

## 증강현실기반 저항운동이 근감소증 여성노인의 균형과 신체적 자기 효능감에 미치는 영향

윤성혁, PT, AS<sup>1</sup>, 박진희, PT, AS<sup>1</sup>, 홍지우, PT, AS<sup>1</sup>, 김동욱, PT, AS<sup>1</sup>, 최부현, PT, AS<sup>1</sup>,  
박건희, PT, AS<sup>1</sup>, 이희찬, PT, AS<sup>1</sup>, 고준혁, PT, PhD<sup>2</sup>, 김정선, PT, PhD<sup>2</sup>, 이원덕, PT, PhD<sup>2</sup>, 김지혜, PT, PhD<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>강동대학교 물리치료과, <sup>2</sup>강동대학교 물리치료학과

Effects of Augmented Reality (AR)-Based Progressive Resistance Exercise on Balance and Physical Self-Efficacy Scale in Elderly Women with Sarcopenia

Sung-Hyeuk Yoon, PT, AS<sup>1</sup>, Jin-Hee Park, PT, AS<sup>1</sup>, Ji-Woo Hong, PT, AS<sup>1</sup>, Dong-Wook Kim, PT, AS<sup>1</sup>,  
Bu-Hyun Choi, PT, AS<sup>1</sup>, Gun-Hee Park, PT, AS<sup>1</sup>, Hee-Chan Lee, PT, AS<sup>1</sup>, Jun-Hyeok Go, PT, PhD<sup>2</sup>,  
Jeong-Seon Kim, PT, PhD<sup>2</sup>, Won-Deok Lee, PT, PhD<sup>2</sup>, Ji-Hye Kim, PT, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, GangDong University, Republic of Korea

<sup>2</sup>Dept. of Physical Therapy, GangDong University, Republic of Korea

**Purpose** This study aimed to investigate the effects of augmented reality (AR)-based resistance exercise on balance and physical self-efficacy in elderly women with sarcopenia. **Methods** Ten women aged 65 years or older with sarcopenia were randomly assigned to either an AR-based resistance exercise group (AREG, n = 5) or a general resistance exercise group (GREG, n = 5). Both groups participated in 50-minute exercise sessions, three times per week, for four weeks. Outcome measures included the Functional Reach Test (FRT), Timed Up and Go (TUG), One-Legged Stand Test (OLS), and the Physical Self-Efficacy Scale (PSES). **Results** Four weeks of AR-based resistance training resulted in significant improvements in balance and physical self-efficacy among sarcopenic older women. Compared to conventional resistance exercise, AR-based training demonstrated superior outcomes in FRT, OLS, and PSES. Although TUG results were not statistically significant, the trend favored AR-based training. These findings suggest that real-time visual-auditory feedback and interactive task execution may enhance postural control and psychological confidence. AR-based exercise appears to be a feasible and potentially superior intervention for improving balance-related outcomes in this high-risk population. Further research is needed to confirm long-term effects and transferability to gait and fall prevention. **Conclusion** Despite improvements in balance and self-efficacy after four weeks of augmented reality-based resistance training in elderly women with sarcopenia, significant differences emerged only in one-leg standing and self-efficacy, favoring the AR group. No between-group differences were found in functional reach or timed up and go. These findings suggest that AR training may enhance static balance and psychological outcomes. Future studies should explore long-term and personalized AR interventions to maximize rehabilitation benefits in this population.

**Key words** Augmented reality, Balance, Resistance exercise, Sarcopenia, Self-efficacy

**Corresponding author** Ji-Hye Kim (kimjh@gangdong.ac.kr)

**Received date** 30 May 2025

**Revised date** 11 June 2025

**Accept date** 12 June 2025

### 1. 서론

현대 사회에서는 기계 문명의 발전과 교통수단의 발달로 인해 신체 활동이 자연스럽게 줄어들 수밖에 없다. 특히 노인의 경우, 사회적 활동의 기회가 제한적이어서 신체 활동이 더욱 감소하며, 이에 따라 체력이 급격히 저하되는 경향이 나타난다.<sup>1)</sup>

오늘날 우리나라는 의료기술의 발달과 삶의 질의 변화로 인간의 평균수명이 연장되어 65세 이상 고령인구 비중은 통계청의 '2024 고령자통계'에 따르면, 2024년 기준 전체 인구의 19.2%로 집계되었으며, 2025년에는 20%를 넘어설 것으로 전망되어 초고령사회에 진입할 것으로 예상된다.<sup>2)</sup> 노인에게는 근육량 감소로 인해 근력과 수행 능력이 저하되는 등 다양한 생리적 변화가 발생한다. 특히, 현재 사회에서 가장 큰 문제로 지적되는 것은 노화로 인한 근감소증(sarcopenia)이다.<sup>3)</sup> 국민

