분석을 실시한 결과, 사후 및 추적에서 사전에 비해 걸음 수가 유의하게 컸다, $p < .001$. 사후와 추적 걸음 수 간 유의한 차이는 없었다, $p > .05$.

총 신체활동량의 경우, 시간과 집단에 따른 상호작용 효과가 유의하게 나타났다, $F(4, 62) = 4.82$, $p < .01$. 사후분석으로 각각의 시간(사전, 사후, 추적)에서 강화물의 분배 유형 집단에 따른 Kruskal-Wallis H 검정을 실시한 결과, 사후에서만 집단 간 총 신체활동량의 차이가 나타났으며, $H(2) = 8.32$, $p < .05$, Mann-Whitney U 검정을 통한 두 집단 비교에서 집단 1($U = 18.00$, $p <$

www.kci.go.kr

표 3. 집단별 포인트 대비 신체활동 증가량 변인의 측정치

| 구분 | | | 집단 1 | 집단 2 | 집단 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| 객관적 측정도구 | 포인트 대비 걸음 수 증가량 | n | 21 | 22 | 22 |
| | | *M*(*SD*) | -0.38(15.9) | 6.97(4.38) | 5.41(18.37) |
| 자기보고 설문 | 포인트 대비 총 신체활동 증가량 | n | 9 | 14 | 14 |
| | | *M*(*SD*) | 0.1(0.13) | 0.19(0.4) | 0.08(0.14) |
| | 포인트 대비 걷기 활동 증가량 | n | 15 | 17 | 16 |
| | | *M*(*SD*) | 0.04(0.04) | 0.03(0.03) | 0.04(0.07) |

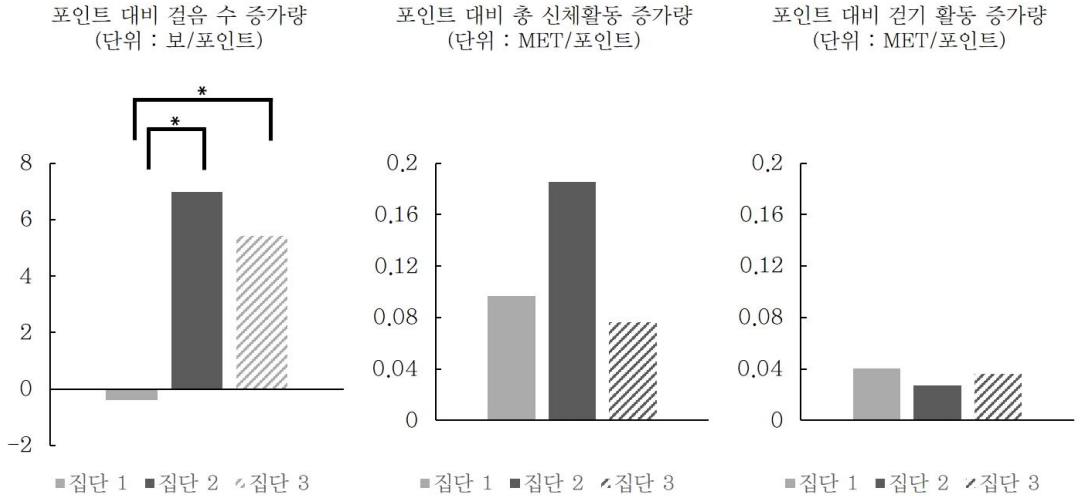


그림 4. 집단별 포인트 대비 신체활동 증가량 변인의 차이

.05)과 집단 2($U$ = 34.00, $p$ < .05)에서 집단 3에 비해 사후 총 신체활동량이 유의하게 크게 나타났다. 반면, 사전 및 추적에서 집단 간 총 신체활동량의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다, 사전 $H(2)$ = 1.62, $p$ > .05, 추적 $H(2)$ = 3.19, $p$ > .05. 총 신체활동량에 대한 시간의 주효과도 유의하게 나타났는데, $F(2, 62)$ = 89.22, $p$ < .001, Bonferroni 사후분석 결과, 사후에서 사전 및 추적에 비해 총 신체활동량이 유의하게 컸고, $p$ < .001, 사전에서 추적에 비해 총 신체활동량이 유의하게 컸다, $p$ < .001. 마지막으로 집단의 주효과 또한 유의하게 나타났으며, $F(2, 31)$ = 6.96, $p$ < .01, Tukey-Kramer 사후분석 결과, 집단 1($p$ < .01)과 집단 2($p$ < .05)에서 집단 3에 비해 총 신체활동량이 유의하게 컸다.

마지막으로 걷기 활동량 변인에 대해서는 시간의 주효과만이 유의하게 나타났다, 상호작용 효과 $F(4, 82)$ = .64, $p$ > .05, 집단의 주효과 $F(2, 41)$ = 1.56, $p$ > .05, 시간의 주효과 $F(2, 82)$ = 51.09, $p$ < .001. 시간의 주효과에 대하여 Bonferroni 사후분석을 실시한 결과, 사후에서 사전 및 추적에 비해 걷기 활동량이 유의하게 컸다, $p$ < .001. 집

www.kci.go.kr

단별 사전, 사후, 추적 신체활동 변인의 평균과 표준편차는 표 4에, 그래프는 그림 5에 제시하였다.

