Journal of Oil & Applied Science
Vol. 35, No. 3. September, 2018. 886~904
ISSN 1225-9098 (Print)
ISSN 2288-1069 (Online)
http://dx.doi.org/10.12925/jkocs.2018.35.3.886



# 3D 가상현실 심상운동 프로그램 효과 및 노인체육 적용가능성에 대한 문헌고찰연구: 체화된 인지접근

문경지* · 한경훈†

부산대학교 스포츠과학부

(2018년 8월 20일 접수: 2018년 9월 18일 수정: 2018년 9월 22일 채택)

# Review on the Articles of the Effect of Image Training Program with 3D Virtual Reality and Use for Physical Activity of Older Adults: Based on the Embodied Cognition

Kyung-Ji. Moon* · Kyung-Hun. Han†

*Division of Sport Science, Pusan National University, Busan, Korea*

*(Received August 20, 2018; Revised September 18, 2018; Accepted September 22, 2018)*

**요 약** : 3D 가상현실은 이미 여러 스포츠 분야에서 사용되고 있으며 특히 엘리트운동 선수들의 훈련 등에 적극 활용되고 있다. 주로 심상훈련 효용성을 극대화하기 위해 활용되고 있으며, 이에 따라 3D 가상현실 기술을 기반으로 심상훈련의 가능성, 유용성, 적합성이 여러 연구를 통해 입증되었다. 그러나 최근에는 가상현실에서의 운동이 더 이상 엘리트 운동선수들의 훈련에만 활용되는 것이 아니라 사회체육 등에 활발히 활용되는 추세에 있다. 3D 가상현실에서의 운동의 장점은 안정성이 높으며 외부환경에 대한 제한이 적다는 것이다. 이러한 장점을 고려할 때 이는 노인체육에 잘 활용될 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 노인을 위한 가상현실 기반 심상훈련의 활성화를 위해 국내·외 가상현실 관련 연구들이 어떠한 방법으로 연구되었으며 어떤 결과를 도출하였는지 면밀히 고찰하였다. 더불어 본 연구에서는 이러한 선행연구의 결과를 종합하여 추후 가상현실 연구의 활성화를 위한 방향과 후속 연구 과제를 위해 3D 가상현실 심상훈련의 간학문적 접근, 노인의 특성 및 지원요구를 고려한 지원, 습득된 기술의 일반화 및 유지 방안을 고려한 접근 필요성에 대해 제언을 제시하였다.

*주제어 : 3D 가상현실, 심상훈련, 노인, 인지기능, 정서기능*

**Abstract** : The 3D(dimension) vritual reality(VR) has already been used in various sports fields, especially in the training of elite athletes. It is mainly used to maximize the effectiveness of image training, and the use of VR-based image training has received special attention as evidence-based pratices for its feasibility, practicality, and appropriateness. However, in recent years, the use of VR is no longer used only for the training of elite athletes, but is widely used in social sports. This is

†Corresponding author
(E-mail: franzhan@pusan.ac.kr)

because, the advantage of exercise in VR is that it is highly stable and has fewer restrictions from the external environment. Considering these advantages, it can be used for the elderly physical activity. This study identifies and reviews studies applying VR-based image training. Several recommendations for the future study on VR-based image training for the older such as interdisciplinary approach to VR-based image training, support needs regarding characteristics of the older, and generalization and maintenance of acquired technology were discussed.

*Keywords : 3D Virtual Reality, Image Training, the Older Health, Recognition Function, Emotion Function*

## 1. 서 론

최근 3D(dimension) 가상현실 구현기술 발달로 인하여 관련 엔터테인먼트 콘텐츠가 다양해지고 향상되었다. 가상현실이란 가상의 3차원 공간에서 사용자가 목적에 맞는 다양한 활동을 실시하며[1], 인간과 기계간의 상호작용을 통해 프로그램이 진행되어 사용자에게 심리적 몰입감을 유도하는 것을 의미한다[2]. 가상현실은 모니터나 프로그램등과 같은 장비가 가상 환경을 형성하는 시·청각 정보를 제공하기 때문에 사용자들이 조이스틱이나, 키보드를 사용하여 쉽게 가상 환경과 상호작용을 할 수 있다[3]. 3D 가상현실은 가상현실 속에서 사용자 조절이 가능한 심상을 제시하는 경우 심상훈련의 몰입감을 증진시킬 수 있으며, 사용자 접근성이 유용하여 보편화 가능이 높고 비용도 기존 프로그램에 비해 저렴하며 참여자들의 흥미와 동기를 더 잘 유발시킬 수 있다.

기존 2D에 비해 3D 가상현실 콘텐츠의 높은 몰입감은 사용자들의 가상현실 콘텐츠 사용의 동기를 더 잘 유발시킨다[4]. 현재 가상현실 콘텐츠는 높은 몰입감을 유도하기 위해 사용자가 제공된 화면만을 둘러보는 관람형 콘텐츠를 넘어서 콘텐츠와 상호작용이 가능한 상호작용 가상환경 게임 콘텐츠가 활발히 개발, 출시되고 있다[4]. 현재 사용되는 약 40가지의 가상현실 콘텐츠를 조사한 결과 가상환경과 상호작용을 할 수 있는 가상현실 게임 콘텐츠가 가장 많이 사용되고 있다[4]. 이러한 3D 가상현실 콘텐츠의 강점을 잘 활용하여 사용하고 있는 분야 중 하나는 스포츠이다. 현재 2018년 평창 동계올림픽에서는 머리착용 디스플레이(HMD, Head-Mounted Display)를 통한 가상현실 관람형 콘텐츠를 활용하여 현장감을 극대화 시키며, 가상현실 상호작용 콘텐츠의 높은 몰입감을 활용하여 스키점프, 스노우보드, 봅슬레이 등 가상현실 체험기기를 개발하여 함께 즐기는 동계올림픽을 시행하고 있다.

스포츠분야에서는 3D 가상현실을 흥미를 경험하는 엔터테인먼트 수준을 넘어 엘리트 운동선수들의 훈련을 보다 과학적으로 하기 위해 적용하고 있다[5-8]. 또한 김진욱은 스포츠 과학화의 핵심 역할은 몰입형 디스플레이, 상호작용 기술, 가상 코칭 콘텐츠 등의 가상현실의 주요 기술들이라 하고, 실제 양궁선수들은 무선 심박 측정기를 착용한 3D 가상현실 훈련시스템을 활용하고 있다고 주장한다[9]. 최근 들어 관련분야 연구 및 활용이 종종 이뤄지는 추세에 있는데, 양대중, 박승규, 엄요한은 축구선수들의 균형 능력과 점프 수행력을 향상시키는데 있어 일반 트레드밀 훈련에 비해 가상현실을 기반으로 한 신경근 자세조절 융합 훈련의 효과가 더 높다고 보고하였으며[6], Bolte 등은 가상현실을 기반으로 한 핸드볼 시스템은 핸드볼 골키퍼의 지각-운동 능력을 평가하는데 유용하며 이러한 골키퍼 훈련 및 분석 시스템은 골키퍼들의 자연스러운 움직임을 제한하지 않으면서 공에 더 잘 반응할 수 있게 한다고 보고했다[5].

가상현실은 스포츠 산업 발전과 더불어 엘리트 운동선수뿐만 아니라 생활체육에 점진적으로 활성화 되고 있다. 가상현실에서 스포츠는 사용자 개인에 맞는 운동 부하를 설정할 수 있으며 사용자의 움직임에 반응하기 때문에 체감을 통한 몰입이 높다[10]. 모션 플랫폼 하드웨어와 제어 기술을 융합한 닌텐도 Wii[1]의 모션 기반 스포츠 게임은 대표적인 모션 기반 가상현실 스포츠이며

1) 2006년 닌텐도(Nintendo)사에서 제작한 게임으로 사용자의 움직임을 감지할 수 있는 컨트롤러를 사용하는 체감형 게임기이다[85].

스크린 골프는 가상현실 스포츠의 가장 대중화된 예이다[10]. 이러한 가상현실 스포츠 프로그램이 가상환경에서 실시간으로 운동 피드백을 주기 때문에 몰입감이 높고 기존 운동 장비와 동일한 신체 근육의 움직임을 활성화하기 때문에 실질적인 운동 효과를 기대할 수 있다[10]. 또한 가상현실 기술을 기반으로 체감형 스포츠 시뮬레이터를 사용한 스노우보드 시뮬레이터를 개발하여 가상 코칭을 통한 초보자들의 기초기술 습득에 필요한 스포츠 훈련환경이 제공되고 있다[11]. 이러한 가상현실 스포츠의 발달은 경제적 시간적 제약을 덜 받기 때문에 바쁜 현대인들의 여가생활을 활성화 시킬 수 있으며, 환경적인 제약을 받는 동계스포츠 종목이나 부상위험이 높은 종목 훈련의 단점을 보완할 수 있다. 이 밖에도 모바일 가상현실 기술을 게임뿐만 아니라 교육적인 측면에 적용하여 동작 센서와 모바일 가상현실 기술을 결합한 태권도 대련 훈련 프로그램이 시범적으로 사용되고 있다[12].

스포츠에서 가상현실 활용은 가상현실 구현 기술이 단순히 스포츠 종목에 적용시키는 것이 아니라 스포츠의 본질을 정확하게 파악하고 실제 스포츠 현장에서는 실현하기 어려운 코칭 기술과 같은 여러 요소들에 가상현실기술의 장점을 활용하여야 한다[13]. 이는 생활체육에서도 마찬가지인데, 해외에서는 가상현실 프로그램을 기반으로 하여 일반인에 비해 신체적 활동의 제약이 있는 노인에게 적용하는 치료법이 개발되어 활용되고 있다[3, 14-17]. 노인들의 신체활동은 노인들의 저하된 신체 및 인지능력의 향상에 효과적이며, 이미 많은 선행연구에서 이러한 신체활동에 대한 효과와 그 중요성을 지속적으로 보고하고 있다[18-23].

현대 사회는 이미 노인의 수명 연장으로 인하여 노인 인구의 수가 증가하면서 고령화 사회로 접어들었다. 노화로 인한 인지적·신체적 변화와 관련된 질환들은 고령화 사회에서 나타나는 노인 문제 중 하나이다. 이러한 노화현상으로 인하여 노인들의 경우 신체활동에 제약을 받으며, 물리적·경제적 제한으로 인하여 다양한 스포츠 및 신체활동을 하는데 제한이 많다. 노인들은 저하된 신체적 능력과 근력 등으로 인하여 낙상을 겪으며 삶의 독립성을 잃게 되며, 이러한 현상은 운동 참여에 영향을 미칠 수 있다[15]. 또한 낙상을 경험한 노인은 신체활동 수준이 저하되며[24], 노인의 활동 저하와 관련된 낙상에 대한 두려움이 노인의 신체적 건강상태뿐만 아니라 사회적·정신적 건강 상태에도 영향을 미친다[16].