<http://dx.doi.org/10.17817/JCMSH.2025.29.2.5>

건강영양조사를 분석한 한 연구에서는 65세 이상 남성의 근감소증 유병률이 9.7%, 여성은 11.8%로 보고되었다.<sup>4)</sup> Yamada 등(2013)의 연구에서도 근육량과 근력(약력), 수행능력(보행 속도)을 이용하여 65-89세 일본인의 근감소증을 진단 할 경우 남성 21.8%, 여성 22.1%의 근감소증 유병률을 보고하기도 하였다.<sup>5)</sup> 근감소증(sarcopenia)은 연령 증가에 따른 근육량 감소와 신체적 능력감소가 동반되는 노인성 질환으로, 2016년도 WHO(World health organization)에서 질병으로 분류 되었으며,<sup>6)</sup> 먼저 체성분 분석기(Inbody 570, Biospace, Korea)를 이용하여 대상자의 사지 근육량(appendicular skeletal muscle mass; ASM)을 측정한 후, 이를 키의 제곱으로 나누어 근육지수(skeletal muscle index; SMI)를 계산하였다. 남자는 7.0 kg/m<sup>2</sup> 미만, 여자는 5.7 kg/m<sup>2</sup> 미만일 경우 낮은 근육량으로 분류되었다.<sup>7)</sup> 약력에 대한 절단점(cut-off values)은 나이와 인종에 따라 다양하게 제시되는데,<sup>8)</sup> 남성과 여성의 약력 절단점을 EWGSO(European Working Group on Sarcopenia in Older people)에서는 30kg과 20kg으로 제시하고,<sup>9)</sup> AWGS(Asian Working Group for Sarcopenia)는 28kg과 18kg으로 제시하였다. 또한, 노인은 신체 기능이 저하됨에 따라 독립적인 생활이 어려워지고, 이로 인해 신체적 자기효능감(Physical Self-Efficacy Scale)도 낮아질 수 있다. Robinson 등(2003)은 자기효능감이 일상생활 활동과 건강 증진에 중요한 영향을 미치는 예측 요인이며, 자기효능감이 높을수록 긍정적인 행동 변화를 촉진할 가능성이 크다고 설명했다.<sup>10)</sup> 노인의 근력을 향상시키기 위해 유산소 운동과 저항 운동이 모두 권장되지만, 특히 저항 운동이 노화로 인한 근력 감소를 개선하는 데 가장 효과적인 방법으로 알려져 있다. 또한, 연구에 따르면 저항 운동을 통한 근력 증가는 90대 이상의 고령자에게도 충분히 가능하다고 했다.<sup>11)</sup> 여러 저항 운동 중 탄력 밴드를 이용한 운동은 가볍고 비용이 저렴하며 휴대성이 뛰어나 개인의 근력에 맞춰 강도와 방향을 조절할 수 있어 체력 향상을 원하는 노인들에게 적합한 저항 운동이다.<sup>12)</sup> 그러나 고령자는 신체적 및 환경적 제한으로 인해 꾸준한 훈련이 어려울 수 있으므로, 지속적으로 운동을 이어갈 수 있도록 동기를 부여하는 것이 중요하다. 이를 위해 다양한 훈련 콘텐츠가 마련될 필요가 있다.<sup>13)</sup> 이러한 점에서 증강현실(Augmented reality, AR)은 효과적인 대안이 될 수 있다.

증강현실은 현실 세계에 컴퓨터로 생성된 2차원 객체를 합성해 보여주는 기술로 최신게임, 스포츠, 의료 및 운동 분야에서 활발히 활용되고 있다.<sup>14)</sup> 특히 실시간 시각 정보는 대칭적인 움직임을 유도하고, 일상 동작과 균형 능력 개선에 기여한다.<sup>15)</sup> 하지만 현재까지 근감소증을 가진 여성 노인을 대상으로 증강현실 기반 저항운동이 균형과 자기 효능감에 미치는 영향을 규명한 연구는 매우 제한적이다. 이에 본 연구는 증강현실 기반 저항운동 프로그램이 근감소증 여성 노인의 균형과 자기 효능감에 미치는 영향에 대해 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상자

본 연구는 2025년 3월 18일부터 4월 18일까지 충청북도 소재 G대학교에 종사중인 환경미화원과 OO리 마을 65세 이상 여성노인19명 중 근감소증 분류기준에 해당되고 연구에 동의한 여성 대상자10명을 대상으로 진행되었다. 연구 대상자 선정 기준은 근감소증 분류 기준에 해당되는 자들로 사지골격근량 지수(ASMI), 보행속도, 약력을 기준으로 평가하여 ASMI는 남성 <7.0 kg/m<sup>2</sup>, 여성 <5.7 kg/m<sup>2</sup>를 기준으로 하였고, 보행 속도는 1 m/s 미만, 약력은 남성 <28 kg, 여성 <18 kg 일 경우 근감소증으로 판별하였다. 또 최근 2년 내에 정형외과적, 신경학적 질환으로 수술을 받지 않은 자, 안구 관련 질환으로 시각장애가 없는 자, MMSE-K점수 24점 이상으로 인지저하를 보이지 않는 자, 독립적인 일상생활활동이 가능한 자로 선발하였다. 본 연구의 목적과 방법에 대해 설명을 들은 후 자발적으로 본 연구에 참여하고자 하는 대상자를 선택해 실험을 진행하였다. 본 연구의 참여 대상자는 여성 10명이며 연구대상자들의 일반적 특성은 <Table 1>과 같다.

### 2. 연구설계

연구 대상자는 충청북도 음성군 G대학교 근감소증 여성 10명을 선정하여 무작위 배정 방법인 컴퓨터 프로그램(www.Random.org)을 통해 증강현실 기반 저항운동군(AREG: AR-based resistance exercise group), 일반적 저항운동군(GREG: general resistance exercise group) 각각 5명씩

**Table 1. General characteristics of the subjects**

|             | AREG (n=5) | GREG (n=5) | p     |
|-------------|------------|------------|-------|
| Age         | 73.6±5.94  | 67.2±2.68  | 0.59  |
| Height(cm)  | 148.7±3.79 | 152.8±3.74 | 0.125 |
| Weight (kg) | 53.7±6.27  | 54.7±5.12  | 0.99  |

Note. AREG: AR-based resistance exercise group / GREG: general resistance exercise group

나누어 운동을 실시하였다. 사전, 사후 검사로 균형검사와 신체적 자기효능감 검사를 실시하였다. 운동은 총4주로 주 3회씩 총12회 운동하였다.

