

A Study on the Impact of Stepping Gamification on Improving Gait Ability in Elderly People

Eunji Chung, Jungwook Bok, Jinho Yim

Kookmin University, Graduate School of Technology Design, Department of Smart Experience Design, Seoul, 02707

스텝핑 게이미피케이션이 노인의 보행능력 향상에 미치는 영향에 대한 연구

정은지, 복정욱, 임진호

국민대학교 스마트경험디자인학과

Corresponding Author

Jinho Yim

Kookmin University, Graduate School of
Technology Design, Department of Smart
Experience Design, Seoul, 02707

Email : hci.yim@kookmin.ac.kr

Received : May 26, 2024

Revised : May 28, 2024

Accepted : June 11, 2024

Objective: The purpose of this study is to evaluate whether four-way stepping gamification is appropriate as an elderly-friendly fall prevention exercise program by qualitatively and quantitatively evaluating its impact of four-way stepping gamification on improving the walking ability of the elderly.

Background: As Korea's aging population progresses rapidly, the fall accident rate among the elderly is also increasing. The cause of falls is gait deterioration due to decreased balance and lower limb strength, which can be improved through regular strength exercise and gait training. Therefore, to prevent falls, research is needed on elderly-friendly exercise programs that motivate people to exercise autonomously. This study proposes a walking-oriented four-way stepping game that uses gamification elements to increase immersion and promote continuous exercise in older adults.

Method: In this study, the walking ability of the elderly was evaluated through a walking ability evaluation before the experiment, the appropriate stride length was measured, and then a four-way stepping game was played using the produced prototype. The improvement in stride length, walking speed, TUG performance time, and game performance time before and after the game was quantitatively measured for 12 elderly people (average age 77), and the usefulness and satisfaction with the stepping game were qualitatively evaluated through a questionnaire.

Results: As a result of the experiment, as the stepping distance was increased compared to the appropriate individual stride length, the stride length and walking speed of the elderly increased statistically significantly, and the TUG execution time tended to decrease, although it was not statistically significant. Additionally, as the number of experimental rounds increased, the game execution time statistically significantly decreased until the third round and gradually decreased after the fourth round. Additionally, measuring the usefulness and satisfaction of the game through a survey, it showed high scores in operability and motivation. As a result, it was found that not only the subjects' walking ability and cognitive ability were improved through the stepping game.

Conclusion: This study found that four-way stepping gamification brought about significant changes in improving the walking ability of the elderly. Stepping exercise programs using gamification elements affect the immersion and motivation of the elderly, and the results of this study can be effectively applied when creating a fall

prevention exercise program that promotes autonomous exercise in elderly people.

Application: This study's results can serve as efficient research data that can be used as a reference when developing an elderly-friendly fall prevention and walking promotion program using gamification.

Keywords: Senior, Gamification, Gait, Gait training, Stepping game

1. Introduction

2023년 기준 대한민국 65세 이상 노인 인구 비율은 18.2%로 초고령 사회를 앞두고 있으며(Statistics Korea, 2023), 고령화 현상이 가속화됨에 따라 노인의 안전사고 또한 큰 사회적 문제로 떠오르고 있다. 특히 낙상은 의료사고 중 노인 사망률 2위의 질환으로, 한국소비자원에 의하면 노인 안전사고의 62.7%가 낙상사고이며, 65세 이상 노인의 낙상사고 비율은 43.8%를 차지한다(Korea consumer agency, 2022).

낙상이란 의도치 않게 현재의 위치보다 낮은 곳으로 넘어지는 자세의 변화를 의미하는데(Boulgarides et al., 2003), 보행, 보폭 또는 걷는 자세 등의 문제가 생기게 되면 낙상 사고율은 약 3배 이상 증가하고 위험도 또한 1.6배 정도 증가하게 된다(Kim and Lee, 2007). 노인의 10~25%는 균형 감각의 부족과 비정상적인 보행으로 인해 낙상하며(Morse, 1993), 자세의 불안정성을 극복하기 위해서는 근력 증진이 필요하다(Judge et al., 1993). 낙상을 예방하기 위해서는 하지근력 및 균형능력 증진을 위한 운동이 필요하나(Gu and Eun, 2005), 노인이 스스로 지속할 수 있도록 동기부여를 주는 낙상 예방 운동 프로그램은 적은 실정이다. 따라서 본 연구는 게임 요소를 결합한 사방향 스텝핑 게이미피케이션이 노인들의 보행 능력에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

2. Literature Review

2.1 Gait characteristics of elderly people

노화가 진행됨에 따라 노인은 신체적 변화를 겪게 되는데, 그 중 골격근량의 감소는 근감소증을 유발하며 다양한 신체적 장애를 가져온다(Park, 2007). 근감소증으로 인한 균형 능력의 저하와 하지근력의 약화는 노인들의 주 낙상위험 요인으로(Na, 2015), 하지근력의 약화는 자세를 불안정하게 만들고 낙상의 빈도를 증가시키는데(Judge et al., 1993) 균형 감각이 저하되면 보폭이 좁아지고 보행속도가 느려져 낙상의 위험도가 증가하게 된다(Unsworth and Mode, 2003).

