

뇌졸중 환자 대상의 가상현실 운동프로그램이 기능회복에 미치는 효과: 체계적 문헌고찰 및 메타분석

박서아^{1,2}, 김혜영^{3*}

¹경북보건대학교 간호학과 조교수, ²계명대학교 간호학과 박사과정, ³계명대학교 간호학과 부교수

Effects of Virtual Reality Program on Recovery of Functional in individuals Stroke: A Systematic Review and Meta Analysis

Seo-A Park^{1,2}, Hye-Young Kim^{3*}

¹Dept. of Nursing Gyeongbuk college of Health, Assistant Professor

²College of Nursing, Keimyung University, Doctoral, course

³College of Nursing, Keimyung University, Associate Professor

요 약 본 연구는 뇌졸중 환자의 기능회복에 대한 가상현실 운동프로그램의 효과를 검증하기 위해 수행된 체계적 문헌 고찰 및 메타분석 연구이다. 데이터베이스는 학술연구정보서비스(RISS), 한국학술정보(Korean studies Information Service System, KISS), 한국 의학논문데이터베이스(KMbase)를 활용하여 '뇌졸중', '뇌경색', '상지기능', '균형', '일상 생활능력', '운동훈련', '운동중재', '재활', '가상현실', '가상현실 교육', '가상현실 프로그램' 을 검색어로 최근 10년(2009년 ~2018년)간 문헌을 검토하였다. 분석은 R을 이용한 임의효과모형을 적용하여 상지기능, 균형과 일상생활 능력의 효과 크기를 각각 산출하였다. 최종적으로는 RCT 9편을 분석하였다. 개별문헌은 Cochrane Collaboration의 RoB (Risk of Bias) 도구를 통해 비뚤림 위험을 평가하였으며, 전반적인 비뚤림 위험은 낮았다. 본 연구결과 균형에 대한 효과크기 ($g=.77$), 일상생활 활동에 대한 효과크기($g=.80$)로 "큰 효과크기"를 나타내었다. 따라서, 뇌졸중 환자의 균형과 일상생활 능력 향상을 위한 가상현실 운동프로그램이 효과적임을 확인하게 되었다. 향후 가상현실 운동프로그램 이용한 보다 효과적인 프로그램 개발과 적용에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

주제어 : 뇌졸중, 가상현실, 재활치료, 운동프로그램, 메타분석

Abstract This study was carried out to evaluate the efficacy of Virtual Reality(VR) program on recovery of functional in Stroke through systematic literature review and meta-analysis. The following databases were used to search the literature: RISS, KISS, KMbase. Keywords included 'stroke', 'CVA', 'virtual reality', 'rehabilitation', 'virtual reality program' and the evaluated articles were published from 2009 to November 2018. The statistical was used R program, the effect size of upper limb, balance and ADL were calculated by random-effects model. As a result, 9 RCT studies were meta-analyzed and were evaluated for the risk of bias by the RoB of Cochrane Collaboration; the overall risk of bias was low. The effect sizes of VR program was balance($g=.77$), ADL($g=.80$) as indicated by a "large effect size". Therefore, VR program is large effective in reducing balance and ADL in strokes. It is necessary to develop and apply a virtual reality-based program using more efficient program development.

Key Words : Stroke, Virtual Reality, Rehabilitation, Exercise, Meta-Analysis

*Corresponding Author : Hye-Young Kim(hye11533@kmu.ac.kr)

Received February 14, 2019

Revised April 11, 2019

Accepted May 20, 2019

Published May 28, 2019

1. 서론

1.1 연구의 필요성

뇌졸중이란 뇌의 혈액공급이 중단되거나 뇌 조직으로 출혈이 발생하여 주로 운동신경과 감각신경을 지배하는 뇌의 기능이 상실되는 뇌혈관 질환을 의미한다[1]. 뇌졸중 환자의 40.0%는 기능적 손상을 입게 되고 15.0~30.0%는 심각한 장애를 동반하는데 여기에는 운동 및 감각장애, 인지장애, 지각장애, 언어장애 등의 다양한 장애가 포함된다[2,3]. 또한 뇌졸중 환자의 85% 이상 편마비를 경험하며[4], 이에 따른 상지기능의 손상은 특히, 팔과 손의 운동기능을 이용한 과제를 수행하는데 큰 장애를 초래한다[2]. 이로 인한 운동 능력의 저하는 균형유지 능력 저하, 일상생활 활동과 사회적 활동 수준을 감소시키는 주요 요인으로 작용한다[5].

뇌졸중 환자의 기능회복을 위하여 지속적인 재활치료를 통해 반복적으로 연습하고 훈련하는 것이 효과적이다[6]. 뇌졸중 환자의 기능회복을 위해 근전도 유발 전기 자극을 이용한 치료법, 신경생리학적 운동치료법, 과제 지향적 상지 훈련과 저항운동, 강제 유도 운동치료법, 로봇 재활, 양측성 움직임 훈련, 비디오 게임 등이 실시되고 있다[7-13]. 그러나 실제 환경에서 이러한 과제를 매일 반복적으로 수행함에 있어서의 지속여부, 모니터링에 대한 어려움과 환자 안전을 확보하기가 쉽지 않고 뇌졸중 환자의 기능회복에 미치는 효과가 제한적이다[14,15].

최근 컴퓨터와 정보통신 기술의 발달로 뇌졸중 환자의 기능회복을 위한 가상현실(virtual reality)에 기반을 둔 중재법들이 많이 적용 되고 있다[16]. 가상현실(virtual reality)은 실제하지 않는 가상의 환경에서 인터페이스를 통한 다양한 피드백을 실시간으로 제공함으로써 대상자에게 실제와 유사한 환경을 제공하는 기술이다[17]. 가상현실 환경 내에서 대상자에게 소리 또는 음성, 영상 등의 다양한 감각을 제공해주고, 인터페이스를 사용한 상호작용 방식을 사용하여 대상자의 흥미를 유발함으로써 동기를 자극하여 치료의 효과를 극대화 할 수 있다[17,18]. 특히 가상현실을 적합한 형태의 환경과 동작으로 재현시켜 대상자에게 적용할 경우 상당한 효과가 있는 것으로 나타났다[16].

