

가상현실 기반 신체활동 치유 프로그램이 성인의 체력요인에 미치는 효과 - 체계적 고찰 -

박상균 · Tomita Shigeru* · 김대식** · 이왕록***
충남대학교 체육학과 박사 · *충남대학교 스포츠과학과 박사과정 ·
충남대학교 지역환경토목학과 교수 · *충남대학교 스포츠과학과 교수

The Effect of Virtual Reality-based Physical Activity Therapy Program on Physical Fitness Factors in Adult - Systematic Reviews -

Park, Sang-Kyun · Tomita Sigeru* · Kim, Dae-Sik** · Lee, Wang-Lok***
Ph.D., Dept. of Physical Education, Chungnam National University
**Ph.D., Candidate, Dept. of Sport Science, Chungnam National University*
***Professor, Dept. of Agricultural Engineering, Chungnam National University*
****Professor, Dept. of Sport Science, Chungnam National University*

ABSTRACT : The purpose of this study is to review the effect of previous research data with virtual reality-based Physical Activity Therapy Programs(PATPs) in adult on the physical fitness factors. Research articles were retrieved from 2008 to 2021 with the Research Information Sharing Service(RISS) and Pubmed database. The main search terms were ‘care’, ‘therapy’, ‘healing’, ‘exercise’ or ‘physical activity’, and ‘virtual reality’. The criteria for selecting articles of this study were the originality, duplication, Randomized controlled trial(RCT) experiment and subject. Finally, 18 papers were selected among 318 articles, which were excluded if any of the criteria was not satisfied. Most of papers(15) were conducted in the last 5 years, because of the high interest due to the development of virtual reality implementation technology and COVID-19 pandemic. The participants were mainly patients(8), and the types of diseases were stroke(2). The physical fitness factors were mostly balance ability(7), muscle strength(7), and range of motion(6). All the physical fitness factors were significantly improved after PATPs. However, 11 studies were conducted for less than 4 weeks, including 6 studies were performed a bout of acute exercise. Also, 14 studies did not clearly present the intensity of PATPs. In addition, there were 9 studies, that simply applied games without specialized programs. In conclusion, it seems that virtual reality-based PATPs have a positive effect on physical fitness factors. However, VR-based PATPs should be specialized and developed in order to verify their effectiveness for the further research.

Key words : Adult, COVID-19, Physical Activity Therapy Program, Physical fitness, Virtual Reality

I. 서론

Corresponding author : Lee, Wang-Lok
Tel : 042-821-6458
E-mail : leewl@cnu.ac.kr
Corresponding author : Kim, Dae-Sik
Tel : 042-821-5795
E-mail : drkds19@cnu.ac.kr

1. 연구의 개요

최근 COVID-19 대유행으로 체력과 면역에 대한 관심이 높아지고 있다. 많은 선행연구에서 신체활동은 체력을

향상시키고 면역 세포 기능을 향상시킨다고 보고하고 있다(Jee, 2020; Lee et al., 2021; Park et al., 2021). 그럼에도 불구하고, COVID-19 대유행에 따른 사회적 거리두기와 같은 방역수칙의 강화와 실내 거주 시간이 증대됨에 따라 적절한 신체활동의 실천은 더욱 어려워지고 있는 실정이다(Kang and Park, 2020).

따라서, 이러한 COVID-19 대유행으로 야외 활동이 어려운 현실에서 보다 개인의 신체활동량을 적절히 실천하기 위한 방법으로 최근 가상현실(virtual reality; VR)을 활용한 신체활동 치유 프로그램이 더욱 각광받고 있다. VR은 사용자가 다양한 감각을 활용하여 실제와 유사한 환경에서 상호작용 할 수 있도록 환경을 조성하는 기술이다(Weiss and Katz, 2004). 초기에는 2D 기술을 통해 치료나 재활 목적으로 사용되었으나, 최근에는 3D 기술을 통해 실제상황 구현 수준이 높아졌으며, 머리에 착용할 수 있는 디바이스(head mounted device; HMD), 뇌파측정기, 근전도 측정기 등 다양한 platform을 활용하여 다양한 체력 요소의 변화를 관찰할 수 있다(Ko et al., 2020; Song et al., 2019). VR은 엔터테인먼트 분야와 교육 미디어 분야뿐만 아니라 가상 치유농장 체험 등 다양한 분야에 적용되고 있으며, 최근에는 농촌진흥청에서 장애인과 취약계층 등이 쉽게 접근할 수 있는 가상 치유농장 기술을 개발하고 있는 상황이다(Koo et al., 2022). Depledge et al.(2011)은 VR이 자연으로의 접근성을 높여 삶의 질에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였으며, Park et al.(2018)은 VR이 사용자의 흥미를 유발하여 동기를 부여하여 사용자의 심리적 수준과 체력 수준에 적합하게 환경을 변화시킬 수 있어 심리적 안정과 함께 신체기능의 개선이 가능하다고 보고하였다. 하지만 VR을 활용한 신체활동 치유에 대한 국내 연구가 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 VR을 활용한 신체활동 치유 프로그램이 체력 요인에 미치는 효과를 분석하고 코로나 대유행시기에서 신체활동 치유 프로그램을 활용한 VR 기반 치유농업과 같은 미래지향적 연구에 기초자료를 제공하고 자 한다.