### 3. 측정 방법

#### 1) 균형

##### (1) 기능적 팔 뻗기 검사

기능적 팔 뻗기 검사(functional reaching test; FRT)는 자발적인 체중 중심 이동을 평가하는 것으로 임상에서 노인을 대상으로 빠르고 간편하게 기능적 동적 균형을 검사할 수 있는 평가 도구이다.<sup>16)</sup> 대상자는 두 발을 어깨 넓이로 벌린 후 벽 옆에 바로 선 자세로 주먹을 쥐고 어깨 관절 90° 굽힘 자세에서 벽을 따라 수평을 유지하며 앞으로 뻗어 세 번째 손허리뼈의 끝을 기준으로 측정하였다. 최대한 균형을 잃지 않고 앞으로 몸통을 숙여 10초 동안 유지할 수 있는 거리를 측정하였고, 도달 거리를 3번 연속 측정하여 평균값을 사용하였다.<sup>17)</sup> 대상자는 몸통의 돌림, 무릎관절 굽힘을 하지 않도록 사전에 교육하였다(그림 2.). 이 평가는 측정자 간, 측정자 내 신뢰도는 각각 ICC=.89, ICC=.98로 높게 나타났다.<sup>18)</sup>

##### (2) 일어나 걷기 검사

일어나 걷기 검사(time up and go test; TUG)는 노인의 보행 속도, 기능적 움직임에 포함된 동적균형을 종합적으로 검사할 수 있는 평가도구이다. 연구 대상자는 의자에 등을 기대고 앉아 시작하며, 출발 신호와 함께 일어나 안전한 속도로 걸어가서 3m 지점 앞에 있는 반환점을 되돌아와 의자에 다시 앉는 시점까지의 소요 시간을 측정하는 방법으로, 총 3회 측정하여 평균값을 기록하였다.<sup>19)</sup> 일어나 걷기 검사는 신뢰도와 타당도가 높은 평가도구이다(ICC=0.99).<sup>20)</sup>

##### (3) 한발 서기 검사

한발 서기 검사(one leg stance test, OLS)는 노인의 정적 균형 능력을 검사할 수 있는 평가도구이다. 한발 서기 검사는 외부 지지 없이 한 발로 오래 서있는 방법으로,<sup>21)</sup> 어느 위치에서도 빠르게 자세균형 검사를 양적으로 측정할 수 있고 특별한 장비 없이 간단하게 평가할 수 있는 장점을 가지고 있다.<sup>22)</sup> 평가 전에 좌우 양쪽발을 1~2회 연습 후에, 왼쪽과 오른쪽발로 각각 2회 측정하였으며 몸의 균형을 유지한 시간을 측정하여 평균값을 기록하였다. 평가하는 동안 양팔은 자유롭게 두도록 하여 균형 유지를 위한 몸통과 위몸통의 보상작용은 허용하였다.<sup>23)</sup> 검사자간 신뢰도는 ICC=.99이다.<sup>24)</sup>

#### 2) 신체적 자기효능감

신체적 자기효능감 검사(Physical Self-Efficacy Scale; PSES)

는 노인의 신체능력에 대한 개인의 인지와 신체기술 수행에 대한 자신감을 측정할 수 있는 검사이다.<sup>25)</sup> 2개의 하위검사인 자신의 신체능력에 대한 인지를 측정하는 인지된 신체능력 검사(Perceived Physical Ability Scale, PPAS) 10문항과 신체기술 수행에 대한 자신감을 측정하는 신체적 자기 표현 자신감 검사(Physical Self-Presentation Confidence Scale, PSPCS) 12문항으로 총 22문항으로 구성되어 있다. 각 문항은 6단계 Likert로 구성되어, “전혀 그렇지 않다” 1점부터 “아주 그렇다” 6점까지 점수를 부여하여 점수가 높을수록 신체적 자기 효능감이 높다고 할 수 있으며, 본 검사의 내적 일관성은 Cronbach  $\alpha=0.942$ 이다.<sup>26)</sup>

### 4. 중재도구 및 방법

#### 1) 증강현실 장비

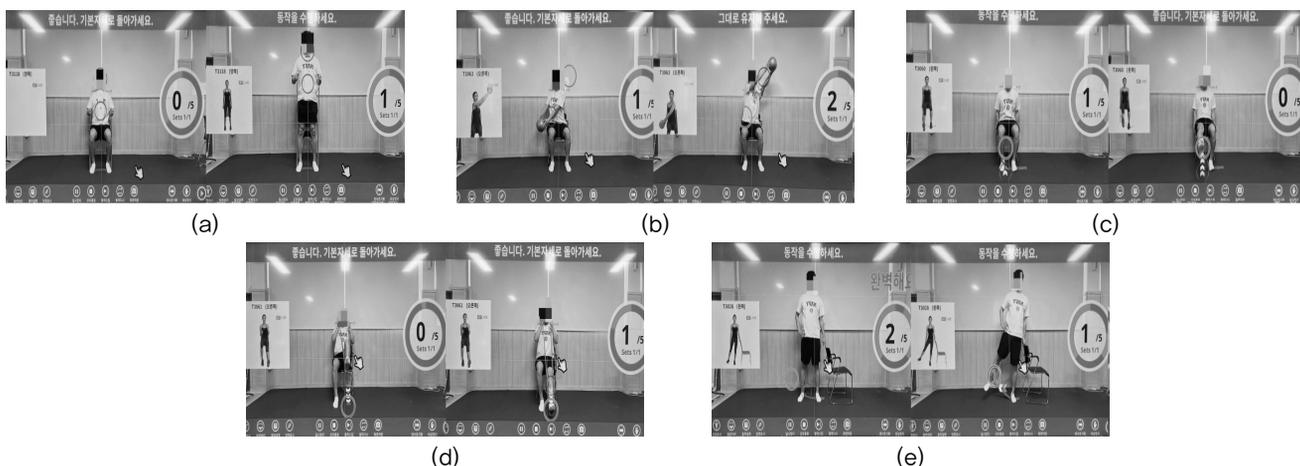
증강현실 기반 신체 운동을 위해 국내에서 개발한 유인케어 시스템을 사용하였다. 유인케어 시스템은 3D 깊이 카메라, 64인치 모니터, 전용 소프트웨어 및 약 300가지의 신체 동작으로 구성된 운동 콘텐츠로 이루어져 있다. 사용자는 시스템을 실행한 후, 3D 깊이 카메라로부터 약 1.5미터 전방에 위치하여야 하며, 이는 카메라가 사용자의 전신을 정확하게 인식하고 추적할 수 있도록 최적화된 거리이다. 사용자가 카메라 앞에서 정지한 자세를 취하면, 시스템은 신체의 관절 위치를 인식하여 화면에 대상자의 모습과 함께 관절 세그먼트를 시각적으로 표현한다. 이후, 사전에 설정된 운동 콘텐츠를 실행하면 화면의 왼쪽에는 모범 동작이 시각적으로 제시되며, 오른쪽에는 목표 횟수와 현재 수행 횟수가 실시간으로 표시되어 사용자가 운동 동작을 정확하게 따라하고, 반복 횟수를 명확하게 인지할 수 있도록 돕는다.<sup>27)</sup>