보행 능력의 저하는 근력 및 균형 능력의 감소를 가져올 뿐 아니라 낙상의 위험까지 높이는데(Park, 2010), 보폭이 좁아짐에 따라 보행속도는 줄어들고 이는 하지근력의 감소를 가져와 낙상의 위험도가 올라간다(Eible et al., 1991). 보행 시 보폭과 보행속도는 가장 중요한 요인이며, 보폭과 보행속도의 증가는 하지관절의 운동범위를 크게 하여 하지근력 상승에 도움을 줄 수 있다(Kim, 2000). 그러나 보폭의 적정범위는 신장에 따라 다르며, 무리한 보폭의 늘림은 오히려 균형 능력을 저하시킬 수 있으므로 단계별 훈련을 통해 점진적으로 보폭과 속도를 늘리는 것이 이상적이다(Sung, 2022).

종합해 봤을 때, 보폭이 증가하면 보행속도가 향상되고 하지근력이 상승하여 균형 감각을 유지하는 데 도움이 된다. 즉, 노인의 균형 능력 및 하지근력과 보행 능력은 상호유기적인 관계이며, 보폭을 늘리는 것은 보행속도를 늘리고 하지근력을 증진시켜 낙상을 예방할 수 있는 좋은 방법이다. 따라서 낙상을 예방하기 위해서는 하지근력 및 균형능력 증진이 필요하며, 지속적인 보행 훈련을 통한 보폭, 보행속도의 증가는 노인의 하지근력 및 균형능력 증진에 도움을 줄 수 있다.

2.2 Gamification exercise program

게이미피케이션(Gamification)이란 놀이라는 심리를 이용하여 여러 행동에 재미를 유도하는 것으로, 게임적인 사고방식에 교육, 의료

등 외적 요소를 적용하는 것을 의미한다(Lee, 2011). 난이도, 보상, 임무 수여 등 게이미피케이션의 요소들을 적용하는 것은 일반적인 작업들을 풍부하게 하여 전반적인 사용자 경험을 향상시킬 수 있는 좋은 방법이다(Korn et al., 2019).

노인들은 게이미피케이션 요소가 결합되었을 때 운동 프로그램에 대한 흥미 및 동기부여가 높아지는데, 낙상 예방 운동, 근력증진 운동과 같이 명확한 테마가 있는 운동일 경우 프로그램에 대한 관심도가 증가하며 공식적인 경쟁관계가 아닐지라도 함께 운동에 참여하는 노인들과의 무의식적인 경쟁으로부터 성취감을 지각한다(Byun et al., 2023). 난이도와 음악이라는 게임 요소가 들어간 6주간의 체감형 댄스 게임은 노인의 균형 능력 및 동기부여에 긍정적인 영향을 미쳤으며(Lee, 2018), 아바타 및 태스크를 제공하고 경쟁심리를 더한 모션 인식 걷기 게임은 노인의 신체기능 향상을 가져오는 것으로 나타났다(Kim et al., 2014).

이처럼 프로그램에 게이미피케이션 요소를 적용한 연구들이 선행되어지고 있으나, 헬스케어 분야에서 노인의 균형감 및 하지근력 향상을 목표로 한 게이미피케이션 활용형 운동 프로그램은 부족한 실정이다. 따라서 노인의 자율적인 운동 참여를 높이기 위해서는 게이미피케이션 형태를 통해 몰입감을 높인 운동 프로그램의 개발이 필요하다.

2.3 Stepping exercise program

4차 산업혁명의 발달로 디지털을 활용한 운동 프로그램이 늘어나고 있는 가운데(Kwon, 2022), 디지털 기기를 접목한 게임 형식의 콘텐츠는 노인의 인지 및 체력 상승에 도움이 되는 것으로 나타났다. 가상현실 및 2D를 사용한 게임 형태의 디지털 헬스케어 프로그램을 활용한 연구에서 디지털 기기를 활용했을 때 노인의 인지기능과 일상생활체력에 긍정적 영향을 가져왔으며(Lee et al., 2023), 디스플레이 화면을 활용한 체감형 운동 게임은 노인에게 몰입감을 주어 운동에 대한 자율성을 높이고 근력 향상 효과를 가져왔다(Jung, 2023).

특히 디지털 게이미피케이션 형태의 스텝 훈련은 노인들의 운동 참여율을 높이고 동기부여를 주는 좋은 방법이다. 노인의 운동반응시간은 스텝핑 능력과 밀접한 관련이 있으며(Park et al., 2017), DDR (Dance Dance Revolution)과 같이 앞뒤좌우로 움직이는 사방향 스텝 훈련과 게이미피케이션이 결합된 운동은 노인의 스텝핑 능력을 증진시키는데 효과적이다(Bruin et al., 2010). 또한 노인에게 자발적 운동 동기를 부여하기 위한 연구들에서 인터랙티브 스텝핑 게임은 노인에게 즐거움과 동기부여를 주었으며(Lange et al., 2010), 사방향 스텝핑 형태의 노인 전용 디지털 운동기구는 운동에 대한 참여율을 높이고 노인의 반응시간을 감소시켜 낙상 예방에 도움을 주는 것으로 나타났다(Park et al., 2017).