색에 사용한 검색어는 virtual reality, care, therapy, healing, exercise 및 physical activity로 하였다. 색출된 논문은 중복되는 연구를 배제하고, 선정기준과 배제기준을 충족하는 논문으로 선정한 결과 최종적으로 18편의 논문을 대상으로 선정하였으며, 본 연구의 분석 대상 연구들에 대한 정보는 저자, 연도, 국가, 분석 대상, 측정변수, 중재 방법, 결과 순으로 정리하여 제시하였다(Table 1).

2. 문헌 선정 및 제외 기준

체계적 고찰을 위해서 제목과 본문에 키워드가 포함된 국내외 학술지 논문 318편 중 중복된 논문을 배제하였으며, 원문 수집이 가능한 논문은 132편이었다. 이렇게 선별된 논문은 4명의 연구자가 논문의 제목, 초록 및 본문 내용이 본 연구의 목적에 부합되는지 검토하였다. Park et al.(2018)의 선행연구를 기반으로 다음과 같이 문헌선정 및 제외기준을 적용하였다. 1) 연구대상(Participants)은 성인을 대상으로 하였으며, 2) 중재(Intervention)는 VR을 활용한 신체활동 프로그램으로 하였고, 4) 중재결과(Outcome)는 체력요인으로 하였다. 5) 연구유형(Study designs)은 임상 실험 논문(randomized controlled trial; RCT)만을 포함하였고 실험 설계가 아닌 연구(포스터, 체계적 고찰 및 메타분석을 사용한 연구 등)는 제외하였다(Figure 1).

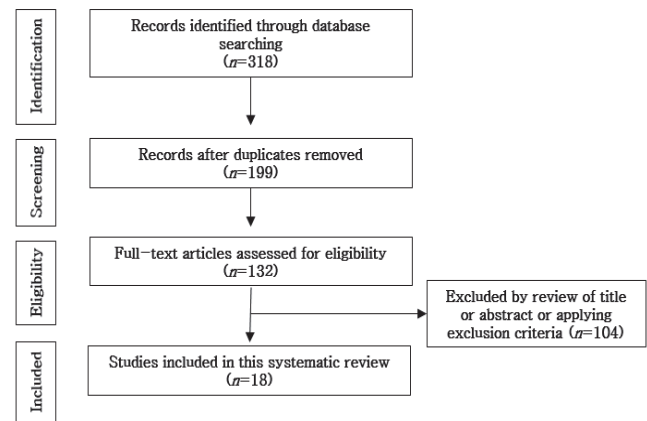


Figure 1. Flow Diagram of Search Process

II. 연구방법

1. 연구대상 및 자료수집절차

본 연구는 가상현실을 활용한 신체활동 치유 프로그램이 체력 요인에 미치는 효과를 분석하기 위해 RISS와 Pubmed 데이터베이스를 사용하여 국내외 학술지에 2008년부터 2021년까지 게재된 문헌을 고찰하였다. 문헌 검