인구 고령화 사회에 돌입하면서 치매유병률이 높아지고 치매로 인하여 일상동작 수행에 장애를 받는 노인의 수가 많아진다[1]. 뇌졸중 환자들의 경우 운동기능뿐만 아니라 인지기능의 저하로 인하여 편측 무시증상이 발생하며 이는 운동기능이 정상적일지라도 장소 및 길을 인식하는데 있어 결함이 생겨 외부에서 사이클링 휠체어(cycling wheel chair)를 타는데 어려움을 겪는다고 한다[25]. 이러한 노화현상을 극복하기 위해 건강관련 전문가들은 노인들의 신체활동 증가를 권장하고 있으나, 앞서 설명하였듯이 노인들은 신체기능 저하로 인하여 신체활동의 제약을 갖는다. 최근들어 이러한 문제점을 극복하기 위해 가상현실을 기반으로 한 신체활동 활성화 프로그램이 활용되고 있다. 선행연구들에 따르면 가상현실 스포츠는 노인의 신체기능 향상에 정적 영향을 미친다고 보고한다[15, 17, 26, 27]. 이는 실제 스포츠 현장에서는 신체적 제약으로 인하여 격렬한 활동에 어려움을 겪는 노인들에게 가상현실 기술의 장점을 스포츠 장면에 적용시켜 가상현실 프로그램을 통해 실제 스포츠나 신체활동의 인지 및 신체 능력 향상과 동일한 효과를 볼 수 있다. 실제 가상현실 시스템에서 제공되는 정보는 심상훈련에 영향을 미치는 감각의 경험과 같은 요소들을 고려하였으며[28], 이를 바탕으로 가상현실 시스템의 효과는 심상훈련을 통해 검증될 수 있다.

심상훈련이란 체화된 인지 이론을 바탕으로 하여 신체가 아닌 심상을 통한 훈련으로 훈련효과를 유발하는 기법이며, 이는 인간이 모든 감각을 동원하여 과거의 경험을 떠 올리며 이러한 과거의 경험을 바탕으로 새로운 체험을 창조하여 뇌에 그려내는 것이다[29-32]. 체화된 인지 이론 및 접근은 21세기 초엽에 등장한 접근으로 그 개념이 아직까지는 통일되지 않았다. 다만 고전적인 인지이론이나 행동주의 이론에서 배제되었던 뇌의 역할을 포함하여 뇌-마음-몸의 관계를 설명한다는 것이다. Wilson은 체화된 인지는 상황지워진 인지, 시간 압력 하에 있는 인지, 인지적 정보처리 부담을 환경에 내려놓는 인지, 환경이 인지체계의 한 부분인 인지, 행위로서의 인지, 몸에 바탕을 둔 인지라는 여섯 개의 측면을 지니고 있다고 정의하였다[33]. 따라서 인간의 마음, 신체, 활동, 환경 인공물 사이의 관계성을 묻는 철학의 '체화된 인지' 틀은 인간의 마음과 인공물간의 상

호작용을 중점으로 하여 인간의 존재론적 재구성이 필요한 미래 시점에서의 미래학문과 기술의 개념적 재구성에 중요한 이론적 바탕을 제공할 것으로 여겨진다[34].

이러한 체화된 인지이론을 기반으로 한 심상훈련의 효과는 신체훈련과 유사한 효과를 보이는데, 이는 인간의 뇌가 실제 신체 훈련과 심상훈련을 구분하지 못하기 때문이다[30, 35, 36]. 또한 Nyberg 등은 심상훈련 시 이차시각피질의 활성화가 관찰되며, 심상훈련은 실제 신체 기능의 기술 습득을 촉진시킨다고 보고했다[37]. 이러한 심상훈련을 통한 이차시각피질의 활성화는 심상훈련 후 과제 수행과 관련된 시각 기억의 형성을 통해 이루어진다고 보고하였다[37]. 이러한 심상훈련과 신체 훈련간의 유사한 효과로 인하여 현재 많은 임상장면에서 노인이나 환자를 대상으로 신체적, 인지적 효과를 위해 심상훈련이 적용되고 있다[38-42]. 그러나 심상훈련은 내적 심상과 실제 이미지가 유사할수록 또 심상을 조정할 수 있을 때 효과가 나타나는데, 3D 가상현실은 이러한 문제를 쉽게 해결할 수 있어 심상훈련을 쉽게 실시할 수 있도록 하며 더 큰 효과를 볼 수 있게 한다는 장점을 가지고 있다[28].

따라서 본 연구에서는 선행연구 고찰을 통해서 3D 가상현실에서 적용되는 심상운동의 특성과 그 효과를 살펴보고자한다. 또한 3D 가상현실을 통한 운동의 생활체육 적용 및 노인에게 임상적 목적으로 적용될 때 운동으로서의 기능을 발휘하는지 등, 그 이점과 제한점을 그 동안 이루어진 선행연구 고찰을 통해 살펴보고자 한다. 본 연구에서는 단순한 3D 가상현실을 통한 심상운동의 효과 및 적용 가능성에 대한 고찰을 넘어서 이에 대한 인지적 기제를 잘 설명할 수 있는 체화된 인지이론을 살펴볼 것이다. 이 이론을 통해 인간이 인공물이나 심상에 대한 인지체화를 어떠한 기제를 가지고 설명하는지 살펴볼 것이며 이러한 과정에서 3D 가상현실이 주는 이점이 무엇이며 이러한 기술을 통해 심상을 구현하고 이 심상에 체화하여 운동을 하는 것이 얼마나 타당한지 살펴보고자 한다. 본 연구에서는 첫째, 스포츠분야에서 3D 가상현실 기술을 활용한 국·내외 선행연구들과 실제 적용 사례를 고찰하여 3D 가상현실 기술이 스포츠 실제와 연구가 어느 수준에 있는지 살펴볼 것이다. 둘째, 심상훈련의 활용 역시 엘리트 선수들의 훈련의 범위를 넘어서 노인의 생활체육에서의 적용이 어느 수준에서 이루어지며 이러한 훈련이 3D 가상현실에서 이루어졌을 때 어느 수준에서 발전 및 활용가능한지 살펴볼 것이다. 마지막으로 이러한 활용에 대한 이론적 근거가 될 체화된 인지이론을 제시하고, 이 이론을 통해 3D 가상현실에서의 심상운동 적용의 이론적 토대를 마련 하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1. 노인 스포츠와 가상현실

#### 2.1.1. 스포츠에서 가상현실 활용

가상현실 환경에서는 실제 환경에서 활용하기 힘든 다양한 실시간 동작 모니터, 즉각적인 시각 피드백 제공, 분석 기술 등이 적용될 수 있다. 엘리트 선수들의 경우 이러한 가상현실의 장점을 활용하여 운동기능 향상의 훈련방법으로 사용하고 있다[9, 28, 43]. 이와 관련하여 Düking 등은 선수들을 위한 가상현실 훈련은 다양한 시각적 환경을 제공하여 선수들이 여러 가지 스포츠 상황을 경험할 수 있으며 스키점프와 스카이 점프 등과 같이 실제 경기 상황을 기반으로 한 훈련량이 제한적인 스포츠 종목에 반복적인 훈련이 가능하도록 가상현실을 제공한다고 보고했다[44].

가상환경의 시각적 피드백은 참가자가 자신의 신체 상태에 대하여 실시간으로 관찰이 가능하게 하며, 이를 통해 운동기술에 대한 이해력과 주의력을 향상시킬 수 있다. 이러한 가상현실의 시각적 피드백은 엘리트 선수들뿐만 아니라 노인들의 운동기능 향상에도 정적인 영향을 미친다[15, 45, 46]. 실제 Bisson 등은 인지적 결함이 없고 독립적인 보행이 가능한 노인들을 대상으로 가상현실 훈련과 바이오피드백 훈련을 통하여 기능적 평형성, 가동성, 그리고 반응시간의 향상을 보고하였다[15]. 나이가 들수록 자세를 취하는데 더 많은 주의를 기울이기에 자세 조절의 자동화는 노인의 삶에 중요하며 이러한 자동화 현상은 시각적 바이오피드백과 가상현실 훈련을 통해 가능하다고 보고했다[15]. 이러한 결과는 가상현실이 3인칭 시점에서 시각적인 피드백을 통해 자신의 신체 상태를 실시간으로 확인할 수 있어 신체 상태에 대한 인식 과정이 보다 편리하게 진행될 수 있으며 주의력이 향상될 수 있을 것으로 예상된다.

이와 유사하게 가상현실에서 제공되는 시각적

피드백을 활용하여 선행연구에서는 노인들의 낙상방지를 위한 운동 프로그램으로 가상현실 콘텐츠의 효과를 보고했다[26, 27]. 송창호 등은 동기유발이 강한 가상현실의 특성을 바탕으로 가상현실 운동프로그램을 활용하여 노인의 낙상원인인 저하된 하지근력, 평형성, 그리고 보행능력의 향상을 보고하였다[26]. 또한 Lim 등은 현실 상황을 경험하면서 공간의 제약이 없는 가상현실의 특성을 바탕으로 노인들의 낙상방지를 위한 프로그램을 실시하였으며, 노인들의 향상된 무릎신장토크와 동적 평형성을 보고하였다[27]. 이를 바탕으로 가상현실을 통하여 낙상예방을 위한 운동프로그램이 노인들에게 실제 신체활동에서 낙상을 예방할 수 있도록 근력을 향상시키며 재활 프로그램으로서의 효과를 예상할 수 있다.

또한 가상현실을 바탕으로 운동기능 향상을 보고한 많은 연구들에서 가상현실 속 움직이는 자신의 신체를 관찰하며 직접 활동하는 치료개입을 사용하고 있다[17, 47, 48]. 이는 가상현실은 기존의 치료법에 비해 노인에게 안전성을 제공할 수 있으며 참가자 자신의 움직임을 통해 다루어지는 컴퓨터상의 움직임으로 가상환경이 형성되기 때문이다[3]. Liao 등은 파킨슨병 환자들의 근력, 감각통합능력, 그리고 보행능력의 향상을 위해 가상현실 기반의 운동프로그램을 실시하였다[17]. 그들의 연구에서 파킨슨병 환자들은 가상캐릭터와 접하면서 자신의 신체 움직임에 대한 시·청각 피드백을 바탕으로 다양한 운동 프로그램을 실시하였으며 이를 통해 향상된 근력, 감각통합능력, 그리고 보행능력을 보고하였다[17].

이러한 가상현실 운동프로그램은 실제 운동훈련에 비해 많은 시각적 피드백을 제공하며 장소의 제약을 받지 않아 안전성과 편리성이 높다는 장점을 가지고 있다. 또한 운동의 효과에 있어 지속적인 참여가 중요한데 이를 위한 동기와 흥미유발의 장점을 가지며[26, 49], 참가자들의 높은 몰입감을 유발할 수 있다[47]. 또한 가상현실은 콘텐츠의 다양성으로 환자 개인에 맞는 치료콘텐츠를 제공하여 치료에 대한 흥미를 유발할 수 있다.

이처럼 가상현실 운동프로그램은 인간의 신체적 측면에 있어 실제 운동프로그램과 유사한 효과가 있다고 보고한다. 또한 운동은 신체적 효과와 더불어 인지, 정서 기능을 포함한 심리적 기능의 향상에 긍정적 효과가 있다고 많은 선행연구들에 의해 보고되었다. 그렇다면 가상현실 운동프로그램이 인간의 인지·정서적 측면에 있어서도 운동과 유사한 효과를 나타낼 수 있을 것인가라는 의문이 제기되며 이와 관련된 선행연구들을 살펴볼 필요성이 있다.

