

# 한국 노인을 대상으로 한 가상현실 프로그램이 균형에 미치는 효과: 체계적 문헌고찰

이은아<sup>1</sup>, 정재훈<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>가야대학교 보건대학원 작업치료학과 학생, <sup>2</sup>가야대학교 작업치료학과 교수

## Effect of Virtual Reality Program on Balance for the Elderly in Korea: Systematic Review

Eun-A Lee<sup>1</sup>, Jae-Hun Jung<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Student, Dept. of Occupational Therapy, Graduate school of public Health, Kaya University

<sup>2</sup>Professor, Dept. of Occupational Therapy, Kaya University

**요약** 본 연구는 국내 노인을 대상으로 가상현실 프로그램 중재가 균형에 미치는 효과를 알아보기 위한 체계적 고찰 연구로, 가상현실 프로그램에 대한 근거자료를 제공하고자 하였다. 2005년 1월부터 2020년 5월까지 출판된 문헌을 대상으로 데이터베이스 누리미디어(DBpia), 학술교육원(earticle), 한국학술정보(KISS), 국가과학기술정보센터(NDSL), 한국교육학술정보원(RISS), 교보문고스콜라, 학지사뉴논문을 통해 총 94편의 논문이 검색되었고, PRISMA flow chart를 사용한 문헌선정과정을 바탕으로 최종 6편의 문헌이 분석에 사용되었다. 문헌의 질적수준은 근거수준 I이 3편(50.0%), II가 1편(16.7%), III이 2편(33.3%)으로 나타났고, 가상현실 프로그램 종류는 wii fit 밸런스가 4편(66.7%)으로 가장 많았으며, 균형능력 및 보행능력에 대한 평가도구를 통해 가상현실 프로그램 중재의 효과는 전반적으로 유의미하게 나타났다. 이는 일반 노인을 대상으로 가상현실 프로그램을 효과적으로 적용할 수 있을 것으로 기대하며 임상적 적용 근거를 제공하였으며, 앞으로 다양한 가상현실 프로그램 중재를 적용한 연구가 많이 다루어져야 할 필요가 있다.

**키워드** : 노인, 가상현실, 균형, 중재, 체계적 고찰

**Abstract** This study approached the elderly in Korea with a systematic review to find out the effect of virtual reality program arbitration on balance, which the evidence for the virtual reality program is provided. Total of 94 papers were searched through the database Nuri Media (DBpia), Scholarship (earticle), Korean Studies Information (KISS), National Digital Science Library (NDSL), the Korea Educational Research and Information Service (RISS), Kyobo Book Scholar (RISS), and Hakjisa New Thesis on Literature Selection using PRISMA flow-chart from January 2005 to May 2020 based on the final literature selection process and analysis. The quality level of the literature was found to be three volumes (50.0%) of the base level I, one (16.7%) of the II, and two of the III (33.3%). The most common type of virtual reality program was Wii-fit balance of 4 (66.7%), and the effect of virtual reality program arbitration was significant overall through evaluation tools for balance and walking ability. This is expected to effectively apply the virtual reality program to the elderly. In addition, since clinical application basis has been provided, further studies applying various virtual reality program interventions need to be addressed.

**Key Words** : Elderly, Virtual reality, Balance, Intervention, Systematic review

\*Corresponding Author : Jae-Hun Jung(otjhh@kaya.ac.kr)

Received September 18, 2020

Accepted October 20, 2020

Revised October 9, 2020

Published October 31, 2020

## 1. 서론

우리나라는 저출산율과 함께 보건의료기술의 발달로 인해 인구의 고령화 속도가 굉장히 빠르게 진행되고 있다[1]. 2000년에 이미 65세 이상의 노인인구가 7%를 넘어 '고령화 사회'가 되었고, 2017년에 14%를 넘어 '고령사회'에 진입하였으며 약 2025년에 20%를 넘어 '초고령사회'가 될 것이라 추측한다[2]. 또한 2051년이 되면 우리나라 고령인구비율은 40%를 초과하게 될 것으로 예상된다[3].

노화는 신체적, 심리적, 사회적 요소까지 포함하는 하나의 과정을 말하며, 이 모든 요소는 상호의존적이기 때문에 신체적인 변화가 사회적 행동에 영향을 주고 아울러 사회적 행동도 신체적인 조건에 영향을 주게 된다[4]. 신체기능은 연령이 증가할수록 지속적인 감소가 나타나는 특징을 가지게 되며[5], 노화 진행에 따라 노인은 신체기능은 물론 감각기능, 인지기능 및 사회생활 축소로 인한 대인 관계의 어려움을 겪으며 생활의 전반적인 자기효능감이 약화된다[6].

그중 신체기능은 60대에 저하 속도가 빨라지고 특히 하지 근력 저하가 기능적 능력 상실의 결정적 요인이 되며[7], 이러한 근력 변화는 균형능력에 영향을 주게 된다[8]. 균형능력은 기능적 움직임 수행과 스포츠 활동 및 일상생활에서 중요한 체력 요소가 되며[9], 노화로 인해 발생하는 근력, 전정감각, 고유수용성 감각, 시각 및 반응 시간 지연 등 생리적 기능 저하로 인해 균형능력이 감소되고 이는 낙상 위험을 증가시키게 된다[10]. 낙상은 노인의 신체기능 장애를 유발하여 삶의 질 저하와 독립적인 일상생활활동에 영향을 미치게 되므로 노인의 균형능력 향상 및 유지를 위한 운동프로그램은 매우 중요하다[11].

국내외에서 노인을 대상으로 균형 능력 향상을 위한 운동 프로그램은 다양하게 이루어지고 있다. 국외에서는 Biodex balance system 프로그램[12], 티보우 및 흔들 보드와 에어로빅 스텝 및 안정볼 프로그램[13], Otago Exercise Program[14] 등이 있으며, 국내에서는 에어로빅 운동 프로그램[15], 댄스스포츠 프로그램[16], 세라밴드를 이용한 균형운동 프로그램[17], 필라테스 프로그램[18], 근관절관리 프로그램[19] 등 다양한 운동 프로그램을 균형 능력 향상을 위한 중재로 사용되었다. 최근 노인의 낙상 예방을 위해서 균형운동의 중요성이 강조되며, 특히 노인이 스스로 쉽고 간단히 따라 할 수 있는 균

형운동을 위한 방법들이 소개되고 있다[20].

가상현실(Virtual reality) 기술은 의학 분야에서 폭넓게 적용되며[21], 최근 IT기술을 활용한 다양한 교육 방법이 가능해지면서 보건의료 관련 분야에서도 가상현실 프로그램 개발 및 연구가 활발하게 이루어지고 있다[22]. 특히 가상현실을 인지 및 운동 영역에서 혁신적인 재활치료를 구현하기 위한 신기술로 사용하기 시작했다[23]. 가상현실은 현실에서 경험이 어려운 환경을 제공하여 직접적인 체험을 하지 않더라도 주변 상황과의 상호작용이 일어나는 것처럼 만들어주는 기술이다[24]. 가상현실의 응용분야로 의료 및 헬스케어 등의 분야가 각광 받기 시작하여 치료, 재활 등 의료 전반적인 영역으로 확대되고 있으며[25], 반복적인 훈련과 시뮬레이션을 통해 재활치료 분야에서 발전 가능성을 가지고 있다[26]. 특히 균형과 보행 재활을 위한 학습을 촉진하는 치료 도구로 등장하여 균형과 보행의 개선을 위해 발전할 수 있는 잠재력을 지닌 프로그램으로 기존의 재활과 결합했을 때 많은 이점을 가져다준다[27]. 더불어 가상현실 프로그램을 사용한 훈련은 공간 제약을 해소하고 경제적 부담을 줄일 수 있는 게임기 형태로 발달하여 노인 또는 환자들도 손쉽게 접할 수 있는 훈련 장비가 된다[28].