Table 1. Characteristics of included studies

Authors	Year	Country	Participants		Outcome measures	Intervention	Findings	
			N	Age and Gender condition				
Lee and Lee.	2021	Korea	20	CG : 55.1±10.41, M(<i>n</i> =9), F(<i>n</i> =1) EG : 53.7±6.55, M(<i>n</i> =4), F(<i>n</i> =6)	Thoracic Spine Injury, lumbar Spine Injury	Force Sensitive Application, limit of stability, center of pressure	VR exercise game (30 min, 3 days/week, 8 weeks)	VR exercise improved the force sensitive application and limit of stability of spinal cord injury patients.
Ko et al.	2020	Korea	10	28.50±6.11	Adults	Range of motion, rating of perceived exertion of the ankle, electroencephalogram of concentration	VR ski exercise game (1 min, RPE 2, Acute exercise)	VR exercise improved range of motion of the ankle than non-VR exercise.
Ahmed et al.	2020	USA	24	CG : M(<i>n</i> =4), F(<i>n</i> =3) EG : M(<i>n</i> =11), F(<i>n</i> =6)	Adults	blood pressure, norepinephrine and heart rate variability	VR cycling exercise (15 min, 9-10 MPH, Acute exercise)	Heart rate variability measured during virtual exercise was comparable to actual cycling in participants that engaged in moderate exercise.
Tejera et al.	2020	Spain	44	18-65 years	Patients with non-specific chronic neck pain	Visual Analogue Scale, pain intensity, range of motion, neck disability, pain catastrophizing	VR treatment exercise (2 days/week, 4 weeks, 3 set)	VR exercise improved pain intensity, rotation range of motion, neck disability Index, and left side pressure pain threshold.
Hong et al.	2020	Korea	20	M : 22.4±3.9(<i>n</i> =10) F : 25.66±2.5(<i>n</i> =10)	Adults	Adhering four surface electrodes(biceps brachii, triceps brachii, brachioradialis muscle, extensor carpi radialis longus muscle)	VR dumbbell curl (1RM 70%, 10 rep, Acute exercise)	Males showed high muscle activity in the Biceps Brachii under virtual reality. In the virtual environment, females had the high muscle activity in the unfavorable color in the eccentric contraction.
Lee et al.	2020	Korea	9	CG : 29.20±6.53 (<i>n</i> =4) EG : 33.50±5.51 (<i>n</i> =5)	Intellectual disabilities	Health-related physical fitness, metabolic syndrome factors	VR cycling exercise (40-60% VO ₂ max, 40 min, 3 days/week, 12 weeks)	VR exercise improved health-related physical fitness, metabolic risk factors, and mental health level.
van der Kolk et al.	2019	Netherlands	125	30-75 years	Patients with mild Parkinson's disease	Unified Parkinson's Disease Rating Scale, mini-balance evaluation systems, timed up and go, 6 min walk, pegboard finger tapping, fall frequency, Parkinson's disease questionnaire-39, cardiovascular fitness	VR cycling exercise (50-70% to 80% HRR, 30 min, 3 days/week, 6 months)	VR cycling exercise improved unified Parkinson's disease rating scale motor score and VO ₂ max.
Perrin et al.	2019	France	9	27±5 years	Adult	Heart rate, energy expenditure	VR bow shooting exercise game with HMD and wrist-worn weights (2.5% of body weight, 15 min, acute exercise)	VR bow shooting game adding wrist-worn weights was effective to increase energy expenditure.
Baek et al.	2019	Korea	61	20's	University students	Proprioception, range of motion of ankle muscle strength, agility, balance	VR-HMD and unstable exercise (30min, 3 days/week, 3 weeks)	VR-HMD and unstable exercise improved proprioception, ankle range of motion, ankle muscle strength, agility, and balance.