최근 수행된 가상현실 기반 중재에 대한 연구들을 살펴보면 You 등[19]은 뇌졸중 환자에게 가상현실 게임 프로그램 적용함으로써 균형능력 및 시지각 능력에 효과적임 보고하였으며, Kim 등[20]은 IREX VR system을 뇌졸중 환자에게 실시한 결과 균형능력에 효과적으로 나

타났다. 또한 Kim 등[14]과 Kim 등[21]은 뇌졸중 환자에게 닌텐도 Wii fit & sports 가상현실 게임을 실시한 결과 상지기능과 균형능력뿐 아니라 운동능력도 향상되었다. Lee 등[9]은 뇌졸중 환자를 대상으로 가상현실 기반 근전도 전기 자극 훈련을 실시한 결과 뇌졸중 환자의 경직 감소, 균형 및 보행능력 향상뿐 아니라 시각적 피드백 제공, 능동 저항운동 유도 등을 통한 선택적, 분리 운동 및 기능적 활동을 증진시키는데 효과적인 운동방법임을 보고하였다.

이러한 가상현실 기반 중재법들은 뇌졸중 환자 개인별 기능 수준에 적합한 형태의 가상환경과 활동 수준을 보다 쉽게 조정할 수 있어 효과가 있는 것으로 보고하였다[16,17]. 그러나 선행연구에서 사용된 대부분의 가상현실 중재법들이 고가 장비를 포함한 의료인을 중심으로 한 전문 프로그램을 사용하고 있어 많은 장점에도 불구하고 뇌졸중 환자의 지속적인 재활 관리에 한계가 되고 있다. 따라서 향후 뇌졸중 환자를 위한 가상현실 프로그램 개발 시 접근이 용이하며, 시간적, 경제적 비용 문제를 고려하고, 뇌졸중 환자 스스로 안전하게 시행할 수 있도록 구성되어야 할 필요가 있다.

그동안 뇌졸중 환자의 기능회복을 위한 여러 연구들이 꾸준히 지속되어 오고 있는 반면, 국내 임상현장에서 가상현실을 이용한 중재 방법 효과 평가에 대한 체계적 비교 분석 연구는 찾아보기 어려운 실정이다[22]. 따라서 뇌졸중 환자 대상으로 기능회복을 위한 가상현실을 적용한 유사 연구를 분석하여 프로그램의 효과를 확인 위한 체계적 문헌고찰 및 메타분석이 이루어져야 할 것이다.

이에 본 연구는 뇌졸중 환자의 기능회복을 위한 가상현실 운동프로그램의 중재가 뇌졸중 환자의 상지기능, 균형능력 및 일상생활 활동의 기능적 측면에 실제적으로 어떠한 영향을 미치는지에 대해 다른 국내의 연구현황들을 찾아보고, 이들의 효과를 체계적으로 고찰해 보고자 시도되었다. 또한 이를 바탕으로 가상현실 운동프로그램을 통한 뇌졸중 환자의 기능회복에 관하여 임상적 가능성 및 효과를 제시하고자 한다.

1.2 연구목적

본 연구는 국내 뇌졸중 환자 대상으로 상지기능과 균형 및 일상생활능력 회복을 위해 시행된 가상현실 운동 프로그램에 관한 선행연구들에 대하여 연구방법과 중재 방법 및 주요 결과를 고찰함으로써, 뇌졸중 환자의 기능회복에 효율적 중재 방안 모색 및 기초적 자료를 제공하고자 하는 것이다. 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 국내 뇌졸중 환자 대상의 가상현실 운동프로그램 중재 연구의 일반적인 특성을 파악한다.

둘째, 가상현실 운동 프로그램의 효과크기를 산출하고 그 통계적 유의성을 검증한다.

셋째, 산출된 효과크기의 이질성을 확인하고 그에 따른 조절효과 분석을 실시한다.

넷째, 연구결과의 타당성 검증을 위해 출간오류 분석을 수행한다.

2. 연구방법

2.1 연구설계

본 연구는 뇌졸중 환자 대상의 가상현실 운동프로그램을 이용하여 기능회복 중 상지기능, 균형능력 및 일상생활 활동에 미치는 효과를 통합적으로 분석하기 위한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구이다.

2.2 연구의 선정기준 및 제외기준

본 연구에서 분석대상 문헌을 선정하기 위하여 PICO(population, intervention, comparison, outcome) 기준에 의거하여 연구논문을 검색하였다.

구체적인 선정기준은 2009년부터 1월부터 2018년 11월까지의 뇌졸중 환자 대상으로 제공된 가상현실 교육의 효과를 검증한 국내연구를 적용하였다. 본 연구의 대상자(P)는 뇌졸중을 진단받은 대상자로 중재(I)는 진단 후 가상현실 운동프로그램을 중재로 수행한 연구를 포함하였다. 또한 비교집단(C)로는 가상현실 운동프로그램을 제공받지 않은 집단을 대조군으로 하였으며, 중재결과(O)로는 상지기능, 균형, 일상생활 활동으로 하였다.