균형증진을 위한 중재로 가상현실 프로그램을 사용한 연구들이 국내외에서 다양하게 이루어졌다. Ibrahim 등[29]은 가상현실 프로그램이 균형 및 자세 반응 향상과 균형 교육의 유효성에 미치는 영향에 대하여 알아보았으며, Prasertsakul 등[30]은 가상현실 프로그램을 통한 균형교육이 자세제어능력을 향상시킬 수 있다는 결과를 확인하였다. Kamińska 등[31] 연구는 Xbox 360 Kinect Sensor 프로그램이 노인의 자세 안정성, 낙상예방에 도움이 된다는 결과를 보여주었다. Kim 등[32] 연구는 국내 노인을 대상으로 wii 프로그램을 적용하여 연구에 대한 방향과 기초자료를 제공하는 역할을 하였고, Lee 등[33]은 가상현실 기반 재활프로그램을 통해 임상적 적용 가능성과 효과에 대하여 근거를 제시할 수 있었다. 이처럼 국내외에서 지속적인 가상현실 프로그램을 이용한 재활 관련 연구가 진행되고 있으나 현재 국내에서는 문헌고찰을 통해 연구된 내용에 대해서는 부족한 상황이며[33], 특히 노인을 대상으로 하여 가상현실 프로그램이 균형에 미치는 효과에 대한 체계적 고찰연구는 미비하다.

따라서 본 연구는 최근 국내 학술지에 발행된 논문으로 한정하여 국내 노인을 대상으로 한 가상현실 프로그램 중재가 균형 능력에 미치는 효과에 대하여 분석하고자 하였다. 가상현실 프로그램 중재와 관련한 연구들을 분석하여 가상현실프로그램이 균형에 미치는 효과에 대한 기초자료를 제시하고, 향후 효과적인 프로그램 개발을 위해 실시하였다. 이에 따라 본 연구는 가상현실 프로그램이 균형에 미치는 효과를 다루는 연구문헌을 분석하기 위하여 체계적 문헌고찰의 정성적 합성을 선택하였고 이는 지속적인 프로그램 발전으로 내용 및 종류에 대한 이질성이 클 수 있으므로 질적 분석이 타당하다고 판단하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 자료 수집 방법

#### 2.1.1 문헌검색 데이터베이스 및 검색어

본 연구는 2005년 1월부터 2020년 5월까지 게재된 국내연구 문헌을 대상으로 하였다. 문헌을 검색하기 위해 데이터베이스는 누리미디어(DBpia), 학술교육원(earticle), 한국학술정보(KISS), 국가과학기술정보센터(NDSL), 한국교육학술정보원(RISS), 교보문고스콜라, 학지사누리논문을 이용하였다. 주요 검색어는 “노인”, “가상현실”, “균형”으로 검색하였으며, 검색식은 “노인 AND 가상현실 AND 균형”이었다. 자료수집을 위해 PICO(Participation, Intervention, Comparisons, Outcomes)는 연구의 대상(P)은 만 65세 이상 노인, 중재방법(I)은 가상현실 프로그램, 비교군(C)은 가상현실 중재 프로그램을 실시하지 않은 집단 및 대조집단, 결과(O)는 가상현실 프로그램에 대한 효과로 구체화하였다.

#### 2.1.2 문헌 선정기준

국내 노인을 대상으로 가상현실 프로그램 중재가 균형에 미치는 효과를 알아본 연구를 대상으로 하였으며 본 연구는 만 65세 이상 노인을 대상으로 가상현실 프로그램을 적용한 연구, 한국어로 출판된 연구, 무작위배정 실험연구, 유사실험연구, 전-후 비교연구를 포함기준으로 정하였다. 반면 고찰연구, 사례연구, 전문가 의견, 약물을 중재로 적용한 연구, 학위논문, 중복중재를 적용한 연구, 적절한 결과보고가 되지 않은 연구, 전문을 볼 수 없는 연구는 제외하였다.

### 2.1.3 문헌 선정과정

노인을 대상으로 실시한 가상현실 프로그램 연구에 대한 검색 및 진행과정은 NECA 체계적 문헌고찰 매뉴얼을 활용하였고[34], 문헌 선정과정은 PRISMA(preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis) flow chart를 사용하였다[35]. 문헌의 선정과정에서 두 명의 연구자가 포함 및 배제에 대해 각각 개별적으로 진행하여 의견이 불일치될 때는 논의를 통해 합의 과정을 거쳐 도출하였다. Fig. 1에서 보는 것과 같이 검색어를 통해 데이터베이스별로 검색한 결과 총 94편의 문헌이 도출되었으며 제목, 저자명, 출판연도를 확인하여 동일한 문헌을 제외하였고 최종 47편의 문헌이 선별되었다. 47편의 문헌을 대상으로 제목 및 초록을 검토하여 선정기준에 맞지 않은 32편의 문헌을 제외하였다. 제외된 문헌들은 노인을 대상으로 하지 않은 연구, 실험연구가 아닌 연구, 가상현실 중재가 아닌 연구 등에 해당하였다. 제목과 초록을 검토하여 선정된 15편의 문헌에 대해서 전문을 확보하여 검토 후 6편의 문헌이 최종 선정되었다.

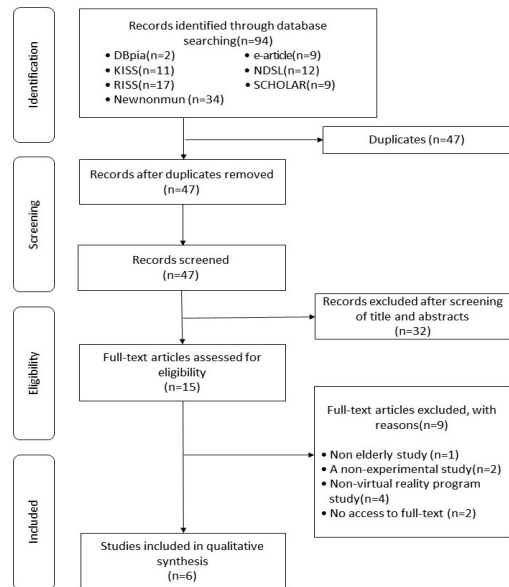


Fig. 1. PRISMA flow chart

### 2.2 문헌의 근거 수준 및 질 평가

본 연구에서는 선별된 문헌의 근거 수준을 평가하기 위해 근거중심의학을 기반으로 5단계 근거수준으로 분

석하였다[36]. 개별연구를 연구 설계별 기준에 따라서 분류한 문헌분류는 적합도 검증이 된 DAMI(study design algorithm for medical literature of intervention)를 사용하였다.

