

Utilization Exercise Rehabilitation Using Metaverse (VR · AR · MR · XR)

메타버스(가상 · 증강 · 혼합 · 확장현실)를 이용한 운동재활의 활용 방안

Jeong Ok Yang, Jook Sook Lee

Department of Kinesiology, Silla University, Busan, South Korea

Received : 30 September 2021

Revised : 18 October 2021

Accepted : 02 November 2021

Objective: The aim of this study was to analyze domestic and foreign studies using virtual reality or metaverse for exercise rehabilitation in order to help the disabled or elderly patients with exercise rehabilitation, and suggest a method for using metaverse for exercise rehabilitation.

Method: In this study, after analyzing and discussing various information related to the metaverse and exercise rehabilitation through electronic search of recently published papers, academic journals, books, and internet websites, the exercise rehabilitation plan using the metaverse was proposed.

Results: In the case of domestic research, the diversity of virtual reality application technology for the rehabilitation of disabled and elderly patients was not secured, but recently, virtual reality or metaverse-related technologies were developed and specialized in a form suitable for exercise rehabilitation. In the case of overseas studies, it was analyzed that exercise rehabilitation using virtual reality and metaverse games for the rehabilitation of disabled and elderly patients can help improve brain, physical ability, and anti-aging by activating the body and mind.

Conclusion: Smart metaverse health care is actively introduced to exercise rehabilitation, metaverse telemedicine business is applied to exercise rehabilitation programs, and digital twin games and exercise rehabilitation programs developed by metaverse related companies take into account the characteristics of disabled and elderly patients. If customized smart metaverse healthcare is used for exercise rehabilitation, it is analyzed that it can lead this field.

Keywords: Metaverse, Exercise rehabilitation, Health care, Virtual reality, Digital twin games

Corresponding Author

Joo Sook Lee

Department of Kinesiology, Silla University, Baekyang-daero 700beon-gil, Sasang-gu, Busan, 46958, South Korea

Email : jslee@silla.ac.kr

INTRODUCTION

메타버스는 가상세계로 어떤 형태로든 상상하는 모든 일들을 구현할 수 있다. 실제와 유사한 세계인 가상현실(VR; Virtual Reality), 실제 공간에 가상현실을 겹쳐 영상으로 만드는 증강현실(AR; Augmented Reality), 위의 두 기술을 결합한 혼합현실(MR; Mixed Reality)과 확장현실(XR; eXtended Reality)까지 가상세계와 현실세계를 구분하기 어렵게 사실적으로 구현한 세계를 메타버스라 한다(Kim, K. B., 2021).

메타버스는 가상, 초월 등을 의미하는 메타(Meta)와 현실세계를 의미하는 유니버스(Universe)의 합성어로 현실세계와 같은 경제·사회·문화 활동이 이뤄지는 3차원 가상세계를 말한다. 메타버스는 가상현실(VR, 컴퓨터로 만들어 놓은 가상의 세계에서 사람이 실제와 같은 체험을 할 수 있도록 하는 최첨단 기술)보다 한 단계 더 진화한 개념으로, 아바타를 활용해 단지 게임이나 가상현실을 즐기는 데 그치지 않고 실제 현실과 같은 사회·문화적 활동을 할 수 있다는 특징이 있다

(Kim, J. T., 2021).

메타버스 어원은 30년전 SF 작가 닐 스티븐슨(Neal Stephenson)의 스노 크래시(Snow Crash)란 소설에 등장하면서 메타버스라는 단어를 처음 사용했고 이후 등장한 3D 아바타로 세컨드라이프와 현실세계에 스마트 폰을 투영하면 포켓몬이 등장하는 포켓몬고 게임, 가상세계를 배경으로 제작한 영화 레드 플레이어 원 등이 메타버스에 속한다. 이러한 게임이나 영화는 주인공이 구글과 아이폰을 이용해 3D 가상세계에서 활동하는 내용들을 담았다(Kim, J. T., 2021).

우리나라는 IT 기술 발달로 컴퓨터와 스마트 기기를 사용하는 인구가 증가하고 있으며(Kim, 2017; Seo, Choi, Joo, Kim & Chang, 2012), 컴퓨터와 스마트 폰 없는 세상은 상상할 수 없을 정도로 일상생활화 되었다(Ahn, 2014). 이러한 생활패턴 변화는 컴퓨터 사용으로 인하여 동일한 자세로 장시간 유지하는 사람들이 증가하고 있으며(Choi & Hwang, 2011), 이러한 자세유지는 목, 어깨 등의 근골격계 문제를 일으키게 되어 많은 사람들이 통증을 호소하고 있다(Cho, 2019; Joo,

Yang & Lee, 2020; Mekhora, Liston, Nanthavanij & Cole, 2000).

고령화 시대에 노화를 늦추기 위한 중장년과 노년층의 모든 신체활동을 통한 노력들도 넓은 의미에서는 운동재활이라 할 수 있다. 일반적으로 작업현장이나 교통사고에 의한 재활은 사고 부위에 따라 의사 처방으로 물리치료가 운동재활을 실시하지만 근래에는 건강운동관리사의 역할도 증대하고 있다. 이런 경우 대부분 중증 환자에 해당하며 항상 보호자가 함께해야 하는 경우가 대부분이다. 그러나 기구를 이용해 혼자서 걸거나 타인의 도움 없이 보행할 수 있는 환자는 운동을 통한 치료 및 재활이 매우 효과적이라 할 수 있다(Kim, T. Y., 2021).

앞으로 기존의 연구 흐름을 바꿀 수 있는 게임 체인지(game change)를 위한 메타버스를 활용한 운동재활 프로그램 개발 선점을 위한 노력과 필요성이 제기된다. 2020년 기준 일본의 경우 65세 이상 인구가 3,619만 명으로 28.8%를 기록했다. 2025년 고령인구 비율이 30%에 도달할 것으로 예측하고 있는 일본정부가 시도하는 여러 가지 고령자 대책 중 하나가 게임이다. 일본 요미우리신문은 고령자의 건강과 사회활동증진 측면에서 게임에 대한 시각이 바뀌고 있다고 보도했다(Lee, H. W., 2021).

운동처방을 통한 운동재활이 반드시 필요한 이유로 운동재활이란 건강하고 정상적인 능력을 되찾거나 현재 상태를 가능한 만족스러운 상황으로 되돌리는 것을 의미하며 일상생활에서 발생할 수 있는 작업현장사고나 교통사고를 당한 환자들은 운동재활을 한다. 뿐만 아니라 심장수술을 받은 환자, 장기 입원으로 근육량과 근력이 감소한 환자, 과격한 운동으로 상해를 입은 환자 등에게 운동재활은 필수불가결한 것이다(Kim, T. Y., 2021).

단순 체형뿐만 아니라 교육과 훈련에 적용해 높은 차원의 체형 프로그램에도 참여할 수 있다. 예를 들면 초보 비행사가 가상세계에서 비행 모의훈련을 할 수 있도록 도움을 주어 사고위험 없이 비행숙련도를 높일 수 있다. 2019년 SK텔레콤사는 5세대 이동통신(5G) 기술을 이용해 우리나라에 있는 축구 꿈나무선수들이 런던에 있는 손흥민 선수로부터 직접 축구코칭도 받을 수 있었다. 이처럼 메타버스는 다양하게 응용할 수 있으며 다른 산업들과 연계하여 융복합적으로 발전할 수 있는 가능성이 무궁무진하다(Kim, K. B., 2021).

메타버스 세계가 일상화될 미래에는 운동재활과 재활의학의 수요가 급격히 증가할 것이며, 노인들과 장애인들의 사망률이 줄어들고 기대수명은 늘어나며 여러 가지 장애나 불편함을 안고 살아가는 사람들이 많아질 것이며 젊은이들이 모두 간병인으로 일을 해도 전체 노인인구와 장애인 인구를 감당할 수 없는 시대가 올 것이다(Baek, 2019). 이러한 미래를 준비하기 위해서는 반드시 메타버스를 활용한 재활운동과 재활의학이 발전해야 하고 사회전반적으로 행복하고 건강한 삶을 살기 위해서는 돌봄로봇과 케어로봇들이 개발되고 사회적으로 노인인구와 장애인들의 질한 부담을 함께 나눌 수 있는 모델들이 만들어져야 할 것이다.