#### 2.1.2. 인지·정서기능 증진을 위한 노인 운동과 가상현실

노인들의 저하된 인지기능 및 치매에 대한 스포츠와 신체활동의 효과는 많은 선행연구들에 의해 밝혀져 왔다[18, 21, 22, 23, 50]. 이러한 선행연구들을 기반으로 가상현실은 현재 노인의 신경 및 인지 장애를 진단하고 새로운 치료법을 제공하는 방법이 되었다[3]. 이는 가상현실이 환자들과 일상생활활동 간의 간격을 좁히며, 기존의 집행기능에 대한 지필평가와는 달리 실제 환경과 유사하기에 현실을 보다 잘 시뮬레이션하며 실시간으로 피드백을 얻을 수 있기 때문이다[2].

많은 선행연구에서 인지 및 정서기능 향상을 위한 치료법으로 가상현실을 활용하고 있으며[1, 16, 50, 51], 이는 가상현실이 실시간 시각적 피드백 제공이 가능하기 때문이다. 가상현실의 시각적 피드백은 보다 높은 이해력, 주의력, 그리고 몰입감을 유발할 수 있기에 인지 및 정서기능 향상에 효과적일 수 있다. 실제 김영근은 재활훈련용 가상현실시스템을 활용하여 뇌졸중환자의 일상생활활동뿐만 아니라 인지능력과 자아존중감의 향상을 보고하였다[51]. 그러나 가상훈련만 실시한 것이 아니라 보편적인 기능훈련도 함께 실시하였기에 가상훈련의 효과를 객관적으로 설명할 수 없다.

이와 관련하여 김민영 등은 가상현실 공간에서 조이스틱만을 사용하여 간단한 조작을 통한 인지기능향상을 보고했다[1]. 가상현실은 다양한 난이도를 설정할 수 있으며 이를 통해 사용자 개인에게 알맞은 수준 제공 및 흥미유발이 가능하다. 이를 바탕으로 김민영 등은 가상현실의 시각 및 청각의 강력한 감각 자극과 몰입감을 통하여 능동적인 인지활동을 실시하여 노인들의 주의력과 언어 기억력 향상에 대한 가상현실 프로그램의 효과를 보고하였다[1].

또한 가상현실은 다양한 환경 콘텐츠 실현이 가능하기에 심리적 치료에 사용될 수 있다[16, 50, 52, 53]. Giotakos 등은 노인들의 낙상에 대한 두려움을 줄이기 위한 방법으로 인지행동치료에 가상현실 프로그램을 적용한 치료법을 실시하여 낙상에 대한 두려움을 저하시키며 보행적응력

및 평형성 자신감을 향상시켰다고 보고하였다[16]. 이는 낙상에 대한 심리적 요소와 보행적응력과의 관련성을 바탕으로 가상현실의 환경 콘텐츠를 활용하여 보행현상의 지속적인 노출이 자신감과 적응력을 향상시킬 수 있었다고 볼 수 있다.

Moon 등은 스포츠 및 신체활동이 치매환자들의 신체 및 인지기능에 미치는 정적인 영향을 기반으로 운동·인지 훈련 과제로 구성이 된 인지재활가상현실프로그램을 치매환자들에게 적용하였다[50]. 연구결과 인지재활가상현실프로그램은 인지기능, 시지각, 평형성, 사지 근력, 우울증에서 모두 유의한 향상을 보였으며 특히 인지기능검사와 우울증에서 유의한 차이를 보였다고 보고하였다[50]. 또한 기존의 연구와는 달리 인지기능훈련뿐만 아니라 운동기능 훈련을 위한 가상현실 콘텐츠도 포함이 되었기에 더 높은 효과를 보였다고 주장한다[50]. 이는 다양한 콘텐츠를 실행할 수 있는 가상현실의 장점을 활용하여 인지 및 정서기능에서의 스포츠 활동의 효과 또한 반영하고 있다.

#### 2.1.3. 노인 가상현실 운동 프로그램 연구의 제한점

가상현실 프로그램은 실시간적인 시각적 피드백과 다양한 콘텐츠의 활용을 통하여 시간적·공간적 제약을 받지 않아 지속적이며 반복적으로 훈련을 실시할 수 있다. 가상현실은 몰입감을 유발하기에 적합한 프로그램이며, 가상현실의 몰입감과 감각피드백은 인지적 결함이 있는 환자의 주의력과 인지기능 향상을 기대해 볼 수 있다. 또한 조이스틱의 사용을 통해 참가자들의 가상현실과의 상호작용을 가능하게 하며 쉬운 사용법과 접근성을 제공할 수 있다[3]. 이러한 시스템은 일반인보다 이해력과 주의력이 부족할 수 있는 노인이나 환자의 신체기능 향상에도 도움이 될 것으로 사료된다.

그러나 신체기능 향상을 보고하는 가상현실 선행연구들에서는 실제 신체적 움직임을 유도하여 가상현실 프로그램을 실시하고 있다[15, 17, 26, 27]. 이는 신체적 활동의 제약을 받는 노인이나 환자의 경우 가상현실을 통한 활동적인 운동프로그램을 실제로 수행할 수 없기에 가상현실 프로그램의 효과를 제대로 나타낼 수 없으며 프로그램 적용에 제한이 따른다. 실제 활동만큼은 아니지만 가상현실 속 아바타의 활동의 관찰만을 통해 몰입감을 형성하여 가상현실 훈련의 효과를 검증할 수 있는지에 대한 연구가 미비한 실정이다. 또한 선행연구들에서는 신체적 움직임이 없이 가상환경에서의 스포츠 활동의 관찰만으로 인지 및 정서기능의 향상을 보고하지 못하고 있다.

실제 Giotakos 등은 가상현실형태의 인지행동전략을 사용하여 노인들의 낙상에 대한 두려움 저하 및 향상된 보행적응력과 평형성 자신감을 보고하였지만, 이는 압력 감지 신발과 HMD를 사용하여 트레드밀 위에서 자신에게 맞는 속도로 가상현실 공간에서 쇼핑을 하여 장애물을 피하는 과제를 실시하였다[16]. 이와 같은 연구결과는 실제 참가자의 신체활동이 진행되었기에 가상현실 프로그램의 인지 및 정서기능에 대한 독립적인 효과를 보고하기 어렵다.

따라서 신체적 제약이 있는 노인이나 환자들에게 3D 가상현실 프로그램의 신체활동 관찰만으로도 몰입이 형성되어 신체 및 인지기능 향상의 도구로 활용이 가능한지 살펴볼 필요가 있다. 이와 관련하여 많은 선행연구에서는 신체가 아닌 심상만을 활용하는 심상훈련을 통한 신체 및 인지기능 향상을 보고하고 있다[30, 35-42]. 심상훈련이란 인간이 실제 수행할 기술들을 시각화시키는 기법이다[28]. 빠른 지각적 조정과 판단 작용에 있어 효과적인 심상은 운동기술의 정교함이 높아지도록 도움을 주며 더 선명한 심상을 만들수록 더 효과적이다[28]. 이러한 심상을 더욱 정교하게 시각화시키는 것이 가상현실 시스템이다. 실제 3D 가상현실 기술은 심상훈련 효용성을 극대화하기 위해 활용되고 있으며, 인간의 심상은 스포츠 가상현실과 연관이 있다[28]. Düking 등은 가상현실 시스템이 경기 전 운동심상을 향상시킴으로써 워밍업 절차를 극대화시킬 수 있다고 주장한다[44]. 따라서 기존 심상훈련의 효과를 기반으로 가상공간의 시각자극을 활성화 시킨다면 신체적 제약을 지닌 노인 및 환자들에게 3D 가상현실 프로그램의 효과가 극대화 될 것으로 기대된다.

### 2.2. 심상훈련의 적용

#### 2.2.1. 스포츠에서의 심상훈련

운동심상은 주어진 운동 동작을 표현하는데 있어 명확한 운동 출력 없이 작업 기억 내에서 내부적으로 리허설되는 동적인 상태이다[54]. 운동심상은 운동 능력을 향상시키는 가장 성공적인

방법으로 운동경기 향상에 가장 많이 사용되어지고 있다[55]. 또한 스포츠에서 운동심상은 각성수준, 동기부여, 자신감, 재활, 기술 학습 능력 등을 향상시키는데 중요한 역할을 한다[56].

많은 선행연구에 따르면 운동심상훈련이 선수들의 신체·정서적 향상에 정적인 영향을 미친다고 보고한다[55-58]. Epelbaum은 테니스 서브의 정확도를 향상시키는 성공적인 수단으로 심상훈련을 보고하였으며[55], Shweta & Deepak은 여성 크리켓 선수들의 자신감 향상과 정서적 불안을 제거하는데 있어 운동심상훈련이 효과적이라고 보고하였다[57]. 이러한 선행연구 결과들을 통해 실제 신체활동뿐만 아니라 개인의 인지적 과정을 통해 신체 움직임 없이 내부적으로 운동 수행을 상상하는 것만으로도 신체 및 정서기능 향상에 효과적이라고 보는 것이 타당하다고 여겨진다. 따라서 이러한 운동심상훈련이 실제 신체적 운동에 제한이 있는 대상들에게도 정확히 신체 및 정서기능 향상에 효과적으로 작용하는지에 대해 살펴볼 필요성이 있다.

### 2.2.2. 치료로서의 심상훈련

해외에서는 심상훈련기법의 사용을 확장하여 노인이나 인지적·신체적 장애 환자처럼 신체적 제약으로 인한 실제 신체 활동에 제한을 받는 군을 대상으로 심상훈련을 활용한 치료법을 실시하고 있으며 그 치료 효과를 보고하고 있다[38-42]. 이와 관련하여 많은 선행연구들에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 한 심상훈련의 효과를 보고하였다[39, 40, 42]. 김진영 등은 뇌졸중 환자를 대상으로 신체훈련에 동작관찰훈련과 심상훈련을 적용하여 평형성과 보행 능력의 변화를 관찰하였다[39]. 그들의 연구에서는 뇌졸중 환자들을 동작관찰훈련군과 심상훈련군으로 각각 12명씩 나누어 실험을 실시하였으며, 그 결과 두 그룹 모두 균형능력과 보행능력의 향상을 보고하였다[39]. 또한 Jackson 등은 뇌졸중 환자들이 심상훈련과 신체훈련을 함께 실시하였을 때 하지의 순차적인 운동 기술의 수행 향상을 보였다고 보고하였으며[40], Page 등은 심상훈련과 신체훈련의 동일한 신경근 활성화 이론을 바탕으로 뇌졸중 환자들이 심상훈련과 신체훈련을 실시한 결과 손상된 팔사용의 증가를 보였다고 보고하였다[42]. 이와 같이 뇌졸중 환자를 대상으로 한 선행연구들에서는 신체훈련과의 연합된 심상훈련의 효과를 보고하고 있다.