문헌의 질 평가를 위해 무작위 배정 실험연구는 코크란 연합에서 개발한 Risk of bias(RoB)를 사용하였으며, 비무작위 배정 실험연구, 환자-대조군연구, 전후 연구는 국내에서 개발한 RoBANS(Risk of Bias Assessment tool for Non-randomized Study)를 사용하였다. 결과는 RevMan 5.3 ver.을 통하여 분석하였다. RoB는 비뚤림을 평가하기 위해 무작위 배정순서 생성, 배정순서 은폐, 참여자·연구자의 눈가림, 결과 평가자의 눈가림, 불완전한 결과의 처리, 선택적 결과보고, 다른 잠재적 비뚤림 위험의 7가지 영역으로 평가한다[34]. RoBANS는 대상군 선정, 교란변수, 노출 측정, 결과 평가의 눈가림, 불완전한 결과자료, 선택적 결과 보고의 6가지 영역으로 평가한다[34]. 두 가지 도구 모두 비뚤림 위험이 높음(high risk of bias), 낮음(low risk of bias), 불확실(uncertain risk of bias)으로 판단한다[34].

### 2.3 분석방법

최종으로 선정된 6편의 문헌에 대해 체계적인 근거를 마련하기 위하여 PICO 형식을 사용하였고, 이러한 형식은 연구대상(participants), 중재방법(intervention), 비교중재(comparison), 중재결과(outcome)로 나타낼 수 있다. 연구의 대상은 실험군과 대조군으로 구분하였고, 대상자 수 및 성별을 제시하였으며, 중재방법은 가상현실 프로그램 내용을 분석하였다. 비교중재는 대조군에서 사용한 중재를 제시하였으며, 중재결과는 측정 도구, 결과변수를 제시하고 결과를 분석하였다.

자료분석은 체계적 문헌고찰의 정성적 합성을 활용하였으며 이는 연구특성과 연구결과 모두 제시하는 것을 제안하지만[34], 본 연구는 연구특성에 대하여 연구의 일반적 특성, 유형별 특성, 균형능력의 측정도구, 프로그램 효과를 정성적으로 분석하였다.

## 3. 연구결과

### 3.1 분석대상 연구의 근거수준 및 질 평가 결과

본 연구에서 최종 선정된 문헌은 총 6편이었다. DAMI를 사용하여 연구 설계별 기준에 따라서 분류한

결과 Table 1과 같이 무작위배정 실험연구 3편, 비무작위배정 실험연구 1편, 비무작위 한 집단 전-후 비교 연구 2편이었으며, 연구 근거수준은 수준 I 이 3편, 수준 II가 1편, 수준 III이 2편이었다.

Table 1. Level of evidence of the research subject to be analyzed

Level of evidence	Research design	Frequency(%)
I	Randomized controlled trials, systematic reviews, meta analyses	3(50.0)
II	Non-randomized controlled trials (e.g., case-control, cohort studies)	1(16.7)
III	Non-subject design (e.g., before and after, pretest-posttest)	2(33.3)
IV	Single-subject design	0(0)
V	Case studies, descriptive review, qualitative studies	0(0)
Total		6(100)

무작위 배정 실험연구 3편에 대한 비뚤림 위험 평가인 RoB에서는 무작위 배정순서 생성과 배정순서 은폐에서 '비뚤림 위험 낮음'이 33.3%, 불완전한 결과처리, 선택적 결과 보고, 다른 잠재적 비뚤림 위험에서 66.6~100% 수준으로 '비뚤림 위험 낮음'으로 나타났으며 Fig. 2와 Fig. 3에서 보는 것과 같다.

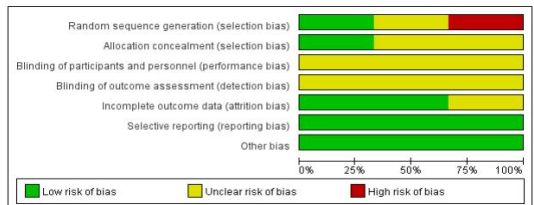


Fig. 2. Risk of bias graph(RoB)

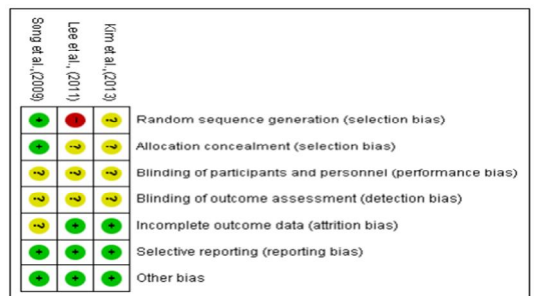


Fig. 3. Risk of bias summary in included studies(RoB)

비무작위 배정 실험연구를 포함한 3편의 연구에 대한 비뚤림 위험 평가인 RoBANS에서는 교란변수에서 ‘비뚤림 위험 낮음’이 66.6%, 불완전한 결과자료와 선택적 결과 보고에서 ‘비뚤림 위험 낮음’이 100%로 Fig. 4와 Fig. 5에서 보는 것과 같이 나타났다.

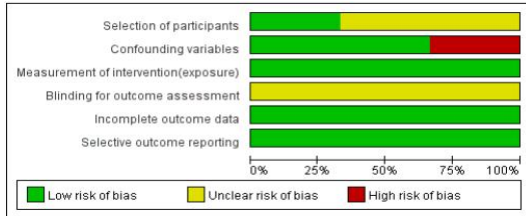


Fig. 4. Risk of bias graph(RoBANS)

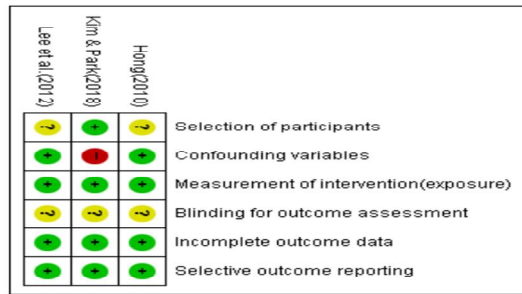


Fig. 5. Risk of bias summary in included studies(RoBANS)

### 3.2 분석대상 연구의 일반적 특성

본 연구의 일반적 특성은 Table 2와 같이 최종으로 선정된 6편의 연구를 출판연도, 연구대상자 수, 가상현실 프로그램 종류, IRB승인 유무에 따라 분석하였다. 출판연도는 2005년에서 2010년까지 2편, 2011년에서 2015년까지 3편, 2016년에서 2020년까지 1편이었다. 연구대상자 수는 10~20명이 3편, 21~30명이 1편, 31~40명이 0편이며, 41~50명이 2편이었다. 가상현실 프로그램 중재로 사용된 프로그램은 Wii fit 밸런스가 4편으로 가장 많았다. 6편의 논문 중 IRB 승인을 받은 논문은 1편, 나머지 5편은 IRB 승인과 관련된 내용이 없었다.