최근 일본 요미우리신문에 고령자의 건강과 사회활동증진 측면에서 게임에 대한 위상이 바뀌고 있다고 했다. 일본 게이오대학은 노인이 게임을 하면 운동효과를 얻을 수 있으며 게임하는 노인집단의 주의기능이 더욱 높고 심박수도 평균치보다 더 높아 빠르게 걷는 운동효과가 있다고 했다. 게임이 노화방지, 운동효과, 기억력 향상에 효과가 있으며 게임이 노인의 기억력 향상에 효과적이라는 연구결과도 있다. 초고령사회 진입을 앞두고 있는 우리사회도 노인건강을 위해 게임

을 적극적으로 활용하는 방안에 대해 고민해볼 필요가 있다(Lee, H. W., 2021).

최근 DGIST는 연구개발중인 지능형로봇 연구의 '3차원 측정시스템'과 '고정밀 마커시스템'이 2021 지역사회기반 장애인 재활운동 서비스 기술개발사업에 선정됐다고 했다. 이 사업은 지능형로봇연구부 이현기 박사 연구팀이 개발 중으로 국민건강증진 및 국민건강데이터를 확보하기 위한 문화체육관광부 지정공모사업으로 3년간 44억원의 연구비를 지원받게 된다(Jo, Y. E. a, 2021). DGIST 지능형로봇연구부 이현기 박사 연구팀이 개발 중인 과제는 장애인 및 고령자 인적 및 신체기능의 과학적 분석을 바탕으로 인지·신체의 상호보완적이며 지속 가능한 복합중재 재활운동 유도 및 지원 디바이스 기술개발을 목표로 하고 있다(Jo, Y. E. a, 2021).

메타버스는 이러한 새로운 환경에 새로운 비즈니스 모델을 창출하고 있으며(Google, 2021), 설계도만 있으면 3D 집을 만들고 가구를 배치할 수 있는 스타트업 어반베이스 VR로 아파트 내부를 볼 수 있는 큐픽스와 사용자의 치매를 진단해주는 룩시드랩스나 운동재활훈련 프로그램인 테크빌리지 등이 등장하여 활용되고 있다. 따라서 이 연구목적은 최근 국내외에서 발표된 장애인과 노인들의 운동재활 관련 메타버스를 적용한 연구와 문헌들을 분석하여 다양한 운동재활 활용 방안을 모색해보고자 한다.

METHOD

이 연구는 최근 국내외에서 발간된 논문, 학회지, 서적, 인터넷웹사이트를 전자검색을 통해 메타버스와 운동재활과 관련된 다양한 정보들을 분석하고 논의한 후 메타버스를 활용한 운동재활 방안을 제시하였다.

- 1) 국내에서 발행된 학술지에 게재된 메타버스와 운동재활관련 문헌 분석
- 2) 해외에서 발행된 학술지에 게재된 메타버스와 운동재활관련 문헌 분석
- 3) 최근 메타버스와 운동재활관련 뉴스나 신문기사를 연구내용으로 설정하였다.

RESULTS

1. 국내에서 발행된 메타버스와 운동재활관련 문헌

해외에서 메타버스를 활용하여 노인환자와 장애인들을 대상으로 한 운동재활 연구가 활기차게 진행되고 있는 것에 비하여 국내에서는 메타버스를 활용한 장애인이나 움직임이 불편한 노인들에 대한 연구가 제한적으로 이루어지고 있다. 국내에서는 노인들의 낙상방지를 위한 균형능력 향상 방안(Kim et al., 2013) 등과 같은 공통적인 주제로만 연구가 실시되어 다양한 장애가 있는 장애인과 움직임이 불편한 노인들을 위한 연구가 부족한 실정이다.

2016년 발표된 한국 통계청 자료에 따르면 한국인 65세 이상의 고령인구 구성비는 2015년 12.8%에서 빠르게 증가하여 2026년 이후에는 전체인구의 20% 이상이 노인인 초고령화사회(super aged society)에 진입할 것으로 예상하고 있다(Statistics Korea, 2016). 전체인구의

고령화와 마찬가지로 장애인구의 고령화도 빠르게 진행되고 있다. 장애인 중 65세 이상 장애노인의 비율은 2000년 30.3%, 2011년 38.8%, 2017년 46.6%로 점진적인 증가세를 나타내고 있으며(Ministry of Health and Welfare, 2018), 이미 장애노인은 초고령화사회에 진입하였다(Seo, Jeong & Kim, 2013).

장애노인은 장애발생시점에 따라 노인성 장애노인(age with disability)과 고령화된 장애노인(disability with aging)으로 구분할 수 있다(Kim & Lee, 2013). 장애노인은 신체적 기능의 제한으로 인해 타인에 대한 의존성이 높아지고 독립성을 상실하기 쉽다(Kim & Ko, 2004). 장애노인이 만성질환이나 장애에 대한 적절한 치료나 중재를 받지 못하면 2차적인 질병문제를 경험하게 되고 이러한 결과로 외부와의 단절과 고립을 초래하여 불안과 우울을 경험하게 됨으로써 삶의 질이 나빠진다(Kim & Kim, 2002). 이러한 이유들로 장애노인들의 성공적인 노화를 위한 여러 가지 중재 활동의 필요성이 재기되고 있다.

운동재활은 장애노인들이 독립적인 생활을 할 수 있도록 도움을 주는 재활의 의미를 인간 움직임과 접촉하여 신체적, 정신적, 사회적 건강을 회복시켜주는 과정을 의미한다(Korean Society of Exercise Rehabilitation, 2013). 운동재활은 환자 또는 장애인들이 일상생활에 필요한 활동에 도움을 주는 운동재활 프로그램과 신체적, 정신적, 사회적 건강을 위해 이루어지는 예방과 회복을 위한 운동 프로그램으로 총체적인 건강 서비스의 개념을 포함하고 있다(Lee & Baek, 2012).

이러한 관점에서 장애노인들의 건강한 삶과 효과적인 신체활동을 위한 방안으로 운동재활 프로그램이 장려되고 있다(Lee, 2018). 하지만 장애노인들은 지체장애 비율이 높으며 일반적인 신체활동 프로그램에 참여하는데 어려움을 겪기 때문에 일반적인 운동재활 프로그램에 참여하기 어렵다는 부정적 인식이 있다(Ministry of Health and Welfare, 2017). 또한 장애인들을 위한 운동재활 프로그램의 공급이 수요에 비해 부족하기 때문에 장애노인의 운동재활 프로그램에의 참여는 현실적으로 어렵다(Koo & Kim, 2011). 이러한 현실을 반영하여 최근 가상현실을 기반으로 하는 여러 가지 운동재활 프로그램들이 장애노인들을 위해 개발되고 있다(Kim, 2015).

Kim, T. Y. (2021)은 심장수술환자는 심장근을 강화시키기 위해 일정한 부하 이상의 운동강도로 신체활동을 통해 심장으로 유입되는 혈류량을 증가시켜야 한다. 발목 또는 무릎관절 수술환자는 관절가동범위를 증가시키고 근력을 향상시키기 위해 무릎과 발목 스트레칭을 꾸준히 실시하는 것이 중요하지만 관절부위 가동범위를 증가시키면 통증을 느끼기 때문에 포기하는 경우가 가끔 발생한다. 무릎 인공관절 수술 후 운동재활은 관절가동범위를 증가시킬 뿐만 아니라 무릎 통증을 감소시키는 데 중요한 역할을 하므로 이러한 환자들에게 메타버스를 이용한 운동재활이 반드시 필요하다.

국내 연구와 관련하여 주목할 점은 가상현실을 활용하여 장애노인의 능동적인 참여를 유도할 수 있는 치료적 접근 방법을 제시하고 가정이나 요양시설에서 생활하는 장애노인의 삶의 질 개선을 위한 프로그램을 제안하고 있다(Park & Shin, 2016). 또한 대인관계 향상을 위한 2인이 함께하는 가상현실 게임 활동(Shin, Oh, Jeong & Kim, 2017)과 같이 장애노인의 정서적 회복을 위한 다양한 접근 방안들을 개발하고 있다는 것이 긍정적이며 경추 자세변화에 따른 성인의 족저압력 균형 및 폐활량의 차이(Joo, Yang & Lee, 2020) 등과 같은 논문도 메타버스와 연계하여 연구한다면 좀 더 바람직한 연구결과를 도출할 수 있을

것이다. 하지만 국내연구는 연구대상자의 장애유형, 측정변인, 기타변인의 검증 과정과 관련하여 다양성이 확보되지 못하여 제한적인 연구 결과를 제시하고 있었다. 한국 만성요통환자에게 운동요법과 물리치료요법이 통증에 미치는 영향에 대한 메타분석을 실시한 결과 슬링운동, 스트레칭, 온열요법, 키네시오 테이핑, 요추 안정화운동, 전기요법 모두 효과가 큰 것으로 나타났다. 만성요통의 경우 지속적인 치료가 일시적인 치료보다 효과적인 것으로 나타났다(Kim & Lim, 2020).