Authors	Year	Country	Participants		Outcome measures	Intervention	Findings
			N	Age and Gender			
Song et al.	2019	Korea	11	M : 21.00±1.13 (n=4) F : 20.00±2.71 (n=7)	Electromyograph of internal oblique, multifidus	VR trunk core muscle exercise (3 min, acute exercise)	VR exercise improved muscle activation of multifidus and internal oblique.
Kim, J. H.	2018	Korea	24	CG : 57.23±14.63 EG : 50.91±9.57 M(n=15), F(n=9)	Fugl-Meyer Assessment, Manual Function Test, Stroke Impact Scale	VR exercise game (30 min, 5 days/week, 12weeks)	VR exercise improved their daily living activities.
Choi et al.	2018	Korea	12	20's	Energy expenditure, velocity	VR walk exercise (5 min, acute exercise)	In energy expenditure and velocity, VR walk exercise was higher than walking while watching TV.
Yang and Park.	2018	Korea	15	22.20±1.90 M(n=7), F(n=8)	Functional reaching test, surface electro- myogram(erector spinae muscles, hamstring muscles, and gastrocnemius muscle)	VR exercise game on the balance ball (30 min, 3 days/week, 4 weeks)	VR exercise game on the balance ball improved the muscle activation of gastrocnemius muscle and functional reaching test.
Staden et al.	2017	UK	27	CG : 59±12.03, M(n=8), F(n=9) EG : 63±14.06, M(n=8), F(n=2)	Wolf Motor Function Test, nine-hole peg test, Motor Activity Log, Nottingham Extended Activities of Daily Living Scale	Low cost home-based VR exercise game (8 weeks)	VR exercise improved grip strength and two subscales of the final Motor Activity Log.
Nihan et al.	2017	Turkey	30	CG : 40.6±11.7, M(n=13), F(n=2) EG : 40.33±13.2, M(n=14), F(n=1)	Visual Analogue Scale, Neer and Hawkins test, Scapular Retraction Test, Scapular Assistance Test, Lateral Scapular Slide Test, Shoulder Pain and Disability Index	VR exercise game and resistance exercise of theraband (10 RM, 45 min, 2 days/week, 6 weeks)	VR exercise game and resistance exercise of theraband improved pain and function of shoulder.
Cho and Sohang	2014	Korea	46	CG : 57.7±9.5, M(n=13), F(n=10) EG : 60.8±6.9, M(n=15), F(n=8)	Muscle strength, balance, flexibility, skeletal muscle mass, body fat rate, arm and leg muscle mass, fatigue	VR exercise game (40 min, 3 days/week, 8 weeks)	VR exercise improved physical fitness, body composition, and fatigue.
Lim et al.	2013	Korea	18	CG : 20.6±0.5, M(n=2), F(n=4) Lumbar stabilization exercise : 20.5±0.5, M(n=2), F(n=4) VR exercise : 20.5±0.5, M(n=2), F(n=4)	Limit of stability	VR balance exercise game (30 min, 3 days/week, 4 weeks)	VR exercise improved balance ability(limit of stability).
Lee et al.	2011	Korea	8	49.13 years(Mean)	Static balance with close eyes	VR exercise game (45 min, 3 days/ week, 4 weeks)	VR exercise improved static balance ability.

CG; control group, EG; experimental group, M; male, F; female, RPE; rating of perceived exertion, MPH; mile per hour, RM; Repeated maximum, HRR; Heart rate reserve

III. 결과 및 고찰

1. 대상자

본 연구에서 선정한 연구 18편 중 피험자가 질병이 있는 경우는 8편으로 질병의 유형은 뇌졸중(2편), 파킨슨병(1편), 요통(1편), 신장질환(1편), 목통증환자(1편), 어깨장애(1편), 척추손상(1편)으로 나타났다(Table 2).

Table 2. Classification by diseases type

Diseases type	Frequency
Stroke	2
Parkinson's disease	1
Back pain	1
Intradialysis	1
Non-specific chronic neck pain	1
Subacromial impingement syndrome	1
Spinal cord injury	1

Kim(2018)과 Standen et al.(2017)은 VR 신체활동 프로그램이 뇌졸중 환자의 악력과 일상생활능력 및 운동 기능 개선에 효과적이라고 보고하였으며, Van der Kolk et al.(2019)은 VR을 활용한 자전거 운동이 파킨슨병과 파킨슨 환자의 심폐능력에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였다. 이는 가상현실 기반 신체활동 치유 프로그램이 뇌졸중(Kim et al., 2013; Yamato et al., 2016)과 파킨슨병(Griffin et al., 2011) 등의 재활 분야에 효과적이라는 연구와 맥락을 같이한다. 또한, VR을 활용한 신체활동은 관절 가동범위 회복이 필요한 목통증 환자(Tejera et al., 2020)와 어깨충돌증후군 환자(Nihan et al., 2017)에게 효과적이며, 더불어 통증을 감소시킬 수 있다. 이러한 가상현실 기반 신체활동 치유 프로그램은 체력적 요소와 정서적 요소의 개선을 통해 균형능력, 보행능력 뿐만 아니라 일상생활 수행능력 개선에 효과적이라는 많은 보고가 있다(Liorens et al., 2015; Piron et al., 2008). 본 연구 분석결과에서도 VR을 활용한 운동을 통해 척추손상환자(Lee and Lee, 2021)와 만성요통 환자(Lee et al., 2011)의 균형능력을 향상시킬 수 있으며, 신장질환 환자의 신체적 기능과 신체조성 및 피로도에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다(Cho and Sohng, 2014). 그러나 지속적이고 반복적인 재활 치료를 수행하여야 하는 환자를 위한 치유 프로그램의 흥미도가 낮은 경우 몰입도가 낮다(Kim, 2015)는 보고도 있었다. 따라서 재활 활동 참여를 위한 전략으로 가상현실을 활용한 신체활동 치유 프로그램은 사용자의 수준에 맞춰 난