### 3.3 분석대상 연구의 유형별 특성

본 연구의 유형별 특성은 Table 3과 같다. 최종 선정된 연구를 세부 프로그램명, 목적으로 분석하였고 모든 연구는 균형능력을 목적으로 적용하였으며 Hong[38]은 순발력, Kim 등[39]은 순발력 및 평형감

각을 함께 알아보았고, Kim 등[40]은 좌우방향으로 이동하는 체중심을 중앙으로 조절하는 능력과 Lee 등 [42]의 연구는 근활성도를 함께 요구하는 프로그램을 적용하였다.

Table 2. General characteristics of the study to be analyzed

Variable	Category	Frequency(%)
Publication year	2005~2010	2(33.3)
	2011~2015	3(50.0)
	2016~2020	1(16.7)
Number of subjects (persons)	10~20	3(50.0)
	21~30	1(16.7)
	31~40	0(0)
	41~50	2(33.3)
Virtual reality program	Wii fit balance	4(66.7)
	Eyeto play	1(16.7)
	Application (rope crossing adventure VR, tight wire)	1(16.7)
IRB approval	Existence	1(16.7)
	Nonexistence	5(83.3)

VR=virtual reality, IRB=institutional review board

### 3.4 가상현실 프로그램 효과

본 연구는 최종으로 선정된 연구에 대해 체계적 근거 마련을 위하여 PICO분석을 사용하였으며 결과는 Table 4와 같다. 중재를 적용한 기간은 12회기에서 30회기, 회기당 20분에서 60분으로 나타났다. 연구 비교 결과 Kim 등[40] 연구가 회기당 20분, 18회기로 가장 짧았고, Hong[38]의 연구가 회기당 60분, 30회기로 가장 길었다. Song 등[37] 연구는 하지근력, 정적·동적 균형능력, 보행능력을 결과변수로 설정하여 하지 근력, 정적·동적 균형능력, 보행능력이 대조군에 비해 유의하게 향상됨을 알 수 있었고, Hong[38]의 연구는 균형능력과 흥미만족도를 결과변수로 설정함으로 정적·동적 균형 모두 유의하게 향상되었고, 비교적 높은 흥미만족도를 나타낸 것을 확인하였다. Lee 등[42] 연구는 하지 근활성도, 정적·동적 균형능력을 결과변수로 설정하고 하지 근활성도와 정적·동적 균형능력이 대조군에 비해 유의하게 향상된 결과를 나타내었으며, Lee 등[41]의 연구는 균형능력, 보행능력, 우울을 결과변수로 설정하였으며 균형능력, 보행능력이 유의하게 향상됨과 우울 증 지수가 유의하게 감소함을 알 수 있었다. Kim 등 [39] 연구는 균형능력을 결과변수로 설정하여 분석한 결과 세 집단 모두 프로그램 전·후에서 통계적으로 유

의한 차이를 보이지 않았으나, 집단 간 비교 결과 현실화된 과제지향 프로그램 적용군이 BBS, OLST에서 다른 집단보다 유의하게 향상된 것을 확인하였으며, Kim 등[40] 연구는 균형능력을 결과변수로 설정하여 안정성 한계 검사, 일자건기 검사에서 두 실험군 모두 대조군에 비해 유의하게 향상되어 균형능력 증진에 효과가 있음을 증명하였다.

측정도구의 경우 하지 근력 평가를 위해 MMT, 힘판을 사용하고, 하지 근활성도는 표면 근전도 시스템을 사용하여 측정하였다. 균형능력 및 보행능력과 관련한 검사는 FRT, TUG, 10m 보행검사, 6분 보행검사, BBS, OLST, 균형 측정 시스템, 5R-STs Test, 안정성 한계검사, 일자건기 검사를 사용하여 측정하였다. 우울증 지수는 GDS-K, 흥미만족도는 흥미만족도 검사를 통하여 측정하였으며, 가상현실 프로그램 중재를 통한 균형능력과 보행능력, 하지근력 및 하지 근활성도, 우울증, 흥미만족도의 결과변수에서 현실화된 과제 지향 프로그램 중재 비교분석 결과 외 모든 연구는 효과적인 결과가 나타났다.

#### 4. 고찰

노인의 낙상을 예방하기 위하여 균형 능력 향상이 필요하고 이를 목적으로 한 종합적인 프로그램과 낙상 이전의 신체 상태 및 질병을 고려한 지속적인 운동이 이루어져야 하며 신경계 기능, 근육 상태를 오래 유지하여 퇴화 속도를 늦추도록 하는 것이 중요하다[43]. 이와 함께 건강한 노후를 보내기 위해 질병과 사고로부터 예방할 수 있도록 신체활동 증진의 방안도 제시하여야 한다[44].

가상현실 프로그램 기술은 최근 재활 치료 영역에서도 사용되며 기능 증진을 위한 치료접근 방법의 하나로 소개되었다[33]. 따라서 4차 산업혁명의 발달로 과학적 기술이 바탕이 되어 만들어진 가상현실 신체활동은 노인에게 다양한 경험 제공 및 쉬운 접근으로 편의성에 있어 긍정적인 영향을 미칠 것이라 예상된다[45]. 현재 가상현실 프로그램을 이용하여 재활 관련 연구가 지속적으로 이루어지고 있으나 문헌 고찰을 통한 연구 자료는 부족한 실정이다[33]. 따라서 연구는 2005년 1월부터 2020년 5월까지 게재된 국내 노인을 대상으로 가상현실 프로그램 중재가 균형에 미치는 효과에 대한 연구를 기반으로 체계적 문헌고찰을 시행하였으며 이를 통하여 노인에게 가상현실 프로그램 중재의 효과에 대한 분석

과 효과적인 적용 방법에 대해 알아보고자 실시하였다.

Table 3. Characteristics by type of study analyzed

First author(yr)	Program name	Purpose
Song et al. (2009)	Eyeto play (heading king)	Weight shifting, increase of static and dynamic balance ability
	Eyeto play (window wiping)	
	Eyeto play (athletics)	Lower extremity muscle strengthening, increased of dynamic balance ability and gait
	Eyeto play (training soldier)	
Hong (2010)	Wii fit balance (penguin seesaw)	Weight shift, weight support, quickness
	Wii fit balance (heading)	
Lee et al. (2011)	Wii fit balance (heading)	Muscle activation, static and dynamic balance ability
Lee et al. (2012)	Wii fit balance (ski slarum)	Lower extremity weight left-right shift
	Wii fit balance (table tilt)	Lower extremity weight shift (front and back, left-right)
	Wii fit balance (balance bubble)	
	Wii fit balance (hula hoop)	sense of balance
Kim et al. (2013)	Wii fit balance (single-line walking)	Weight shift, weight support, left-right Balance Control
	Wii fit balance (beads)	Weight shift, weight support, sense of balance
	Wii fit balance (heading)	Weight shift, weight support, quickness
Kim et al. (2018)	Rope crossing adventure VR	Control body center to center
	Tight wire	