국내연구들은 치매와 뇌졸중과 같은 장애연구들에 한정하여 진행하고 있는 것에 비해 해외연구들은 다양한 장애유형을 가진 노인환자들에게 가상현실을 활용한 운동재활 프로그램들이 활용되고 있었다. 메타버스 VR 기반의 RehabWareVR Standard는 뇌질환자의 상실된 운동 및 인지기능 회복과 장애예방을 위하여 완전몰입형 메타버스 VR 기반 재활치료 솔루션으로 서울대병원과 공동연구를 통해 개발된 치료환경을 환자에게 제공한다. RehabWareVR Standard는 뇌병변 환자의 치료와 재활을 위한 솔루션으로 서울대병원과 공동연구를 통해 개발하고 다년간의 임상시험을 통해 안정성과 완성도를 높였다. 연구내용이 논문으로 작성되어 미국 재활의학저널인 PM&R 및 ARM과 같은 유명저널에 SCI 논문으로 게재되었다. 임상시험과 사용적합성 평가를 통해 고령자 및 환자들에게 매우 긍정적이고 효과적인 데이터를 확보했으며 만족도 또한 높은 수준의 결과를 나타냈다(Choi, 2021).

2. 해외에서 발행된 메타버스와 운동재활관련 문헌

해외에서 발행된 메타버스와 운동재활관련 연구 분석 근거는 해외 학술지에 게재된 연구의 대부분이 무작위 비교연구로 설계된 임상연구였으며 피험자 1명을 대상으로 실시한 사례연구가 다수였지만 해외 연구에서는 국내연구에서 보다 다양한 노인환자와 장애인들을 대상으로 한 연구들이 이루어지고 있었다.

일반적으로 장애노인은 장애원인과 유형 구분 없이 장애로 인해 일상생활에서의 제약을 경험하는 노인을 의미한다(Sheets, 2005; Verbrugge & Yang, 2002). 장애노인은 장애와 노인이라는 이중적인 위험에 처한 취약계층(Foreman, 1998; Sheets, 2005)으로 신체적 기능의 제한으로 인해 타인에 대한 의존성이 높아지고 독립성을 상실하기 쉽다. 장애노인이 만성질환이나 장애에 대한 적절한 치료나 중재를 받지 못하면 2차적인 질병문제를 경험하게 되고(lezzoni, Davis, Soukup & O'day, 2002; Lee & Heinemann, 2010) 이러한 결과로 외부와의 단절과 고립을 초래하여 불안과 우울을 경험하게 함으로써 삶의 질이 나빠진다(Minkler & Fadem, 2002). 이러한 이유들로 장애노인들의 성공적인 노화를 위한 여러 가지 중재 활동의 필요성이 재기되고 있다.

가상현실은 컴퓨터 하드웨어와 소프트웨어를 통해 만들어진 가상공간에서 현실과 유사한 경험을 할 수 있도록 만든 대화형 시뮬레이션으로(Rizzo & Buckwalter, 1997), 사용자는 시각과 청각 등 다양한 감각기관을 활용하여 가상현실 세계에서 움직임을 실현할 수 있다(Steuer, 1992). 가상현실은 흥미를 유발하여 이용자에게 동기를 부여하는 효과가 있다(Rose, Attree, Brooks, Parslow & Penn, 2000). 이러한 관점에서 해외에서 실시되는 가상현실 운동재활 프로그램은 뇌졸중(Yamato, Pompeu, Pompeu & Hassett, 2016), 외상성 뇌손상(Ustinova & Perkins, 2013), 관절염(Iversen, Connors, Menapace, Samson & Tessitore, 2014), 척추손상(Saadon-Grosman & Arzy, 2017), 파킨슨병(Griffin et al., 2011),

다발성 경화증(Peruzzi, Cereatti, Zarbo, Mirelman & Della Croce, 2015), 알츠하이머병 장애인들의 운동재활을 위한 가상현실 기술활용(White & Moussavi, 2016) 등 다양한 질병의 재활분야에 활용되고 있다.

해외에서는 국내에 비하여 다양한 노인환자와 장애인들과 관련한 연구들이 이루어지고 있었으며 뇌졸중과 파킨슨병에 관한 가상현실을 이용한 연구들이 노인환자와 장애인들의 운동재활 프로그램으로 이루어지고 있었다. 해외에서 발표된 파킨슨병 장애인 관련 연구(Liao et al., 2015; Gallagher, Damodaran, Werner, Powell & Deutsch, 2016)에서는 파킨슨병 환자들의 특성에 적합한 형태로 가상현실을 구성하여 운동재활 프로그램을 제공하고 있었다. 이와 함께 파킨슨병 환자들의 뇌를 활성화시키기 위한 운동재활 방안으로 운동기구들을 활용하여 환자들의 움직임을 인위적으로 증가시키는 가상현실 프로그램들이 활용되고 있었다.

Afsar, Mirzayev, Yemisci & Saracgil (2018)은 가상현실 게임시스템을 활용하여 뇌졸중 환자의 편마비 사지기능을 향상시킬 수 있는 새로운 접근 방법으로 뇌졸중 환자의 상지운동기능 향상을 위해 Microsoft Xbox 360 Kinect 비디오게임 시스템의 효과를 평가하기 위해 42명의 뇌졸중 환자를 대상으로 연구를 실시하였으며, 그 중 35명(가상현실 그룹 19명, 대조군 16명)을 대상으로 연구했다. 모든 환자들은 4주 동안 주 5회, 상지에 60분 동안 운동재활을 실시했다. 가상현실을 활용한 운동재활그룹은 1일 30분씩 Xbox Kinect 게임시스템을 활용하여 추가로 운동재활을 실시했으며 운동재활 실시 전과 운동재활이 끝난 4주 후 재평가를 실시하여 유의미한 결과를 얻었다.

Afsar et al. (2018)의 연구에서는 Box & Block Test 기능적 독립성 척도 자기관리점수, Brunnstrom 단계 및 Fugl-Meyer 상지운동기능 척도를 평가 척도로 사용하여 Brunnstrom 평가와 Fugl-Meyer 상지운동점수, Box & Block 테스트 및 기능적 독립성 측정은 실험군과 대조군 모두 치료 후 기준선에서 유의미하게 향상하였다. Brunnstrom stage-upper extremity gain과 Box & Block Test gain은 실험군이 대조군에 비해 유의미하게 높았으며, Brunnstrom stage-hand, Functional standalone measure gain과 Fugl-Meyer gain은 그룹 간에 유사했다. 이러한 결과는 기존치료법에 추가로 실시한 키넥트 기반 게임시스템이 뇌졸중 환자에게 도움을 줄 수 있다는 결론을 얻었다.

가상현실 게임시스템을 뇌졸중 운동재활에 활용하고 일반화하려면 최적의 치료기간과 강도를 결정하기 위해 장기적인 추적관찰과 더욱 큰 샘플 크기를 가진 무작위 비교임상시험이 필요할 것이다(Afsar et al., 2018).

국내연구에 비해 해외연구에서는 다양한 가상현실기술을 활용한 연구들이 진행 중이다. 가정용 게임장비들을 활용하여 동작인식 비디오 게임 형식보다 보행동작이나 균형능력을 향상시키기 위한 방안으로 특성화된 가상현실을 개발하고 있다. Samuel, Choo, Chan, Kok & Ng (2015)의 연구는 뇌졸중 환자의 손상된 팔의 기능을 향상시키기 위하여 가상현실기술을 토대로 Biomechanical and kinematic in game markers를 활용하여 운동재활 프로그램을 재구성하였고 White & Moussavi (2016)은 알츠하이머 환자들을 위한 VR navigation 환경을 만들어 일상생활에서 활용 가능한 인지능력 향상을 위한 방안을 연구하여 환자에게 도움을 줄 수 있다는 결론을 얻었다.

이러한 가상현실이 노인환자와 장애인들의 특성과 재활목적에 적절한 형태로 변형하거나 다른 기술과 융합하여 재활운동 프로그램으로

서 발전 가능성을 보여주었다. 해외에서는 가상현실기술의 효과를 검증하기 위해 국내 연구논문들에 비해 다양한 측정변인들을 이용하고 있었다. 해외연구에서는 29개의 다양한 측정변인을 사용하였고, 측정변인들의 유사성에 따라 범주화하면 보행, 균형, 일상생활, 인지, 상지기능, 생리적 변인 등으로 분류하였다. 해외연구에서는 가상현실의 장점을 활용하여 Home-based virtual reality training (Yang et al., 2015), Clinical based rehabilitation system (Cannell et al., 2018) 등 다양한 형태의 중재 환경을 조성하여 보행능력, 일상생활 관련 균형, 운동기능, 삶의 질 등 여러 가지 변인들의 변화를 연구하고 있었다. 특히, 장애인과 노인환자의 삶의 질과 긴밀하게 관련된 보행능력 향상을 위한 방안들을 가상현실과 관련하여 연구하고 있었다.