표 4. 집단별 추적 평가 참가자의 사전, 사후, 추적 걷기 행동 변인 측정치

| 구분 | | | 집단 1 | 집단 2 | 집단 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| 객관적 측정 도구 | 걸음 수(보) | n | 20 | 20 | 18 |
| | | 사전 *M*(*SD*) | 5779.24 (1459.20) | 5556.44 (1491.37) | 5298.57 (1648.17) |
| | | 사후 *M*(*SD*) | 7509.21 (2137.08) | 8575.29 (1510.38) | 7694.41 (2350.46) |
| | | 추적 *M*(*SD*) | 8151.16 (2030.34) | 7805.79 (2807.46) | 7113.44 (2329.57) |
| 자기보고 설문 | 총 신체활동량 (MET-min/week) | n | 8 | 14 | 12 |
| | | 사전 *M*(*SD*) | 1768.75 (2778.7) | 1127.36 (1021.75) | 623.33 (448.92) |
| | | 사후 *M*(*SD*) | 3489.75 (1773.9) | 3904.43 (2223.71) | 1913.83 (1812.96) |
| | | 추적 *M*(*SD*) | 816.25 (754.3) | 408.57 (186.87) | 328.75 (164.84) |
| | 걷기 활동량 (MET-min/week) | n | 14 | 16 | 14 |
| | | 사전 *M*(*SD*) | 237.43 (104.62) | 334.88 (235.30) | 297.50 (319.48) |
| | | 사후 *M*(*SD*) | 1272.86 (1269.52) | 1299.38 (922.02) | 1027.71 (804.47) |
| | | 추적 *M*(*SD*) | 479.29 (451.16) | 293.44 (123.41) | 270.36 (196.65) |

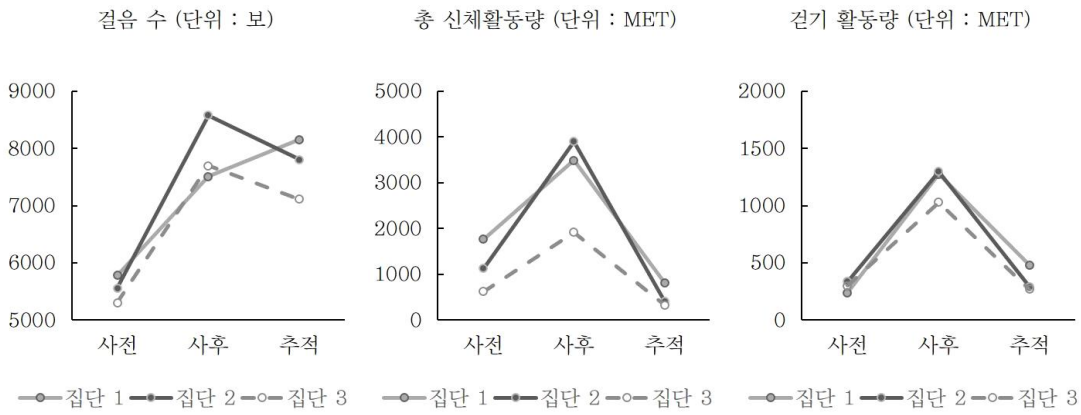


그림 5. 시간에 따른 집단별 신체활동 변인의 변화

www.kci.go.kr

표 5. 집단별 목표 및 포인트에 대한 만족도와 유용성 점수

| | 구분 | 집단 1 (n = 21) | 집단 2 (n = 22) | 집단 3 (n = 21) |
|---|---|---|---|---|
| 자기보고 | 목표 만족도 *M*(*SD*) | 3.19 (1.03) | 3.82 (0.91) | 2.90 (0.70) |
| 설문 | 목표 유용성 *M*(*SD*) | 3.57 (1.16) | 3.68 (0.89) | 3.33 (1.28) |
| | 포인트 만족도 *M*(*SD*) | 3.57 (0.87) | 3.77 (0.81) | 3.10 (1.14) |
| | 포인트 유용성 *M*(*SD*) | 3.90 (1.04) | 4.09 (0.75) | 3.67 (1.06) |

**개입의 사회적 타당도**

사회적 타당도 변인(목표 만족도, 목표 유용성, 포인트 만족도 및 포인트 유용성)에 대하여 강화물의 분배 유형에 따른 Kruskal-Wallis H 검정을 실시하였다. 분석 결과, 목표 만족도 변인만이 집단 차이가 유의하게 나타났다, 목표 만족도 $H(2) = 10.87$, $p < .05$, 목표 유용성 $H(2) = 0.77$ $p > .05$, 포인트 만족도 $H(2) = 4.99$ $p > .05$, 포인트 유용성 $H(2) = 1.84$ $p > .05$. 목표 만족도에 대하여 Mann-Whitney U 사후분석 결과, 집단 2에서 집단 1($U = 155.50$, $p < .05$)과 집단 3($U = 103.50$, $p < .01$)에 비해 목표 만족도가 유의하게 컸다. 집단별 개입의 사회적 타당도 관련 변인의 평균과 표준편차는 표 5에 제시하였다.