#### 2) 탄력밴드

탄력밴드를 활용한 근력강화 운동은 근 저항 운동의 한 유형으로, 근 기능을 향상시키는 데 효과적이다. 이 운동은 체중부하를 이용하거나, 중력과 중량도구를 사용하는 운동과 함께 다양한 형태로 수행할 수 있으며, 비교적 간단하게 활동할 수 있다는 장점을 가진다.<sup>28)</sup>

#### 3) 운동 프로그램

본 연구의 중재방법은 선행연구의 재활 프로그램을 바탕으로 진행되었다.<sup>27)</sup> 증강현실 기반 저항운동군은 개발된 유인케어 시스템을 활용한 증강현실 기반 저항운동을, 일반적 저항운동군은 일반적 저항운동을 각각 4주간 수행하였다. 운동 프로그램의 구성은 유인케어 시스템의 다양한 항목들 중 근력 및 균형능력 강화에 대한 항목을 선정하여 운동 프로그램을 설계하였다. 두 그룹은 동일한 운동 형태와 저항 강도를 적용하였으



**Figure 1. This figure shows AREG: AR-based resistance exercise group using a Thera band**

(a) Sit to stand, (b) Seated diagonal mini ball lifts, (c) Sit and extend knee with band resistance, (d) Sit and perform leg press with band resistance, (e) Standing and side bend with chair

며, 운동 프로그램은 1, 2주차에 노란색 밴드(저강도)로 한 세트 당 7회로 총 2세트를 실시하였고, 3, 4주차부터는 빨간색 밴드(중강도)로 한 세트당 7회, 총 3세트를 실시하였다. 각 세트 사이 휴식시간은 1분으로 설정하였고 운동 프로그램은 주당 3회 실시하였으며, 운동은 일어나 앉기, 대각선 볼 리프트, 무릎 펴 운동, 다리 펴 운동, 선 자세에서 다리 벌림 운동을 이용한 총 5가지 동작으로 구성되었다.<sup>27)</sup>

(1) 증강현실 기반 저항운동군

① 세라 밴드를 이용한 일어나 앉기 운동

운동은 의자에 앉아 허리를 편 상태로 진행하였다. 세라 밴드의 중간을 밟아 고정된 뒤 팔꿈치는 90°로 굽힌 상태로 양손은 세라밴드 끝을 잡고 일어나 3초 유지 후 앉는다(Figure 1-a).

② 대각선 볼 리프트 운동

운동은 의자에 앉아 허리를 편 상태로 진행하였다. 양 손으로 볼을 잡고 몸통의 한쪽 아래에서 반대쪽 위 대각선 방향인 사선으로 들어올려 3초간 유지한 후 시작 자세로 돌아온다(Figure 1-b).

③ 세라 밴드를 이용한 무릎 펴 운동

운동은 의자에 앉아 허리를 편 상태로 진행하였다. 밴드를 한쪽 발목에 묶고 반대발로 밴드를 밟아 지면에 고정한다. 무릎의 넓이는 어깨너비만큼 벌리고 밴드를 묶은 발로 무릎 펴 운동을 3초간 유지 후 이완자세로 돌아온다(Figure 1-c).

④ 세라 밴드를 이용한 다리 펴 운동

대상자는 세라 밴드의 중간 지점을 한쪽 발 아치로 밟아주고

팔꿈치 90°를 만들어 준다. 양 손으로 밴드를 잡고 가슴쪽으로 무릎을 굽힌 자세에서 시작한다. 시작자세에서 무릎이 빠지지 않도록 하며 무릎 펴를 수행한다. 이때 양 손은 움직이지 않도록 수행하였다(Figure 1-d).

⑤ 세라 밴드를 이용한 선 자세에서 다리 벌림 운동

대상자는 의자 옆에 바르게 선다. 세라 밴드를 의자 반대쪽 발목에 묶은 후 반대쪽 발로 끝을 밟아 고정한다. 몸통이 흔들리지 않도록 의자를 잡은 후 의자 반대쪽 다리를 옆으로 들어올려 3초 유지 후 시작자세로 돌아온다(Figure 1-e).