이와 관련하여 김진영 등은 실제 신체훈련을 실시하기 전 진행되었던 심상훈련이 뇌졸중 환자들에게 숙련되지 않은 동작에 대한 이해력을 높이며 이러한 이해력이 신체 기능을 향상시키는데 도움이 되었다고 주장한다[39]. 이는 심상이 신체활동을 이해하는데 있어 효과적이며 이를 통해 신체기능 또한 더욱 향상된다고 사료된다. 그러나 선행연구에서는 신체훈련 과정이 없이 심상훈련만을 실시하였을 경우 뇌졸중 환자들의 신체능력 향상을 보고하고 있지 않기에 심상훈련의 치료효과에 대해 보다 객관적으로 설명할 수 없다. 따라서 신체훈련을 제외한 심상훈련만을 실시하였을 경우 나타나는 심상훈련의 신체기능에 대한 효과를 살펴볼 필요가 있다.

실제 Hemayattalab & Movahedi는 정신적으로 건강한 사람에게 운동 수행의 향상에 있어 심상훈련, 신체훈련, 신체훈련과 심상훈련의 연합된 훈련들의 효과가 보고되었기에 이를 바탕으로 지적장애환자에게도 긍정적 효과가 있을 것이라는 가설로 연구를 시작하였다[41]. 그들의 연구에서는 총 40명의 청소년 지적장애환자를 대상으로 실험 전 이틀간 자유투 훈련을 실시한 후 8명씩 무선할당을 하여 신체훈련군, 심상훈련군, 신체훈련 후 심상훈련군, 심상훈련 후 신체훈련 군, 그리고 어떠한 훈련도 하지 않는 통제군으로 나누어 각 훈련법에 대한 지적장애 학생들의 농구 자유투 학습 효과를 보고하고 있다. 훈련군 모두 24회를 실시한 후 사후검사에서 운동기술의 향상을 보였으며 통제군과의 비교에서도 심상훈련군은 통계적 유의미성을 나타내었다고 보고한다[41]. 이와 유사하게 조혜영 등 또한 신체활동의 제약을 받는 군을 대상으로 심상훈련의 효과를 보고하고 있으며[59], 이는 신체훈련만큼의 효과는 아니지만 심상훈련을 통해 신체활동의 제약을 받는 군이 운동기술을 향상시킬 것으로 기대된다. 그러나 선행연구들 중 신체적 훈련 없이 심상훈련만을 통한 운동기술 향상을 본 연구는 많이 이루어지지 않아 심상훈련이 신체기능향상에 있어 정확히 작용하는지에 대해 살펴볼 필요성이 있다.

### 2.2.3. 인지기능과 심상훈련

스포츠와 신체활동은 인간의 신체 기능향상뿐만 아니라 인지적·정서적 기능 향상에 효과적이며, 많은 선행연구에서 이러한 신체활동의 효과와 중요성을 보고하고 있다[18, 21-23, 60]. 이러한 신체활동의 효과를 바탕으로 선행연구들에서 심

상훈련을 통한 인지능력 향상에 대해 보고하고 있다[31, 38, 61]. 천승현과 송용관은 심상훈련 프로그램이 방과 후 체육활동에 참여하는 고등학생들의 심상능력에 유의미한 결과를 나타내었으며 이를 통해 심상훈련이 체육수업에서 적용이 가능하다는 것을 주장하였다[61]. 또한 박정호 등은 국가대표 배드민턴 주니어 선수들을 대상으로 심상훈련을 실시한 결과 심상훈련이 선수들의 뇌활성도의 변화와 스포츠 집중력의 주의집중요인에 영향을 미친다고 보고하였다[31].

이와 관련하여 Altermann 등은 노인들이 신체활동에 대한 교육뿐만 아니라 활동의 목적에 대하여 이해할 수 있어야한다고 주장하며 노인들의 운동 기억에 대한 심상훈련과 동작관찰훈련의 효과에 대해 보고한다[38]. 그들의 연구에서는 각 45명씩 노인과 성인으로 구성하여 통제군, 심상훈련군, 동작관찰훈련군으로 나누어 횡단적 연구를 실시하였다. 노인들이 성인에 비해 운동과제 수행에 있어 많은 시간이 요구되었지만, 노인의 경우 과제 수행 전 심상훈련을 실시한 군이 다른 훈련군에 비해 적은 과제 수행시간이 요구되었으며, 이는 수행하기 전 심상훈련이 수행성과에 긍정적인 영향을 준다고 보고하였다. 또한 노인의 경우 동작관찰훈련은 운동수행을 학습하는데 있어 심상훈련과 동일한 결과를 얻을 수 없었다고 보고하였는데, 이는 심상훈련에서는 높은 주의력이 요구되기에 학습에 있어 보다 향상된 효과를 볼 수 있었다고 보고하였다[38]. 이를 통해 심상훈련의 높은 주의력이 운동학습과 기억에 효과적임을 의미하지만, 인지능력이 저하된 정신지체 환자나 알츠하이머 환자의 경우 심상훈련에 있어서 높은 주의력이 요구되어질 수 있는지, 그리고 이를 바탕으로 심상훈련을 적용하였을 경우 동일한 향상된 결과를 나타낼 수 있는지 살펴볼 필요가 있다.

#### 2.2.4. 심상훈련에서 가상현실 기술의 활용 및 제한점

엘리트 스포츠분야에서는 운동선수들의 기량 향상을 위해 심상훈련을 많이 이용하고 있으며, 연구를 통해 이를 통한 신체적, 인지적, 정서적 영역의 향상 효과를 보고한다. 그러나 이러한 훈련 방법은 지극히 개인적이며 운동선수 개인이 어떠한 이미지를 통해 활용하는지 알 수 없기 때문에 이를 객관적으로 평가하거나 정형화된 지침 및 방법을 부여하는데 한계가 있다. 이러한 심상훈련 방법을 일반인의 생활체육에 적용한다면 이미지 표상에 대한 상상력으로만 심상훈련을 진행하는데 한계를 가지게 될 것이다. 가상현실은 이러한 심상훈련의 한계점을 보완할 수 있는 방법 중의 하나이다. 3D 가상현실에서는 인간이 심상훈련을 할 때 자신의 뇌에 그려내야만 하는 환경, 상황, 행동을 실제 이미지로 표상해 줄 수 있기 때문이다. 즉, 가상환경 시스템은 상상속의 심상에 대한 시각적 이미지를 직접적으로 제시하면서 이를 체험하게 한다는 것이다. 이와 관련하여 Merians 등은 가상현실에서 대상자의 목적이나 의도가 있는 행위를 관찰하는 것이 감각운동피질을 활성화 시킬 수 있다고 보고하였다[62]. 이들은 실험 참가자들에게 모방할 손동작을 가상현실 속 가상의 손동작을 통해 관찰하도록 하게한 결과, 행위 의도와 관련된 뇌의 영역에서 뉴런의 활성화가 일어난 것을 관찰하였다[62]. 이러한 결과는 가상현실의 시각적 심상이 강하게 동기화되지 않은 사람들에게도 가상현실을 통해 심상훈련을 적용할 수 있음 시사한다. 이들은 또한 이와 같은 가상현실 프로그램을 대뇌반구 손상으로 한손을 사용할 수 없게 된 환자들에게 적용하였는데 손상된 대뇌반구의 운동영역을 활성화 됨을 뇌영상 연구를 통해 확인하였다[62]. 이는 기존의 거울요법의 원리를 가상현실에 적용시켜 재활 프로그램에 있어 가상현실 기술이 하나의 새로운 기법으로 작용할 수 있음을 시사하고 있으며, 임상측면서 신체적 움직임에 제약이 있는 노인이나 환자들의 신체, 인지, 정서적 영역에서 치료효과가 있을 것으로 여겨진다. 이와 관련하여 윤영식 등은 이러한 거울신경세포시스템에 기반을 둔 동작관찰과 심상훈련이 뇌졸중 재활의 치료적 방법이 될 수 있다고 주장하였다[63]. 그러나 앞서 언급한 바와 마찬가지로 심상훈련의 효과는 이를 행하는 자의 집중력과 이해 능력에 영향을 받게 되는데 가상현실은 이러한 문제점을 해결하기 위해 사용될 수 있다. 김영재와 김재훈은 스포츠 가상현실이 인간의 심상과 연관이 있으며, 가상현실이 심상의 선명도를 높이며 심상을 통제할 수 있기에 스포츠 심상훈련의 효과를 증대시킬 수 있을 것이라고 주장하였다[28]. 이러한 선행연구들에서 나타나는 가상현실기반 심상훈련의 효과는 가상현실 기술이 심상훈련에 효과적이며 적용가능하다는 것을 보여준다. 그러나 아직까지 심상운동에 가상현실을 적용하는 것이 얼마나 효과적인 직접적으로 규명한 연구들이 많지 않다. 기존

의 선행연구들에서는 가상현실에서 시각적 심상을 제시하여 실제 움직임이 함께 요구되는 온라인 체화의 효과에 관한 연구들이 많이 이루어지고 있다. 이에 반해, 가상현실에서의 심상운동의 효과를 직접적으로 규명할 수 있는 오프라인 체화를 기반으로 한 가상현실 심상훈련의 효과에 대한 연구는 미비한 실정이다. 또한 가상현실을 모든 면에서 심상훈련에 도움을 준다. 단정할 수 없는 측면도 있다. 가상현실에서 제시하는 실상의 이미지들은 상상력으로 이를 구현하지 못하는 이들에게 큰 도움이 될 수 있는 반면 상상력을 재생할 수 이미지를 제한할 수 있다는 양가적인 측면도 존재한다. 따라서 추후 연구에서는 운동을 하는데 있어 오프라인 체화를 기반으로 한 심상훈련에 대한 가상현실 프로그램의 효과와 적합성을 검증하기 위한 확장된 연구가 필요할 것으로 사료된다.

심상훈련의 치료적 활용의 사례를 살펴보면, 주로 노인과 인지적·신체적 환자를 위한 운동기능 및 인지기능 향상을 위해 치료법으로 많이 사용되어지고 있으며 국내에서도 활발하지 않지만 심상훈련 치료 개입을 위한 시도가 이루어지고 있다. 심상훈련은 환자들에게 신체훈련 전 수행할 운동 기술에 대한 이해력을 높여 운동기능을 향상시키는데 기여하지만[39, 40, 42], 심상훈련만의 효과를 검증하지 않기에 심상훈련의 효과를 객관적으로 평가하고 검증하기에는 부족하다. 이와 관련하여 Hemayattalab & Movahedi는 정신지체 청소년을 대상으로 운동기능 향상에 대한 심상훈련의 효과를 검증하였지만[41], 심상훈련은 일반인에게는 운동선수에 비해 강한 동기가 유발되지 않을 수 있기에 심상훈련 동안의 낮은 몰입감이나 주의력으로 인하여 운동선수만큼의 효과가 나타나지 않을 수 있다고 보고하였다. 또한 인지적 결함이 없는 노인에게 심상훈련은 고도의 집중력을 통해 인지능력의 향상을 유도할 수 있지만, 인지적 결함이 있는 환자에게는 심상훈련을 위한 고도의 집중력과 주의력이 유발시키기 어렵기 때문이다.