본 연구에 포함된 선택 기준은 1) 무작위실험연구(Randomized Controlled Trial, RCT)를 수행한 연구 2) 뇌졸중을 진단 받은 기능적 손상을 가진 환자로 가상현실 프로그램이 제공된 연구 3) 교육의 효과(상지기능, 균형 및 일상생활 활동)가 하나 이상 제시된 연구까지 포함하여 검토하였으며, 문헌의 배제기준은 1) peer review 되지 않은 연구 2) gray literature 3) 무작위 실험연구(Randomized Controlled Trial, RCT)가 아닌 경우 4) 외과적 수술이나 약물, 의학적인 처치가 사용된 경우 5) 자료의 수량적 통합을 위해 질적 연구, 사례연구는 배제되었다.

2.3 자료 검색 및 선정과정

본 연구의 문헌검색과 선정 전 과정은 PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis)의 체계적 문헌고찰 흐름도에 의거하여 수행하였다[23]. 본 연구는 K대학교 생명윤리심의위원회의 심의 면제 승인(IRB No. 40525-201811-HR-113-01)을 받은 후 수행되었다.

최근 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어의 발달로 가상현실 시스템을 더욱 발전함에 따라 과거 복잡한 장비 대신 간단한 콘솔 게임 장치에 소프트웨어를 적용하여 간편하고 경제적으로 적용할 수 있게 되었다[13]. 이러한 기술을 활용한 연구가 2000년대 이후 두 배 이상 증가할 만큼 활성화되고 있으며[24], 점차 국내 임상현장에서 운동능력 향상이나 인지기능 향상을 위한 중재로 적용되고 있다[25,26]. 그러나 최근 들어 더욱 활발히 사용되는 가상현실 운동프로그램에 주안점을 두고 진행한 국내연구는 찾아보기 어려운 실정이다. 따라서 본 연구는 뇌졸중 환자 대상의 기능회복을 위한 가상현실 운동프로그램을 적용한 연구를 찾기 위해 인터넷을 활용한 국내 학술 데이터베이스를 활용하였으며, 최근 10년(2009년~2018년)간 문헌을 검토하였다.

국내 데이터베이스로서 한국교육학술정보원(RISS), 한국학술정보(KISS), 한국의학논문데이터베이스(KMbase), Google Scholar를 사용하여 출판 및 완성된 학술지 및 학위논문을 검색하였으며, 일부 문헌은 수기검색을 통해 추가하였다. 국내문헌 데이터베이스는 MeSH 검색기능이 없으므로 검색의 특이도를 위해 '프로그램'과 '중재', '재활'에서 검색어를 도출하여 검색하였다.

핵심질문의 구성요소인 연구대상자(P)와 중재(I)로부터 주요 검색어를 도출하여 검색 전략을 구성하였다. 따라서 검색어(주요어)는 '뇌졸중', '뇌경색', '상지기능', '균형', '일상생활능력', '운동훈련', '운동중재', '재활' '가상현실', '가상현실 교육', '가상현실 프로그램', 'stroke', 'virtual reality', 'upper limb', 'shoulder', 'balance', 'rehabilitation', 'exercise', 'training'을 조합하여 관련문헌을 검색하였다. 검색된 연구논문은 문헌 관리프로그램(EndNote X8)을 이용하여 정리하였다. 문헌 선택 과정은 연구자 2인에 의해 수행되었으며 이견이 존재하는 경우 논의를 통해 의견을 수렴하였다.

2.4 자료 선정과 문헌의 질 평가

본 연구의 무작위 대조군 연구 질 평가를 위하여 Cochrane Collaboration의 RoB (Risk of Bias) 도구

를 사용하였으며, RoB 평가도구 문항은 무작위 배정순서 생성, 배정순서 은폐, 연구 참여자, 연구자에 대한 눈가림, 결과평가에 대한 눈가림, 불충분한 결과자료, 선택적 보고 및 그 외 비뒤림으로 구성되어 있다[27]. 이 도구는 각 항목에 대하여 비뒤림 위험이 낮음, 높음, 불확실로 평가 하도록 되어있다. 방법론적 질 평가는 연구자 중 2인이 개별적으로 수행하였고, 일치되지 않은 사항에 대해서는 원문을 검토한 후 합의를 통한 재평가를 하였다.

2.5 자료분석 방법

본 연구의 자료추출을 위하여 저자, 발표년도, 연구주제, 연구설계, 표본크기, 치료방법, 중재내용 (중재에 대한 설명, 세션 수, 세션시간, 개입 기간), 문헌의 결과를 사용하였으며 결과변수로는 상지기능, 균형, 일상생활 활동이었다. 즉, 뇌졸중 환자의 가상현실 운동프로그램 중재 연구의 일반적 특성은 빈도, 백분율로 분석하였다.

본 연구의 종합적인 효과크기 분석은 R version 3.5.2 (Meta-analysis with R)을 이용하여 메타분석을 수행하였다. 메타분석의 대상 측정값이 연속형 변수인 경우, 분석 시 실험군/대조군간 평균 차이(mean difference)로 기술하였고, 종속변수가 다른 경우를 비교하기 위해 효과크기는 교정된 표준화 평균효과크기 (corrected standardized mean difference), 즉 Hedges' g를 산출하였고, 95% 신뢰수준 (Confidence Intervals[CI])을 계산하였다[28-30]. 각 효과크기의 가중치 (weight)는 분산의 역수 (inverse of variance)를 이용하였다. 평균효과크기는 각 연구의 연구방법, 표본, 중재방법, 평가도구 등이 서로 다양하다는 점을 인정하여 임의효과모형(random effect model)을 적용하여 산출하였다.

분석대상 연구의 동질성 여부는 전체 관찰된 분산인 Q값을 산출하여 카이스퀘어 검증을 하였으며, 전체 관찰된 분산에 대한 실제 분산, 즉 연구 간 분산의 비율을 나타내는 I²값을 산출하였다. 따라서 결과 해석 시 연구 간의 통계적 이질성(heterogeneity)의 존재여부는 실제 분산비율(I²)이 50% 이상이고, Q값의 유의확률이 .10보다 작을 경우 효과크기의 이질성은 상당하다고 볼 수 있다[31].