이도를 설정하고, 흥미를 유발하면 활용도가 높을 것으로 판단된다(Park et al., 2018).

2. 신체활동 치유 프로그램

본 연구에서 선정한 연구를 신체활동 치유 프로그램의 운동기간별로 분석한 결과, 신체활동 치유 프로그램을 1회만 수행한 연구 6편을 포함하여 1개월 이하로 수행한 연구는 11편이었으며, 신체활동 강도를 명확하게 제시하지 않은 연구는 14편이었다. 또한, 신체활동의 목적에 적합한 형태로 특성화하여 적용하지 않고, 게임을 활용하여 단순 적용한 연구는 9편이었다. VR을 활용한 신체활동 프로그램은 성인의 근력(Song et al., 2019), 보행능력(Choi et al., 2018), 균형능력(Lim et al., 2013), 기능성 체력(Yang and Park, 2018) 등이 개선되었다고 보고하였다. 그러나 개인의 건강상태, 신체능력, 연령이나 신체활동의 목적에 따라 가상현실 신체활동 치유 프로그램을 얼마나 자주(frequency), 얼마나 힘들게(intensity), 얼마동안(time), 어떤 유형(type)으로 하여야 목표달성을 이룰 수 있는지에 대한 자세한 계획은 충족시키지 못하고 있다(ACSM, 2018). 이에 다양한 유형의 신체활동 치유 프로그램과 측정도구 및 피드백을 개발 적용한다면 신체활동 치유 프로그램의 효과가 배가될 것으로 전망된다.

3. 건강체력 요인

본 연구에서 선정한 연구를 체력 요인별로 분석한 결과, 균형능력(7편), 근력(7편), 관절가동범위(6편), 에너지 소비량(4편), 운동성(4편)으로 나타났다(Table 3).

Table 3. Classification by physiological factors

Physiological factors	Frequency
Balance ability	7
Muscle strength	7
Range of motion	6
Energy expenditure	4
Motility	4
Walk ability	3
Cardiovascular function	2
Activities of Daily Living	2

가상현실 기반 신체활동 치유 프로그램은 뇌졸중, 파킨슨병, 신장질환 환자 등 다양한 장애를 가진 대상자의 체력적 수준과 정서적 수준 및 인지적 수준에 맞추어 수

행할 수 있기 때문에 일상생활 수행능력을 개선시킬 수 있다(Park et al., 2019). 또한, 펜싱, 축구, 볼링, 탁구, 테니스, 권투 등 다양한 종류의 운동 종목을 활용하면 지루함을 감소시킬 수 있어서 운동을 지속적으로 수행하는데 적합하다(Ju, 2020; Kim et al., 2010). 본 연구에서 선정한 연구에서도 사이클, 양궁 등 다양한 종목을 활용하는 것으로 나타났다. 이러한 VR 신체활동 치유프로그램을 통해 지구력, 근력, 균형능력, 보행능력과 같은 신체 기능 향상을 통해 뇌신경 손상으로 인한 신체마비나 장애가 있는 환자에게 일상생활로의 복귀에 도움이 된다(Duncan et al., 2002). 본 연구에서도 VR을 활용한 운동을 통해 건강한 성인(Baek et al., 2019; Lim et al., 2013; Yang and Park, 2018)은 물론 파킨슨병(van der Kolk et al., 2019), 척추손상환자(Lee and Lee, 2021), 요통환자(Lee et al., 2011) 및 신장질환환자(Cho and Sohng, 2014)의 균형능력을 향상시키는 것으로 나타났다. 또한, 건강한 성인의 상지(Hong et al., 2020)와 하지(Song et al., 2019) 뿐만 아니라 척추세움근(Song et al., 2019)의 근력 향상에도 효과적인 것으로 나타났으며, 지적 장애인의 약력과 배근력 등 근력 향상에도 효과적인 것으로 나타났다(Lee et al., 2020). 특히, 재활에서 근력과 함께 중요한 요소인 관절 가동범위의 회복적인 측면에서도 목통증환자의 목 관절 가동범위(Tejera et al., 2020)와 어깨 충돌증후군의 어깨 가동범위에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 뇌졸중 환자의 운동성(Standen et al., 2017)과 일상생활 능력(Kim, 2018)을 개선시켜 일상생활로의 복귀를 돕는 것으로 나타났다.