선행된 연구 결과들을 종합해 보았을 때, 디지털을 활용한 사방향 스텝 게임 형식의 운동 프로그램은 노인의 동기부여 및 하지근력 증진에 도움이 된다. 그러나 디지털을 활용한 운동 프로그램의 경우 기기 및 장비의 휴대가 용이하지 않아 노인이 쉽게 지속할 수 없으며, 고정된 시스템으로 스텝핑 운동기구의 발 센서가 고정되어 있어 보폭을 늘리기 어렵다는 한계가 있다. 따라서 노인의 자율적인 훈련과 개인의 체력 수준에 맞춰 난이도 조절이 가능한 낙상 예방 프로그램에 대한 연구에 대한 필요성이 요구된다.

본 연구는 선행된 연구들을 토대로 기존 사방향 스텝 운동 프로그램에 암묵적인 경쟁 심리, 난이도, 컬러 아이콘(도형) 등의 게이미피케이션 요소를 결합하여 노인들로 하여금 프로그램에 대한 몰입감을 높이고 운동에 대한 동기부여를 주고자 했다. 또한 노인의 보폭 확장을 목표로, 이동이 가능한 도형 발판을 사용해 보폭의 범위를 점진적으로 늘려감으로써 노인이 스스로 신체능력 향상을 느껴 자기만족감을 얻을 수 있도록 프로그램을 제작하였다.

3. Method

3.1 Participants

본 연구는 서울시 성북구에 위치한 J실버노인복지관과의 협력을 통해 관내에서 진행되었다. 일주일의 대상자 모집기간을 가진 후, 65세 이상 노인 12명(남 2, 여 10, 평균 77세)을 대상으로 2023년 3월 4주 동안 주 2회씩 총 8회 실시하였다. 연구 대상자는 독립 보행이 가능하고 정신질환 진단을 받지 않은 자로 선정하였다. 연구에 참여한 대상자들은 연구의 목적과 취지에 대해 충분히 이해했으며 자발적으로 연구 참여에 동의하였다. 대상자들의 특징은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. Characteristics of participants (n=12)

Variables	Mean \pm SD
Gender	Man=2, Woman=10
Age (y)	76.91 \pm 5.46
Height (cm)	157.97 \pm 7.32
Weight (kg)	58.44 \pm 9.49
Foot size (cm)	241.66 \pm 13.02
BMI (kg/m ²)	21.23 \pm 3.60

3.2 Measurement

3.2.1 Quantitative evaluation

연구 전후 대상자들의 보행능력 향상 정도를 측정하기 위해 연구를 시작하기 전 보행능력평가를 실시하였다. 대상자들의 보행능력평가는 보편적으로 사용되고 있는 TUG (Timed up and go test)와 10 MWT (10 Meter Walk Test) 두 가지 방법으로 진행되었다. 대상자들의 안전을 위해 보조 연구원 1명, 사회복지사 1명이 전 단계에 동참하였다.

TUG는 균형 감각, 하지근력, 보행속도 등 노인의 신체기능을 종합적으로 평가하기 위해 진행되었다. 대상자들은 의자에 앉아 있다가 진행자의 "출발" 신호에 따라 자리에서 일어나 3m 떨어진 고깔을 향해 평균속도로 걸어간 후, 반환점을 되돌아와 다시 의자에 앉기까지의 시간을 1회 테스트 결과로 측정하였다. 대상자들은 측정 전 한 번의 연습을 통해 테스트의 과정을 학습했으며, 3회 측정 후 보행시간의 평균값을 도출하였다. 보행시간이 짧을수록 보행 능력이 좋음을 의미한다. 대상자들의 TUG 수행시간을 측정한 결과 10초 초과시 보행 취약자로 판단하였으며(Son et al., 2022), 대한민국 65세 이상 노인 평균인 7.2초(\pm 1.49)에 가까워지는 것을 목표로 하였다.

10 MWT는 노인의 보폭 및 보행속도를 측정하기 위해 진행되었다. 대상자들은 진행자의 "출발" 신호에 따라 2m의 가속거리와 2m의 감속거리를 포함한 10m의 일자형 보행통로를 평균속도로 3회 측정 후, 보행시간의 평균값을 도출하였다. 보행시간이 짧을수록 보행 능력이 좋음을 의미한다. 대상자들의 보행속도는 Joo et al. (2020)의 연구를 참고하여 대상자들의 보행속도가 전기 노인(65~75세 미만) 평균 1.24m/s, 후기 노인(75~85세 미만) 평균 1.15m/s 보다 낮은 경우 보행 취약상태라 판단하였으며 차후 실험에서 보폭 설정에 차등을 두었다.

3.2.2 Qualitative evaluation

총 8회차의 게임을 진행하는 동안 대상자는 설문지를 통해 4회차(Post 1), 8회차(Post 2) 두 번에 걸쳐 게임의 유용성 및 만족도 평가를 진행하였다. 설문은 리커트 5점 척도에 따라 사전에 설계되었으며 안전성, 유용성, 조작성, 만족성, 동기부여의 12가지 질문으로 구성하였다(Table 2).