## 논 의

본 연구에서는 모바일 애플리케이션에 적용 가능한 효과적, 비용 효율적, 그리고 효과 지속적인 강화물의 분배 유형을 알아내기 위해, 강화물의 초기값과 증가율을 달리한 세 가지 개입 프로그램(집단 1: 큰 초기값-10% 증가율, 집단 2: 중간 초기값-25% 증가율, 집단 3: 작은 초기값-100% 증가율)에 따른 걷기 및 신체활동 변인의 차이를 비교 분석하였다. 이를 위해 대학생 및 대학원생 66명(남 16명, 여 50명)을 강화물의 분배 유형 집단에 무선할당 후 66일 동안 개입을 실시하였으며, 세 차례(사전 사후, 추적)에 걸쳐 걸음 수, 총 신체활동량, 걷기 활동량을 측정하였다. 본 연구 결과에 따른 의의 및 함의는 다음과 같다.

첫째, 개입의 효과성 측면에서 강화물의 총량이 동등한 수준일 때, 집단 2의 개입, 즉 '강화물이 중간수준에서 시작해 25% 증가율을 따르는 증가 강화계획'이 행동 변화를 일으키는데 가장 효과적임을 알 수 있었다. 이 결과는 강화에 있어서 강화물의 초기값과 증가율이 어느 한쪽으로 치우치지 않고 균형을 이룰 때 효과가 가장 극대화됨을 시사한다.

강화물의 초기값과 증가율은 각각 다음과 같은 이유로 중요시된다. 먼저 개입의 효과가 제공되는 강화물의 크기에 비례한다고 밝힌 선행연구에 따라(Dallery & Raiff, 2012; Dallery, Silverman, Chutuape, Bigelow, & Stitzer, 2001; Silverman, Chutuape, Bigelow, & Stitzer, 1999), 강화물 초기값의 중요성이 시사된다. 예를 들어, 본 연구에서 집단 1의 참가자에게는 최초 목표 달성 시 1,700포인트, 두 번 연속 목표 달성 시 1,870포인트, 세 번 연속 목표 달성 시 2,040포인트가 제공된 반면, 집단 3의 참가자에게는 최초 목표 달성 시 300포인트, 두 번 연속 목표 달성 시 600포인트, 세 번 연속 목표 달성 시 900포인트가 제공되

www.kci.go.kr

었다. 이렇듯 강화물의 초기값이 크면, 목표의 연속적 달성 초기에 제공되는 강화물이 크기 때문에 행동 변화가 더 잘 나타날 수 있다.

강화물의 증가율 또한 다음의 두 가지 측면에서 중요하다. 우선 증가강화계획은 연속적으로 목표를 달성함에 따라 강화물은 증가하지만, 목표 달성이 중단될 경우 초기의 가장 낮은 수준으로 되돌아가는 특징을 가진다. 이 특징은 이득보다 손실에 더욱 민감하게 반응하는 사람들의 '손실 회피(loss aversion)' 성향을 자극하여 행동 변화를 유도한다(Roll & Higgins, 2000). 이때 강화물의 증가율이 높을수록, 목표 달성 중단에 따른 손실이 크기 때문에 행동 변화가 더 잘 유지될 수 있다. 또한 강화물의 증가율은 '앵커링 효과[4]'와 관련되기도 한다. 본 실험의 참가자들은 강화물의 초기값을 기준으로 삼아, 이후 강화물의 증가량을 판단하는 앵커링 효과를 경험했을 것으로 보인다. 앵커링 효과로 인해 강화물의 증가율이 높은 조건에서 참가자들은 강화물의 증가량을 상대적으로 과대평가함으로써 목표 달성이 중단에 따른 손실 역시 더 크게 느끼고, 변화된 행동을 더 잘 유지했을 수 있다.

이처럼 강화물의 초기값과 증가율은 각각 개입의 효과를 결정짓는 중요한 요인인데, 집단 2에 적용된 '강화물이 중간수준에서 시작해 25% 증가율을 따르는 증가강화계획'에서 강화물의 초기값과 증가율에 대한 강화물의 분배가 균형을 이룸에 따라, 개입의 효과성이 가장 극대화되었을 수 있다.

둘째, 개입의 비용 효율성 측면에서 집단 2의 개입, 즉 '강화물이 중간수준에서 시작해 25% 증가율을 따르는 증가강화계획'이 집단 3의 개입과 더불어 비용 효율적임이 밝혀졌다. 개입의 비용 효율성은 행동 변화량뿐만 아니라 사용된 강화물의 양에 따라 결정된다. 증가강화계획의 경우, 목표의 연속적인 달성이 중단될 때마다 강화물이 초기화되는 특징으로 인해 강화물이 절약되며(이서이, 2019), 특히 강화물의 증가율이 높을수록 강화물 절약 효과가 클 수 있다. 본 연구의 경우, 집단 2에서 집단 1에 비해 참가자들의 행동 변화량뿐만 아니라 강화물의 절약 효과도 컸기 때문에, 비용 효율성 변인이 크게 나타났던 것으로 보인다. 이 결과는 애플리케이션 개발자 및 운영자들이 집단 2의 개입인 '강화물이 중간수준에서 시작해 25% 증가율을 따르는 증가강화계획'을 애플리케이션에 적용할 때, 사용자들의 행동 변화를 가장 잘 유도하면서도 운영 비용을 절약할 수 있음을 시사한다.