해외연구에서 사용된 측정변인을 ICF (International Classification of Functioning Disability and Health; 국제기능장애건강분류 - 기능과 장애 및 건강을 개인과 인구 수준에서 측정하기 위해 개발된 WHO 기구) 구성요소에 따른 분류결과와 국내연구와는 달리 신체기능구조로 분류한 변인이 정신기능에만 한정하지 않고 감각기능과 신경골격계와 그리고 움직임에 관련된 기능에 따른 측정변인들도 있었다. 활동범위와 참여범주로 분류된 측정변인들은 이동성과 일반적인 임무와 요구에 해당하는 측정변인들로 이루어지는 것으로 나타났으며 대인관계에 해당하는 측정변인들은 나타나지 않았다. 이것은 해외연구에서 ICF에서 제안하고 있는 다양한 활동들과 참여범주를 평가하지 못했음을 의미한다.

2020년 유럽 통증 저널의 와타나베 팀은 일본중년 및 노년(연령범위: 40~74세, 평균연령: 60세) 남녀 7,565명 대상으로 설문조사를 실시하여 중간 정도 운동을 실시했다. 연구결과 만성적인 요통, 무릎통증이 감소하고 체력이 개선되었다고 주장하면서 적절한 신체활동을 통한 재활을 강조했다. 그러나 고강도 운동은 통증을 증가시킬 수 있으므로 역효과를 가져 올 수 있다고 했다. 운동을 중심으로 재활을 할 때 무엇보다 중요한 것은 환자의 체력상태를 잘 살펴야 한다는 것이다. 환자체력과 회복 정도에 따라 재활을 위한 적절한 운동강도가 결정되기 때문이다. 재활은 중·장년층에서부터 누구나 필요하다. 노화를 지연시키기 위해서는 신체활동에 적극적으로 참여할 자세가 필요하다. 특히 환자의 운동재활은 의사의 처방에 따라 반드시 운동처방사의 지도하에 실시해야 한다는 것이다(Kim, T. Y., 2021).

3. 최근 메타버스와 운동재활관련 뉴스나 미디어 기사 내용

서울 COEX에서 개최된 BIO KOREA 2021에서 메타버스 VR 기반의 뇌질환 환자를 위한 운동재활치료 솔루션(RehabWareVR Standard)을 주식회사 테크빌리지는 선보였다. 이 장비는 완전몰입형 가상현실을 이용하여 뇌질환(뇌졸중, 치매, 파킨슨병 등) 환자들의 재활치료를 위한 솔루션을 개발했다. 4차산업 VR, AR 실감형 콘텐츠 기술과 전문의료 재활공학 기술들이 융합된 새로운 형태의 재활치료 솔루션을 개발하여 메타버스 기반의 재활치료와 헬스케어 플랫폼 구축을 통한 글로벌 서비스 제공을 목표로 하고 있다(Choi, 2021).

린든 랩(Linden Lab)이 만든 3차원 가상현실인 세컨드 라이프(Second Life) 게임이 각광받으면서 메타버스가 주목 받게 되었고 메타버스는 초연결·초고속·초저지연의 5G 상용화와 지난해 세계에 충격을 준 코로나19 팬데믹 상황에서 확산하기 시작했다. 5G 상용화와 함께 가상

현실(VR: 컴퓨터로 만들어 놓은 가상세계에서 사람이 실제와 같은 체험을 할 수 있도록 하는 기술)·증강현실(AR: 2차원 또는 3차원으로 표현되는 가상의 물체를 현실공간과 겹쳐 보이게 하면서 상호작용하는 환경)·혼합현실(MR: 현실세계와 가상세계 정보를 결합하여 두 세계가 결합한 가상의 공간을 만들어 내는 것)·확장현실(XR: VR·AR·MR을 포함하여 미래에 등장할 또 다른 형태의 가상현실까지 모두 포괄하는 개념) 등을 구현할 수 있는 기술들이 발전했고 코로나19 사태로 비대면 온라인 기술들이 확산하면서 메타버스가 주목받고 있다(Kim, J. T., 2021).

최근 코로나19 팬데믹(pandemic)으로 비대면 사회가 급속히 대용량 정보를 고속으로 전송하는 5G 통신망이 확충되면서 메타버스 붐이 나타나고 있다. 미국의 게임 플랫폼 로블록스는 메타버스 기업 중 최초로 뉴욕증시에 상장했고 3D 아바타를 제작하는 네이버 제페토는 가입자가 2억명을 넘겼다. 메타버스에서 입학식, 졸업식, 신입사원 연수, 코칭, 운동재활치료를 진행하고 아이돌 뮤직비디오 팬 사인회도 진행하고 있다(Google, 2021).

리얼큐브는 전국 노인시설과 복지시설을 대상으로 서비스를 제공하며 치매안심센터에서는 치매예방과 증상완화에 리얼큐브를 활용하고 있다. 강남 시니어플라자, 대구 노인복지관, 용산 치매안심센터, 동대문 치매안심센터에서 리얼큐브 콘텐츠를 이용하여 체육대회도 열었다. 대구 노인복지관에서 리얼큐브 프로그램을 체험한 어르신은 생각이 밝아지고 숫자를 계산하지 못했는데 프로그램 체험 뒤 분별력이 생겼으며 기분이 좋아지고 운동도 된다는 체험소감을 밝혔다(Kim, K. B., 2021).

게임회사 로블록스가 만든 메타버스 테마파크인 라이언 월드에서 유튜버 라이언과 어린이들이 아바타 형태로 서로 만나 함께 게임을 한다. 최근 메타버스 열풍에는 MZ세대(밀레니얼+Z세대: 1981~2004년 출생)와 코로나19가 있다. 디지털에 익숙한 MZ 세대가 실내에 머무는 시간이 길어지면서 메타버스를 교류와 소통의 장으로 선택하기 시작했다. 메타버스 시장에서 성장하는 기업들도 늘어나고 있다. 전 세계 클라우드 서비스 1위 업체 아마존이 대표적인데 아마존은 메타버스가 존재하기 위해 필요한 네트워크, 서버, 저장장치를 구축한 기업이다. 현실세계와 비교해보면 통신·도로·전기·수도 등 사회간접자본을 구축한 셈이다(Lee, S. Y., 2021).

마이크로소프트(MS)와 페이스북도 메타버스에 접속할 수 있는 인프라를 구축하고 있다. 마이크로소프트의 홀로렌즈와 페이스북의 오쿨러스가 대표적인 사례다. 페이스북은 오쿨러스 퀘스트2를 공개했는데 친구와 게임하거나 TV 시청하면서 가상세계에 구축한 인피니트 오피스에서 일할 수 있도록 했다. MZ 세대에게 익숙한 메타버스는 게임 플랫폼이며 사용자가 가상세계를 자유롭게 돌아다니고 구성요소를 자유롭게 변경할 수 있는 샌드박스 게임이 있다. 사용자는 마인크래프트에서 여러 블록을 활용하여 공간·건축물·물건 등을 만들 수 있고 로블록스에서 원하는 게임을 만들고 즐길 수 있다(Google, 2021).

AI로 구현한 터틀맨과 김현식 무대의 청중석에는 가족들도 있고 가족들은 눈물을 흘리며 지켜보면서 직접 만질 순 없었지만 사랑했던 이들을 다시 만나 볼 수 있다는 사실만으로 이들에게 치유의 시간이 있었다. 메타버스는 공간적인 제약이 없어 현실보다 더욱 풍부하게 경험할 수 있다. 코로나19로 외출할 수 없는 최근 스마트 폰이나 스마트 기기를 이용하여 쉽게 여행을 떠날 수도 있다. 제페토와 같은 메타버

스 플랫폼을 이용하면 현실적으로 방문하기 어려운 유럽여행을 떠날 수도 있다(Kim, K. B., 2021).