Table 2. Survey questions

Section	Questions
Safety	1. The program is safe and there is no risk of injury.
	2. The width of the set stride is appropriate for my fitness level.
	3. The difficulty of the program is moderate.

Table 2. Survey questions (Continued)

Section	Questions
Safety	4. It is easy to understand how to use the program.
Utility	5. I feel that my lower extremity muscle strength and walking ability have improved through the program.
	6. I feel that my memory and cognitive ability have improved through the program.
Operability	7. The process of participating in the program (moving routes and procedures) is comfortable.
Satisfaction	8. This program is interesting.
	9. I would like to recommend the program to someone else.
	10. I'm thinking of using the program consistently.
Motivation	11. Game elements (chromatic, four-way extension, etc.) influenced motivation for exercise.
	12. Through the program, I became interested in lower limb muscle exercise and proper walking.

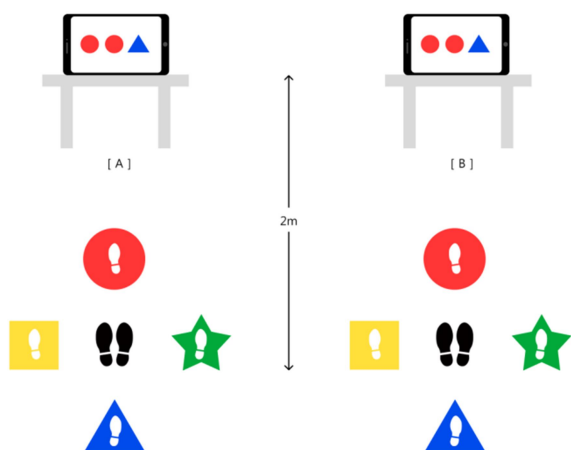
3.3 Experimental design

본 연구는 사방향 스텝핑 게임의 발판거리(Stepboard distance)가 보폭(Step length), 보행속도(Speed), TUG 수행시간에 미치는 영향과, 실험차수(Experiment number)가 게임의 수행시간(Performance time)에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 설정한 가설은 다음과 같다.

- H1. 발판거리가 증가함에 따라 보폭이 증가할 것이다.
- H2. 발판거리가 증가함에 따라 보행속도가 증가할 것이다.
- H3. 발판거리가 증가함에 따라 TUG 수행시간이 감소할 것이다.
- H4. 실험차수에 따라 게임의 수행시간이 감소할 것이다.

3.3.1 Experimental setup

게임은 복지관 내 장애물이 없는 강당에서 진행하였다. 대상자의 눈높이에 맞춰 두 대의 태블릿을 책걸상 위에 고정시킨 후, 태블릿에서 2m 떨어진 곳에 발자국 모양의 발판을 설치하였다. 도형 발판의 위치는 대상자의 적정 보폭에 맞추어 실험 전에 설치하였다 (Figure 1).

**Figure 1.** Stepping game setup

적정 보폭은 대상자의 1) 신장x 0.45, 2) 신장x 0.37, 3) 신장-100로 총 3회 계산하여(Sung, 2022), 최소값과 최대값의 범위를 적정 보폭 범위로 설정하였다. 최소값과 최대값의 수치는 0.1범위로 반올림하였다. 단방향으로 움직이는 것이 아닌, 사방향으로 반복적으로 움직이는 게임임을 고려해 적정보폭의 최소값을 반올림한 수치에서 최대 8cm의 범위까지만 발판을 이동시켰다.

총 8회차의 게임을 진행하는 동안 1~4회는 개인별 적정 보폭의 최소값에서 4cm 증가한 위치, 5~8회는 개인별 적정 보폭의 최소값에서 8cm 증가한 위치에 발판을 설치해 실험을 진행하였다. 안전을 위해 보행 취약자는 예외적으로 최소값에서 각각 3cm, 6cm 증가한 위치에 발판을 두고 실험을 진행하였으며 보조 연구원 1명, 사회복지사 1명이 전 단계에 동참하였다.

3.3.2 Experimental procedure

게임은 크게 준비운동, 본 게임, 정리운동으로 구성되었다. 대상자들은 편안한 복장과 운동화를 착용한 후 두 명씩 짝을 지어 게임에 참여하였으며, 게임의 수행시간은 두 명의 진행자가 개인별로 측정하였다. 부상을 최소화하기 위하여 대상자는 진행자의 안내에 따라 실험 전후로 1분간 가벼운 준비운동 및 정리운동을 실시하였다. 준비운동과 정리운동은 Park (2010)의 연구에서 노인 운동프로그램 제작 시 매우 적합하다는 전문가 판단을 받은 1) 손목, 발목 돌리기, 2) 무릎 돌리기, 3) 허리 돌리기 3가지 순서로 진행하였다.