셋째, 강화물의 분배 유형과 무관하게 걸음 수 증진 효과가 추적 기간까지 지속되는 것으로 나타났다. 이는 개입 후 수 개월간 개입 효과의 유지를 보고한 선행연구(이서이, 2019; Carroll et al., 2016; Kendzor et al., 2015)를 지지하는 결과이며, 다양한 요인과 결부되어 나타났을 것으로 보인다. 먼저, 선행연구(Lally et al., 2010)에서 습관 변화에 필요한 기간으로 보고된 66일을 개입 기간으로 설정한 것이 하나의 요인이었을 것으로 보인다. 또한 참가자가 애플리케이션을 통해 개입 후 추적 평가까지 지속적으로 자신의 걸음 수를 확인할 수 있었다는 점도 간과할 수 없다. 일단 행동이 학습되고 나면, 가장 좋은 유지 방법 중 하나는 지속적인 모니터링이다(Cooper, Heron, &

4) 최초 습득한 정보가 기준점으로 작용하여 이후의 판단에 영향을 미치는 현상

www.kci.go.kr

Heward, 2007). 다만, 일부 선행연구들은 수반성 관리의 효과가 장기적으로는 사라졌음을 보고하기도 하므로(Benishek et al., 2014; Prendergast et al., 2006), 66일보다 더 장기적으로 개입의 효과 지속성을 탐색할 필요성이 제기된다.

흥미롭게도, 걸음 수와 달리 참가자의 자기보고를 통해 측정된 총 신체활동량 및 걷기 활동량 변인에서는 개입의 효과 지속성이 나타나지 않았다. 이는 자기보고 설문의 특징과 관련되었을 수 있다. 걸음 수는 객관적 측정치이므로, 참가자들의 걸음 수가 개입 후에도 유지된 것은 확실하다. 반면 자기 보고 측정치에서의 변화는 참가자의 지각 수준에서의 변화를 의미하는데, 이로 인해 객관적 측정치와는 차이가 나타날 수 있다. 다수의 선행연구들은 신체활동에 대한 객관적 평가와 주관적 평가 사이의 불일치를 보고한 바 있으며(Celis-Morales et al., 2012; Conway, Seale, Jacobs Jr, Irwin, & Ainsworth, 2002; Prince et al., 2008), 그 이유로 주관적 보고가 응답자의 주관적 지각이나 경험으로부터 영향을 받아 왜곡될 수 있음을 지적하였다(Altschuler et al., 2009; Prince et al., 2008). 또 다른 가능성으로는 환경적 요인의 영향이 있을 수 있다. 본 연구에서 추적 평가는 중간고사 기간 또는 그 직후 실시되었다. 대학생 또는 대학원생이었던 본 연구의 참가자들은 시험 기간에 학업을 제외한 다른 활동을 줄였을 수 있으며, 이는 활동 시간으로 계산되는 총 신체활동량이나 걷기 활동량 변인에 영향을 미쳤을 가능성이 크다. 어떤 이유로든 객관적 평가와 주관적 평가 간 차이가 발생함을 밝힌 본 연구결과는 후속 연구에서 두 가지 도구를 함께 적용할 필요성을 시사한다.

종합하면, 본 연구의 결과는 강화물의 총량이 하루 $1 수준인 증가강화계획이 대학생 및 대학원생의 행동 변화에 효과적이며, 그중에서도 강화물의 증가율이 25%일 때 개입의 효과성 및 비용 효율성이 가장 높게 나타남을 시사한다. 본 연구는 대학생 및 대학원생을 주요 사용자로 하는 mhealth 모바일 애플리케이션에 활용 가능한 근거를 축적했다는 의의를 가진다. 예산이 제한적인 다수의 현장에서 개발자나 운영자들이 본 연구 결과를 바탕으로 걷기 및 신체활동 증진 애플리케이션을 설계한다면, 사용자들의 행동에 대한 개입의 효과성, 비용 효율성, 효과 지속성을 극대화할 수 있을 것이다. 또한 강화물의 분배 유형에 따른 개입의 효과성과 비용 효율성의 차이를 밝힌 본 연구의 결과는 지금까지 매우 제한적으로 실시되어왔던 강화계획 내 강화물의 분배 연구의 필요성을 시사한다.

본 연구의 제한점 및 추후 연구 제안은 다음과 같다. 먼저 본 연구에 참여한 참가자 66명은 중 여성이 50명(75.76%)으로 남성 16명(24.24%)에 비해 많았다. 비록 선행연구들은 수반성 관리 전략에 따른 효과가 성별, 나이 등 인구통계학적 특성에 제한되지 않고 나타남을 밝혔으나(Barry, Sullivan, & Petry, 2009; Rash, DePhilippis, McKay, Drapkin, & Petry, 2013; Weiss & Petry, 2011), 후속 연구에서는 성별의 균형을 고려하여 참가자들을 선발함으로써 강화물의 분배 유형에 따른 효과를 재검증할 필요가 있다.