최근에는 과학기술의 발달로 환자의 신체를 인식하고 가상의 물체와 대상자의 신체 접촉 등 운동학적 측정을 통해 대상자의 신체와 위치정보를 분석하여 난이도를 결정할 수 있다. 더불어 신체활동이 어려운 환자의 체력적 특성을 반영한 프로그램을 단일 관절과 다관절 및 전체적인 몸의 동적 움직임으로 제공할 뿐만 아니라 운동에 대한 정서적인 두려움을 불식시켜 줄 수 있어 더욱 효과적인 것으로 나타났다(Kim et al., 2014).

IV. 결론 및 제언

본 연구는 성인의 체력요인을 대상으로 VR을 활용한 신체활동 프로그램을 중재한 임상 실험 논문 18편의 체계적 고찰을 통해 가상현실 기반 신체활동 치유 프로그램이 체력 요인에 미치는 효과를 분석한 결과를 토대로 다음과 같이 요약하였다.

첫째, 가상현실을 활용한 신체활동 치유 프로그램은

사용자의 수준에 맞춰 난이도를 설정할 수 있으며, 흥미를 유발할 수 있다.

둘째, 가상현실을 활용한 신체활동 치유 프로그램은 체력적 수준과 정서적 수준 및 인지적 수준에 맞춰 수행할 수 있어 균형능력, 근력, 보행능력, 관절가동범위 등 체력 요인의 개선에 효과적이다.

셋째, 가상현실을 활용한 신체활동 치유 프로그램은 다양성이 부족하며, 대상자를 고려한 특성화된 프로그램이 필요한 실정이다.

따라서 가상현실 기반 신체활동 치유 프로그램은 1) 다양한 대상자에게 각각의 특성에 적합한 운동 유형으로 적용되어야 하며, 2) 가상현실 신체활동에 대한 과학적인 측정과 피드백을 통해 효과를 객관적으로 검증할 수 있는 연구로 계획되어야 할 것이다. 3) 더불어 대상자의 개별성을 고려하여 신체활동 치유 프로그램을 구성한다면 건강 증진 효과를 배가할 수 있을 것으로 전망된다.

본 연구는 데이터 베이스를 이용한 검색을 통해 선정 기준에 적합한 논문을 선정하여 논문 편수가 적어 메타 분석을 시행하지 못한 제한점이 있다. 차후에는 이러한 제한점을 보완한 후속연구를 기대한다.

본 연구는 농촌진흥청 원예특작과학원 농업정책지원 기술개발 사업의 지원을 받아 수행되었음
(과제번호: PJ0161122022, 과제명: 가상 치유농장 재현·체험 기술 개발)

References

1. Ahmed, S., Safdar, M., Morton, C., Soave, N., Patel, R., Castillo, K., ... and Wessells, R., 2020, Effect of virtual reality-simulated exercise on sympathovagal balance. PloS one, 15(7): e0235792.
2. American College of Sports Medicine, 2018, ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins, Seoul: Hanmi Medical Publishing, 151-157.
3. Baek, J. S., Kim, Y. J., Kim, H. J., Park, J. H., Lee, N. R., Lee, B. R., ... and Kim, M. H., 2019, The effect of unstable supporting exercise in young adults with functional ankle instability when training with a virtual reality-head mounted display system. PNF and Movement,