대상자는 약 15분 동안 태블릿에 띄워진 4색 도형을 보고 적정 보폭에 맞춰 설정된 발판을 밟는 사방향 스텝핑 게임을 진행하였다. 게임은 1) 쉬움, 2) 보통, 3) 어려움 3가지 난이도에 따라 총 3번의 라운드를 진행하였으며, 난이도마다 화면에 보여지는 최대 도형의 수는 각각 3개, 4개, 5개로 제한하였다. 게임은 라운드는 무작위 도형이 들어있는 10개의 페이지로 구성되었으며, 진행자는 수동으로 페이지를 넘기며 게임을 진행하였다. 라운드가 끝날 때마다 3분 간의 휴식시간을 부여하였고, 휴식시간에 진행자는 대상자의 도형 발판의 위치를 바꿈으로써 난이도에 차등을 두었다. 게임의 순서 및 자세한 프로토타입은 다음과 같다(Figure 2).

Sections	Contents	Times (min)
Warm up	Wrist/Ankle rotation, Knee rotation, Wrist rotation	1
Main exercise	<p>1~4 times</p> <p>*4cm increase from minimum(default) *3cm increase from minimum(variable)</p>	15 (3 minutes break per round)
	<p>5~8 times</p> <p>*8cm increase from minimum(default) *6cm increase from minimum(variable)</p>	
Cool-down	Wrist/Ankle rotation, Knee rotation, Wrist rotation	1

Figure 2. Stepping game

4. Results

본 연구는 IBM사의 SPSS 기술통계 시스템(Version 28.0)을 사용하여 사방향 스텝핑 게임의 발판거리가 보폭, 보행속도, TUG에 미치는 영향, 그리고 실험차수가 게임 수행시간에 미치는 영향에 대한 데이터들을 수집 및 분석하였다. 본 연구는 4주간의 프로그램 전후 차

이 검증을 위하여 일원 반복측정 분산분석(One-way RM ANOVA)을 실시하였다. 유의미한 수치의 기준은 $p < 0.5$ 로 하였다.

4.1 Quantitative analysis results

연구의 사전(Pre)과 사후 1(Post 1), 사후 2(Post 2)로 나누어 대상자들에게 3회 보행능력평가를 실시하였다. 보행능력 향상의 요인은 보폭, 보행속도, TUG로 설정하였다. 대상자들의 보행능력평가의 전후 차이는 다음과 같다(Table 3).

Table 3. Results of the evaluation of walking ability

Item		Test		
		Pre	Post 1	Post 2
TUG (sec)	Time (sec)	8.38±1.26	7.93±1.35	7.52±1.22
10 MWT	Speed (m/s)	1.27±0.17	1.35±0.21	1.43±0.29
	Step length (cm)	64.67±8.84	68.25±9.46	70.49±8.20

발판거리가 보폭에 미치는 영향을 분석한 결과, 통계적으로 유의한 결과값을 보였다($p < 0.001$). 발판거리가 증가함에 따라 보폭은 0cm, 4cm, 8cm 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이며 증가하였다.

발판거리가 보행속도에 미치는 영향을 분석한 결과, 보행속도에서 모두 통계적으로 유의한 결과값을 보였다($p < 0.01$). 보행속도는 발판거리가 0cm, 8cm일 경우에만 통계적으로 유의하였다.

발판거리가 TUG에 미치는 영향을 분석했을 때, 모클리의 구형성 검정을 만족하지 않아($p < 0.05$) Greenhouse-geisser 결과를 사용하였다. 발판거리가 증가함에 따른 TUG 수행시간의 감소는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나($p > 0.05$), 전반적으로 감소하는 경향을 보였다.

실험차수가 게임의 수행시간에 미치는 영향을 분석한 결과, 게임의 수행시간은 3회차까지 큰 폭으로 유의한 결과값을 보이며 줄어들다가($p < 0.001$) 차수가 증가함에 따라 점진적으로 줄어들었으며, 그 이후 통계적인 유의수치는 없었다. 분석 결과는 다음과 같다(Table 4 and Figure 3).

Table 4. ANOVA of step length, speed, TUG, performance time

Source	Type III SS	DF	MS	F	p
Step length	207.229	2	103.614	16.001	<.001***
Error (Step length)	142.465	22	6.476		
Speed	.149	2	.074	6.503	.006**
Error (Speed)	.252	22	.011		
TUG	4.468	1.106	4.041	3.668	.076
Error (TUG)	13.401	12.164	1.102		
Performance time	6516.062	7	930.866	23.526	<.001***
Error	2769.762	70	39.568		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