따라서 시각적 피드백 제공을 통해 집중력과 주의력을 향상시켜 심상훈련의 단점을 보완하며 그 효과를 극대화 시킬 수 있는 3D 가상현실 심상훈련 프로그램의 적용이 필요하다. 가상현실 속 환경 및 아바타는 참가자들에게 심상훈련보다 효과적으로 체화될 것이며, 심상훈련 프로그램의 검증된 효과를 바탕으로 노인이나 신체적 제약이 있는 대상자들에게 신체활동을 배제한 3D 가상현실 심상훈련 프로그램의 적용 가능성이 향상될 것으로 기대된다. 그러나 선행연구의 결과 고찰을 넘어 3D 가상현실 심상훈련 프로그램의 효과를 인지신경학적 이론을 바탕으로 이를 타당하게 설명하는 것이 필요하다. 그러나 아직까지 심상훈련과 가상현실의 효과를 보고한 많은 선행연구에서는 이를 설명할 수 있는 구체적인 이론적 근거를 뒷받침하지 못하였다. 따라서 본 연구에서는 최근 인지과학에서 대두되는 체화된 인지이론을 바탕으로 3D 가상현실 심상훈련의 효과를 설명하고자한다.

## 2.3. 체화된 인지

### 2.3.1. 체화된 인지에 대해서

체화된 인지는 행동주의에서 배제되었던 '마음'과 고전적 인지주의에서 배제되었던 '뇌'의 역할을 융합한 인지신경과학에서 환경적 맥락을 포함시켜 인간의 마음, 몸, 뇌, 활동, 환경적 인공물간의 관계를 묻는 철학적 관점에서 제기되고 있다[34]. 초기 인지과학에서는 심신이원론을 가정하여 마음을 설명하는데 있어 심신 동일론을 반박하였으며, 몸과는 무관하게 마음은 그 형식적 기능들을 바탕으로 특징지어진다고 주장하면서 기능주의가 강조되었다[64, 65]. 즉, 인간의 마음을 정보처리시스템으로 간주하였다. 이와 관련하여 박형준 및 이계영은 기능주의의 관점에서 마음은 컴퓨터 프로그램의 하드웨어와 같으며, 이러한 마음의 해석은 인간의 본성에 관하여 연구를 진행하지 못하는 살이 없는 철학이라고 주장하였다[64]. 초기 인지과학에서의 인간의 마음 즉, 인간의 본성을 하나의 정보처리시스템으로 간주하는 기능주의적 접근은 나는 누구인가에 관한 깊은 통찰력을 제공하는 철학의 관점에서 한계점을 지닌다.

체화된 인지는 인간의 마음을 설명하는데 있어 기능주의적 접근에서 벗어나 신체에 근거한 설명을 통해 초기 인지과학의 철학적 한계점을 극복하고 있다. 체화된 인지는 인지과정을 이해하는데 있어 몸의 구조에만 국한되는 것이 아니라 그와 관련된 환경적 요인 또한 고려함으로써 철학의 내재주의에서 벗어나 외재주의의 가능성을 나타내고 있다[34, 65]. 따라서 체화된 인지는 기존의 개별주체의 내부에만 관심을 두었던 인지주의 개념들에서 벗어나 사회, 소통, 문화 등 환경적 요인의 영역까지 확장시켰다는 점에서 철학에 많은

영향을 미친다고 살펴진다[66].

좀 구체적으로, 체화된 인지 접근에서는 외부 정보를 뇌에 국한시키는 것을 벗어나 외부 환경 요인, 마음, 뇌, 신체의 상호작용을 통한 역동적인 관점에서 설명한다. 이를 통해 체화된 인지 접근이 심리학 내에서 인지심리학이나 전통적인 실험심리학보다는 인본적인 틀에 중점을 두어 임상심리학, 상담심리학, 건강심리학과 같이 활동하는 개체의 역동적인 관점에 중점을 두는 심리학 분야의 틀에 더 친화적인 관점을 지닌다고 볼 수 있다[67]. 체화된 인지는 인지과정에서의 신체와 외부 감각적 경험의 본질을 살피며, 이를 통해 배움의 과정과 지식에 대한 의미를 확장시키는 것이다[68].

체화된 인지를 통한 마음의 재개념화를 바탕으로 기존의 인지과학의 고차 심리·인지 기능은 감각 및 운동 기초를 기반으로 이해되어져야 한다[34]. Wilson은 몸에 기반을 둔 인지를 설명하면서 마음의 활동은 감각처리와 운동제어의 메커니즘에 기반을 둔다고 주장하였다[33]. 이는 인간의 인지가 감각운동시스템의 과정과 연관성이 있다는 것이며, 이러한 체화된 인지이론은 운동심상을 설명하는데 있어 이론적인 근거를 제시하고 있다[30, 69, 70].

Mishra & Marmolejo-Ramos는 체화된 인지 이론은 언어 이해와 시각적 처리사이의 상호작용에 있어 감각 운동 표상을 관련시킬 수 있는 요소를 제공하며, 이는 언어적 입력정보에 관한 과거의 감각운동의 경험이 시각적 장면을 분석하기 위한 기초를 제공해주기 때문이라고 주장하였다[70]. 또한 Stins 등은 체화된 인지 이론을 기반으로 생각은 신경계의 감각운동 시뮬레이션을 통해 구성된다고 주장하였으며, 이를 통해 운동심상이 특정 자세 조정에 정적인 영향을 미치는 효과기라고 보고하였다[30]. 이러한 결과는 인지와 감각운동계 사이의 관계에 있어 운동 심상이 영향을 미치며, 인지 및 신체활동에 있어 심상운동의 효과를 설명하는데 이론적 근거를 제공할 수 있을 것으로 여겨진다.

체화된 인지는 실제 신체활동과 환경간의 상호작용에서 나타나는 온라인 체현(online embodiment)과 신체 활동의 심적 표상(mental representation)과 환경간의 상호 작용에서 나타나는 오프라인 체현(offline embodiment)으로 구분된다[71]. 오프라인 체현에서 사용되는 심적 표상을 구성하는 인지 및 지식들은 신체 활동과 환경간의 관계에서 저장된 온라인 체현으로 구성될 수 있다[72]. 이는 체화된 인지가 모든 감각을 동원하여 과거의 경험을 기반으로 뇌 속에서 새로운 체험을 창조하여 실제 움직임 없이 운동과 유사한 효과를 이끌어내는 심상운동을 설명하는데 이론적 바탕을 제공할 수 있을 것으로 여겨진다. 또한 환경과의 상호작용을 통해 인지가 형성된다는 체화된 인지이론을 바탕으로 기계와 인간의 상호작용을 설명할 수 있을 것으로 여겨진다. 따라서 가상현실을 통한 오프라인 체현과 인간의 인지간의 상호관계를 설명하고 그 효과를 검증하기 위한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

### 2.3.2. 체화된 인지가 인간의 인지에 미치는 영향

체화된 인지는 인간의 마음을 뇌 속에서 발생하는 신경학적인 관점에 국한되어 설명하는 것이 아니라, 뇌-몸-환경을 하나의 통합적 단위로 재개념화하여 환경과 괴리할 수 없는 상태에서 마음을 설명하고자 한다[34]. 이는 우리 뇌의 인지가 독립적인 것이 아니라 사회적 맥락 속에서 상호작용과 공유를 통해 이루어진다고 설명할 수 있다.

최근 사회과학분야에서는 이러한 체화된 인지 이론이 인간의 인지적 판단에 많은 영향을 미친다고 보고한다[71, 73]. 안아림 및 민동원은 머리 끄덕임이라는 신체적 행위는 호의적인 정서를 유발하기에 제품 구매 설득을 위한 주요인이라고 보고하였다[69]. 또한 김지호 및 김지숙은 체화된 인지이론을 바탕으로 일상생활에서 자주 사용되어지는 신체적 감각과 사회적 맥락 속에서 사용되는 은유적 표현들이 인간의 인지 및 행동에 영향을 미친다고 보고하였다[73]. 특히, 도덕성과 같은 고등 사고과정에서 신체적으로 경험한 감각과 사회적 맥락이 인간의 인지에 전반적으로 영향을 미친다고 주장하였다[73]. 이를 바탕으로 김지호 및 김지숙은 비도덕적 행동을 하던 사람이 마음을 다잡았다는 의미로 사용하는 "손 씻었다"라는 은유적 표현과 소비자의 소비행동에 대해 살펴보았다[73]. 이들의 연구에서 실제 손을 씻은 참가자는 손을 씻지 않은 참가자와 비교하여 평균구매금액이 낮은 것으로 나타났다[73]. 이는 손을 씻은 행위가 과소비 행위에 대한 후회를 하지 않기 위해 제한적인 소비행동에 대한 개념을 점화 시켰으며, 실제 신체 감각들이 사람들의 인지나 행동에 영향을 미치는 것으로 사료된다[73].

이러한 연구결과들은 인간의 행동과 사회적 맥락이 인간의 인지적 판단과정에 영향을 미친다는 체화된 인지이론의 주장을 뒷받침한다고 볼 수 있다. 이는 심상훈련과 가상현실을 통한 신체활동의 경험이 실제 신체활동에 비해 신체적인 효과는 적더라도 인지적 측면에서 효과가 나타날 수 있을 것으로 사료된다. 즉, 심상훈련과 가상현실을 통한 간접적인 신체활동 경험이 신체활동에 대한 인간의 인지에 긍정적으로 작용하여 운동참여를 유발할 수 있을 것이며, 이와 더불어 자신감과 자존감과 같은 정서적 측면에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 여겨진다.

### 2.3.3. 체화된 인지와 심상운동

심상훈련은 신체가 아닌 심상만을 활용하여 실제 신체훈련과 유사한 효과를 나타내는 기법이다. 이러한 심상훈련은 체화된 인지이론을 통해 설명이 가능하다. 앞서 언급하였듯이 체화된 인지는 오프라인 체현과 온라인 체현으로 구분된다. Wilson은 온라인 체현을 상황지워진 인지(Cognitive is situated)로 설명하였다[33]. 이는 현재 외부상황과 관련된 일에 체화된 인지활동으로 현재 외부상황과 신체가 실시간적으로 상호작용을 하는 인지과정이다[33]. 즉, 온라인 체현은 체현을 하는 사람이 실제 환경의 맥락과 상호작용을 하며 발생하는 인지적 활동이다[71]. 이러한 온라인 체현은 스포츠상황 속에서 인간의 실제 신체적 행위와 상황의 맥락간의 상호작용을 통해 나타날 수 있다.

이와 반대로 심상훈련은 인간의 실시간적인 신체적 행위로 진행되는 것이 아니라 심상을 통해 뇌 속에서 진행되는 시뮬레이션과정이다. 이러한 심상을 통한 시뮬레이션 과정에 영향을 받는 인지 활동을 오프라인 체현이라고 한다. Wilson은 오프라인 체현은 감각 및 운동 자원이 시·공간적인 간격이 오래되었거나 완전한 상상을 통해 진행되는 정신적 과제를 수행하도록 유도하는 인지활동을 의미한다[33]. 즉, 오프라인 체화는 외부세계에 대한 지각운동의 시뮬레이션이며, 심상은 외부세계에 대한 정신적 시뮬레이션의 대표적인 예시이다[33]. 따라서 심상훈련은 신체활동의 정신적 표상을 통해 환경과 상호작용을 하며 인지적 활동에 영향을 준다는 점에서 오프라인 체현이 될 수 있다.