VR=virtual reality

국내 데이터베이스를 통해 94편의 문헌이 검색되었고, 선정 및 배제 기준에 부합하는 총 6편의 문헌을 선정하여 연구의 근거수준, 일반적 특성, 가상현실 프로그램 중재에 대한 결과, 중재 기간, 측정도구 등을 분석하였다. 분석한 연구의 근거 수준은 무작위 배정 실험연구로 I수준에 해당하는 3편[37,39,42], 비무작위배정 실험연구로 II수준에 해당하는 1편 외[40], 비무작위한 집단 실험연구로 III수준에 해당하는 2편이었다[38,41]. 연구의 방법론적 질을 평가하기 위해 비뮌림 위험(risk of bias)을 분석하였다. 6편 연구의 근거 수준이 상이하여 무작위 배정 실험연구를 분석하는 RoB와 비무작위 배정 실험연구 등을 분석하는RoBANS를 사용하였다. 분석도구가 상이하지만 비뮌림 종류에 따라 평가 영역이 정해져있다. 예를 들어,선택 비뮌림

(selection bias)은 RoB에서 무작위 배정순서 생성, 배정순서 은폐, RoBANS에서는 대상군 선정, 교란변수가 해당된다. 선택 비뚤림(selection bias)에서는 비뚤림 위험이 높거나 불확실함이 58.3%로 나타났으며, 결과 확인 비뚤림(detection bias)에서는 비뚤림 위험이 불확실함이 100%로 나타났다. 하지만 비뚤림 위험이 낮음은 실행 비뚤림(performance bias)에서 66.7%, 탈락 비뚤림(attrition bias)에서 83.3%, 보고 비뚤림(reporting bias)에서 100%가 나타났다. 연구의 질은 연구결과에 대한 강력한 신뢰성을 제공한다. 따라서 실험절제 단계에서부터 공식화된 보고지침을 활용하여 방법론적 측면에서 연구계획 및 결과의 명확성을 제공하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

연구 중 윤리적인 측면에서 IRB(Institutional Review Board) 승인을 받은 연구는 1편[40]으로 6편의 문헌 중 가장 최근 문헌이며 나머지 5개의 논문은 IRB 승인에 관한 내용을 찾을 수 없었다. 연구의 윤리성에 대한 중요도가 높아지고 있으므로 인간을 대상으로 하는 연구는 연구 시행 전 IRB 승인을 반드시 받고 실시하여야 한다. 이는 사회적 취약계층에 해당하는 노인일 경우 윤리성이 더욱 강조되는 부분이다.

가상현실 프로그램 종류는 Wii fit 밸런스, 아이토이 플레이, 어플리케이션(Rope crossing adventure VR, Tight wire)로 분류되었다. 이 중 Wii fit 밸런스가 4편으로 사용 빈도가 가장 높았다[38-39,41-42]. Wii fit 밸런스 프로그램은 균형능력 영역에서 인기있는 재활치료 접근법으로 사용되어지며[46], 본 연구에서 Wii fit 밸런스 프로그램을 사용한 논문들을 분석한 결과, 팽귄 시소와 헤딩, 스키 슬라롬, 테이블 틸트, 밸런스 버블, 홀라후프, 외줄타기, 구슬 넣기를 주로 사용하였음을 알 수 있었다[38-39,41-42]. 그 결과 하지근력, 균형 및 보행능력을 평가하기 위한 BBS, OLST, 표면근전도 시스템, 균형 측정 시스템, FRT, TUG, 5R-STG 검사에서 Wii fit 밸런스 프로그램 중재 후 모두 유의하게 향상됨을 알 수 있었으나, Kim 등[39] 연구에서는 현실화된 과제지향 프로그램 적용군이 BBS, OLST에서 다른 집단보다 유의하게 향상된 것으로 나타났으며 이는 현실화된 과제지향 프로그램이 가상현실 프로그램보다 노인의 균형 향상에 좀 더 효과적임을 보여주는 결과이다. 가상현실의 프로그램보다 고유수용성 감각, 시각, 반사 기능 등 감소된 노인들이 더욱 쉽게 수

행할 수 있는 프로그램으로 그 효과성에 대한 연구결과이지만 중재에 대하여 세 집단 비교에서는 통계학적인 차이를 보이지 않았으므로[39], 더욱 많은 수치화된 데이터 축적이 필요하다. 더불어 Hong[38], Lee 등[41], Lee 등[42] 연구에서는 Wii fit 밸런스 프로그램 중재에 대하여 유의하게 향상된 결과를 확인할 수 있었으며 앞으로 가상현실 프로그램과 현실화된 과제지향 프로그램 효과입증에 대한 데이터 축적이 많이 필요하고 균형 향상을 위한 프로그램 중재 수행과 연구가 가능할 것이라 사료되며 그 외 흥미만족도검사, GDS-K 평가를 통해 비교적 높은 흥미만족도를 나타내고 우울증 지수가 유의하게 감소한 것을 확인하였다. 따라서 가상현실 프로그램이 신체적 및 정신적 건강증진 향상을 위한 중재 프로그램으로 적용될 수 있을 것이라 사료되며, Kim 등[47]은 Wii fit 프로그램이 노인의 낙상을 방지하기 위한 균형향상에 효과가 있다고 보고했고, Choi 등[48]은 여성 노인에게 Wii fit을 이용한 훈련이 정적·동적 균형에 유의하게 향상되는 효과를 나타내었다고 보고하였다. Shin 등[49]은 가상현실 프로그램 Wii fit이 노인의 발목 움직임에 관여하는 앞정강근과 장딴지근의 활성도를 향상시켜 하지 근 활성도에 효과적이라 보고하였다. 이 연구 결과들은 가상현실 프로그램이 노인의 균형능력에 효과가 있음을 확인하여 본 연구의 결과를 뒷받침해 준다.

아이토이 플레이는 카메라를 통해 사용자의 움직임을 화면에 포착하는 방법으로, 사용자가 가상현실 속 모습에 몰입하며 화면을 통해 볼 수 있도록 하는 것을 말한다[50]. 프로그램 종류는 헤딩왕, 유리창 닦기, 육상경기, 훈련병을 사용하였고, MMT, 힘판, FRT, TUG, 10MWT, 6MWD를 실시하여 하지 근력과 정적·동적 균형능력 및 보행능력이 대조군에 비해 유의하게 향상된 것을 알 수 있었다[37]. 어플리케이션(Rope crossing adventure VR, Tight wire)은 완전몰입과 반몰입군으로 나누어 외줄타기 과제를 수행하였으며 이는 안정성 한계검사, 일자건기 검사를 통해 균형능력에서 두 실험군 모두 대조군에 비해 유의하게 향상됨을 알 수 있었고 두 실험군 중 완전몰입형 디스플레이를 활용한 가상현실 프로그램 균형훈련이 노인의 균형증진에 더욱 효과적인 것을 알 수 있었다[40].