(2) 일반적 저항운동군

① 일어나 앉기 운동

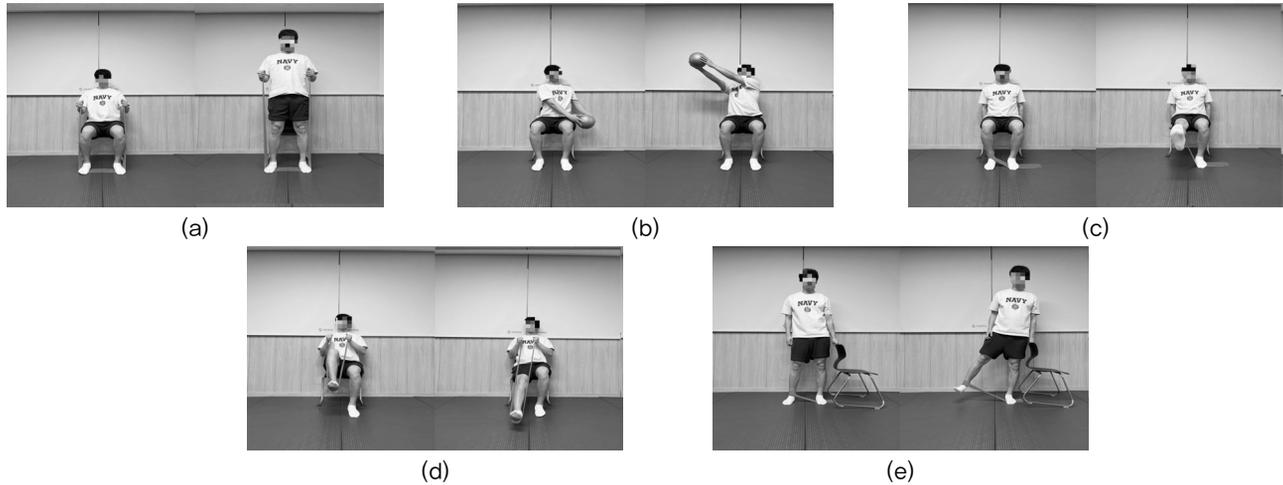
의자에 앉아 위몸통을 편 상태로 진행하였다. 양손은 허벅지 위에 올린 채, 위몸통을 곧게 유지하며 의자에서 일어난 후 3초간 자세를 유지하고 다시 앉는다(Figure 2-a).

② 대각선 볼 리프트 운동

의자에 앉아 위몸통을 편 상태로 진행하였다. 양손으로 볼을 잡고 몸통의 한쪽 아래에서 반대쪽 위 대각선 방향으로 들어올려 3초간 유지한 후 시작 자세로 돌아온다(Figure 2-b).

③ 무릎 펴 운동

의자에 앉아 위몸통을 편 상태로 진행하였다. 양 발은 어깨너비로 벌리고, 한쪽 다리를 들어 무릎을 펴는 동작을 수행한다. 무릎은 90°로 펴 상태를 3초간 유지한 후 이완 자세로 돌아온다(Figure 2-c).



**Figure 2.** This figure shows general resistance exercise using a Thera band

(a) Sit to stand, (b) Seated diagonal mini ball lifts, (c) Sit and extend knee with band resistance, (d) Sit and perform leg press with band resistance, (e) Standing and side bend with chair

④ 다리 펴기 운동

의자에 앉아 위몸통을 편 상태로 진행하였다. 한쪽 무릎을 굽혀 가슴 쪽으로 당긴 후, 자연스럽게 무릎을 편다. 이때 무릎이 서로 벌어지지 않도록 주의하며 무릎 펴기 운동을 수행한다 (Figure 2-d).

⑤ 선 자세에서 다리 벌림 운동

대상자는 의자 옆에 바르게 선다. 의자를 잡고 몸통이 흔들리지 않도록 지지한 후, 의자 반대쪽 다리를 옆으로 들어올려 3초간 유지하고 시작 자세로 돌아온다(Figure 2-e).

5. 자료처리 및 분석

자료 분석은 윈도우용 SPSS version 12.00 통계프로그램을 이용하여 분석하였으며, 적은 표본 수로 정규성을 가정할 수 없어서 비모수 검정을 하였다. 증강현실기반 저항운동군과 일반적 저항운동군의 균형 및 신체적 자기효능감을 비교하기 위해 Wilcoxon signed-ranks test를 사용하였고 집단 간 비교를 위해 Mann-Whitney U-test를 사용하였다. 모든 통계학적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 결과

본 연구에서 근감소증 노인여성의 균형, 자기효능감 향상을 위한 증강현실의 효과를 규명하기 위해서 균형과 신체적 자기효능감에 변화를 관찰한 결과는 다음과 같다.

1. 운동 전 후 균형 변화

운동 전 후 기능적 팔 뻗기 검사의 변화량에서 증강현실 기반 저항운동군은  $10.93 \pm 4.74$ 에서  $17.04 \pm 3.97$ 로 증가하여 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 일반적인 저항운동군은  $17 \pm 5.06$ 에서  $20.24 \pm 4.97$ 로 증가하였지만 유의한 차이는 없었다. 운동 전 후 일어나 걷기 검사의 변화량에서 증강현실 기반 저항운동군은  $9.97 \pm 3.01$ 에서  $9.17 \pm 2.92$ 로 증가하였지만 유의한 차이가 없었다. 일반적인 저항운동군은  $7.95 \pm 1.21$ 에서  $7.49 \pm 0.84$ 로 증가하였지만 유의한 차이는 없었다. 운동 전 후 한발 서기 검사의 변화량에서 증강현실 기반 저항운동군은  $15.86 \pm 10.63$ 에서  $23.17 \pm 10.3$ 으로 증가하여 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 일반적인 저항운동군은  $10.92 \pm 7.36$ 에서  $14.52 \pm 7.25$ 로 증가하였고 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 기능적 팔 뻗기 검사, 일어나 걷기 검사를 군 간 비교한 결과 유의한 차이가 없었고, 한발 서기 검사 변화를 군 간 비교한 결과 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ )(Table 2).