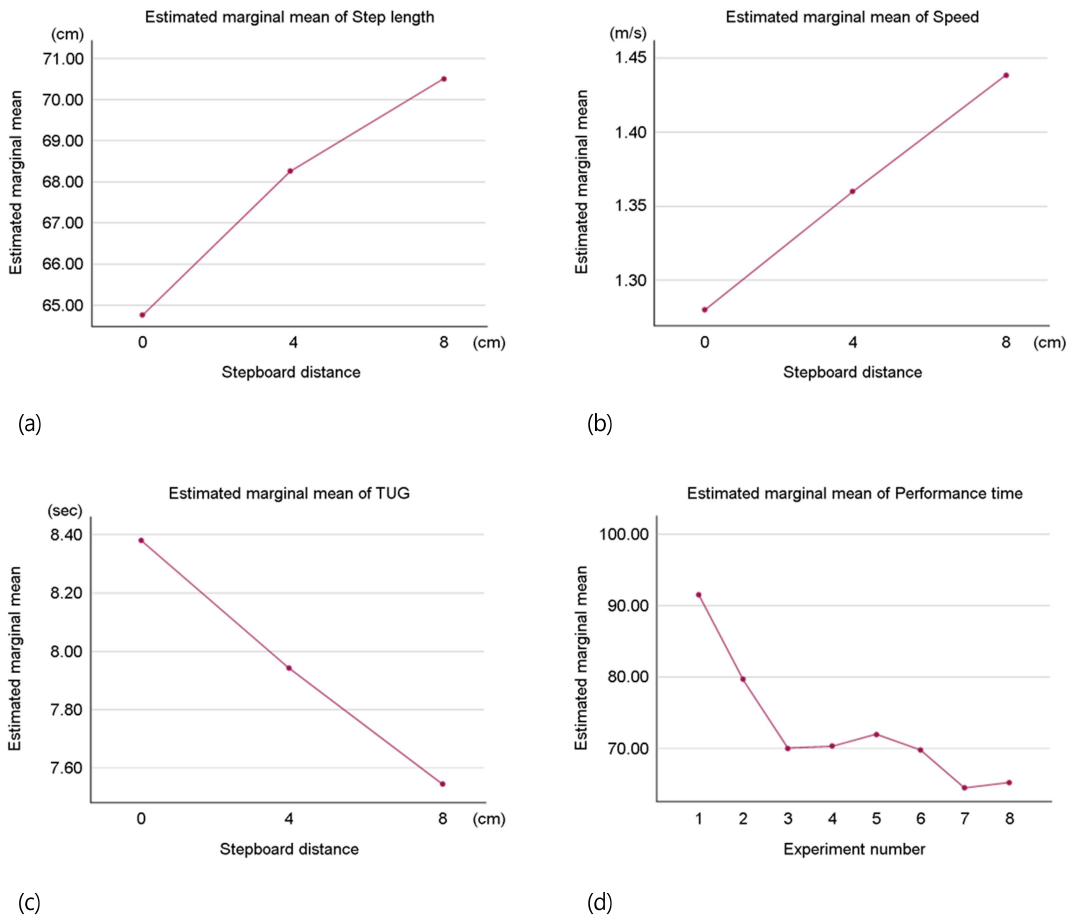


Figure 3. Estimated marginal averages of Step length (a), Speed (b), TUG (c), Performance time (d) according to Stepboard distance

4.2 Qualitative analysis results

대상자는 실험 후 게임의 전반적인 유용성 및 만족도 평가를 진행하였다. 평가 설문지는 리커트 5점 척도에 따라 설계되었으며, 추가적인 의견은 구두로 피드백 하였다. 설문 결과는 다음과 같다(Table 5).

Table 5. Survey results

Section	Post 1	Post 2
Safety	4.31±0.68	3.93±0.88
Utility	4.08±0.65	4.08±0.58
Operability	4.16±0.38	4.25±0.45
Satisfaction	4.13±0.54	4.11±0.52
Motivation	4.20±0.58	4.16±0.56
Overall score	4.19±0.42	4.06±0.44

M±SD

*out of 5 points

최종 설문 결과 대상자들은 조작성과 동기부여에서 높은 만족도를 보였다. 게임의 평점은 1차 설문(4.19±0.42)보다 2차 설문(4.06±0.44)에서 더 낮은 추세를 보였는데, 이는 2차 실험에서 발판거리가 더 증가함에 따라 안전성 부분에서 점수가 낮게 나온 결과라고 사료된다. 게임의 수행시간과는 별개로 대상자들은 발판거리가 증가함에 따라 불안감이 높아진다고 구두로 답했으며, 추가로 게임을 진행할 때 '음악이 있으면 좋겠다', 와 '보폭의 범위와 난이도를 본인이 조절할 수 있으면 좋겠다'라는 의견이 다수 도출되었다.

5. Discussion and Conclusion

본 연구는 65세 이상 노인 12명을 대상으로 4주간 주 3회, 1회 약 15분 동안 게이미피케이션 기반 운동 프로그램을 실시했을 때 보행 능력에 생기는 변화를 정량적, 정성적으로 평가하였다.

정량평가 결과, 발판거리를 적정 보폭 대비 4cm, 8cm로 증가시킬수록 보폭과 보행속도는 통계적으로 유의하게 증가하였으며, TUG 수행 시간은 통계적인 유의한 차이는 없었지만 게임 전(8.38±1.26)보다 게임 후(7.52±1.22) 수행시간이 감소하였다. 또한 실험차수가 증가할수록 게임의 수행시간은 3회차까지 통계적으로 유의하게 큰 폭으로 감소하였으며, 차수가 증가함에 따라 점진적으로 줄어들었으나 그 이후 통계적인 유의수치는 없었다.