또한 본 연구에서 설정된 강화물의 초기값과 증가율에 따른 결과는 대학생 및 대학원생 대상인 경우에 한하여 나타난 결과일 수 있다. 강화의 효과를 결정짓는 요인 중 하나는 강화물의 가치에 대한 개입 대상자의 평가이므로, 참가자의 특

www.kci.go.kr

성, 특히 경제적 수준은 강화물의 초기값과 증가율에 따른 효과에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 후속 연구를 통해 다양한 경제적 수준의 참가자들을 대상으로 강화물의 분배 유형의 효과를 탐색할 필요성이 제기된다.

마지막으로 본 연구는 걷기 행동을 목표 행동으로 하고, 처벌 전략을 제외한 강화 전략만을 다루었으며, 강화계획을 증가강화계획으로 한정하여 강화물의 분배 효과를 탐색하였다. 후속 연구에서는 걷기 행동 외에 다양한 행동을 목표 행동으로 설정하고, 강화와 함께 사용 가능한 처벌 전략을 함께 탐색하며, 증가강화계획 이외의 강화계획들을 조사함으로써 강화물의 분배에 따른 효과를 폭넓게 탐색할 필요가 있다.

## 참 고 문 헌


이서이 (2019). 강화 계획 개입이 대학생의 걷기 행동 증진에 미치는 효과성: 비율강화 계획과 증가강화 계획을 중심으로. 연세대학교 대학원 석사학위청구논문.

Adams, M. A., Sallis, J. F., Norman, G. J., Hovell, M. F., Hekler, E. B., & Perata, E. (2013). An adaptive physical activity intervention for overweight adults: a randomized controlled trial. *PloS One*, *8*(12), e82901.

Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett Jr, D. R., Tudor-Locke, C., … Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *43*(8), 1575-1581.

Altschuler, A., Picchi, T., Nelson, M., Rogers, J. D., Hart, J., & Sternfeld, B. (2009). Physical activity questionnaire comprehension-lessons from cognitive interviews. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *41*(2), 336-343..

Andrade, L. F., Barry, D., Litt, M. D., & Petry, N. M. (2014). Maintaining high activity levels in sedentary adults with a reinforcement thinning schedule. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *47*(3), 523-536.

Ball, K., Hunter, R. F., Maple, J.-L., Moodie, M., Salmon, J., Ong, K.-L., … Crawford, D. (2017). Can an incentive-based intervention increase physical activity and reduce sitting among adults? the ACHIEVE (Active Choices IncEntiVE) feasibility study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *14*(1), 35.

Barnett, N. P., Celio, M. A., Tidey, J. W., Murphy, J. G., Colby, S. M., & Swift, R. M. (2017). A preliminary randomized controlled trial of contingency management for alcohol use reduction using a transdermal alcohol sensor. *Addiction*, *112*(6), 1025-1035.

Barry, D., Sullivan, B., & Petry, N. M. (2009). Comparable efficacy of contingency management for cocaine dependence among African American, Hispanic, and White methadone maintenance clients. *Psychology of Addictive Behaviors*, *23*(1), 168-174.

Benishek, L. A., Dugosh, K. L., Kirby, K. C., Matejkowski, J., Clements, N. T., Seymour, B. L., & Festinger, D. S. (2014). Prize based contingency management for the treatment of substance abusers: A meta analysis. *Addiction*, *109*(9), 1426-1436.

Benishek, L. A., Kirby, K. C., Dugosh, K. L., & Padovano, A. (2010). Beliefs about the empirical support of drug abuse treatment interventions: A survey of outpatient treatment providers. *Drug*


www.kci.go.kr

*and Alcohol Dependence*, *107*(2-3), 202-208.

Buijink, A. W. G., Visser, B. J., & Marshall, L. (2013). Medical apps for smartphones: lack of evidence undermines quality and safety. *BMJ Evidence-Based Medicine*, *18*(3), 90-92.

Carroll, K. M., Nich, C., Petry, N. M., Eagan, D. A., Shi, J. M., & Ball, S. A. (2016). A randomized factorial trial of disulfiram and contingency management to enhance cognitive behavioral therapy for cocaine dependence. *Drug and Alcohol Dependence*, *160*, 135-142.

Cassidy, R. N., Jackson, K. M., Rohsenow, D. J., Tidey, J. W., Barnett, N. P., Monti, P. M., … Colby, S. M. (2018). Contingency management for college student smokers: The role of drinking as a moderator and mediator of smoking abstinence during treatment. *Addictive Behaviors*, *80*, 95-101.

Celis-Morales, C. A., Perez-Bravo, F., Ibanez, L., Salas, C., Bailey, M. E. S., & Gill, J. M. R. (2012). Objective vs. self-reported physical activity and sedentary time: effects of measurement method on relationships with risk biomarkers. *PloS One*, *7*(5), e36345.