### 2.3.4. 체화된 인지의 문제점과 해결방안으로서의 가상현실

한편 이러한 체화된 인지 접근은 과학적으로 형식화하는데 어려움이 있으며, 개인의 경험적 접근을 객관화하기 힘들다고 간주되었기에 주요 인지과학에서 그동안 배제되어왔다[74]. 그러나 체화된 인지 옹호자들은 '체화된 인지 접근'에 대한 비판자들이 물질과 정신이라는 이분법적 범주적 생각에서 벗어나지 못한다고 주장한다[34]. 이와 관련하여 이정모는 인간과 인공물의 상호작용을 통해 인간의 인지과정이 활동된다는 체화된 인지 접근은 전통적인 개념의 틀에서 벗어나기 위해서는 다양한 학문 간의 융합을 통해 마음과 인공물의 관계를 재구성해야한다고 주장했다[34]. 이러한 이정모의 주장은 가상현실이라는 디지털 도구를 통해 설명될 수 있다.

가상현실 속의 가상공간은 현실공간에 비해 인간의 마음의 특성을 형상화 할 수 있으며, 다양한 대상과 사건이 나타날 수 있다. 이러한 가상현실 속의 상황들을 통해 가상공간이라는 인공물과 인간을 하나의 통합적 단위로 형성시킬 수 있다. 따라서 가상현실이라는 테크놀로지 분야를 체화된 인지의 학문에 응용하는 것은 그동안 언급되어왔던 체화된 인지의 문제점을 해결할 수 있을 것이며, 나아가 마음과 인공물의 관계에 대한 새로운 개념적 틀을 제공하는 자료가 될 수 있을 것이다.

### 2.3.4. 체화된 인지의 문제점과 해결방안으로서의 가상현실

가상현실은 현실에서는 어려운 상황과 사건을 우리에게 다양하게 제시함으로써 인간과 인공물 간의 상호작용이 가능하도록 한다. 또한 다양한 환경과 시각적 환경의 제공과 같은 가상현실의 장점으로 인하여 국내외적으로 가상현실을 통한 신체활동 훈련에 관한 연구들이 많이 진행되고 있다. Lugrin, Landeck & Latoschik의 연구에서는 체화된 인지이론을 바탕으로 대상자들에게 가상현실 속 아바타에 체화시켜 체력훈련을 실시하였다[75]. 이들의 연구에서 대상자들은 3D 가상현실 속 아바타를 통해 체력훈련 프로그램을 진행하는 동안 아바타가 대상자 자신이라고 느껴졌다고 보고하였다[75]. 이들의 연구는 대상자들의 실시간적인 신체움직임과 인공물의 상호작용을 통해 온라인 체화를 설명할 수 있다.

그렇다면 가상현실에서의 심상운동 또한 체화된 인지이론을 통해 설명할 수 있는가라는 의문이 제기된다. 가상현실을 이용한 심상운동은 실제 신체활동이 없이 인간의 뇌 속에서 상상의 심상의 시뮬레이션화가 가상현실 속에서 보여주는 것이다. 이러한 가상현실 속의 상황들은 인간이 심상훈련에서 그려온 심상을 형상화시킴으로써 오프라인 체현을 유발할 수 있다. 이는 신체의 움직임이 아닌 시각적 심상이 가상환경이라는 인공물과 상호작용을 한다는 점에서 앞서 언급한 Lugrin등의 연구[75]와 체화의 종류가 다르다고 볼 수 있다.

가상현실 심상훈련을 이용한 오프라인 체현은 움직임이 불편한 환자나 노인들의 재활프로그램이나 운동프로그램으로 활용이 가능할 것이다. 가상현실 심상훈련은 기존에 어려움을 겪은 심상의 현상화가 가능하다는 점에서 가상현실, 체화된 인지 접근, 그리고 스포츠 분야 간의 새로운 개념적 틀과 좋은 접근을 제공할 것으로 여겨진다.

## 3. 결론 및 제언

현대 기술의 발달과 여가활동의 활성화는 대중들에게 다양한 스포츠 참여의 기회를 제공하고 있다. 그러나 여전히 신체적 제약을 받는 노인 및 환자들의 경우 스포츠 참여에 제한적이며, 신체활동에 대한 어려움을 겪는다. 따라서 고령화 사회에서 스포츠 활성화를 도모하기 위해서는 신체적 제약을 받는 노인 중심의 현대 기술과 스포츠의 융합이 중요하다. 이러한 관점에서 본 논문에서는 신체활동을 최소화 하면서도 인지, 정서, 신체적 측면에서 실제 신체활동과 유사한 효과를 나타내는 가상현실 기반의 스포츠와 심상운동의 효과에 대해 살펴보았다. 또한 체화된 인지이론을 바탕으로 인간의 인지와의 상호작용에 관련된 여러 이슈들을 짚어보고 그 중 가상현실 스포츠와 심상운동의 효율성을 살펴보고자 하였다. 그러나 본 논문에서 살펴본 기존의 심상훈련기법은 강하게 동기화된 운동선수에게는 쉽게 적용이 가능하나 노인, 환자 및 일반인에게는 생소하며 몰입하여 진행하기에 어렵다는 한계점이 있다. 뇌졸중 환자의 운동기능 향상을 위한 심상훈련과 신체훈련의 연합훈련의 효과에 대한 연구는 많지만, 심상훈련만의 효과를 보고하는 연구와 심상훈련을 통한 인지적 결함이 있는 환자의 인지기능 향상을 보고하는 연구들은 미비한 실정이다. 또한 노인을 대상으로 한 연구에서 심상훈련과 신체훈련의 연합훈련은 두 훈련사이의 간섭이 생겨 신체훈련만을 실시하는 것 보다 추가적인 신체 수행능력의 향상이 없으며[76], 오히려 시간이 지날수록 신체 수행능력의 저하를 일으킬 수 있다고 주장한다. 이러한 결과는 고도의 몰입감과 주의력을 필요로 하는 심상훈련이 환자 및 일반인에게 적용하기에 한계가 있다고 예상된다. 그러나 3D 가상현실 심상훈련은 기존의 심상훈련에 실제 가상현실의 시각적 효과를 추가하여 몰입감과 동기유발이 보다 크게 나타날 수 있다. 이러한 기법은 실제 운동이 불가능한 노인이나 인지적 결함이 있는 환자들에게도 고도의 주의력이 나타날 수 있어 기존 심상훈련기법의 몰입감의 한계점을 보완할 수 있을 것으로 예상된다.

한편 기존의 3D 가상현실 프로그램을 사용하여 신체 및 인지기능 향상을 보고하는 선행연구들은 다음과 같은 한계점을 가지고 있다.

첫째, 기존의 가상현실 시스템을 이용한 연구들에서는 주로 텔레비전 화면을 통한 가상현실 체험 효과를 보고하고 있다. 그러나 텔레비전 화면에서의 가상현실 체험은 가상현실 이외의 외부요소로부터 영향을 받아 낮은 몰입감과 현실감을 형성할 수 있다. 이러한 제한점을 해결하고자 선행연구들은 HMD를 사용한 가상현실 프로그램의 효과를 보고하였다[76-78]. Keshner는 참가자들의 고도의 몰입감을 형성시킬 수 있는 가상현실 프로그램으로 HMD를 소개하였으며, 참가자들이 컴퓨터에서 생성된 이미지 이외의 물리적인 현실세계의 영상을 차단하여 보다 높은 몰입감이 형성된다고 주장하였다[76]. 이와 관련하여 Rizzo 등은 HMD는 참가자들에게 산만한 청각 및 시각 자극으로부터 정확한 전달 및 제어가 가능하며 인지 장애가 발생할 수 있는 자극환경을 통제하여 환경을 제공하는 역할을 한다고 주장하였다[77]. 또한 이러한 HMD 가상현실 시스템을 바탕으로 주의력부족 과잉행동장애(ADHD) 아이들을 대상으로 가상현실 수업 환경을 실시한 결과, ADHD 아이들의 주의력이 향상되었다고 보고하였다[77]. 이러한 결과를 바탕으로 HMD 가상현실 시스템을 인지적 장애 환자에게 적용하여 고도의 몰입감과 주의력을 필요로 하는 심상훈련의 한계점을 극복하며, 기존의 텔레비전을 통한 가상현실 체험 효과보다 환자들의 더 높은 주의력 향상을 위한 치료법으로 사용할 수 있을 것으로 사

료된다. 따라서 후속연구에서는 운동선수에 비해 비교적 약하게 동기화 되는 노인, 환자 및 일반인들을 대상으로 HMD를 통한 가상현실 심상훈련 프로그램을 실시한다면 높은 몰입감과 주의력이 형성되어 프로그램에 대한 분명한 효과를 나타내는 것에 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

둘째, 노인 및 환자에게 특화된 가상현실 프로그램 콘텐츠가 부족하다. 현재 가상현실 프로그램은 재활프로그램의 새로운 방법으로 활발히 활용되고 있다. 하지만 선행연구들은 일반인을 대상으로 시중에 판매되고 있는 프로그램을 사용하고 있으며, 재활프로그램 및 특정 대상에게 특화된 프로그램 제작 및 사용이 활성화되지 않고 있다. 이와 관련하여 김진주 등은 기존 프로그램이 일반인을 대상으로 제작되었기 때문에 노인들의 경우 노화로 인하여 저하된 신체 및 인지기능으로 기존의 가상현실 프로그램의 사용에 불만을 호소한다고 보고하였다[79]. 또한 닌텐도 Wii와 같은 게임프로그램 콘텐츠 이미지들의 활발한 움직임은 많은 감각 기관의 사용을 유도하여 노인이나 환자들에게 익숙하지 않으며 어지러움을 유발할 수 있다. 이와 관련하여 McGee 등은 가상현실과 관련된 부작용으로 사이버멀미(cybersickness)를 주장하였는데, 이는 멀미의 한 형태로 두 개 이상의 감각 기관에서 지각정보의 충돌로 인하여 발생된다고 보고하였다[80]. 따라서 다양한 콘텐츠를 접할 수 있는 가상현실의 이점을 활용하여 연구 목적에 적합한 프로그램 및 노인이나 환자에게 개별화된 프로그램 개발과 연구가 필요하다.

셋째, 노인 및 환자들에게 가상현실 프로그램 적용의 활성화에 있어 가상현실 장비의 비용 및 무게감 등의 측면에서 제한이 있다. 노인 및 환자들에게 가상현실 프로그램은 단순히 재미나 여가활동의 목적으로 활용되는 것뿐만 아니라 하나의 재활프로그램 방법으로 사용되고 있지만 이에 적합한 장비나 시스템이 부족한 실정이다. 이와 관련하여 Rizzo & Kim은 가상현실 시스템인 추적장치와 센서들은 비싸며 종종 재활에 사용은 되나 일상적인 사용에는 필요하지 않으며 프로그램의 정확성을 위해 사용자는 많은 부수적인 장치를 착용해야하기 때문에 사용성이 낮다고 보고하였다[81]. 따라서 Rizzo & Kim은 낮은 비용과 정확성을 지니며 가상현실 재활 프로그램에 적합한 장비가 필요하다고 주장하였다[81]. 또한 김영선과 김정현은 HMD는 무게나 착용감에 대한 부담감이 존재하며 무게나 비용의 문제로 인해 실용성이 떨어진다고 주장하였으며[82], 최혜진 등은 HMD는 무게로 인한 불편함으로 인해 사용자들의 좋지 않은 평가를 받았다고 보고하였다[83]. 따라서 가상현실 심상훈련 프로그램이 노인이나 환자들의 퇴화된 기능 향상을 위한 프로그램으로 활성화되기 위해서는 가상현실 실현 장비 및 시스템의 비용 및 무게 등과 관련된 문제들을 해결하기 위한 연구가 필요하다.