정성평가 결과, 게임에 대한 전반적인 만족도는 높은 편이나 1차 설문에 비해 2차 설문 때 안전성 부분에서 저하된 경향을 보였다. 이는 발판거리가 늘어남에 따라 안전성에 대해 불안감을 느낀 대상자들이 많아진 것으로 비롯된 것이라 사료된다. 그러나 게임의 동기 부여와 조작성 부분에서 높은 만족도를 보였기에 본 연구에서 시행한 사방향 스텝핑 게이미피케이션은 노인들이 이해하기 쉽고, 동기 부여에 도움을 주는 운동 프로그램으로서 적절하다고 판단된다.

추가적으로 게임에 참여한 모든 대상자의 게임 수행시간은 3회차까지 통계적으로 유의하게 큰 폭으로 줄어들었으며, 4회차부터는 차수가 증가함에 따라 감소했다. 이는 실험차수가 증가함에 따라 대상자들이 도형 형태와 발판의 위치를 인식하는 속도가 빨라짐으로 인지에 영향을 미쳐 수행시간이 짧아진 것으로 사료된다. 또한 게임을 통해 대상자들의 보폭은 자연스럽게 증가하였으나, 발판거리가 늘어남에 따라 대상자들이 느끼는 불안감은 개인의 게임 수행능력과는 별개인 것으로 나타났다. 따라서 본 연구를 실제 운동 프로그램으로 개발하기 위해서는 대상자들의 불안감을 해소하기 위해 보폭의 범위를 보다 세분화하여 점진적으로 늘려야 할 것으로 보인다.

본 연구는 4주라는 짧은 시간에 적은 대상자들을 상대로 실험을 했다는 점과, 신체 변인을 통제하지 않았다는 점에서 한계가 있다. 또한 실험을 통해 보폭의 증가를 확인했으나 실제 하지근력이 증진되었는지에 대한 검증은 이뤄지지 않았다. 그러나 노인들이 장소에 구애 받지 않고 쉽게 운동할 수 있는 방안을 제시했다는 점과 규칙적인 운동시간을 부여했다는 점, 그리고 게이미피케이션 요소를 사용해 노인의 몰입감을 높여 지속 가능한 하지근력 강화 프로그램으로 적용이 가능하다는 점에서 의의가 있다.

본 연구에서는 신체변화에 대한 측정을 보행능력평가로 제한했으나, 향후 연구 진행 시 하지근력 및 일상생활체력 향상도를 추가 측정하여 사방향 스텝핑 게이미피케이션이 하지근력에 효과가 있음을 검증하고자 한다. 또한 색 인지를 활용하여 신체적 운동 강화와 함께 인지능력 강화를 위한 프로그램으로 병행한 연구를 진행하고자 한다.

본 연구는 후에 게이미피케이션을 활용한 낙상 방지 운동 및 게임 프로그램을 제작할 때 유의미한 자료로 사용될 수 있으며, 디지털 기반 헬스케어 프로그램을 기획할 때 참고할 수 있는 선행연구가 될 것으로 사료된다. 또한 프로토타입을 단순화하고 발판을 휴대할 수 있도록 한다면 노인이 가정 내에서도 지속할 수 있는 운동 프로그램으로 발전될 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구를 통해 개인의 체력 수준에 맞춰 난이도 조절이 가능한 차별화된 낙상 예방 프로그램을 제작할 수 있을 것으로 기대한다.

References

Boulgarides, L.K., McGiney, S.M., Willett, J.A. and Barnes, C.W., Use of clinical and impairment-based tests to predict falls by community-dwelling older adults, *Physical Therapy*, 83(4), 328-339, 2003.

Bruin, E.D., Schoene, D., Pichierri, G. and Smith, S.T., Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly, *Journal for Gerontology and Geriatrics*, 43(4), 229-234, 2010.

Byun, H., Yi, E.S. and Bae, J.S., Phenomenological Analysis of Non-Contact Exercise Recognition for the Elderly, *The Korea Journal of Sport*, 21(4), 97-106, 2023.

Elble, R.J., Thomas, S.S., Higgins, C. and Colliver, J., Stride-dependent changes in gait of older people, *Journal of Neurology*, 238, 1-5, 1991.

Gu, M.O. and Eun, Y., A Review of Exercise Interventions for Fall Prevention in the Elderly, *Journal of Korean Academy of Nursing*, 35(6), 1101-1112, 2005.

Joo, J.Y., Hwang, Y.H. and Kim, Y.K., The Relationships among Gait Parameters and Senior Fitness Variables in Korean Elderly People, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 21(1), 208-215, 2020. doi:10.5762/KAIS.2020.21.1.208

Judge, J.O., Lindsey, C., Underwood, M. and Winsemius, D., Balance Improvements in Older Women: Effects of Exercise Training, *Physical Therapy*, 73(4), 254-262, 1993. doi:10.1093/ptj/73.4.254

Jung, J.U., A Study on the Experience of Tangible Exercise Game Machine for Maintaining and Improving Physical Fitness in Old Age - Focusing on Ring Fit Exercise Program Development, *Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Hanshin University*, 2023.

Kim, J.M. and Lee, M.S., Risk Factors for Falls in the Elderly Population in Korea: An Analysis of the Third Korea National Health and Nutrition Examination Survey data, *Korean Journal of Health Education and Promotion*, 24(4), 23-39, 2007.