2. 운동 전 후 신체적 자기효능감 변화

운동 전 후 신체적 자기효능감의 변화량에서 증강현실 기반 저항운동군은  $73.60 \pm 2.79$ 에서  $82.8 \pm 4.14$ 로 증가하였고 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 일반적인 저항운동군은  $69.2 \pm 7.85$ 에서  $75.2 \pm 8.04$ 로 증가하였고 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 신체적 자기효능감 변화를 군 간 비교한 결과 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ) (Table 3).

**Table 2. Balance**

|     |      |             |            | (n=10) |         |
|-----|------|-------------|------------|--------|---------|
|     |      | AREG (n=5)  | GREG (n=5) | Z      | p       |
| FRT | Pre  | 10.93 ±4.74 | 17±5.06    |        |         |
|     | Post | 17.04 ±3.79 | 20.24±4.97 |        |         |
|     | Diff | 6.1±3.78    | 3.23±5.81  | -0.731 | 0.465   |
|     | Z    | -2.023      | -1.214     |        |         |
|     | p    | 0.043*      | 0.225      |        |         |
| TUG | Pre  | 9.97 ±3.01  | 7.95±1.21  |        |         |
|     | Post | 9.17 ±2.92  | 7.49±0.84  |        |         |
|     | Diff | 0.8±1.09    | 0.45±0.84  | -0.522 | 0.602   |
|     | Z    | -1.483      | -1.214     |        |         |
|     | p    | 0.138       | 0.225      |        |         |
| OLS | Pre  | 15.86±10.63 | 10.92±7.36 |        |         |
|     | Post | 23.17±10.3  | 14.52±7.25 |        |         |
|     | Diff | 7.31±0.41   | 3.59±1.93  | -2.611 | 0.009** |
|     | Z    | -2.023      | -2.023     |        |         |
|     | p    | 0.043*      | 0.043*     |        |         |

Note. Mean±SD, \*p<0.05, \*\*p<0.01, AREG: AR-based exercise group / GREG: general resistance exercise group

**Table 3. Physical Self-Efficacy Scale**

|      |      |             |            | (n=10) |        |
|------|------|-------------|------------|--------|--------|
|      |      | AREG (n=5)  | GREG (n=5) | Z      | p      |
| PSES | Pre  | 73.60 ±2.79 | 69.2±7.8   |        |        |
|      | Post | 82.8 ±4.14  | 75.2±8.04  |        |        |
|      | Diff | 9.2±1.48    | 6±1        | -2.447 | 0.042* |
|      | Z    | -2.041      | -2.032     |        |        |
|      | p    | 0.042*      | 0.041*     |        |        |

Note. Mean±SD, \*p<0.05, \*\*p<0.01, AREG: AR-based exercise group / GREG: general resistance exercise group

#### IV. 고찰

본 연구는 근감소증 여성노인을 대상으로 증강현실 기반 저항 운동이 근감소증 여성 노인의 균형 및 신체적 자기효능감에 미치는 영향에 대해 알아보고자 진행되었다.

기능적 팔 뻗기 검사는 증강현실 기반 저항운동군에서만 유의한 향상이 나타났고, 두 그룹 간 유의한 차이는 없었다. Chen 등(2020)은 65세 이상 노인 28명에게 8주간 주 3회 증강현실 보조 태극권을 적용해 기능적 팔 뻗기를 비롯한 모든 균형 지표를 유의하게 향상시켰으나, 전통 태극권군에서는 변화가 없었던 점에서 본 연구의 결과와 일치한다. 이러한 결과는 실시간 시각 청각 피드백을 통해 자세 정확성을 강화해 개별 내적 보상 전략을 촉진했으나, 본 연구에서는 밴드 기반 정적 패턴이 전방 이동 범위를 충분히 도전하지 못해 대조군과의 격차를 통계적으로 확대하지는 못한 것으로 해석된다.<sup>8)</sup> 일어나 걷기 검사는 두 그룹 모두 유의한 결과를 나타내지 않

았다. 반면 선행연구들은 증강현실 기반 중재가 고령자 및 근감소증 위험군의 이동성 관련 수행능력을 향상시킬 수 있음을 보고하였다. Ku 등(2019)은 4주간 3차원 증강현실 균형훈련으로 대조군 대비 일어나 걷기 검사 시간이 유의하게 단축되었고,<sup>29)</sup> Jeon-Kim(2020)은 12주간 증강현실 근감소증 예방 운동 후 근육량·근력 상승과 함께 검사시간이 유의하게 줄었다.<sup>30)</sup> Park·Shin(2023)의 6주 파일럿 연구와 Lamichhane 등(2023)의 메타분석 역시 증강현실 운동이 일반 운동보다 검사 개선 폭이 크다고 보고하였다.<sup>31,32)</sup> 본 연구에서 이러한 결과는 일어나 걷기 검사가 방향 전환, 보행 속도 조절, 연속 동작 수행 등 실제적 보행 기능이 요구되는 과제인 반면, 본 연구의 중재는 선행연구들과 달리 주로 고정된 자세에서 저항을 주는 정적 동작 위주로 구성되어 있어, 이동성과 관련된 복합 기능을 충분히 자극하지 못했을 가능성이 있다. 한발서기 검사는 증강현실 기반 저항운동 군과 일반적 저항운동 군 모두 유의하게 향상되었고, 증강현실 기반 저항운동군의 향상이 더