Table 4. PICO analysis of the study to be analyzed

First author(yr)	Level of evidence	Participants			Interventions		Comparison	Outcome		
		Experiment		Other group	Program	Durations		Measuring method	Outcome variables	Results
Song et al. (2009)	I	N=25		N=23	Eyetoyp play	40 minutes /16 session	None	MMT	Strength of lower extremity	SIG
								PDM-S, FRT, TUG,	Static/dynamic balance ability	SIG
								10MWT, 6MWD	Walking ability	SIG
Hong (2010)	III	N=20		None	Wii fit balance	60 minutes /30 session	None	BBS, OLST,	Balance ability	SIG
								Interest satisfaction test	Level of interest satisfaction	SIG
Lee et al. (2011)	I	N=13		N=13	Wii fit balance	40 minutes /24 session	Treadmill walking	Surface EMG system	Lower extremity muscle activity	SIG
								Active balancer system, FRT	Static/dynamic balance ability	SIG
Lee et al. (2012)	III	N=12		None	Wii fit balance	60 minutes /12 session	None	BBS	Balance ability	SIG
								TUG	Walking ability	SIG
								GDS-K	Depression	SIG
Kim et al. (2013)	I	N=4	N=4	N=4	Wii fit balance	60 minutes /12 session	Task-oriented programs	BBS, TUG, OLST, 5R-STST test	Balance ability	NS, task-oriented programs group : BBS, OLST significantly improved
Kim et al. (2018)	II	N=16	N=17	N=15	Application (rope crossing adventure VR, tight wire)	20 minutes /18 session	None	Stability limit test, tandem walking test	Balance ability	SIG

VR=virtual reality, MMT: Manual Muscle Test, PDM-S: The zebris FDM-S Multifunction Force Measuring Plate, FRT: Functional Reach Test, TUG: Timed Up & Go test, 10MWT: 10-Meter Walking Test, 6MWD: 6 Minute Walk Distance, BBS: Berg Balance Scale, OLST: One Leg Standing Test, Surface EMG system: Surface EMG system: Surface electromyography system, GDS-K: Geriatric Depression Scale-Korea, 5R-STST Test: 5-Repetition Sit-To-Stand Test, SIG: treatment of interest yielded significantly better result than control group or pretest, NS: no significant differences found between groups or pre and post test

분석 문헌들에서 사용된 평가도구들을 살펴보면 균형에 미치는 효과를 측정하기 위하여 사용된 측정도구 중 BBS와 TUG가 각 3편으로 비율이 높았으며 두 평가도구를 함께 사용한 연구는 Lee 등[41], Kim 등[39]로 2편이었다. 프로그램 적용은 6편 모두 반복 프로그램으로 시행되었으며 논문 중 회기당 60분 30회기에 해당하는 Hong[38]이 가장 길고, 회기당 20분 18회기로 Kim 등[40]이 가장 짧았다. 노년기에 운동을 처음 경험하더라도 뇌세포 구조와 기능변화 및 증진을 가져올 수 있으므로 생활화된 규칙적인 운동과 새롭게 배우려고 하는 운동학습 경험을 통해 생성되는 새로운 뇌

신경세포의 생존율을 높여서 더욱 많은 시냅스 생성을 유도한다[51]. 그러므로 노화 과정에서도 뇌는 변화될 수 있고, 그 변화는 운동을 통해 촉진시킨다는 것을 의미하며[52] 노인에게 적용하는 가상현실프로그램은 노인의 신체변화에 영향을 줄 수 있다는 가능성에 대하여 뒷받침해 준다.

가상현실 프로그램은 상호작용성이 뛰어나고 유연하여 다양한 사람들에게 연령, 성별, 질병에 따라 개인에게 맞추어 적용할 수 있으며, 기술 발전과 비용 절감으로 의료의 미래를 발전시킬 것이라 예상한다[53]. 그러므로 앞으로는 머리장착 디스플레이 가격이 내려가고



소형 스마트폰 어플리케이션이 많이 개발된다면 가상 현실 어플리케이션이 급증할 것이며, 치료사들은 각 분야에서 적절하게 사용하는 것이 중요하다[54]. 더불어 가상현실 프로그램은 다감각적 자극을 풍부하게 재연하기 쉽고 자극이 명확하고 선명하게 제공된다는 장점과 다양한 환경을 구현하는 것이 가능하여 치료적 적용을 통해 치료 효과에 대한 생태학적인 타당성을 높일 수 있다는 장점을 가지고 있으며[55], 안전하고 재미있기 때문에 치료 프로그램으로 사용할 때 대상자들의 집중력을 향상시키고 강한 동기부여를 제공한다[56]. 또한 Khurana 등[57]은 가상현실 프로그램이 하반신 마비 증상이 있는 대상자의 균형과 기능적 수행을 개선하는데 효과가 있음을 확인하였고, Severiano 등[58]은 가상현실 프로그램이 균형을 개선하여 대상자의 자신감과 삶의 질에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 따라서 본 연구를 통하여 가상현실 프로그램이 노인의 균형능력 향상과 더불어 건강한 삶을 유지할 수 있는 중재 도구로 사용될 수 있을 것이라 생각되며, 추후 가상현실 프로그램 중재를 통한 균형능력이 일상생활 향상 영역에 미치는 연구에 대해 다루어진다면 신체 건강 및 삶의 만족도가 더욱 더 높아질 것이라 사료된다.

본 연구를 통해 가상현실 프로그램이 국내 노인의 균형에 효과가 있음을 확인하였으나 분석한 표본 논문 수가 적고 국내 연구에만 한정하여 국외 연구를 고찰하지 못하였다는 제한점이 있었다. 그러나 가상현실 프로그램 종류와 균형에 미치는 효과를 볼 수 있도록 분석하고 정리하였다는 것에 논문 고찰의 의미를 두고자 한다. 그러므로 향후 국외 연구들의 고찰이 필요하며 더불어 다양한 가상현실 프로그램 적용이 많이 이루어진다면 보다 질 높은 치료 서비스가 이루어질 것으로 사료된다.

## 5. 결론

본 연구는 2009년 1월부터 2020년 5월까지의 문헌 검색을 통하여 국내 노인을 대상으로 한 가상현실 프로그램이 균형에 미치는 효과에 대하여 파악하고 분석하였으며 최종 6편의 문헌을 선정하여 PICO로 정리하였다. 가상현실 프로그램 종류는 3가지 형태로 분류하였고 그 중 wii fit balance 프로그램을 사용한 문헌은 4편으로 빈도가 가장 높았으며, 1편을 제외한 5편의 문헌을 통해 가상현실 프로그램이 균형능력에 효과적인

것을 확인할 수 있었다.

본 연구 결과를 통해 추후 더욱 다양한 가상현실 프로그램 적용에 관한 연구가 지속적으로 이루어진다면 균형능력 향상에 있어 더욱 질 높은 치료 서비스를 제공할 수 있도록 적극적인 활용이 가능할 것으로 기대한다.

## ACKNOWLEDGMENTS

This research was financially supported by the 2020 Kaya University Research Fund.