넷째, 신체 및 인지능력 향상에 있어 3D 가상현실 심상훈련 프로그램은 그 효과를 명확하게 규명하지 못한다. 현재 국외뿐만 아니라 국내에서도 가상현실을 이용한 노인이나 환자들을 위한 치료법에 관하여 많은 연구들이 진행되고 있다. 그러나 이러한 연구들 대부분이 가상환경을 바탕으로 실제 대상자들의 신체의 움직임을 요구하며, 실제 신체훈련과 가상훈련의 연합훈련을 통하여 신체기능 및 인지기능의 향상을 보고한다. 이러한 연구들은 가상훈련을 신체 및 인지기능의 향상을 위한 치료기제로 설명하기에 충분하지 않다. 또한 국내에서는 가상현실프로그램을 통한 인지기능의 향상을 보기위한 인지평가측정도구로 한국형 간이정신상태검사(Mini-Mental State Examination for Korean : MMSE-K)를 대부분 사용하고 있지만[1, 50, 51], 가상현실 경험 시 실시간 생리신호 측정을 통한 심상훈련의 심리생리학적 기전 규명이 미비한 실정이다. 3D 가상현실 심상훈련 동안 실시간으로 생리신호를 측정한다면 치료기전을 보다 명확하게 관찰할 수 있을 것이다. 이미 해외에서는 중풍환자 치료요법으로 가상현실과 뇌파분석을 융합한 새로운 재활치료법을 제시하고 있으며 나아가 식물인간 상태의 환자와의 의사소통을 위한 연구가 진행되고 있다[84]. 따라서 향후 연구에서는 신체적 제약을 지닌 노인에게 3D 가상현실 심상훈련이 적용되어 생리적, 심리적 효과가 있는지 그리고 어떤 치료 기제를 가지는지 보다 객관적으로 규명할 필요가 있다.

## 감사의 글

이 성과는 2018년도 정부 (과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2017R1C1B5018351)

## References


1. M. Y. Kim, K. S. Lee, J. S. Choi, H. B. Kim, C. I. Park, "Effectiveness of cognitive training based on virtual reality for the elderly", *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine,* Vol.29, No.4 pp. 424-433, (2005).
2. S. C. Yeh, Y. C. Chen, C. F. Tsai, A. Rizzo, "An innovative virtual reality system for mild cognitive impairment: diagnosis and evaluation", In *2012 IEEE EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES)*, pp. 23-27, (2012).
3. E. P. Cherniack, "Not just fun and games: applications of virtual reality in the identification and rehabilitation of cognitive disorders of the elderly", *Disability and rehabilitation: Assistive technology*, Vol.6, No.4 pp. 283-289, (2011).
4. Y. N. Jeong, T. Woo, "Study of VR content classification methodology and design methodology as games based on literature "unity virtual reality project"", *CONTENTS PLUS*, Vol.15, No.6 pp. 63-75, (2017).
5. B. Bolte, F. Zeidler, G. Bruder, F. Steinicke, K. Hinrichs, L. Fischer, J. Schorer, "A virtual reality handball goalkeeper analysis system", *In Proceedings of the Joint Virtual Reality Conference of EuroVR-EGVE-VEC (JVRC'10), Stuttgart, Germany,* pp. 1-2, (2010).
6. D. J. Yang, S. K. Park, Y. H. Uhm, "Impact of virtual reality based neuromuscular postural control fusion training on balance ability and jump performance of soccer players with functional ankle instability", *Journal of Digital Convergence*, Vol.14, No.11 pp. 357-367, (2016).
7. H. C. Miles, S. R. Pop, S. J. Watt, G. P. Lawrence, N. W. John, "A review of virtual environments for training in ball sports", *Computers & Graphics,* Vol.36, No.6 pp. 714-726, (2012).
8. N. Vignais, R. Kulpa, C. Craig, B. Bideau, "Virtual thrower versus real goalkeeper: the influence of different visual conditions on performance", *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol.19, No.4 pp. 281-290, (2010).
9. J. W. Kim, "Sport industry: Sport science and virtual reality", Sport Science, Vol.121, pp. 70-73, (2012).
10. M. S. Lee, "Market and technology of virtual reality", Korea Multimedia Society, Vol.13, No.2 pp. 33-41, (2009).
11. C. H. Park, "Development of a tangible snowboard training simulator based on virtual reality", *Journal of Korea Game Society*, Vol.14, No.4 pp. 87-94, (2014).
12. M. H. Seo, "[ZOOM IN CT] New amusements with mobile-based AR/VR contents", N CONTENT, Vol.2, pp. 76-79, (2017).
13. G. K. Lee, "Prospective and tast for Korean sport industry: Special theme 2; Virtual reality and sport science", Sport Science, Vol.130, pp. 10-15, (2015).
14. C. Repetto, S. Serino, M. Macedonia, G. Riva, "Virtual Reality as an Embodied Tool to Enhance Episodic Memory in Elderly", *Frontiers in Psychology*, Vol.7, No.1839, (2016).
15. E. Bisson, B. Contant, H. Sveistrup, Y. Lajoie, "Functional balance and dual-task reaction times in older adults are improved by virtual reality and biofeedback training", CyberPsychology & Behavior, Vol.10, No.1, 16-23, (2007).
16. O. Giotakos, K. Tsirgogianni, I. Tarnanas, "A virtual reality exposure therapy (VRET) scenario for the reduction of fear of falling and balance rehabilitation training of elder adults with hip fracture history", in *Virtual Rehabilitation, 2007.* IEEE, pp. 155-158, (2007).
17. Y. Y. Liao, Y. R. Yang, Y. R. Wu, R. Y. Wang, "Virtual reality-based Wii fit training in improving muscle strength,

sensory integration ability, and walking abilities in patients with Parkinson's disease: a randomized control trial", *International Journal of Gerontology,* Vol.9, No.4 pp. 190-195, (2015).
18. C. Fabre, K. Chamari, P. Mucci, J. Masse-Biron, C, Prefaut, "Improvement of cognitive function by mental and/or individualized aerobic training in healthy elderly subjects", *International Journal of Sports Medicine*, Vol.23, No.06 pp. 415-421, (2002).
19. J. E. Ballard, C. McFarland, L. S. Wallace, D. B. Holiday, G. Roberson, "The effect of 15 weeks of exercise on balance, leg strength, and reduction in falls in 40 women aged 65 to 89 years", J*ournal of the American Medical Women's Association (1972)*, Vol.59, No.4 pp. 255-261, (2004).
20. K. S. Ann, "The effect of korean dance program on fitness and daily amount of physical activity in women over sixty years old", *The Journal of Korean Dance*, Vol.33, No.2 pp. 159-184, (2015).
21. L. Palleschi, F. Vetta, E. De Gennaro, G. Idone, G. Sottosanti, W. Gianni, V. Marigliano, "Effect of aerobic training on the cognitive performance of elderly patients with senile dementia of Alzheimer type", *Archives of Gerontology and Geriatrics*, Vol.22, pp. 47-50, (1996).
22. N. T. Lautenschlager, K. L. Cox, L. Flicker, J. K. Foster, F. M. van Bockxmeer, J. Xiao, K. R. Greenop, O. P. Almeida, "Effect of physical activity on cognitive function in older adults at risk for Alzheimer disease: A randomized trial", *JAMA*, Vol.300, No.9 pp. 1027-1037, (2008).
23. P. T. Alpert, S. K. Miller, H. Wallmann, R. Havey, C. Cross, T. Chevalia, C. B. Gillis, K. Kodandapari, "The effect of modified jazz dance on balance, cognition, and mood in older adults", *Journal of the American Association of Nurse Practitioners*, Vo.21, No.2 pp. 108-115, (2009).
24. B. Vellas, F. Cayla, H. Bocquet, F. De Pemille, J. L. Albarede, "Prospective study of restriction of acitivty in old people after falls", *Age and Ageing*, Vol.16, No.3 pp. 189-193, (1987).
25. N. Sugita, M. Yoshizawa, Y. Kojima, A. Tanaka, M. Abe, N. Homma, T. Kikuchi, K. Seki, Y. Handa, "Evaluation of navigation skill of elderly people using the cycling wheel chair in a virtual environment", i*n Virtual Reality (VR), 2013 IEEE*, pp. 125-126, (2013).
26. C. H. Song, W. S. Shin, K. J. Lee, S. W. Lee, "The Effect of a virtual reality-based exercise program using a video game on the muscle strength, balance and gait abilities in the elderly. *The Korean Gerontological Society*, Vol.29, No.4 pp. 1261-1275, (2009).
27. J. Lim, J. J. Cho, J. Kim, Y. Kim, B. Yoon, "Design of virtual reality training program for prevention of falling in the elderly: A pilot study on complex versus balance exercises", *European Journal of Integrative Medicine*, Vol.15, pp. 64-67, (2017).
28. Y. J. Kim, J. H. Kim, "Application ways of virtual reality technology in sport image training", *Korea Sport Research*, Vol.16, No.2 pp. 423-433, (2005).
29. A. Paivio, "Cognitive and motivational functions of imagery in human performance", *Canadian Journal of Applied Sport Science*, Vol.10, No.4 pp. 22-28, (1985).
30. J. F. Stins, I. K. Schneider, S. L. Koole, P. J. Beek, "The influence of motor imagery on postural sway: Differential effects of type of body movement and person perspective", *Advances in Cognitive Psychology*, Vol.11, No.3 pp. 77-83, (2015).
31. J. H. Park, J. S. Lee, S. H. Jung, "Brain activity, according to the image of the