유의했다. Lee 등(2017)은 고령 여성에게 12주 증강현실 기반 Otago·요가운동을 적용해 압력중심(COP) 변위 관련 균형 지표를 유의하게 줄여 정적 균형을 향상시켰다.<sup>33)</sup> Inoue 등(2022) 역시 Kinect 기반 증강현실 운동 10회로 보행 속도 및 하지 근력, 한발 서기 시간을 모두 개선했음을 보고하였다.<sup>34)</sup> 그러나 이들 연구는 근감소증을 배제한 일반 노인을 대상으로 하였기에, 근감소증 노인에 대한 증거는 부족하다. 따라서 본 연구는 AR 운동이 정적 균형 저하에 취약한 근감소증 여성 노인에게도 효과적임을 알 수 있는 선행적 근거로 해석될 수 있다. AR 운동은 실시간 시각·청각 피드백을 제공함으로써 신체 위치감각 인식 및 자세 보정 능력을 향상시키며, 하지 근육의 동원 및 협응력을 증가시켜 정적 균형 유지에 기여한다는 점에서, 근력저하와 균형감소가 동반된 근감소증 노인에게도 효과적일 수 있다. 신체적 자기효능감 검사에서는 두 그룹 모두 유의한 향상을 보였으며, 증강현실 기반 저항운동군이 일반적 저항운동군보다 더 유의한 향상을 보였다. Jeon과 Kim (2020)은 12주 증강현실 운동이 근육량·보행속도와 운동 신체적 자기효능감을 유의하게 높인다고 보고했으며, Seifert와 Schlomann (2021)은 증강·가상현실 기술이 재활 참여를 촉진해 신체적 자기효능감과 삶의 질을 향상시킬 수 있다고 제시하였다.<sup>30,35)</sup> Yen et al.(2021)의 메타분석 역시 가상·증강현실 운동게임이 인지 기능, 우울 척도 개선과 함께 신체적 자기효능감에 중간 이상의 효과를 보인다고 확인하였다.<sup>36)</sup> 신체적 자기효능감은 과제나 목표를 성공적으로 달성할 수 있다는 개인의 신념을 뜻하며, 자신감·능력 인지를 통해 행동 변화를 유발하는 핵심 심리 변인이다.<sup>37)</sup> 증강현실 기반 운동은 신체 표현을 매개로 긍정 정서를 강화해 삶의 질을 향상시킨다.<sup>38)</sup> 또한 증강현실 운동은 노인에게 반복적 동작 성공 경험과 실시간 피드백을 제공해 근력·균형과 함께 신체적 자기효능감을 높인다.<sup>39)</sup> 본 연구의 증강현실 훈련 역시 정확한 자세 수행을 요구하는 구조로 설계돼 성공 경험을 축적했고, 이는 자기효능감 향상으로 이어졌을 가능성이 있다. 본 연구에는 몇 가지 제한점들이 있다. 첫째, 4주간의 프로토콜은 근육·신경 적응을 충분히 자극하기에 강도가 부족했을 가능성이 높다. 둘째, 탄력 밴드 위주의 정적 동작이 주를 이루어 기능적 팔 뻗기 검사와 일어나 걷기 검사에 요구되는 다중 관절 협응, 방향전환, 장애물 회피와 같은 복합 이동 요소를 충분히 포함하지 못했다고 생각된다. 셋째, 표본 규모가 작아 통계적 검정력이 낮았을 가능성을 배제할 수 없다. 현재까지 증강현실 기반 운동을 적용한 선행연구들 중에서 근감소증 여성 노인을 대상으로 설정한 연구는 부족한 실정이다. 하지만 일반 고령자를 대상으로 한 증강현실 기반 연구들은 꾸준히 보고되어 왔으며, 균형능력과 보행속도, 근력 등이 향상되었다고 보고되었다. 근감소증 노인은 일반 고령자보다도 더 낮은 근력

과 균형 능력을 가지므로, 이와 같은 일반 노인 대상 연구에서 나타난 긍정적 효과는 근감소증 노인에게도 유사한 기전으로 적용 가능할 것으로 기대된다. 향후 연구에서는 더 장기적인 중재 기간과 실제 보행 과제를 포함한 AR 프로그램 설계를 보완하고, 다양한 근감소증 노인을 대규모 표본으로 모집하여 연구 결과의 일반화 가능성을 높일 필요가 있다. 또한, AR 기반 운동을 보행 외에도 일상생활 동작 전반으로 확장해, 근감소증 노인의 전반적 삶의 질과 심리·사회적 측면에 대한 장기적인 영향까지 함께 검증하는 후속연구가 요구된다.

본 연구는 근감소증 여성 노인을 대상으로 4주간 증강현실 기반 저항운동을 적용하여 균형, 신체적 자기효능감에 미치는 영향을 분석하였다. 기능적 팔 뻗기 검사에서는 증강현실 기반 저항운동군 내 유의한 향상을 확인했으나 집단 간 차이는 나타나지 않았고, 일어나 걷기 검사는 두 군 모두 수치적 개선에 그쳤다. 반면 한발 서기 검사와 신체적 자기효능감은 증강현실 기반 저항운동군이 일반적 저항운동군보다 통계적으로 더 큰 향상을 보여, 짧은 기간에도 증강현실 기반 훈련이 정적 균형 유지와 심리적 요인에 긍정적 기여를 할 수 있음을 시사하였다. 따라서 증강현실 기반 저항운동은 근감소증 여성 노인의 낙상 위험 감소와 독립적 일상생활 유지에 기여할 잠재적 재활 전략으로 기대된다.