## REFERENCES

- [1] M. J. Kim & J. Y. Hwang. (2019). A Study on the Long-Term Care Insurance System prepare for the Super-Aged Society. *The Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 20(10), 395-405. DOI : 10.5762/KAIS.2019.20.10.395
- [2] Y. E. Kim & S. H. Kim. (2019). The Heaven of the Elderly, the Convergence Characteristics of Leisure Space for the Elderly through Jegi-dong. *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 20(2), 97-114. DOI : 10.38195/judik.2019.04.20.2.97
- [3] Statis Korea. (2020). *Estimated future population*. [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/1/1/ind ex.board?bmode=read&aSeq=373873](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/ind ex.board?bmode=read&aSeq=373873).
- [4] S. H. Kim. (2018). A Study on the Interior Design Guidelines for the Elderly Housing Environment. *Journal of the Korean Society of Design Culture*, 24(3), 65-76. DOI : 10.18208/ksdc.2018.24.3.65
- [5] S. A. Kong. (2018). Comparison of Physique, Physical Functions and Physical Activity by Age among Korean Elderly Women. *Journal of Coaching Development*, 21(4), 147-154.
- [6] S. Kim & J. H. Choi. (2013). Relationship among Self-efficacy, Psychological Happiness and Life Satisfaction of the Elderly Participating in Community Dance. *Official Journal of the Koeran Society of Dance Science*, 30(1), 175-191. DOI : 10.21539/ksds.2013.30.1.175
- [7] C. S. Eriksen et al. (2016). Physical activity as intervention for age-related loss of muscle mass and function: protocol for a randomised controlled trial (the LISA study). *BMJ open*, 6(12),

- e012951.  
DOI : 10.1136/bmjopen-2016-012951.
- [8] Y. A. Shin et al. (2012). Effects of Changes of Lower Muscle Function on Balance Ability of Men according Age. *HEALTH & SPORTS MEDICINE*, 14(3), 25-35.  
DOI : 10.15758/jkak.2012.14.3.25
- [9] J. Y. Jung & K. S. Cha. (2019). The Effects of Prop Pilates Exercises on Physical Fitness and Balance in Elderly Women. *Journal of the Korean society for Wellness*, 14(2), 431-440.  
DOI : 10.21097/ksw.2019.05.14.2.431
- [10] E. J. Kim, M. S. Kim & B. Y. Hwang. (2010). The Effect of a Virtual Reality Program on Static Balance Control and Fall Efficacy of Elderly People. *Journal of the Korea Gerontological Society*, 30(4), 1107-1116.
- [11] E. J. Kim, M. J. Kim, M. H. Lee & D. H. Kim. (2018). Effects of Rehabilitation Horse Riding on the Balance and Geriatric Quality of Life Scale of the Elderly. *Journal of Korea Society for Neurotherapy*, 22(3), 1-5.  
DOI : 10.17817/2018.09.29.111299
- [12] F. A. Siddiqi & T. Masood. (2018). Training on Biodex balance system improves balance and mobility in the elderly. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 68(11), 1655-1659.
- [13] E. Thomas et al. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly: A systematic review. *Medicine*, 98(27), e16218.  
DOI : 10.1097/MD.00000000000016218
- [14] A. C. Martins, C. Santos, C. Silva, D. Baltazar, J. Moreira & N. Tavares. (2018). Does modified Otago Exercise Program improves balance in older people? A systematic review. *Preventive medicine reports*, 11, 231-239.  
DOI : 10.1016/j.pmedr.2018.06.015.
- [15] S. K. Chu, C. Y. Lee & J. H. Yoo. (2012). The Effects of an Aerobic Exercise Program on Mobility, Fall Efficacy, Balance, and Stress in the Elderly at Senior Centers. *Journal of Korean community nursing*, 23(1), 22.0-30.0.  
DOI : 10.12799/jkachn.2012.23.1.22
- [16] J. Sohn, S. H. Park & S. Kim. (2018). Effects of DanceSport on walking balance and standing balance among the elderly. *Technology and health care : official journal of the European Society for Engineering and Medicine*, 26(S1), 481-490.  
DOI : 10.3233/THC-174760
- [17] K. S. Kang & H. S. Kim. (2014). Effects of an exercise program for fall prevention of the elderly in rural communities. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 15(8), 5186-5194.  
DOI : 10.5762/KAIS.2014.15.8.5186
- [18] E. J. Lim & B. A. Kwon. (2017). The Effect of 12-Week Pilates Program on Resilience and Balance in the Elderly. *The Korea Journal of Sport*, 15(2), 579-587.
- [19] H. J. Song et al. (2017). The Effectiveness of Community-based Muscle and Joint Self Management Program for Older Adults. *Journal of Korean biological nursing science*, 19(3), 191.0-197.0.  
DOI : 10.7586/jkbns.2017.19.3.191
- [20] G. D. Kim & M. Heo. (2018). Effects of Swiss Ball Exercise Program for Improvement of Life Care on Balance and Gait in Local Community Elderly. *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*, 12(7), 353-359.  
DOI : 10.21184/jkeia.2018.10.12.7.353
- [21] L. Li et al. (2017). Application of virtual reality technology in clinical medicine. *American journal of translational research*, 9(9), 3867-3880.
- [22] J. H. Lee & H. S. Kim. (2017). Explore and Case Study on the Utilization of Virtual Reality and Haptic Technology in Health and Medical Training. *The Korean Society for Educational Technology*, 2017(1), 55-56.
- [23] G. Tieri, G. Morone, S. Paolucci & M. Iosa. (2018). Virtual reality in cognitive and motor rehabilitation: facts, fiction and fallacies. *Expert review of medical devices*, 15(2), 107-117.  
DOI : 10.1080/17434440.2018.1425613
- [24] H. W. Chun, M. K. Han & J. H. Jang. (2017). Application Trends in Virtual Reality. *Electronics and telecommunications trends*, 32(1), 93.0-101.0.  
DOI : 10.22648/ETRI.2017.J.320110
- [25] H. W. Chun. (2019). Application of Virtual Reality in the Medical Field. *Electronics and telecommunications trends*, 34(2), 19.0-28.0.  
DOI : 10.22648/ETRI.2019.J.340203
- [26] J. Egger et al. (2017). HTC Vive MeVisLab integration via OpenVR for medical applications. *PloS one*, 12(3), e0173972.  
DOI : 10.1371/journal.pone.0173972
- [27] D. Cano Porrás, P. Siemonsma, R. Inzelberg, G. Zeilig & M. Plotnik. (2018). Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait: Systematic review. *Neurology*, 90(22), 1017-1025.