national badminton players training study on sports concentration", *The Korean Journal of Sport*, Vol.13, No.4 pp. 7-20, (2015).
32. Vealey RS, Greenleaf CA. *Seeing is believing: Understanding and using imagery in sport, In J. M Williams(4th Ed). Applied sport psychology : personal growth to peak performance*. pp. 247-283, Mountain View, CA: Mayfield, (2001).
33. M. Wilson, "Six views of embodied cognition", *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol.9, No.4 pp. 625-636, (2002).
34. J. M. Lee, "'Embodied cognition' paradigm in cognitive science and convergence across disciplines-Implications of connecting new approach in cognitive science and philosophy-", A Journal of Philosophical Ideas(CHUL HAK SA SANG), Vol.38, pp. 27-66, (2010).
35. M. Reiser, D. Busch, J. Munzert, "Strength gains by motor imagery with different ratios of physical to mental practice", *Frontiers in Psychology*, Vol.2, No.194, (2011).
36. O. Bai, D. Huang, D. Y. Fei, R. Kunz, "Effect of real-time cortical feedback in motor imagery-based mental practice training", *NeuroRehabilitation*, Vol.34, No.2 pp. 355-363, (2014).
37. L. Nyberg, J. Eriksson, A. Larsson, P. Marklund, "Learning by doing versus learning by thinking: an fMRI study of motor and mental training", *Neuropsychologia* Vol.44, No.5 pp. 711-717. (2006).
38. C. D. Altermann, A. S. Martins, F. P. Carpes, P. B. Mello-Carpes, "Influence of mental practice and movement observation on motor memory, cognitive function and motor performance in the elderly", *Brazilian Journal of Physical Therapy*, Vol.18, No.2 pp. 201-209, (2014).
39. J. Y. Kim, K. J. Han, T. W. Seo, "The effects of action observational training and visualization training on balance and gait in stroke patients", *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*, Vol.6, No.4 pp. 305-312, (2012).
40. P. L. Jackson, J. Doyon, C. L. Richards, F. Malouin, "The efficacy of combined physical and mental practice in the learning of a foot-sequence task after stroke: A case report", *Neurorehabilitation and Neural repair*, Vol.18, No.2 pp. 106-111, (2004).
41. R. Hemayattalab, A. Movahedi, "Effects of different variations of mental and physical practice on sport skill learning in adolescents with mental retardation", *Research in Developmental Disabilities,* Vol.31, No.1 pp. 81-86, (2010).
42. S. J. Page, P. Levine, A. C. Leonard, "Effects of mental practice on affected limb use and function in chronic stroke", *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol.86, No.3 pp. 399-402, (2005).
43. B. Bideau, R. Kulpa, N. Vignais, S. Brault, F. Multon, C. Craig, "Using virtual reality to analyze sports performance", *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol.30, No.2 pp. 14-21, (2010).
44. P. Düking, H. C. Holmberg, B. Sperlich, "The potential usefulness of virtual reality systems for athletes: A short SWOT analysis", *Frontiers in Physiology*, Vol.9, No.128, (2018).
45. J. H. Park, J. E. Yim, "A new approach to improve cognition, muscle strength, and postural balance in community-dwelling elderly with a 3-D virtual reality Kayak program", *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, Vol.238, No.1 pp. 1-8, (2016).
46. W. H. Lee, K. H. Cho, S. H. Kim, J. H. Lee, "The effect of a virtual reality-based exercise program using a video game on the balance, gait and fall prevention in the elderly women", Journal of Sport and Leisure Studies, Vol.44, No.2 pp. 605-614, (2011).

47. J. Fung, C. L. Richards, F. Malouin, B. J. McFadyen, A. Lamontagne, "A treadmill and motion coupled virtual reality system for gait training post-stroke", *CyberPsychology & Behavior*, Vol.9, No.2 pp. 157-162, (2006).
48. Y. S. Kang, G. Y. Lee, "The effect of a virtual reality based exercise program utilizing video game on health-related physical activity and physical activity level in adults with developmental disability", *Korean Journal of Adapted Physical Activity*, Vol.23, No.4 pp. 15-29, (2015).
49. C. Bryanton, J. Bosse, M. Brien, J. Mclean, A. McCormick, H. Sveistrup, "Feasibility, motivation, and selective motor control: Virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy", *Cyberpsychology & Behavior*, Vol.9, No.2 pp. 123-128, (2006).
50. H. J. Moon, Y. R. Choi, S. K. Lee, "Effects of virtual reality cognitive rehabilitation program on cognitive function, physical function and depression in the elders with dementia", *Journal of International Academy of Physical Therapy Research*, Vol.5, No.2 pp. 730-737, (2014).
51. Y. G. Kim, "The effect of the virtual reality rehabilitation system on activities of daily living, cognitive function, self-esteem in stroke", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.16, No.8 pp. 5476-5484, (2015).
52. F. Bloch, A. S. Rigaud, G. Kemoun, "Virtual reality exposure therapy in posttraumatic stress disorder: A brief review to open new opportunities for post-fall syndrome in elderly subjects", *European Geriatric Medicine*, Vol.4, No.6 pp. 427-430, (2013).
53. J. G. Beck, S. A. Palyo, E. H. Winer, B. E. Schwagler, E. J. Ang, "Virtual reality exposure therapy for PTSD symptoms after a road accident: An uncontrolled case series", *Behavior therapy*, Vol.38, No.1 pp. 39-48, (2007).
54. J. Decety, J. Grèzes, "Neural mechanisms subserving the perception of human actions", *Trends in Cognitive Sciences*, Vol.3, No.5 pp. 172-178, (1999).
55. M. Epelbaum, "Improvements in tennis serve accuracy through progressive muscle relaxation and mental imagery", *Canadian Young Scientists Journal*, pp. 11-23, (2012).
56. V. Nagar, M. M. Noohu, "The effect of mental imagery on muscle strength and balance performance in recreational basketball players", *Medicina Sportiva: Journal of Romanian Sports Medicine Society*, Vol.10, NO.3 pp. 2387-2393, (2014).
57. C. Shweta, M. Deepak, "The use of mental imagery and concentration in the elimination of anxiety and building of self confidence of female cricket players participating at national level", *International Journal of Sports Sciences & Fitness*, Vol.5, No.1 pp. 86-94, (2015).
58. T. Seif-Barghi, R. Kordi, A. H. Memari, "Effect of mental imagery on performance elite athletes' in youth and adult age groups: A randomized trial" *Tehran University Medical Journal TUMS Publications*, Vol.71, No.3 pp. 171-178, (2013).
59. H. Y. Cho, D. H. Kim, Y. S. Kim, "Effect of imagery training on bbalance, gait aability and cognition function in patients with parkinson's disease", *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol.54, No.2 pp. 1017-1028, (2013).
60. K. T. Han, "The effect of nature and physical activity on emotions and attention while engaging in green exercise", *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol.24, pp. 5-13, (2017).
61. S. H. Cheon, Y. G. Song. "Effects of imagery training on imagery ability, self-efficacy, anxiety and performance in

after-school physical activity", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.26, No.6 pp. 377-391, (2017).
62. A. S. Merians, E. Tunik, S. V. Adamovich, "Virtual reality to maximize function for hand and arm rehabilitation: exploration of neural mechanisms", *Studies in Health Technology and Inform*, Vol.145, pp. 109-125, (2009).
63. Y. S. Yun, K. Y. Chang, S. Y. Won, H. S. Woo, "Neuroscience-based action-observation during upper extremity rehabilitation for stroke patients", The Journal of Korean Society of Occupational Therapy, Vol.22, No.4 pp. 1-13, (2014).
64. H. J. Park, G. Y. Lee, "Cognitive science exploring the philosophy of physical education", *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*, Vol.8, No.3 pp. 515-524, (2014).
65. Y. E. Rhee, "A concept map of embodied cognition : Beyond the brain", Trans-Humanities, Vol.8, No.2 pp. 101-139, (2015).
66. S. U. Lee, "Present and future of virtual reality technology based on embedded cognition", *The Studies in Korea Literature*, Vol.54, pp. 39-63, (2017).
67. J. M. Lee, "A reformulation of the conceptual foundations of psychology (2): Extending the concept of "mind" and the extent of psychology, based on the perspectives of cognitive science", The Korean Journal of Psychology : General, Vol.26, No.2 pp. 1-38, (2007).
68. H. S. Je, H. I. Hwang, "Implications of embodied cognition in early childhood education", Korea Open Association for Early Childhood Education, Vol.23, No.1 pp. 425-449, (2018).
69. A. G. Di Nuovo, D. Marocco, A. Cangelosi, V. M. De La Cruz, S. Di Nuovo, "Mental practice and verbal instructions execution: A cognitive robotics study", in *Proceedings of the 2012 International Joint Conference on Neural Networks*(Brisbane), pp. 1-6, (2012).
70. R. K. Mishra, F. Marmolejo-Ramos, "On the mental representations originating during the interaction between language and vision", *Cognitive Processing,* Vol.11, No.4 pp. 295-305, (2010).
71. A. R. Ahn, D. W. Min, "The effect of embodied cognition on persuasion: The role of overt head movement and goal-relevancy", Journal of Korean Marketing Association, Vol.28, No.6 pp. 45-68, (2013).
72. P. M. Niedenthal, L. W. Barsalou, P. Winkielman, S. Krauth-Gruber, F. Ric, "Embodiment in attitudes, social perception, and emotion", *Personality and Social Psychology Review,* Vol.9, No.3 pp. 184-211, (2005).
73. G. H. Kim, J. S. Kim, "The effect of embodied cognition of washing hands on consumption behavior", *The Korean Journal of Consumer and Advertising Psychology,* Vol.14, No.2 pp. 321-342, (2013).
74. J. M. Lee, "Cognitive science: Principles of and implications for the convergence with other disciplines", *Korean Journal of Social Sciences*, Vol.**32**, pp. 3-46, (2010).
75. J. L. Lugrin, M. Landeck, M. E. Latoschik, "Avatar embodiment realism and virtual fitness training", in *Proceedings of IEEE Virtual Reality*, pp. 225-226, (2015).
76. E. A. Keshner, "Virtual reality and physical rehabilitation: A new toy or a new research and rehabilitation tool?", *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, Vol.1, No.1 pp. 8, (2004).
77. A. A. Rizzo, J. G. Buckwalter, T. Bowerly, C. Van Der Zaag, L. Humphrey, U. Neumann, C. Chua, C. Kyriakakis, A. Van Rooyen, D. Sisemore, "The virtual classroom: A virtual reality environment for the assessment and rehabilitation of attention deficits. *CyberPsychology & Behavior*, Vol.3, No.3 pp. 483-499,

(2000).
78. L. Bergouignan, L. Nyberg, H. H. Ehrsson, "Out-of-body-induced hippocampal amnesia", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol.111, No.12 pp. 4421-4426, (2014).
79. J. J. Kim, S. J. Shin, S. G. An, E. B. Lee, H. U. Jo, Y. R. Paik, J. J. Cha, H. S. Lee, J. S. Noh, "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*, Vol.3, No.2 pp. 33-46, (2013).
80. J. S. McGee, C. van der Zaag, J. G. Buckwalter, M. Thiébaux, A. Van Rooyen, U. Neumann, D. Sisemore, A. A. Rizzo, "Issues for the assessment of visuospatial skills in older adults using virtual environment technology", *CyberPsychology & Behavior*, Vol.3, No.3 pp. 469-482, (2000).
81. A. S. Rizzo, G. J. Kim, "A SWOT analysis of the field of virtual reality rehabilitation and therapy", *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, Vol.14, No.2 pp. 119-146, (2005).
82. Y. S. Kim, J. H. Kim, "Interaction design and interface usability considerations for the proliferation of augmented reality based contents and services", *Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol.29, No.8 pp. 31-37, (2011).
83. H. J. Choi, H. J. Cha, S. M. Choi, "VR skywalking: A VR fitness system using a skywalker equipment", in *Proceedings of HCI Korea 2018*, pp. 280-283, (2018).
84. Y. J. Song, New intervention for stroke patients with VR technology and EEG, Brain Media, 2017, http://www.brainmedia.co.kr/brainWorldMedia/ContentView.aspx?contIdx=20327, (2018.03.29.).
85. J. W. Lee, J. S. Yoon, "A study on the limitation of nintendo Wii using physical interactive interface", *Journal of Korea Game Society*, Vol.11, No.2 pp. 93-104, (2011).