각 연구가 보여주는 효과크기에 따른 가상현실 운동프로그램을 종합적으로 분석하고, 이에 따른 연구별 교육방법, 중재횟수 등에 차이를 살펴볼 필요가 있다. 따라서 가상현실 운동프로그램의 효과크기가 어떤 요인에 따라 차이가 나타나는지 탐색할 필요가 있으며, 본 연구는 조절변인 분석을 위하여 하위그룹의 평균크기를 분석하는 메

타분석을 실시하였다. 또한 전체 연구결과의 타당성을 평가하기 위한 출판비뒤림 위험(publication bias)은 깔대기 그림(funnel plot)으로 검토하였다.

3. 연구결과

3.1 자료선정

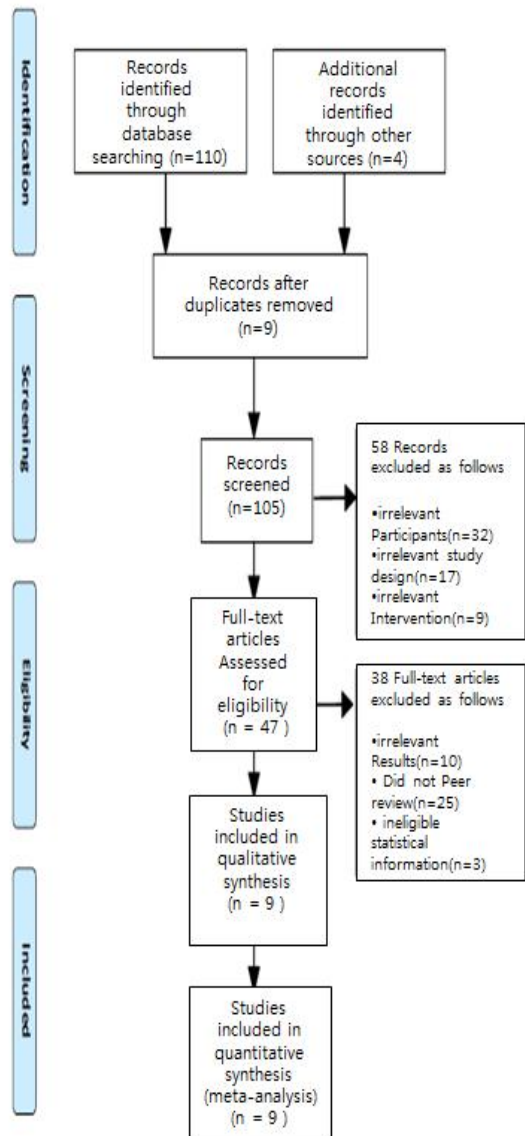


Fig. 1. Flow diagram of study screening

문헌 검색결과 한국교육학술정보원(RISS) 99편, 한국 학술정보(KISS) 4편, 한국의학논문데이터베이스(KMbase) 7편, Google Scholar 4편으로 총 114편이 검색되었고, 문헌을 컴퓨터 검색기능을 활용한 데이터 중복 논문 9편을 제외하여 총 105편이 도출되었으며, 이 중 문헌을 제목, 연도, 저자, 학위논문 중심으로 일일이 대조하여 문헌과 초록 중심으로 연구 대상자가 뇌졸중 환자가 아닌 경우 32편, 실험 연구가 아닌 경우 17편, 상지기능과 균형능력 대한 가상현실 운동프로그램 중재가 아닌 경우 9편, 총 58편을 제외하여 47편이 추출되었다. 47편의 초록을 검토한 결과 적절한 연구결과가 하나 이상 보고 되지 않은 경우 10편과 peer review 되지 않은 경우 25편, 수치가 보고 되지 않은 경우 3편, 최종적으로 38편을 제외한 9편의 연구가 선택되었다. 따라서 학술연구정보서비스(RISS) 5편, 한국학술정보(KISS) 4편으로 최종 선정기준에 부합한 RCT 9편의 논문을 체계적 고찰과 질 평가대상 문헌으로 선정하였다. 그 절차는 위의 Fig. 1과 같다.

3.2 질 평가 결과

본 연구의 무작위 대조군 연구 질 평가를 위하여 Cochrane Collaboration의 RoB (Risk of Bias) 도구를 사용하였다[24]. 최종 선택된 문헌의 비뚤림 위험을 평가해 본 결과 RCT 9편 모든 문헌에서 연구주제는 명확하였고, 실험군과 대조군의 동질성의 확보, 타당도와 신뢰도가 확보된 도구를 사용하였으며, 분석 시에는 적절한 통계방법을 사용하였다. 이 중 무작위배정순서 생성에서 1편(11.1%)은 '높음'으로 배정순서 은폐의 뻔뻔함 위험에서 2편(22.2%)은 '높음'으로, 1편(11.1%)은 '불확실'

로 평가하였으며, 탈락률은 20% 미만이었다. 그 외 문헌에서는 모두 비뚤림 위험 '낮음'이었다. 따라서 본 연구에 선택문헌 9편의 전체 질 평가 결과 비뚤림 위험은 전반적으로 낮은 것으로 판단하였다. 아래 Fig. 2와 같다.

3.3 체계적 문헌고찰 대상 문헌의 일반적 특성

최종 분석대상인 RCT 9편의 연구가 메타분석에 포함되었다. 총 244명의 뇌졸중 환자를 대상으로 하였으며, 대상자는 뇌 손상으로 인한 상지기능과 균형능력 그리고 일상생활에서 기능장애가 있었다. 최종 선택된 문헌의 일반적 특성은 아래의 Table 1과 같다.