- DOI : 10.1212/WNL.0000000000005603
- [28] S. Y. Lee, S. K. Lee, Y. H. Kim & J. B. Chae. (2012). The Effects of 4 Weeks Training using Virtual Reality Game on Balance and Gait Ability, Depression of Elderly People. *JOURNAL OF THE KOREAN PROPRIOCEPTIVE NEUROMUSCULAR FACILITATION ASSOCIATION*, 10(2), 41-46.
- [29] M. S. Ibrahim, A. G. Mattar & S. M. Elhafez (2016). Efficacy of virtual reality-based balance training versus the Biodex balance system training on the body balance of adults. *Journal of physical therapy science*, 28(1), 20-26.  
DOI : 10.1589/jpts.28.20
- [30] T. Prasertsakul, P. Kaimuk, W. Chinjenpradit, W. Limroongreungrat & W. Charoensuk (2018). The effect of virtual reality-based balance training on motor learning and postural control in healthy adults: a randomized preliminary study. *Biomedical engineering online*, 17(1), 124.  
DOI : 10.1186/s12938-018-0550-0
- [31] M. S. Kamińska, A. Miller, I. Rotter, A. Szylińska & E. Grochans (2018). The effectiveness of virtual reality training in reducing the risk of falls among elderly people. *Clinical interventions in aging*, 13, 2329-2338.  
DOI : 10.2147/CIA.S183502
- [32] Y. A. Kim & Y. Jeon (2016). A Systematic Review of Domestic Research on Virtual Reality Programs using Wii Consoles for the Elderly. *The Journal of Korea Aging Friendly Industry Association*, 8(2), 39-46.
- [33] M. Lee, Y. Yang & H. Kim. (2018). Literature Research on the Clinical Effect of the Virtual Reality-based Rehabilitation Program. *The Journal of Occupational Therapy for the Aged and Dementia*, 12(1), 1-11.
- [34] National Evidence-based healthcare Collaborating Agency . (2011). *NECA's guidance for undertaking systematic reviews and meta-analyses for intervention*. Seoul : National Evidence-based healthcare Collaborating Agency.
- [35] D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff & D. G. Altman. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*, 6(7), e1000097.  
DOI : 10.1371/journal.pmed.1000097
- [36] M. Arbesman, J. Scheer & D. Lieberman. (2008). Using AOTA's critically appraised topic(CAT) and critically appraised paper(CAP) series to link evidence to practice. *OT Practice*, 13(5), 18-22.
- [37] C. H. Song, W. S. Shin, K. J. Lee & S. W. Lee. (2009). The Effect of a Virtual Reality-based Exercise Program Using a Video Game on the Muscle Strength, Balance and Gait Abilities in the Elderly. *Journal of the Korea Gerontological Society*, 29(4), 1261-1275.
- [38] S. Y. Hong. (2010). Effectiveness of balance training based on Virtual Reality game for the Elderly. *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 18(1), 55-64.
- [39] J. J. Kim et al. (2013). Comparison of the Effects of Virtual Reality and Task-Oriented Programs of Balance for the Elderly. *The Journal of Korean Society of Community-Based Occupational Therapy*, 3(2), 33-46.
- [40] Y. S. Kim & M. C. Park. (2018). Comparison of Balance Ability according to the Immersion Level of Virtual Reality- based Training for the Balance Enhancement of the Elderly. *PNF and Movement*, 16(2), 259-266.  
DOI : 10.21598/JKPNFA.2018.16.2.259
- [41] S. Y. Lee, S. K. Lee, Y. H. Kim & J. B. Chae. (2012). The Effects of 4 Weeks Training using Virtual Reality Game on Balance and Gait Ability, Depression of Elderly People. *JOURNAL OF THE KOREAN PROPRIOCEPTIVE NEUROMUSCULAR FACILITATION ASSOCIATION*, 10(2), 41-46.
- [42] J. H. Lee, S. U. Park, J. I. Kang, D. J. Yang & S. K. Park. (2011). Effects of Virtual Reality Exercise Program on Muscle Activity and Balance Abilities in Elderly Women. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*, 23(4), 37-44.
- [43] H. S. Kim. (2016). The Effect of Ballet Barre Exercise on Balance, Muscular Endurance and Power for the Pre-elderly Woman. *Journal of The Korean Society of Aging and Physical Activity*, 3(1), 31-42.
- [44] J. M. Lee. (2016). An Analysis and Suggestions on the Influence Factors of Physical Activity in the Elderly. *Social Work Practice & Research*, 13(2), 5-42.
- [45] Y. Jeong. (2018). The Elderly Sports According to the Fourth Industrial Revolution: Focusing on Virtual Reality. *Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*, 26(4), 25-38.
- [46] G. I. Yatar & S. A. Yildirim. (2015). Wii Fit balance training or progressive balance training in patients with chronic stroke: a randomised controlled trial. *Journal of physical therapy science*, 27(4), 1145-1151.  
DOI : 10.1589/jpts.27.1145

- [47] E. J. Kim et al. (2013). The Effects of Visual Feedback Training Using Wii Fit on Balance for the Elderly. *Journal of Korea Society for Neurotherapy*, 17(1), 7-14.  
DOI : 10.17817/2013.05.16.88
- [48] J. W. Choi et al. (2010). The effect of virtual exercise training program on the balance increase of women elderly. *JOURNAL OF THE KOREAN PROPRIOCEPTIVE NEUROMUSCULAR FACILITATION ASSOCIATION*, 8(3), 1-8.
- [49] H. S. Shin & G. H. Cho. (2014). The Effect of Virtual Reality Training on Lower Extremity Muscle Activation in Elderly. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 9(1), 55.0-62.0.  
DOI : 10.13066/kspm.2014.9.1.55
- [50] Y. P. Chen et al. (2014). Game Analysis, Validation, and Potential Application of EyeToy Play and Play 2 to Upper-Extremity Rehabilitation. *Rehabilitation research and practice*, 2014, 279609.  
DOI : 10.1155/2014/279609
- [51] S. B. Kim. (2016). The Role of Exercise for Anti-Aging: Focusing on the Aspects of Brain Neural Plasticity. *Korean Journal of Sport Psychology*, 27(1), 79-97.  
DOI : 10.14385/KSSP.27.1.99ISSN1226-685X
- [52] E. S. Shin. (2013). Age-related neurocognitive changes and exercise-induced benefits: A review of cognitive neuroscientific research. *Korean journal of cognitive science*, 24(1), 1-23.  
DOI : 10.19066/cogsci.2013.24.1.001
- [53] J. Dascal et al. (2017). Virtual Reality and Medical Inpatients: A Systematic Review of Randomized, Controlled Trials. *Innovations in clinical neuroscience*, 14(1-2), 14-21.
- [54] J. L. Maples-Keller, B. E. Bunnell, S. J. Kim & B. O. Rothbaum. (2017). The Use of Virtual Reality Technology in the Treatment of Anxiety and Other Psychiatric Disorders. *Harvard review of psychiatry*, 25(3), 103-113.  
DOI : 10.1097/HRP.0000000000000138
- [55] Y. Ju. (2020). Systematic Review of Virtual Reality Based Rehabilitation for Dementia. *The Journal of Korean Society of Cognitive Rehabilitation*, 9(1), 61-80.
- [56] C. Cho, W. Hwang, S. Hwang & Y. Chung. (2016). Treadmill Training with Virtual Reality Improves Gait, Balance, and Muscle Strength in Children with Cerebral Palsy. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 238(3), 213-218.  
DOI : 10.1620/tjem.238.213

- [57] M. Khurana, S. Walia & M. M. Noohu. (2017). Study on the Effectiveness of Virtual Reality Game-Based Training on Balance and Functional Performance in Individuals with Paraplegia. *Topics in spinal cord injury rehabilitation*, 23(3), 263-270.  
DOI : 10.1310/sci16-00003
- [58] M. Severiano, B. S. Zeigelboim, H. Teive, G. Santos & V. R. Fonseca. (2018). Effect of virtual reality in Parkinson's disease: a prospective observational study. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 76(2), 78-84.  
DOI : 10.1590/0004-282X20170195

## 이 은 아(Eun-A Lee)

[학생회원]



- 2019년 3월 ~ 현재: 가야대학교 보건대학원 작업치료학과 학생
- 관심분야 : 노인, 치매, 정신사회 작업치료
- E-Mail : lea0519@naver.com

## 정 재 훈(Jae-Hun Jung)

[정회원]



- 2009년 8월 : 대구대학교 재활과학 대학원 재활과학과(이학석사)
- 2014년 8월 : 대구대학교 대학원 재활과학과(재활심리학박사)
- 2019년 9월 ~ 현재 : 가야대학교 작업치료학과 교수
- 관심분야 : 인지재활, 치매, 신경계작업치료
- E-Mail : otjh@kaya.ac.kr