네이버의 제페토에서는 자신의 아바타를 만든 뒤 다양한 가상장소에서 다른 사용자를 만나 소통할 수 있다(Google, 2021). 국가 핵심산업에도 메타버스와 XR을 활용하고 있다. 현대자동차는 VR 헤드셋을 착용하고 가상세계에서 북미, 유럽, 인도 직원들과 만나 신차 품평회를 한다. 보잉과 에어버스는 AR을 활용하여 항공기 정보와 매뉴얼을 빠르게 확인하며 작업시간을 단축한다. 미국 그래픽처리장치(GPU) 설계전문기업인 엔디비아의 켄슨 황 최고경영자(CEO)는 AI가 통합된 메타버스 솔루션 유니버스를 소개하면서 BMW가 유니버스를 통해 팀을 연결하고 가상미래공장을 설계하고 계획하며 운영하는 제조업의 미래를 제시했다. 우리 정부도 가상융합경제 발전전략으로 2022년까지 자동차·화학·조선해양 등 제조업 현장과 동일한 디지털 트윈(digital twin: 현실세계의 사람, 기계, 장비, 사물 등을 컴퓨터 속 가상세계에 구현한 것)을 만들고 전 공정에 XR을 연동하여 산업현장에서 활용할 수 있는 가상융합 플랫폼을 구축하겠다고 했다. 가상공간이 놀이터에서 산업현장의 공간으로 진화하고 있다(Google, 2021).

룩시드랩스는 빅 데이터를 기반으로 인지건강을 관리하는 개인 트레이너인 '루시'를 선보였다. 루시 이용자는 매일 가상현실 헤드셋을 쓰고 인지능력을 테스트하고 뇌파 센서와 시선 추적 카메라를 활용하여 전문적인 두뇌훈련 프로그램을 제공받는다. 이용자는 가상공간에서 박스를 이용하여 공간을 만들거나 컨트롤러로 드래곤을 제거하는 등 다양한 게임을 할 수 있다. 이용자가 가상현실 게임을 하는 동안 클라우드 서비스가 뇌파와 안구운동을 분석하고 분석내용은 이해하기 쉬운 형태로 제공하며 태블릿이나 모바일 기기로 가족이나 의사와 공유할 수 있다(Kim, K. B., 2021).

일본에서 최고령 기네스북에 오른 '이것' 이란 유튜버가 탄생했다. '이것'이란 유튜버는 은퇴 후 일상에 활력을 주고 노화와 치매를 방지하는 효과도 있다. 우리나라보다 먼저 초고령사회에 접어든 일본은 '이것'이 고독사와 같은 사회의 문제 해결책에 도움을 주고 있다. '이것'은 온라인 게임이지만 일본에서는 노인과 게임을 연결시켜 고령자 문제를 해결하려는 움직임이 나타나고 있으며 게임을 하면서 행복해하는 일본노인 사례들을 소개하고 있다(Lee, H. W., 2021).

게임이 90세 할머니를 꿈꾸게 하는데 2020년 일본 치바현 모리 하마코 할머니는 최고령 게임 유튜버로 기네스북에 등재됐다. 1930년 2월 18일생인 모리 할머니 나이는 올해 91세로 할머니가 직접 운영하는 유튜브 채널 '게이머 할머니(Gamer Granma)'로 구독자 51만 명과 소통하고 있으며 모리 할머니는 "이 나이까지 살아서 게임을 계속하게 났다는 생각이 든다"며 "장밋빛 인생을 즐기고 있다"고 기네스북 등재 소감을 밝혔다(Lee, H. W., 2021).

재활 헬스케어 비대면에 혁신 기기 서비스가 등장하고 있으며 리블레스는 환자의 데이터를 받아 의사가 원격으로 맞춤형 재활프로그램을 작동시킨다. 코로나19로 환자들의 병원 방문이 부담스러워진 상황에서 원격진단뿐만 아니라 원격재활이 가능한 언택트 헬스케어기업으로 의료 서비스를 제공하고 있는 기업이다. 로봇기술에 기초한 재활로봇장치와 원격의료기 가능한 의료 솔루션을 동시에 갖추고 있으며 병원과 가정 모두 사용할 수 있고 리모컨으로 간편하게 조작할 수 있는 기구이며 스마트 기능을 사용할 경우 스마트 폰에 리블레스 앱 설치 후 블루투스로 기기를 연결하여 제품의 모든 기능을 확장하여 사용할

수 있고 기기 하나로 신체의 다양한 부위를 재활할 수 있으며 병원과 가정에서 모두 사용이 가능하고 플랫폼을 이용하면 외래나 재활환자들이 집에서 재활훈련을 관리 받을 수 있다(Kim, S. K., 2021).

메타버스 원격진료사업을 국내 최초로 시작하여 주목받고 있는 곳은 라이프시맨틱스이며 이 회사는 의료정보기술과 인공지능을 이용한 디지털 헬스 플랫폼을 통해 2021년 3월 코스닥에 상장했다. 이 회사는 개인건강기록처리, 디지털 헬스 플랫폼, 비대면 진료 등 디지털 헬스 솔루션, 호흡기 재활 레드필 숨튼, 암 예후 관리 레드필 케어 등 디지털 치료사업을 하고 있으며 스마트 폰 앱으로 원하는 진료과목을 선택하면 전문의와 연결되는 시스템을 구축하여 해외에 거주하는 동포들을 상대로 서비스 할 수 있으며, 라이프시맨틱스와 비대면 의료 서비스 MOU를 맺은 네오펙트도 2020년 6월 원격 홈 재활훈련 서비스를 실시하고 있다(Kim, S. K., 2021).

DGIST의 지능형로봇연구부 이현기 박사 연구팀이 개발 중인 고정밀 마커시스템과 3차원 측정시스템은 기존 고가 장비에 의존했던 인간의 동작측정시스템을 저렴하고 정확하게 측정할 수 있는 시스템으로 대체 가능하고, 인체 관절부의 ROM은 인체동작 중 관절부의 정확한 위치를 정량적으로 측정하기 어려웠으나 확률적인 방법을 이용해 관절부의 위치를 예측하고 높은 수준의 ROM을 측정할 수 있게 됐다(Jo, Y. E. b., 2021). DGIST 이현기 박사가 개발한 동작추적시스템을 이용하면 고령층 및 장애인 등 기존 동작측정이 어려웠던 계층의 보행 및 다양한 동작들의 인체운동역학적인 해석이 가능하며 이를 토대로 데이터베이스 구축, 개인 맞춤형 재활 기기 설계 및 제작, 운동재활 프로토콜 개발 등을 효과적으로 수행할 수 있을 것이다(Jo, Y. E. b., 2021).

DISCUSSION

본 연구목적은 노인환자와 장애인들의 운동재활을 위한 가상현실기술 적용한 국내외 연구를 분석하여 노인환자와 장애인들의 운동재활을 위한 가상현실기술의 활용방안을 모색하는데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해 최근 국내외에서 발간된 논문, 학술지, 저서, 연구보고서, 신문 등을 검색하고 분석한 결과를 도출하였다. 분석결과를 토대로 노인환자와 장애인들의 재활을 위한 가상현실 활용 방법을 분석해보면 다음과 같다.

1. 국내 메타버스 운동재활 분석

국내연구에서 이용된 측정변인들을 장애·기능·건강 분류체계(ICF) 구성요소에 따른 재분류 결과 신체기능과 구조에 해당되는 정신기능(인지, 우울)이 5건, 참여와 활동으로 분류되는 이동성(균형능력) 1건, 일반적 임무와 요구(일상생활 수행능력, 삶의 질) 3건, 대인관계 1건 등으로 구분하였다. 국내연구에서는 신체기능·구조에 해당되는 감각기능과 신경골격계와 움직임 관련기능, 활동과 참여에 포함되는 지식 습득 및 결합, 주요 생활영역에 해당하는 측정변인은 확인할 수 없었다. 이러한 연구결과는 최근 국내연구의 경우 ICF에서 제안하는 다양한 신체기능과 활동 등을 평가하지 못함을 나타내고 있었다.

메타버스는 가상 또는 초월을 의미하는 메타(meta)와 현실세계나 우주를 의미하는 유니버스(universe)의 합성어로 현실세계와 유사한 사회·문화·경제 활동들이 이루어지는 3차원 가상세계를 말한다. 메타

버스는 가상현실(VR)보다 한 단계 더 진화한 것으로 아바타를 활용하여 게임이나 가상현실을 즐길 뿐만 아니라 실제현실과 같은 사회·문화·경제 활동을 할 수 있다(Naver, 2021).