Conway, J. M., Seale, J. L., Jacobs Jr, D. R., Irwin, M. L., & Ainsworth, B. E. (2002). Comparison of energy expenditure estimates from doubly labeled water, a physical activity questionnaire, and physical activity records. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *75*(3), 519-525.

Cooper, J. O., Heron, T. E., & Heward, W. L. (2007). *Applied behavior analysis*(2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson/Merrill-Prentice Hall.

Dallery, J., & Raiff, B. (2012). Monetary-based consequences for drug abstinence: Methods of implementation and some considerations about the allocation of finances in substance abusers. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, *38*(1), 20-29.

Dallery, J., Silverman, K., Chutuape, M. A., Bigelow, G. E., & Stitzer, M. L. (2001). Voucher-based reinforcement of opiate plus cocaine abstinence in treatment-resistant methadone patients: effects of reinforcer magnitude. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, *9*(3), 317-325.

Edwards, E. A., Lumsden, J., Rivas, C., Steed, L., Edwards, L. A., Thiyagarajan, A., … Munafò, M. R. (2016). Gamification for health promotion: systematic review of behaviour change techniques in smartphone apps. *BMJ Open*, *6*(10), e012447.

Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Fogel, V. A., Miltenberger, R. G., Graves, R., & Koehler, S. (2010). The effects of exergaming on physical activity among inactive children in a physical education classroom. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *43*(4), 591-600.

Foster, C., Richards, J., Thorogood, M., & Hillsdon, M. (2013). Remote and web 2.0 interventions for promoting physical activity. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *9*, CD010395.

Frank-Crawford, M. A., Borrero, J. C., Newcomb, E. T., Chen, T., & Schmidt, J. D. (2019). Preference for and Efficacy of Accumulated and Distributed Response-Reinforcer Arrangements During Skill Acquisition. *Journal of Behavioral Education*, *28*(2), 227-257.

Hackenberg, T. D. (2009). Token reinforcement: A review and analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *91*(2), 257-286.

Hayes, L. B., & Van Camp, C. M. (2015). Increasing physical activity of children during school recess. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *48*(3), 690-695.

www.kci.go.kr

Herbeck, D. M., Hser, Y.-I., & Teruya, C. (2008). Empirically supported substance abuse treatment approaches: A survey of treatment providers' perspectives and practices. *Addictive Behaviors*, *33*(5), 699-712.

Hoeppner, B. B., Hoeppner, S. S., Seaboyer, L., Schick, M. R., Wu, G. W. Y., Bergman, B. G., & Kelly, J. F. (2015). How smart are smartphone apps for smoking cessation? A content analysis. *Nicotine & Tobacco Research*, *18*(5), 1025-1031.

Hoeppner, B. B., Schick, M. R., Kelly, L. M., Hoeppner, S. S., Bergman, B., & Kelly, J. F. (2017). There is an app for that-Or is there? A content analysis of publicly available smartphone apps for managing alcohol use. *Journal of Substance Abuse Treatment*, *82*, 67-73.

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 https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnx0aGVpcGFxfGd4OjE0NDgxMDk3NDU1YWRlZTM.

Iwane, M., Arita, M., Tomimoto, S., Satani, O., Matsumoto, M., Miyashita, K., & Nishio, I. (2000). Walking 10, 000 steps/day or more reduces blood pressure and sympathetic nerve activity in mild essential hypertension. *Hypertension Research*, *23*(6), 573-580.

Jeffery, R. W. (2012). Financial incentives and weight control. *Preventive Medicine*, *55*, S61-S67.

Kendzor, D. E., Businelle, M. S., Poonawalla, I. B., Cuate, E. L., Kesh, A., Rios, D. M., … Balis, D. S. (2015). Financial incentives for abstinence among socioeconomically disadvantaged individuals in smoking cessation treatment. *American Journal of Public Health*, *105*(6), 1198-1205.

Kocher, C. P., Howard, M. R., & Fienup, D. M. (2015). The effects of work-reinforcer schedules on skill acquisition for children with autism. *Behavior Modification*, *39*(4), 600-621.

Kollins, S. H., McClernon, F. J., & Van Voorhees, E. E. (2010). Monetary incentives promote smoking abstinence in adults with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, *18*(3), 221-228.

Krishnan-Sarin, S., Duhig, A. M., McKee, S. A., McMahon, T. J., Liss, T., McFetridge, A., & Cavallo, D. A. (2006). Contingency management for smoking cessation in adolescent smokers. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, *14*(3), 306-310.

Kumar, N., Khunger, M., Gupta, A., & Garg, N. (2015). A content analysis of smartphone-based applications for hypertension management. *Journal of the American Society of Hypertension*, *9*(2), 130-136.

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

Lally, P., Van Jaarsveld, C. H. M., Potts, H. W. W., & Wardle, J. (2010). How are habits formed: Modelling habit formation in the real world. *European Journal of Social Psychology*, *40*(6), 998-1009.

Lattal, K. A., & Neef, N. A. (1996). Recent reinforcement schedule research and applied behavior analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *29*(2), 213-230.