- 17(1): 81-92 (in Korean).
4. Cho, H., and Sohng, K. Y., 2014, The effect of a virtual reality exercise program on physical fitness, body composition, and fatigue in hemodialysis patients. *Journal of physical therapy science*, 26(10): 1661-1665.
 5. Choi, H. J., Cha, H. J., and Choi, S. M., 2018, VR skywalking: A VR fitness system using a skywalker equipment. *Proceedings of HCI Korea*, 280-283 (in Korean).
 6. Depledge, M. H., Stone, R. J. and Bird, W. J., 2011, Can natural and virtual environments be used to promote improved human health and wellbeing?. *Environmental Science and Technology*, 45(11): 4660-4665.
 7. Duncan, P. W., Horner, R. D., Reker, D. M., Samsa, G. P., Hoening, H., Hamilton, B., and Dudley, T. K., 2002, Adherence to postacute rehabilitation guidelines is associated with functional recovery in stroke. *Stroke*, 33: 167-178.
 8. Griffin, H., Greenlaw, R., Limousin, P., Bhatia, K., Quinn, K., and Jahanshahi, M., 2011, The effect of real and virtual visualcues on walking in Parkinsons disease. *Journal of Neurology*, 258: 991-1000.
 9. Hong, A. R., Kim, J. J., and So, J. M., 2020, Biomechanical validation about dumbbell curl exercise effects of virtual environment. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 30(1): 111-119 (in Korean).
 10. Jee, Y. S., 2020, Physical exercise for strengthening innate immunity during COVID-19 pandemic: 4th series of scientific evidence. *Journal of exercise rehabilitation*, 16(5): 383.
 11. Ju, Y. M., 2020, Systematic review of virtual reality based rehabilitation for dementia. *The Journal of Korean Society of Cognitive Rehabilitation*, 9: 61-80 (in Korean).
 12. Kang, B. K., and Park, S. J., 2020, An analysis of the difference between mental health and life satisfaction by participation of badminton clubs by Corona 19. *Journal of the Korean society for Wellness*, 15(4): 579-588 (in Korean).
 13. Kim, E. J., Hwang, B. Y., and Kim, M. S., 2010, The effect of a virtual reality program on static balance control and fall efficacy of elderly people. *Journal of the Korean Gerontological Society*, 30: 1107-1116 (in Korean).
 14. Kim, E. K., Kang, J. H., and Lee, H. M., 2010, Effects of virtual reality based game on balance and upper extremity function in chronic stroke patients. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, 49: 131-149 (in Korean).
 15. Kim, J. H., 2018, Effects of a virtual reality video game exercise program on upper extremity function and daily living activities in stroke patients. *Journal of physical therapy science*, 30(12): 1408-1411 (in Korean).
 16. Kim, S. H, Kim. H. G., and Lee, J. H., 2013, Effect of virtual reality based exercise program on the upper extremity function and activities of daily living in stroke patients. *Journal of Rehabilitation Research*, 17: 373-391.
 17. Kim, Y. G., 2015, The effect on Korean virtual reality rehabilitation system (VREHAT) in balance, upper extremity function and activities of daily living (ADL) in brain injury. *Journal of Rehabilitation Research*, 19: 257-276.
 18. Kim, Y. G., and Kang, S. H., 2014, The effect of virtual reality-based exercise program on balance, gait, and falls efficacy in patients with parkinson's disease. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 14(4): 103-113.
 19. Ko, J., Jang, S. W., Lee, H. T., Yun, H. K., and Kim, Y. S., 2020, Effects of virtual reality and non-virtual reality exercises on the exercise capacity and concentration of users in a ski exergame: Comparative Study. *JMIR Serious Games*, 8(4): e16693.8.
 20. Koo, H. D., Kim, S. J., Bae, S. J., and Kim, D. S., 2022, Demand analysis of agro-healing virtual reality therapy system factors considering the characteristics of respondents. *Journal of Korean Society of Rural Planning*, 28(1): 1-15 (in Korean).
 21. Lee, K. H., Kim, J. Y., and Yoo, J. H., 2020, The analysis of the health related physical fitness and mental health in individuals with intellectual disabilities on virtual reality exercise program by game bike -a pilot study. *Journal of the Korean Entertainment Industry Association*, 14(2): 119-129 (in Korean).
 22. Lee, K. S., Heo, S. J., Hyun, G. S., Park, S. K., Cha, J. Y., and Jee, Y. S., 2021, Elbow plank exercise improves immunocyte function and physical fitness in an elderly male: a case study. *J. Mens Health*, 2021: 1-8.
 23. Lee, M. J., and Lee, S. M., 2021, The effect of virtual reality exercise program on sitting balance ability of