연도별 분포는 2010년부터 2013년 4편(44.4%), 2014년부터 2018년까지 5편(55.6%)이 출판되었다. 가상현실 운동프로그램 받은 실험군의 대상자수는 총 125명이었고, 연령은 54.7±8.25세의 분포를 보였다. 대조군의 경우 대상자 수가 119명이었고 58.7±10.21세의 평균연령을 보였다. 이 중 남자 참가자는 128명, 여자 참가자는 116명으로 나타났다.

가상현실 운동프로그램이 제공된 장소는 재활병원이 4편(44.4%)으로 가장 많았고, 병원이 2편(22.2%), 요양병원이 2편(22.2%), 언급되지 않은 논문 1편(11.1%)으로 나타났다.

중재시간은 15분~30분이 7편(77.8%)로 가장 많았고 40분이 2편(22.2%)로 나타났으며, 중재횟수는 주당 3회인 경우가 6편(66.7%), 5회인 경우가 3편(33.3%)으로 나타났다. 중재기간은 4주~6주가 6편(66.7%)으로 가장 많았고, 8주와 12주가 각 1편(11.1%), 최대 16주간 진행된 연구 1편(11.1%)으로 나타났다.

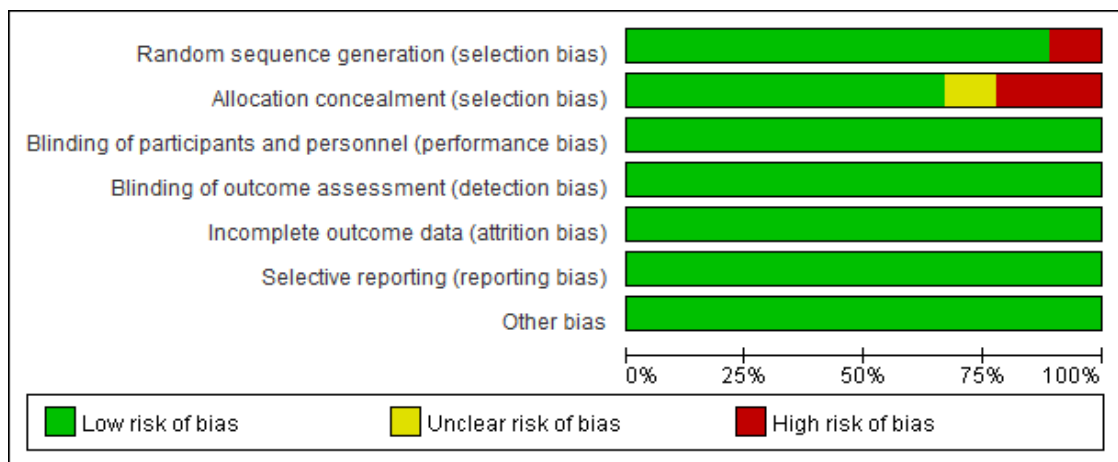
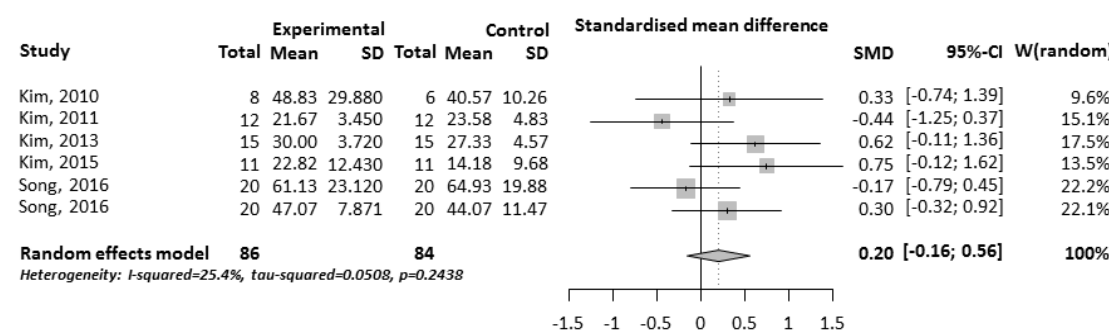


Fig. 2. Summary of Bias in Overall Trials

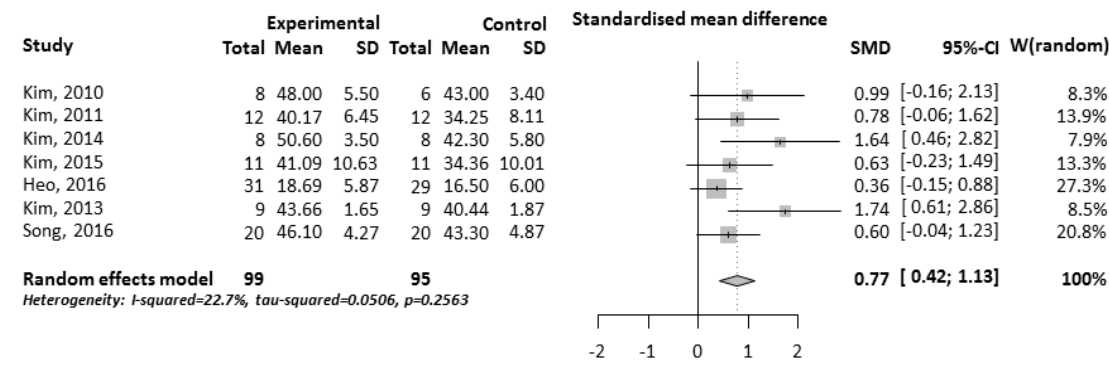
Table 1. General characteristics of included studies