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 Journal*, *5*(2), 93-99.

Lussier, J. P., Heil, S. H., Mongeon, J. A., Badger, G.

www.kci.go.kr

J., & Higgins, S. T. (2006). A meta analysis of voucher based reinforcement therapy for substance use disorders. *Addiction*, *101*(2), 192-203.

Mahoney, A. (2017). A Comparison of Escalating Versus Fixed Reinforcement Schedules on Undergraduate Quiz Taking. *Journal of Behavioral Education*, *26*(3), 264-276.

McDonell, M. G., Howell, D. N., McPherson, S., Cameron, J. M., Srebnik, D., Roll, J. M., & Ries, R. K. (2012). Voucher based reinforcement for alcohol abstinence using the ethyl glucuronide alcohol biomarker. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *45*(1), 161-165.

McGovern, M. P., Fox, T. S., Xie, H., & Drake, R. E. (2004). A survey of clinical practices and readiness to adopt evidence-based practices: Dissemination research in an addiction treatment system. *Journal of Substance Abuse Treatment*, *26*(4), 305-312.

Morrissey, E. C., Corbett, T. K., Walsh, J. C., & Molloy, G. J. (2016). Behavior change techniques in apps for medication adherence: a content analysis. *American Journal of Preventive Medicine*, *50*(5), e143-e146.

Olmstead, T. A., & Petry, N. M. (2009). The cost-effectiveness of prize-based and voucher-based contingency management in a population of cocaine-or opioid-dependent outpatients. *Drug and Alcohol Dependence*, *102*(1-3), 108-115.

Olmstead, T. A., Sindelar, J. L., Easton, C. J., & Carroll, K. M. (2007). The cost effectiveness of four treatments for marijuana dependence. *Addiction*, *102*(9), 1443-1453.

Patel, M. S., Asch, D. A., Rosin, R., Small, D. S., Bellamy, S. L., Eberbach, K., … Wesby, L. (2016). Individual versus team-based financial incentives to increase physical activity: a randomized, controlled trial. *Journal of General Internal Medicine*, *31*(7), 746-754.

Petry, N. M. (2010). Contingency management treatments: controversies and challenges. *Addiction (Abingdon, England)*, *105*(9), 1507-1509.

Petry, N. M., Alessi, S. M., Olmstead, T. A., Rash, C. J., & Zajac, K. (2017). Contingency management treatment for substance use disorders: How far has it come, and where does it need to go? *Psychology of Addictive Behaviors*, *31*(8), 897-906.

Petry, N. M., & Simcic Jr, F. (2002). Recent advances in the dissemination of contingency management techniques: clinical and research perspectives. *Journal of Substance Abuse Treatment*, *23*(2), 81-86.

Pope, L., & Harvey-Berino, J. (2013). Burn and earn: A randomized controlled trial incentivizing exercise during fall semester for college first-year students. *Preventive Medicine*, *56*(3-4), 197-201.

Prendergast, M., Podus, D., Finney, J., Greenwell, L., & Roll, J. (2006). Contingency management for treatment of substance use disorders: A meta analysis. *Addiction*, *101*(11), 1546-1560.

Prince, S. A., Adamo, K. B., Hamel, M. E., Hardt, J., Gorber, S. C., & Tremblay, M. (2008). A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *5*(1), 56.

Rash, C. J., DePhilippis, D., McKay, J. R., Drapkin, M., & Petry, N. M. (2013). Training workshops positively impact beliefs about contingency management in a nationwide dissemination effort. *Journal of Substance Abuse Treatment*, *45*(3),

www.kci.go.kr

306-312.

Research2guidance. (2016). *mHealth App Developer Economics 2016: the curent status and trends of the mHealth app market.*. Retrieved December 10, 2019, from http://research2guidance.com/product/mhealth-app-developer-economics-2016.

Roll, J. M., & Higgins, S. T. (2000). A within-subject comparison of three different schedules of reinforcement of drug abstinence using cigarette smoking as an exemplar. *Drug and Alcohol Dependence*, *58*(1-2), 103-109.

Roll, J. M., Huber, A., Sodano, R., Chudzynski, J. E., Moynier, E., & Shoptaw, S. (2006). A comparison of five reinforcement schedules for use in contingency management-based treatment of methamphetamine abuse. *The Psychological Record*, *56*(1), 67-81.

Roll, J. M., Madden, G. J., Rawson, R., & Petry, N. M. (2009). Facilitating the adoption of contingency management for the treatment of substance use disorders. *Behavior Analysis in Practice*, *2*(1), 4-13.

Roll, J. M., & Shoptaw, S. (2006). Contingency management: schedule effects. *Psychiatry Research*, *144*(1), 91-93.

Romanowich, P., & Lamb, R. J. (2010). Effects of escalating and descending schedules of incentives on cigarette smoking in smokers without plans to quit. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *43*(3), 357-367.

Romanowich, P., & Lamb, R. J. (2015). The effects of fixed versus escalating reinforcement schedules on smoking abstinence. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *48*(1), 25-37.

Russell, D., Ingvarsson, E. T., Haggar, J. L., & Jessel, J. (2018). Using progressive ratio schedules to evaluate tokens as generalized conditioned reinforcers. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *51*(1), 40-52.