- spinal cord injury patients. In *Healthcare*, 9(2): 183.
24. Lee, S. H., Ko, D. S., and Jung, D. I., 2011, A change in the physical and psychological functions of virtual reality environmental training of industrial clients with chronic lower back pain. *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 19(3): 89-100 (in Korean).
 25. Lee, Y. B., Yun, S. M., Jung, M. G., Lim, D. H., Hwang, E. J., Lee, D. T., and Lim, S. C., 2019, Analysis of energy expenditure of virtual reality in the use of physical education class. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 9(6): 221-230 (in Korean).
 26. Lim G. Y., Jeong, E. Y., Lee, S., Moon, S. Y., and Lee, H. M., 2013, Effect of lumbar stabilization exercise and virtual reality program on the ability of the balance in 20s adult. *JKSHS*, 10(1): 19-26 (in Korean).
 27. Lloréns, R., Noé, E., Colomer, C., and Alcañiz, M., 2015., Effectiveness, usability, and cost-benefit of a virtual reality-based telerehabilitation program for balance recovery after stroke: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96: 418-425.
 28. Park, D. S., Shin, G. I., Woo, Y. S., and Park, H. Y., 2018, A study on the effectiveness of rehabilitation by virtual reality program: systematic review. *Journal of Rehabilitation Research* 22: 209-224 (in Korean).
 29. Park, S. A., and Kim, H. Y., 2019, Effects of virtual reality program on recovery of functional in individuals stroke: a systematic review and meta analysis. *Journal of Digital Convergence*, 17: 235-247 (in Korean).
 30. Park, S. K., Lee, K. S., Heo, S. J., and Jee, Y. S., 2021a, Effects of high intensity plank exercise on physical fitness and immunocyte function in a middle-aged man: a case report. *Medicina*, 57(8): 845.
 31. Park, S. K., Tomita, Shigeru., Oh, Y. J., Kim, D. S., and Lee, W. L., 2021b, The differences and activation of physical activity therapy program in urban-rural region before and after COVID-19 -focused on Gimcheon, Jeongeup, and Pyeongtaek-. *Journal of Korean Society of Rural Planning*, 27(4): 25-32 (in Korean).
 32. Pekyavas, N. O., and Ergun, N., 2017, Comparison of virtual reality exergaming and home exercise programs in patients with subacromial impingement syndrome and scapular dyskinesis: Short term effect. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 51(3): 238-242.
 33. Perrin, T., Faure, C., Nay, K., Cattozzo, G., Sorel, A., Kulpa, R., and Kerhervé, H. A., 2019, Virtual reality gaming elevates heart rate but not energy expenditure compared to conventional exercise in adult males. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22): 4406.
 34. Piron, L., Turolla, A., Tonin, P., Piccione, F., Lain, L., and Dam, M., 2008, Satisfaction with care in post-stroke patients undergoing a telerehabilitation programme at home. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 14: 257-260.
 35. Song, K. S., Kim, D. S., Lee, H. J., and Tae, K. S., 2019, Development and evaluation of virtual reality exercise system based on EMG feedback for trunk core muscle activity. *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology*, 13: 326-332 (in Korean).
 36. Tejera, D.M., Beltran-Alacreu, H., Cano-de-la-Cuerda, R., Leon Hernández, J. V., Martín-Pintado-Zugasti, A., Calvo-Lobo, C., ... and Fernández-Carnero, J., 2020, Effects of virtual reality versus exercise on pain, functional, somatosensory and psychosocial outcomes in patients with non-specific chronic neck pain: a randomized clinical trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16): 5950.
 37. van der Kolk, N. M., de Vries, N. M., Kessels, R. P., Joosten, H., Zwinderman, A. H., Post, B., and Bloem, B. R., 2019, Effectiveness of home-based and remotely supervised aerobic exercise in Parkinson's disease: a double-blind, randomised controlled trial. *The Lancet Neurology*, 18(11): 998-1008.
 38. Weiss, P. L., and Katz, N., 2004, The potential of virtual reality for rehabilitation. *J Rehabil Res Dev*, 41(5): 7-10.
 39. Yamato, T., Pompeu, J. E., Pompeu, S. M. A. A., and Hassett, L., 2016, Virtual reality for stroke rehabilitation. *Physical therapy*, 96: 1508-1513.
 40. Yang, B. I., and Park, H. K., 2018, Effect of theratainmental virtual reality program training on muscle activity and balance ability. *JKEIA*, 12(7): 329-337 (in Korean).

-
- Received 16 March 2022
 - First Revised 15 April 2022
 - Accepted 20 April 2022