## References

1. Spirduso WW, Francis K, Eakin T, et al. Quantification of manual force control and tremor. *Journal of Motor Behavior*. 2005;37(3):197-210.
2. Korea S. Elderly statistics 2024. Daejeon, South Korea; 2024.
3. Choi Sh. Effects of cognitive training and resistance band exercises on gait, anxiety, depression, and stress in older adults with sarcopenia. *Journal of Clinical Movement Science in Human*. 2024;28(3):53-60.
4. Kim D, Oh K. Public health weekly report. 2024.
5. Bae E. Age-specific influencing factors of sarcopenia in Korean adults. Department of Nursing, The Graduate School, Pukyong National University., 2016.
6. Cao L, Morley JE. Sarcopenia is recognized as an independent condition by an international classification of disease, tenth revision, clinical modification (icd-10-cm) code. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2016;17(8):675-7.
7. Kim Mc, Cheon Jy, Kim HI, et al. Analysis of the correlation between sarcopenia and locomotive syndrome in the elderly in Korea. *Korea Society Of*

- Intergration Medicine. 2022;10(2):1-11.
8. Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2020;21(3):300-7.e2.
  9. Cruz Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: Revised european consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*. 2018;48(1):16-31.
  10. Robinson-Smith G, Pizzi ER. Maximizing stroke recovery using patient self-care self-efficacy. *Rehabilitation Nursing Journal*. 2003;28(2):48-51.
  11. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, et al. High-intensity strength training in nonagenarians: Effects on skeletal muscle. *Jama*. 1990;263(22):3029-34.
  12. Page P, Ellenbecker TS. The scientific and clinical application of elastic resistance. *Human Kinetics*, 2003.
  13. Maula A, LaFond N, Orton E, et al. Use it or lose it: A qualitative study of the maintenance of physical activity in older adults. *BioMed Central geriatrics*. 2019;19:1-12.
  14. Suh DH. A study on the effectiveness of the image recognition technique of augmented reality contents. *Cartoon and Animation Studies*. 2015;337-56.
  15. Cho M, Lee D. The effect of standing balance and ambulation, activities of daily living using bio-feedback training with weight bearing in the less than 3 months and more than 6 months groups hemiparesis patients. *Jour Special Education & Rehabilitation Science*. 2007;46(3):123-42.
  16. de Waroquier-Leroy L, Bleuse S, Serafi R, et al. The functional reach test: Strategies, performance and the influence of age. *Annals of physical and rehabilitation medicine*. 2014;57(6-7):452-64.
  17. Park JS, Nam YK, Kim MJ, et al. Analysis of muscular activity of tibialis anterior muscle and gastrocnemius muscle in functional reach test of elderly according to different surfaces. *Journal of the Korean Academy of Clinical Electrophysiology*. 2011;9(2):25-30.
  18. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: A new clinical measure of balance. *Journal of gerontology*. 1990;45(6):M192-M7.
  19. Boulgarides LK, McGinty SM, Willett JA, et al. Use of clinical and impairment-based tests to predict falls by community-dwelling older adults. *Physical therapy*. 2003;83(4):328-39.
  20. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "up & go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American geriatrics Society*. 1991;39(2):142-8.
  21. Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA, et al. Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2000;81(5):587-91.
  22. Jeong TG, Park JS, Choi JD, et al. The effects of sensorimotor training on balance and muscle activation during gait in older adults. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2011;23(4):29-36.
  23. Jung MS, Park JW. The relationship between balance test and fear of falling in community dwelling elderly. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2012;24(1):23-8.
  24. Springer BA, Marin R, Cyhan T, et al. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *Journal of geriatric physical therapy*. 2007;30(1):8-15.
  25. Ryckman RM, Robbins MA, Thornton B, et al. Development and validation of a physical self-efficacy scale. *Journal of personality and social psychology*. 1982;42(5):891.
  26. Seok C, Chung H. Validating a korean version scale measuring physical self-efficacy. *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sports Science*. 2012;14:15-23.
  27. Jeong BR, Chang YH, Kang JS, et al. Effects of augmented reality-based physical exercise on walking speed and balance ability in older adults *Journal of Digital Contents Society*. 2023;24(12):3013-22.
  28. Ryu WJ, Da Min Kim, Kim ES, et al. Effects of taping for ankle and strengthening exercise of hip abductor with thera band on static balance of girls soccer player in elementary school. *Journal of Clinical Movement Science in Human*. 2015;12:0.71.
  29. Ku J, Kim YJ, Cho S, et al. Three-dimensional augmented reality system for balance and mobility rehabilitation in the elderly: A randomized controlled trial. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2019;22(2):132-41.
  30. Jeon S, Kim J. Effects of augmented-reality-based exercise on muscle parameters, physical performance, and exercise self-efficacy for older adults. *International*

- journal of environmental research and public health. 2020;17(9):3260.
31. Park TS, Shin MJ. Effectiveness of an exercise program for older adults using an augmented reality exercise platform: A pilot study. *Annals of geriatric medicine and research*. 2023;27(1):73.
  32. Lamichhane P, Sukralia S, Alam B, et al. Augmented reality-based training versus standard training in improvement of balance, mobility and fall risk: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Medicine and Surgery*. 2023;85(8):4026-32.
  33. Lee J, Yoo HN, Lee BH. Effects of augmented reality-based otago exercise on balance, gait, and physical factors in elderly women to prevent falls: A randomized controlled trial. *Journal of physical therapy science*. 2017;29(9):1586-9.
  34. Inoue R SM, Otake Y, Ohya R, Tsuchida R et al. Augmented reality-supported exercise therapy system improves physical frailty and musculoskeletal pain: A preliminary feasibility study. 2022.
  35. Seifert A, Schlomann A. The use of virtual and augmented reality by older adults: Potentials and challenges. *Frontiers in Virtual Reality*. 2021;2:639718.
  36. Yen HY, Chiu HL. Virtual reality exergames for improving older adults' cognition and depression: A systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2021;22(5):995-1002.
  37. Ferreira S, Marmeleira J, Del Pozo Cruz J, et al. Effects of an exercise program with augmented reality on functional fitness and physical activity of community-dwelling older adults. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2025;6:1447866.
  38. Blomqvist S, Seipel S, Engström M. Using augmented reality technology for balance training in the older adults: A feasibility pilot study. *BioMed Central geriatrics* 2021;21:1-13.
  39. Tammy Lin JH, Wu DY. Exercising with embodied young avatars: How young vs. Older avatars in virtual reality affect perceived exertion and physical activity among male and female elderly individuals. *Frontiers in psychology*. 2021;12:693545.