Author, Year, [Reference No]	Design	Participants		Total (N)	Intervention				Outcome variable	Instrument	Study Findings
		Age(year)	M/F		setting	Program	Education	Time/ Session			
		Exp. (Mean±SD)	n	Exp.(n)/ Con.(n)							
Kim, Eunkyung 2010[1]	RCT	43.75±4.68	4/4	8/6	Hospital	VR based game program using Nintendo wii+Physical therapy	tennis, boxing	15min~30min/ 5 times a week /for 5week	upper extremity function /Balance	MFT BBS	SC
		51.67±10.05	3/3								
Kim, Ju Hong, 2011[2]	RCT	50.91± 9.57	9/3	12/12	Convalescent Hospital	VR based game program using Nintendo wii+Physical therapy	golf, tennis, boxing baseball, bowling	40min/3times a week /for 16week	upper extremity function /Balance	MFT/BBS	SC
		57.25±14.63	6/6								
Kim, Seong Ho, 2013[3]	RCT	62.06±11.16	9/6	15/15	Rehabilitation Hospital	VR based game program using Nintendo wii+upper rehabilitation	golf, tennis, boxing baseball, bowling	30min/3times a week/for 6week	upper extremity function/ADL	ARAT /MBI	upper extremity function=SC ADL=NSC
		61.66±10.05	7/8								
Kim, Sang Jun, 2014, [4]	RCT	54±10.8	-/8	8/8	Rehabilitation Hospital	VR based game program using Nintendo wii+Physical therapy	table tilt, Balance Mii and Balance Ski	30min/ 3 times a week/for 6week	Balance	BBS	SC
		60.5±12.2	-/8								
Kim, Young Geun, 2015[5]	RCT	≥61	8/4 6/4	12/10	Rehabilitation Hospital	VREHAT+Physical&occupational therapy	A total of 20 types of virtual sports, games, and everyday tasks	40min/5times a week/for 8week	upper extremity function /Balance /ADL	MFT/BBS /K-MBI	SC
Heo, Seo-Yoon, 2016[6]	RCT	60-69	14/17 15/14	31/29	Convalescent Hospital	VR based game program using Nintendo wii+Physical therapy	Rhythm Kung-Fu	20min/ 3 times a week/for 5week	Balance	FRT	SC
Lee, Jong-Min 2018[7]	RCT	50-59	7/3 9/1	10/10	Rehabilitation Hospital	VR based game program using Nintendo wii+ occupational therapy	golf, tennis, boxing baseball, bowling	30min/3times a week/for 4week	ADL	FIM	SC
Kim Young Nam, 2013 [8]	RCT	66.22±5.09	4/5	9/9	NR	VR based game program using Nintendo wii +NDT+ FES	dance exercise	30min/ 3 times a week/for 6week	Balance/ADL	BBS/MBI	SC
		66.22±2.87	4/5								
Song, Gui-bin, 2016[9]	RCT	51.23±8.23	11/9	20/20	Hospital	VR based game program(X-Box 360Kinect)+Physical&occupational therapy	bowling, ping-pong, boxing, dart, tennis, etc.	30min/5times a week/for 12week	upper extremity function /Balance	JTT/BBT / (AP1153 Biorescue, France)	SC
		52.45±11.45	12/8								

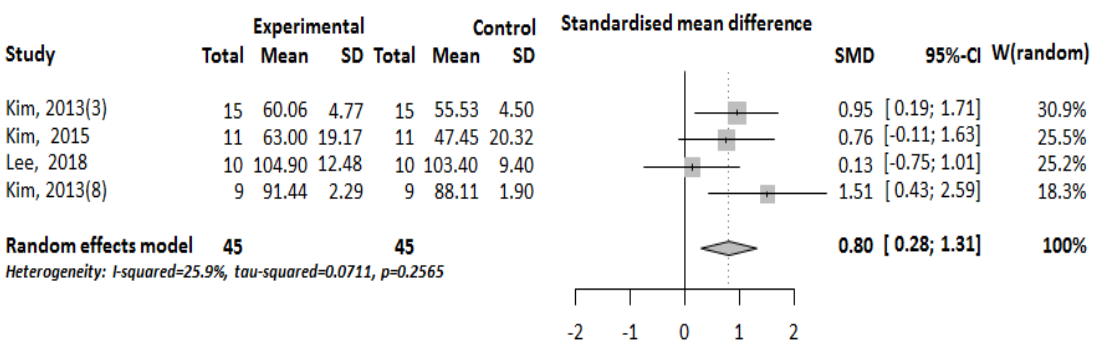
Exp.=Experimental group; Cont.=Control group; RCT=Randomized Controlled Trials; NRCT=Non-Randomized Controlled Trials; NR=Not Reported; SC=significant changes; NSC= none significant changes; ADL=Activities of Daily Living; MFT=manual function test; ARAT=Action research Arm Test; NDT=neuro-developmental treatment; FES=Functional Electronical Stimulation; JTT=Jebsen-Taylor ;BBT=Box and Block Test; BBS=Berg Balance Scale; FRT=Functional Reaching Test; MBI=Modified Barthel Index; VREHAT=Virtual Reality Rehabilitation System; K-MBI=Korean-Modified Barthel Index; FIM=functional



upper limb



balance



ADL

Fig. 3. Forest plots of the effects of Virtual Reality program

3.4 뇌졸중 환자 대상의 가상현실 운동프로그램의 전체 효과분석

본 연구는 기능회복을 위한 뇌졸중 환자 대상의 가상현실 운동프로그램을 적용한 9편의 연구를 대상으로 하였으며, 효과 변수 중 상지기능, 균형, 일상생활 활동 변수로 나누어 측정하였다.

연구에서 두 집단의 평균, 표준편차, 표본크기를 이용

하여 표준화 평균차이(Hedges' g)를 산출한 결과를 forest plot으로 제시하였다. 위의 Fig. 3과 같다.

3.4.1 상지기능

가상현실 운동프로그램 중재가 상지기능에 미치는 효과를 분석한 결과 연구대상자는 총 244명으로 실험군 125명, 대조군 119명이었다.