한국인 65세 이상의 고령인구 구성비는 2026년 이후에는 전체 인구의 20% 이상이 노인인 초고령화사회에 진입할 것으로 예상하고 있다(Statistics Korea, 2016). 전체 인구의 고령화와 함께 장애인구의 고령화도 빠르게 진행되고 있으며 장애인 중 65세 이상 장애노인의 비율은 2000년 30.3%, 2011년 38.8%, 2017년 46.6%로 증가세를 나타내고 있으며(Ministry of Health and Welfare, 2018), 이미 장애노인은 초고령화사회에 진입했다(Seo et al., 2013). 장애노인은 만성질환이나 장애에 대한 적절한 치료를 받지 못하면 2차적인 질병문제로 전이 되므로 장애노인들의 성공적인 노화를 위해 메타버스를 활용한 운동재활의 필요성이 제기되고 있다.

운동재활은 장애노인들이 독립적인 생활을 할 수 있도록 도움을 주는 일상생활에 필요한 활동에 도움을 주는 운동재활 프로그램과 예방과 회복을 위한 운동프로그램으로 건강 서비스의 개념을 포함하고 있다(Lee & Baek, 2012). 이러한 관점에서 장애인들의 건강한 삶과 효과적인 신체활동을 위한 방안으로 운동재활 프로그램이 장려되고 있다(Lee, 2018). 이러한 현실을 반영하여 메타버스를 기반으로 하는 운동재활 프로그램들이 장애노인들을 위해 개발되고 있다(Kim, 2015).

Kim, T. Y. (2021)은 심장수술환자, 발목, 무릎관절 수술환자의 근력을 향상시키기 위해 운동재활을 해야 하지만 관절부위 가동범위를 증가시키면 통증을 느끼기 때문에 이러한 환자들에게 메타버스를 이용한 운동재활이 반드시 필요하다고 했다. 국내연구에서 가상현실을 활용하여 장애노인들이 능동적으로 참여할 수 있는 치료적 접근 방법을 제시하고 가정이나 요양시설에서 생활하는 장애노인의 삶의 질 개선을 위한 프로그램을 개발하고 있다(Park & Shin, 2016).

대인관계 향상을 위한 2인이 함께하는 가상현실 게임(Shin et al., 2017)과 같이 장애노인의 정서적 회복을 위한 다양한 접근 방안들을 개발하고 있었다(Joo, Yang & Lee, 2020). 하지만 국내연구에서는 연구대상자의 장애유형, 측정변인, 기타변인의 검증 과정과 관련하여 다양성이 확보되지 못하여 제한적인 연구결과를 제시하고 있었다.

메타버스 VR 기반의 RehabWareVR Standard는 뇌질환자의 상실된 운동 및 인지기능 회복과 장애예방을 위하여 완전몰입형 메타버스 VR 기반 재활치료 솔루션으로 개발된 치료환경을 환자에게 제공한다. RehabWareVR Standard는 서울대병원과 공동연구를 통해 개발하고 다년간의 임상시험을 통해 안정성과 완성도를 높여 연구내용이 논문으로 작성되어 미국재활의학저널인 PM&R 및 ARM에 SCI 논문으로 게재되었다. 임상시험과 사용적합성 평가를 통해 장애노인환자들에게 긍정적이고 효과적인 데이터를 확보하여 만족도 높은 수준의 결과를 나타냈다(Choi, 2021).

뇌졸중 환자를 위한 가상현실치료 연구가 진행 중인 메타버스를 통하여 뇌졸중 환자가 버스를 이용하거나 길거리를 걷는 환경을 조성하여 연습하는 보행프로그램을 개발하고 있었다. 이외에도 뇌를 자극하여 기능을 향상시키는 전자기자극치료, 식사보조로봇 등의 연구도 하고 있었다(Baek, 2019).

메타버스가 과학, 정치, 경제, 예술 등 가상세계를 구성하는 분야는 수없이 많다. 현실세계가 다양하다면 메타버스는 더욱 다양할 수 있다. 시니어들에게 많은 도움을 줄 수 있는 메타버스 분야가 의료분야이다.

최근 메타버스를 이용한 헬스케어 서비스들이 개발되고 있고 이러한 서비스들을 운동재활에도 활용할 수 있기 때문이다(Kim, K. B., 2021).

국내연구의 경우 노인환자와 장애인들의 재활을 위한 가상현실 활용기술의 다양성을 확보하지 못했지만 최근 운동재활에 적합한 형태로 가상현실이나 메타버스 관련 기술들을 특성화하여 개발하고 있었다.

2. 해외 메타버스 운동재활 분석

해외에서 실시된 가상현실 운동재활은 뇌졸중관련 연구(Yamato et al., 2016), 외상성 뇌손상관련 연구(Ustinova & Perkins, 2013), 관절염 관련 연구(Iversen et al., 2014), 척추손상관련 연구(Saadon-Grosman & Arzy, 2017), 파킨슨병관련 연구(Griffin et al., 2011), 다발성 경화증관련 연구(Peruzzi et al., 2015), 알츠하이머병 장애노인들의 운동재활을 위한 가상현실 활용(White & Moussavi, 2016) 등 다양하게 운동재활분야에 활용되고 있었다.

파킨슨병 장애관련 연구(Liao et al., 2015; Gallagher et al., 2016)에서는 가상현실 운동재활 프로그램을 제공하여 뇌를 활성화시키는 운동재활이 활용되고 있었고, Afsar et al. (2018)은 가상현실 게임시스템을 활용하여 뇌졸중 환자의 편마비 사지기능을 향상시킬 수 있는 결과를 얻었다. Afsar et al. (2018)의 연구에서는 기존치료법에 추가하여 키넥트 기반 게임시스템을 도입하여 뇌졸중 환자에게 도움을 줄 수 있다는 결론을 얻었다.

Samuel et al. (2015)의 연구에서는 뇌졸중 환자의 손상된 팔의 기능을 향상시키기 위하여 가상현실기술을 활용하여 운동재활 프로그램을 재구성하였고 White & Moussavi (2016)은 알츠하이머 환자들을 위한 VR navigation 환경을 만들어 일상생활에 활용하여 인지능력을 향상시켜 줄 수 있다는 결론을 얻었다.

2020년 유럽 통증 저널의 와타나베 팀은 평균연령 60세 남녀 7,565명을 대상으로 한 연구결과 운동재활은 누구에게나 필요하고 노화를 지연시키기 위해서는 신체활동에 적극적으로 참여해야 하고(Kim, T. Y., 2021) 이에 가상현실의 장점을 활용하여 Home-based virtual reality training (Yang et al., 2015), Clinical based rehabilitation system (Cannell et al., 2018) 관련 가상현실을 활용하면 보행능력 향상에 도움을 줄 수 있다는 것이다.

가상현실기술을 활용한 게임은 닌텐도의 Wii가 가장 많았으며, 마이크로소프트의 X-box, VR을 통한 HDM(헤드셋) 형태의 Oculus Rift로 효과적인 가상현실 환경을 조성할 수 있는 장점을 반영하고 있었다(Kim & Jeon, 2016). AI 기반 헬스케어 서비스는 록시드랩스가 대표적인데 록시드랩스는 가상현실 장비를 이용하여 노년층의 치매 정도를 파악하여 이들이 맞춤형 치료를 받을 수 있도록 했다.

해외연구의 경우를 종합해 분석해보면 장애인과 노인환자들의 재활을 위한 가상현실과 메타버스 관련 기술의 활용은 국내에 비해 장애인과 노인환자들에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있었으며 다양한 운동재활 프로그램들이 활용되고 있었다. 국내연구의 경우 단순게임을 활용하여 운동재활 프로그램에 활용하는 것에 비해 해외연구에서는 운동재활에 적절한 형태로 가상현실이나 메타버스 관련 기술들을 특성화하여 활용하고 있었다. 따라서 노인환자와 장애인들에게 메타버스를 활용하여 운동재활을 통해 몸과 마음을 활성화시키고 다양

한 메타버스 게임들을 효과적으로 활용한다면 두뇌 향상, 신체능력, 노화방지도 도움을 줄 수 있을 것으로 분석되었다.

3. 최근 국내외 메타버스 헬스케어 분석

메타버스 시대는 유토피아가 될 수 있을까? 메타버스 저자 김상균 교수는 메타버스가 낙원은 아니다라며 현실세계처럼 폭력, 손괴, 절도, 횡령 등이 발생할 수 있지만 그에 따른 처벌은 계정 사용정지나 퇴실 등에 그치므로 예방이 쉽지 않다. 우운택 KAIST 증강현실연구센터 센터장도 AR·VR을 디지털 트윈과 연계하여 현실과 연계할 경우 폭발력이 크지만 대비하지 않으면 긍정적·부정적인 면 모두 존재할 수 있다고 했다. 개인정보나 보안문제가 발생하거나 법과 제도가 정립되지 않아 새로운 시도들에 많은 어려움을 겪고 있으며 새로운 시장 선점의 기회를 놓칠 수도 있다고 했다. 인류의 신대륙인 메타버스에서는 미래에 어떤 일들이 펼쳐질까?