Kim, K.S., Lee, Y.J. and Oh, S.S., Development and Analysis of a Walking Game 'Paldokangsan3' Using Kinect, *Journal of Korea Game Society*, 14(1), 49-57, 2014. doi:10.7583/JKGS.2014.14.1.49

Kim, R.B., Influence of speed and step length during walking on kinetics of joints of lower limbs, *Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Yonsei University*, 2000.

Korea consumer agency, Six out of 10 safety accidents involving the elderly are due to falls, <https://www.kca.go.kr/home/sub.do?menukey=4002&mode=view&no=1003346348&page=13> (retrieved August 30, 2022).

Korn, O., Buchweitz, L., Rees, A. and Bieber, G., Using Augmented Reality and Gamification to Empower Rehabilitation Activities and Elderly Persons. A Study Applying Design Thinking, *Advances in Artificial Intelligence, Software and Systems Engineering*, 219-229, 2019. doi:10.1007/978-3-319-94229-2_21

Kwon, O.G., The Effects of Digital Capability of the Elderly on Depression: Mediating Effect of Social Network, *The Journal of Humanities and Social Science (HSS21)*, 13(6), 4213-4228, 2022.

Lange, B., Flynn, S.M., Chang, C.Y., Liang, W., Si, Y., Nanavati, C., Chieng, C.L. and Rizzo, A.A., Development of an interactive stepping game to reduce falls in the elderly, *International Journal on Disability and Human Development*, 10(4), 331-335, 2010.

Lee, B.S., Choi, B.D., Kim, E.Y., Park, H.S., Choi, J.M. and Kim, K.A., Effects of 12-week digital-based health care program on the

body composition, Cognitive function and activity daily living fitness of the elderly, *The Korea Journal of Sports Science*, 32(2), 895-909, 2023.

Lee, D.Y., What is Gamification and How Gamification will change our life?, *Journal of Digital Design*, 11(4), 449-457, 2011.

Lee, J.S., Motion-based dance game's effect on the balance ability of the elderly Women, *Journal of Convergence for Information Technology*, 8(4), 73-80, 2018.

Morse, J.M., Nursing Research on Patient Falls in Health Care Institutions, *Annual Review of Nursing Research*, 11, 299-316, 1993.

Na, S.H., The Effects of a 12-Week Exercise Program on Balance and Walking Ability and Depression in Elderly Women, *The Korea Journal of Sports Science*, 24(2), 1291-1301, 2015.

Park, S.W., Sarcopenia of the Old Age, *Endocrinology and Metabolism*, 22(1), 1-7, 2007.

Park, K.N., A Study on the Development of Exercise Program for Improving the Senior's Walking Ability -Using Delphi Technique, *The Korean Journal of Sports Science*, 19(4), 1455-1466, 2010.

Park, Y.S., Won, C.R., Park, D.W., Lee, S.R., Koh, K. and Shim, J.K., The Effects of 12 Weeks of Step Training Using Rhythmic Balance Device on Response Time for the Elderly, *The Korean Journal of Physical Education*, 56(6), 573-582, 2017.

Son, K.Y., Shin, D.W., Lee, J.E., Kim, S.H., Yun, J.M. and Cho, B., Association between timed up and go test and future incidence of disability: A nationwide representative longitudinal study in Korea, *PLOS ONE*, 2022. doi:10.1471/journal.pone.0270808

Statistics Korea, Ageing Index, <https://www.index.go.kr/unity/potal/indicator/IndexInfo.do?popup=Y&clasCd=2&idxCd=5064> (retrieved February 10, 2023).

Sung, B.J., Rediscovering Walking: The Beginning and End of Human Movements, Sports Issues and Diagnosis Vol. 87, *Korea Sports Promotion Foundation*, <https://www.kspo.or.kr/news/bbs/B0000091/view.do?nttid=61266&menuNo=1200006&pageIndex=2> (retrieved August 4, 2022).

Unsworth, J. and Mode, A., Preventing falls in older people: risk factors and primary prevention through physical activity, *British Journal of Community Nursing*, 8(5), 214-220, 2003.

Author listings

Eunji Chung: wjddsmwl2331@gmail.com

Highest degree: Student, Department of Smart Experience Design, Graduate School of Technology Design, Kookmin University

Position title: Student, Department of Smart Experience Design, Graduate School of Technology Design, Kookmin University

Areas of interest: Interaction Design, UX Design

Jungwook Bok: bokbandeutt@gmail.com

Highest degree: Student, Department of Smart Experience Design, Graduate School of Technology Design, Kookmin University

Position title: Student, Department of Smart Experience Design, Graduate School of Technology Design, Kookmin University

Areas of interest: Interaction Design, UX Design

Jinho Yim: hci.yim@kookmin.ac.kr

Highest degree: Ph.D. in Industrial Systems and Information Engineering (Korea University, Korea), Major in Product and Systems Development

Position title: Professor, Department of Smart Experience Design, Graduate School of Technology Design, Kookmin University

Areas of interest: Aging Design, Inclusive Design, Leisure UX Design, Medical & Healthcare UX Design, Safety Design