전체 연구의 상지기능에 대한 평균효과크기 Hedges' g는 0.20(95% CI:-0.16~0.56)으로 나타났으며, 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다(p=.268). 또한 동질성 검증 결과, $I^2=25.4%$ (p=.243)로 나타나 이질성의 정도가 낮은 것으로 나타났다.

3.4.2 균형

가상현실 운동프로그램 중재가 균형에 미치는 효과를 분석한 결과 균형에 대한 평균효과크기 Hedges' g는 0.77(95% CI:0.42~1.13)로 나타나 큰 효과크기를 보이며 통계적으로 유의하게 나타났다(p<.001). 따라서 균형에 대한 효과는 큰 것으로 해석할 수 있겠다. 동질성 검증 결과, $I^2=22.7%$ (p=.256)로 나타나 이질성의 정도가 낮은 것으로 나타났다.

3.4.3 일상생활 활동

가상현실 운동프로그램 중재가 일상생활 활동에 미치는 효과를 분석한 결과 일상생활 활동에 대한 평균효과크기 Hedges'g는 0.80(95% CI:0.28~1.31)로 나타나 큰 효과크기를 보이며 통계적으로 유의하게 나타났다(p<.001). 따라서 일상생활 활동에 대한 효과는 큰 것으로 해석할 수 있겠다. 동질성 검증 결과, $I^2=25.9%$ (p=.256)로 나타나 이질성은 낮은 것으로 나타났다.

3.5 조절효과분석

본 연구에서는 통계적으로 효과크기의 이질성은 나타나지는 않았으나, 가상현실 운동프로그램의 효과크기가

어떤 요인에 따라 차이가 나타나는지 연구 간 서로 다른 배경, 즉 연구별 차이에 대하여 탐색적 설명이 필요하다 고 판단되었다. 따라서 본 연구는 교육방법, 중재횟수를 조절 변수로 한 하위그룹 분석(subgroup analysis)을 실시하였다.

가상현실 운동프로그램의 교육방법에 따른 상지기능과 균형에 미치는 효과를 확인하기 위하여 교육프로그램을 조절변수로 하여 분석한 결과, 상지기능은 VREHAT와 X-BOX 360 kinnect의 집단의 효과크기가 0.23(95% CI:-5.80~-2.11)로 Nitentendo wii 집단의 효과크기 0.17(95% CI:-0.50~0.85)보다 더 큰 것으로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다($Q_b=0.02$, df=1, p=.897). 균형은 Nitentendo wii 집단의 효과크기가 0.95(95% CI:0.40~1.51)로 VREHAT와 X-BOX 360 kinnect의 집단의 효과크기 0.61(95% CI:0.10~1.12)보다 더 큰 것으로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다($Q_b=0.81$, df=1, p=.368). 아래 Fig. 4와 같다.

중재횟수에 따른 상지기능과 균형에 미치는 효과를 확인하기 위하여 중재횟수를 조절변수로 하여 분석한 결과, 상지기능은 5회 실시한 집단의 효과크기가 0.22(95% CI:-0.15~0.59)로 3회 실시한 집단의 효과크기 0.11(95% CI:-0.93~1.15)보다 더 큰 것으로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다($Q_b=0.04$, df=1, p=.844). 균형은 3회 실시한 집단의 효과크기가 0.99(95% CI:0.31~1.66)로 5회 실시한 집단의 효과크기 0.67(95% CI:0.21~1.14)보다 더 큰 것으로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다($Q_b=0.56$, df=1, p=.454). 다음 Fig. 5와 같다.