메타버스를 활용한 운동재활 프로그램은 가정이나 임상에 기초한 다양한 형태로 제공하지만 가상현실의 장점과 노인환자와 장애인의 이동 제한성을 고려하여 가정에서 실시할 수 있는 다양한 방안들을 마련하고 있었다. 중재효과는 여러 가지 변인들을 객관적인 측정 방법을 통해 평가하고 있는 것으로 나타났고 정신기능 향상에 국한되어 실시한 국내연구에 비해 해외연구에서는 일상생활 운동능력, 신경골격계기능, 감각기능, 보행 등 노인환자와 장애인들의 움직임 향상을 위하여 다양한 변화들을 탐색하고 있었다. 이러한 변인의 다양성은 국내연구의 경우 비디오게임을 활용하여 재활프로그램에 단순하게 적용하는 것에 비하여 해외연구에서는 노인환자와 장애인들의 특성과 재활 목적에 적절한 가상현실기술들을 효과적으로 제공하고 있었다.

메타버스가 새로운 시대를 열고 있다. 게임과 엔터사들이 뛰어들어 만든 놀이와 소통의 창구였다면 이젠 정치·사회·문화·경제 등 보다 다양한 영역에서 폭넓게 활용되고 있었다. 기업들은 업무를 수행할 수 있는 장으로 메타버스를 활용하기도 한다. 이코노미조선은 신대륙 메타버스가 만드는 게임·소셜 활동을 넘어 자동차와 항공기 설계에도 메타버스 시대가 온다는 새로운 미래를 제시했다(Lee, S. Y., 2021).

AI 기반 헬스케어 서비스는 록시드랩스가 대표적인데 록시드랩스는 가상현실 장비를 이용하여 가상현실 콘텐츠를 이용하는 사람들의 정신질환 유무를 판단하고 노년층의 치매 정도를 파악하여 이들이 맞춤형 치료를 받을 수 있도록 했다. 40~70대까지 다양한 사람의 뇌파 관련 자료를 수집하여 뇌파변화, 시선처리속도, 동공크기변화 등의 데이터베이스로 인지기능이 떨어진 사람들을 판별할 수 있다(Kim, K. B., 2021).

메타버스 헬스케어는 뇌파와 시선분석 등을 통하여 치매진단부터 가상공간에서의 치매예방 훈련프로그램과 재활치료까지 도와주며 그 영역을 확대하고 있었다. 엠넷 방송이 디지털 휴먼을 소환해 사랑하는 사람에 대한 그리움을 해소해줬다면 메타버스 헬스케어는 사랑하는 사람과 함께하는 현실의 시간을 늘리고 시니어의 젊음을 되찾는 데 도움을 주었다(Kim, K. B., 2021).

최근 국내외 메타버스 헬스케어에 대해 종합적으로 분석해보면 스마트 메타버스 헬스케어 기술을 운동재활에 적극적으로 도입하고, 메타버스 원격진료사업을 운동재활 프로그램에 적용하며, 메타버스 관련 기업에서 개발한 디지털 트윈게임과 운동재활 프로그램들을 노인

환자와 장애인들의 특성을 고려한 맞춤형 스마트 메타버스 헬스케어 플랫폼에 활용한다면 이 분야를 선도할 수 있을 것이다.

CONCLUSION

이 연구는 노인환자와 장애인들의 운동재활을 돕기 위하여 가상현실이나 메타버스를 운동재활에 활용한 국내외 연구를 분석하여 메타버스의 운동재활 활용방안을 제시하였다.

첫째, 국내연구의 경우 노인환자와 장애인들의 재활을 위한 가상현실 활용기술의 다양성을 확보하지 못했지만 최근 운동재활에 적합한 형태로 가상현실이나 메타버스 관련 기술들을 특성화하여 운동역학적인 연구 방법으로 활용할 수 있을 것이다.

둘째, 해외연구의 경우 노인환자와 장애인들의 재활을 위한 가상현실과 메타버스 게임을 활용한 운동재활은 몸과 마음을 활성화시켜 두뇌 향상, 신체능력 향상, 노화방지에도 도움을 줄 수 있는 것으로 분석되었다.

셋째, 스마트 메타버스 헬스케어 플랫폼을 운동재활에 적극적으로 도입하고, 메타버스 원격진료사업을 운동재활 프로그램에 적용하며, 메타버스 관련 기업에서 개발한 디지털 트윈게임과 운동재활 프로그램들을 노인환자와 장애인들의 특성을 고려한 맞춤형 스마트 메타버스 헬스케어 플랫폼에 활용한다면 이 분야를 선도할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- Afsar, S. I., Mirzayev, I., Yemisci, O. U. & Saracgil, S. N. C. (2018). Virtual reality in upper extremity rehabilitation of stroke patients: A randomized controlled trial. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 27(12), 3473-3478.
- Ahn, S. Y. (2021). Beyond games and social activities, the metaverse era is also coming to car-aircraft design. *Economy Chosun*.
- Baek, N. J. (2019). Opening the future of cranial nerve rehabilitation with global networks and advanced research. Seoul National University Bundang Hospital.
- Cannell, J., Jovic, E., Rathjen, A., Lane, K., Tyson, A. M., Callisaya, M. L. & Bird, M. L. (2018). The efficacy of interactive, motion capture-based rehabilitation on functional outcomes in an inpatient stroke population: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 32(2), 191-200.
- Cho, Y. B. (2019). *The effects of a cervical-retraction assistive tool on neck alignment for adults with forward head posture*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of SoonChunHyang University.
- Choi, Y. J. & Hwang, R. (2011). Effect of Cervical and Thoracic Stretching and Strengthening Exercise Program on Forward Head Posture. *The Journal of the Korea Contents Association*, 11(10), 293-300.
- Choi, Y. W. (2021). Revealed VR-based rehabilitation treatment solution for brain disease patients at BIO KOREA 2021. Ltd. Tech Village.
- Foreman, P. (1998). Ageing and disability: Double jeopardy?. *Journal of Intellectual & Developmental Disability*, 23(1), 1-2.
- Gallagher, R., Damodaran, H., Werner, W. G., Powell, W. & Deutsch, J. E. (2016). Auditory and visual cueing modulate cycling speed of older adults and persons with Parkinson's disease in a Virtual Cycling (V-Cycle) system. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 13(1), 77.
- Google. (2021). Metaverse, <http://google.com>
- Griffin, H., Greenlaw, R., Limousin, P., Bhatia, K., Quinn, K. & Jahanshahi, M. (2011). The effect of real and virtual visual cues on walking in Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, 258(6), 991-1000.
- Hwang, J. H. & Park, M. S. (2018). The effect of the dual task combined virtual reality program applied to the elderly with mild cognitive impairment. *Korean Journal of Clinical Laboratory Science*, 50(4), 492-500.
- Iezzoni, L. I., Davis, R. B., Soukup, J. & O'day, B. (2002). Satisfaction with quality and access to health care among people with disabling conditions. *International Journal for Quality in Health Care*, 14(5), 369-381.
- Iversen, M. D., Connors, M. E., Menapace, M. R., Samson, A. J. & Tessitore, E. (2014). Technology applications to improve health outcomes and self-management in patients with arthritis. *International Journal of Clinical Rheumatology*, 9(5), 487.
- Joo, H. Y., Yang, J. O. & Lee, J. S. (2020). Differences of Foot Plantar Pressure Balance and Lung Capacity According to Change of Cervical Posture in Adults. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 30(1), 63-72.
- Joo, H. Y., Yang, J. O. & Lee, J. S. (2020). Differences of Foot Pressure Balance and Lung Capacity According to Change of Cervical Posture in Adults. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 30(1), 99-101.
- Jo, Y. E. (2021). Selected for DGIST rehabilitation exercise service technology development project for the disabled. Pressian.
- Jo, Y. E. (2021). Expected to develop various exercise and rehabilitation equipment based on metaverse. Pressian.
- Kim, E. J., Kim, M. S. & Hwang, B. Y. (2010). The effect of virtual reality program on static balance control and fall efficacy in the elderly. *Korean Gerontology*, 30(4), 1107-1126.
- Kim, G. E. & Lee, J. L. (2013). The influence of the double discrimination on Successful aging of elderly people with disability: A mediating effect of role performance. *The Korean Society for Geriatric Welfare*, 59, 257-280.
- Kim, H. J. (2017). *Effects of the upright body type exercise on posture, foot plantar pressure balance and body composition in female middle school students*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Silla University.
- Kim, H. S. & Kim, Y. S. (2009). The effect of social support and social perception on the self-efficacy of the elderly with disabilities. *Social Science Research*, 17(1), 198-226.
- Kim, J. T. (2021). The metaverse era is coming. Park Moon Gak.
- Kim, K. B. (2021). Metaverse, is it possible as a senior platform? BRAVO My Life, 2021(8).