Sharma, S., Hryhorczuk, C., & Fulton, S. (2012). Progressive-ratio responding for palatable high-fat and high-sugar food in mice. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (63), e3754.

Shoptaw, S., Rotheram Fuller, E., Yang, X., Frosch, D., Nahom, D., Jarvik, M. E., … Ling, W. (2002). Smoking cessation in methadone maintenance. *Addiction*, *97*(10), 1317-1328.

Silverman, K., Chutuape, M. A., Bigelow, G. E., & Stitzer, M. L. (1999). Voucher-based reinforcement of cocaine abstinence in treatment-resistant methadone patients: Effects of reinforcement magnitude. *Psychopharmacology*, *146*(2), 128-138.

Sorensen, J. L., Haug, N. A., Delucchi, K. L., Gruber, V., Kletter, E., Batki, S. L., … Hall, S. (2007). Voucher reinforcement improves medication adherence in HIV-positive methadone patients: a randomized trial. *Drug and Alcohol Dependence*, *88*(1), 54-63.

Stitzer, M., & Petry, N. (2006). Contingency management for treatment of substance abuse. *Annual Review of Clinical Psychology*, *2*, 411-434.

Tudor-Locke, C. (2010). Steps to better cardiovascular health: how many steps does it take to achieve good health and how confident are we in this number? *Current Cardiovascular Risk Reports*, *4*(4), 271-276.

Tudor-Locke, C., Williams, J. E., Reis, J. P., & Pluto, D. (2004). Utility of pedometers for assessing physical activity. *Sports Medicine*, *34*(5), 281-291.

Tuten, M., Svikis, D. S., Keyser-Marcus, L., O'Grady, K. E., & Jones, H. E. (2012). Lessons learned from a randomized trial of fixed and escalating contingency management schedules in opioid-dependent pregnant women. *The American*

www.kci.go.kr

*Journal of Drug and Alcohol Abuse*, *38*(4), 286-292.

VanWormer, J. J. (2004). Pedometers and brief e-counseling: Increasing physical activity for overweight adults. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *37*(3), 421-425.

Ward Horner, J. C., Pittenger, A., Pace, G., & Fienup, D. M. (2014). Effects of reinforcer magnitude and distribution on preference for work schedules. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *47*(3), 623-627.

Webb, T., Joseph, J., Yardley, L., & Michie, S. (2010). Using the internet to promote health behavior change: a systematic review and meta-analysis of the impact of theoretical basis, use of behavior change techniques, and mode of delivery on efficacy. *Journal of Medical Internet Research*, *12*(1), e4.

Weinstock, J., Barry, D., & Petry, N. M. (2008). Exercise-related activities are associated with positive outcome in contingency management treatment for substance use disorders. *Addictive Behaviors*, *33*(8), 1072-1075.

Weiss, L. M., & Petry, N. M. (2011). Interaction effects of age and contingency management treatments in cocaine-dependent outpatients. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, *19*(2), 173-181.

Wobbrock, J. O., Findlater, L., Gergle, D., and Higins, J. J. (2011). "The aligned Rank Transfromation for nonparametric factorial analysis using only ANOVA procedures," in *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'11)*, Vancouver, BC, 143-146.

World Health Organization. (2011). mHealth: New horizons for health through mobile technologies. *Global Observatory for eHealth series*, *3*.

원고접수일: 2019년 12월 15일
논문심사일: 2019년 12월 31일
게재결정일: 2019년 12월 31일

www.kci.go.kr

한국심리학회지: 건강
The Korean Journal of Health Psychology
2020. Vol. 25, No. 1, 33 - 56

# Reinforcement Schedule for Mobile Application to Promote Physical Activity: An Investigation into the Initial Magnitude and Escalating Rate of Reinforcement

Sunghyun Cho Kyong-Mee Chung
Yonsei University

While mobile applications, a type of mobile health (mHealth), have been widely used for achieving physical and mental health objectives, evidence on the effectiveness of mobile applications is limited. This study aimed to examine the effectiveness, cost-effectiveness, and durability of three reinforcement systems that are applicable to mHealth applications. For this purpose, a total of 66 college students (16 males and 50 females) were randomly assigned to the following three groups: the big initial magnitude-10% escalating rate group (Group 1), the moderate initial magnitude-25% escalating rate group (Group 2), and the small initial magnitude-100% escalating rate (Group 3). After 66 days of intervention, the results showed that participants in Group 2 had significantly increased walking behavior compared to participants in Group 1 and significantly increased total physical activity compared to participants in Group 3. In terms of cost-effectiveness, participants in Group 2 and Group 3 showed significantly increased walking behavior per provided reinforcer amount compared to participants in Group 1. In addition, durability of the effects on walking behavior in all groups was found at 66 days after the intervention, but durability of the effects on self-reported total physical activity and walking was not found. Implications and limitations are further discussed.

*Keywords: mHealth, application, reinforcement schedule, initial magnitude of reinforcement, escalating rate of reinforcement, walking, physical activity*

www.kci.go.kr