- Kim, M. J. (2015). Research Trends for Rehabilitation Programs for the Disabled in Korea Applying Virtual Reality Technology. *Journal of Digital Convergence*, 13(2), 381-391.
- Kim, S. H., Kim, H. G. & Lee, J. H. (2013). The effect of virtual reality-based exercise program on upper extremity function and daily activities of stroke patients. *Rehabilitation Welfare*, 17(2), 373-391.
- Kim, S. H. & Ko, S. J. (2004). A study on the characteristics of the elderly with disability by disability type. *Korean Gerontology*, 24(3), 171-195.
- Kim, S. J., Ahn, S. G., Lee, E. B., Jo, H. J., Baek, Y. R., Cha, J. J., Lee, H. S. & Noh, J. S. (2013). Comparison of the effects of virtual reality programs and realized task-oriented programs on balance in the elderly. *Journal of the Korean Society for Community Occupational Therapy*, 3(2), 33-46.
- Kim, S. K. (2021). Rehabilitation at home with remote help from a doctor. Maeil Economic Daily, 2021. 08. 01.
- Kim, S. K. & Lim, B. O. (2020). Meta-analysis on the Effects of Exercise Therapy and Physiotherapy on Pain in Korean Patients with Chronic Low Back Pain. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 30(1), 63-72.
- Kim, T. Y. (2021). Why Rehabilitation through Exercise Design is Necessary. Director of Global Sports Health Culture Center, Hankuk University of Foreign Studies, Weekly Trend No. 1436.
- Kim, Y. A. & Jeon, Y. (2016). A systematic review of domestic studies on the effect of virtual reality exercise game program (Wii) applied to the elderly in Korea. *Journal of the Korean Society for Aging-Friendly Industry*, 8(2), 39-46.
- Kim, Y. E. (2021). DGIST, Selected for the rehabilitation exercise service technology development project for the disabled. Expected to develop various exercise and rehabilitation equipment based on metaverse. Pressian, 2021. 07. 29.
- Kim, Y. M. & Hong, H. J. (2018). The effect of VR-based Holness program on cognitive function, depression and daily life performance of the elderly with dementia. *Journal of the Korean Physical Education Association*, 57(2), 387-397.
- Koo, G. M. & Kim, C. J. (2011). Suggestions for the promotion of participation in sports rehabilitation services of the disabled. *Korean Society of Exercise Rehabilitation Conference*, 2, 29-38.
- Korean Society of Exercise Rehabilitation (2013). Exercise Rehabilitation Management. GoMunSa, Seoul.
- Lee, G. H. (2017). The effect of virtual reality exercise program (Wii) on cognitive function in the elderly with Alzheimer's disease. *Korean Academy of Kinesiology*, 19(1), 35-44.
- Lee, H. W. (2021). Seniors, playing games makes you healthier.. "To prevent aging and dementia, until an 80-year-old person dreams of". Bravo My Life.
- Lee, J. C. & Heinemann, A. W. (2010). Forgoing physician visits because of cost: a source of health disparities for elderly people with disabilities?. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(9), 1319-1326.
- Lee, K. J. (2018). The effect of exercise rehabilitation program participation on the quality of life of the elderly with disabilities. *Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*, 26(4), 83-94.
- Lee, M. H. & Baek, S. S. (2012). A study on the development and application of exercise rehabilitation programs for the health promotion of the elderly. *Korean Society of Exercise Rehabilitation*, 8(1), 3-18.
- Lee, S. Y. (2021). About Metaverse (Virtual Reality), Economy Chosun.
- Liao, Y. Y., Yang, Y. R., Cheng, S. J., Wu, Y. R., Fuh, J. L. & Wang, R. Y. (2015). Virtual reality-based training to improve obstacle crossing performance and dynamic balance in patients with Parkinson's disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(7), 658-667.
- Mekhora, K., Liston, C. B., Nanthavanij, S. & Cole, J. H. (2000). The effect of ergonomic intervention on discomfort in computer users with tension neck syndrome. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26(3), 367-379.
- Ministry of Health and Welfare (2017). The 7th National Health and Nutrition Survey. Seoul: Korea Centers for Disease Control and Prevention, Ministry of Health and Welfare.
- Ministry of Health and Welfare (2018). Results of the survey on the condition of persons with disabilities in 2017. Lee Do-kyung · Park Jeong-hoon · Lee Gyu-jin, Seoul: Ministry of Health and Welfare Korea Institute of Health and Social Affairs.
- Minkle, M. & Fadem, P. (2002). Successful aging. *Journal of Disability Policy Studies*, 12(4), 229-235.
- Naver. (2021). Metaverse, <http://www.naver.co.kr>
- Park, S. H. & Shin, J. I. (2016). The effect of a treatment program using virtual reality on depression and quality of life in the elderly with dementia. *Coaching Skills Development*, 18(1), 13-19.
- Peruzzi, A., Cereatti, A., Zarbo, R., Mirelman, A. & Della Croce, U. (2015). Virtual reality-treadmill training to improve gait in people with multiple sclerosis. *Gait & Posture*, 42.
- Rizzo, A. & Buckwalter, J. G. (1997). Virtual reality and cognitive assessment and rehabilitation: the state of the art. *Studies in Health Technology and Informatics*, 44, 123-145.
- Rose, F. D., Attree, E. A., Brooks, B. M., Parslow, D. M. & Penn, P. R. (2000). Training in virtual environments: transfer to real world tasks and equivalence to real task training. *Ergonomics*, 43(5), 494-511.
- Saadon-Grosman, N. & Arzy, S. (2017). Virtual reality may relieve pain in patients with spinal cord injury. *Neurology*, 89(18), 227-230.
- Samuel, G. S., Choo, M., Chan, W. Y., Kok, S. & Ng, Y. S. (2015). The use of virtual reality based therapy to augment poststroke upper limb recovery. *Singapore Medical Journal*, 56(7), 32.
- Seo, S. C., Choi, J. Y., Joo, M. Y., Kim, J. H. & Chang, S. K. (2012). Effects of sling exercise and McKenzie exercise program on neck disability, pain, muscle strength and range of motion in chronic neck pain. *Physical Therapy Rehabilitation Science*, 1(1), 40-48.
- Seo, Y. T., Jeong, K. C. & Kim, C. J. (2013). Analysis of the relationship between exercise participation level and subjective health evaluation of the disabled elderly. *Journal of the Korean Physical Education*

- Association*, 52(4), 589-597.
- Sheets, D. J. (2005). Aging with disability: Ageism and more. *Generations*, 29(3), 37-41.
- Shin, K. E., Oh, M. H., Jeong, H. A. & Kim, H. D. (2017). Effects of virtual reality games on depression, interpersonal relationships, and life satisfaction in elderly stroke patients. *Rehabilitation Welfare*, 21(4), 101-118.
- Statistics Korea (2016). Future population projections: 2015-2065. Daejeon: Statistics Korea.
- Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73-93.
- Ustinova, K. & Perkins, K. (2013). Virtual reality game-based therapy for restoring postural and coordination abnormalities in patients with TBI. *Journal of the Neurological Sciences*, 333, 565-566.
- Verbrugge, L. M. & Yang, L. (2002). Aging with disability and disability with aging. *Journal of Disability Policy Studies*, 12(4), 253-267.
- White, P. J. F. & Moussavi, Z. (2016). Neurocognitive treatment for a patient with Alzheimer's disease using a virtual reality navigational environment. *Journal of Experimental Neuroscience*, 10, 129-135.
- Wi, S. Y. & Kang, J. H. (2012). The effect of virtual reality interactive game on balance ability in elderly women with osteoarthritis of the knee. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 7(3), 387-393.
- Yamato, T., Pompeu, J. E., Pompeu, S. M. A. A. & Hassett, L. (2016). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Physical Therapy*, 96(10), 1508-1513.
- Yang, W. C., Wang, H. K., Wu, R. M., Lo, C. S. & Lin, K. H. (2016). Home-based virtual reality balance training and conventional balance training in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Journal of the Formosan Medical Association*, 115(9), 734-743.