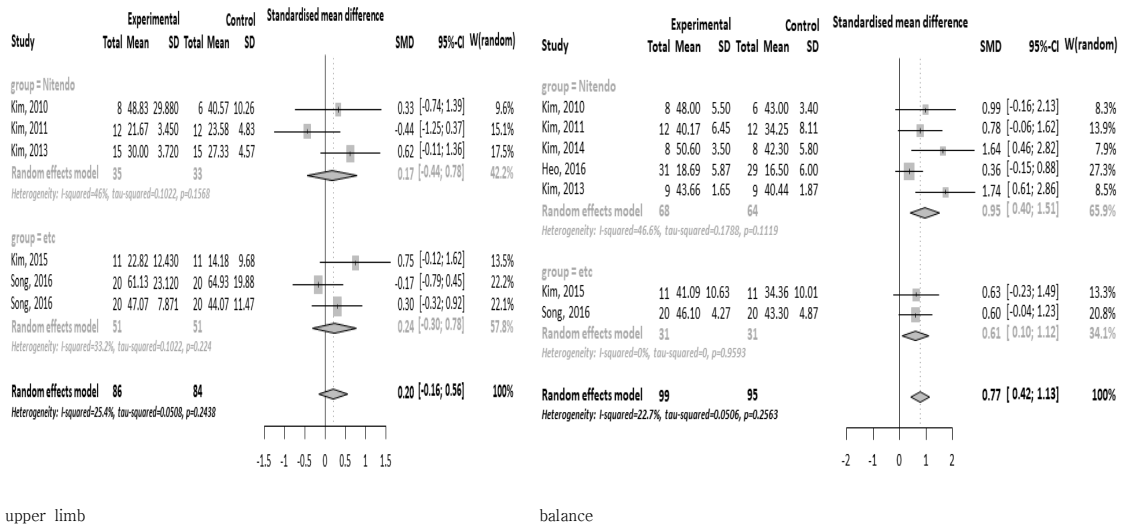


Fig. 4. Forest plots of the effects of Virtual Reality program by program type

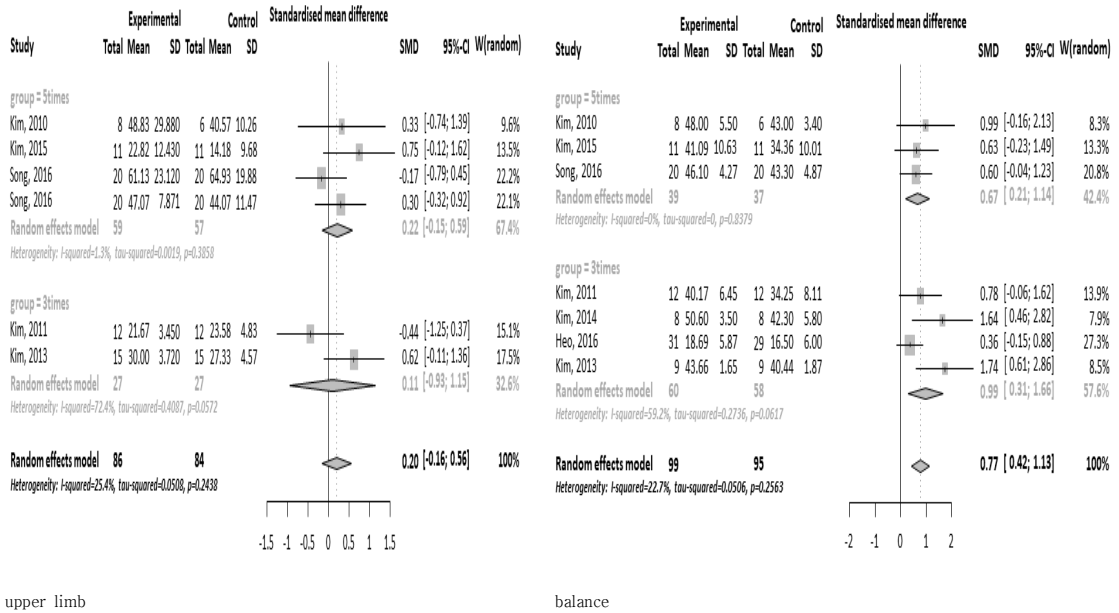


Fig. 5. Forest plots of the effects of Virtual Reality program by intervention time

4. 논의

본 연구는 뇌졸중 환자의 기능회복을 위한 가상현실 운동프로그램의 중재가 상지기능, 균형능력 및 일상생활 활동의 기능적 측면에 실제적으로 어떠한 영향을 미치는 지에 대하여 국내외의 연구 현황들을 찾아보고, 이들의 효과를 체계적으로 고찰해 보고자 시도되었다. 최근 10년 (2009년~2018년) 국내에서 수행된 뇌졸중 환자 대상의 가상현실 운동프로그램 효과에 대한 연구들을 선택, 배제 기준들을 적용하여 총 9편을 본 연구의 메타분석 대상에 포함하였다.

연구설계는 총 9편의 연구가 무작위 대조군 연구였으며, 문헌의 질 평가 결과 무작위배정순서 생성에서 1편이 '높음'으로, 배정순서 은폐의 삐뚤림 위험에서 2편이 '높음'으로, 1편은 '불확실'로 그 외 문항에서는 모두 삐뚤림 위험 '낮음'으로 평가하였다. 실험군의 중재는 모두 가상현실을 기반으로 한 운동프로그램으로 Nintendo wii가 7편으로 가장 많았고, VREHAT, X box 360 Kinect 각 1편으로 나타났다. 과제의 종류는 테니스, 복싱, 골프, 볼링, 야구 스키, 댄스 등 실제적인 상황에서 수행할 수 있는 것으로 구성되었다. 또한 기존의 일반적인 작업치료와 물리치료를 더불어 수행하였다.

본 연구의 중재 효과 측정시기로는 4주~6주가 6편으

로 가장 많았고, 8주, 12주, 16주가 각각 1편이었다. 중재방법으로는 주당 3~5세션, 회당 평균 30분씩 실시하였으며, 대부분의 연구에서 긍정적인 치료 효과가 나타났다. 이는 가상현실 운동프로그램이 가상의 과제 속에서 상호작용하며 지속적이고 반복적인 동작을 수행함으로써 기능회복에 긍정적 영향을 미친 것이라 사료된다. 본 연구의 포함된 연구의 이질성을 고려하여 랜덤효과모형을 이용하여 운동중재의 효과크기를 산출하였다.

상지기능을 측정한 6편의 연구에서 평균효과 크기는 (g=0.20)로 Cohen(1988)의 기준에 의하면 작은 효과크기에 해당되며[32], 통계적으로 유의하지 않았다. 이에 가상현실 운동프로그램의 교육방법에 따른 상지기능에 미치는 효과를 확인하기 위하여 교육프로그램을 조절변수로 하여 하위분석을 실시한 결과, VREHAT와 X-BOX 360 kinnect의 집단의 효과크기가 0.23으로 Nitentendo wii 집단의 효과크기 0.17보다 더 큰 것으로, 중재횟수를 조절변수로 하여 분석한 결과, 5회 실시한 집단의 효과크기가 0.22로 3회 실시한 집단의 효과크기 0.11보다 더 큰 것으로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다.

뇌졸중은 뇌혈관 질환으로 인해 뇌신경 손상이 발생하고 이와 연관된 영역의 신체의 마비를 일으킨다[1,4]. 뇌 손상과 관련된 신체의 장애로 인하여 뇌졸중 환자는 일상생활 과제를 수행하고 완수하는데 어려움이 따르게 된다

[2]. 따라서 뇌졸중 환자의 기능회복을 위한 운동 중재 프로그램은 중요하다. 특히 뇌졸중 환자의 기능회복을 위해 아급성기에 진행되는 재활치료는 매우 중요하며 기능 향상을 위하여 최대한 신속한 접근이 필요하다[33]. 또한 Yavuzer et al.[13]은 뇌졸중 발병 6개월 이내인 환자를 대상으로 4주간 가상현실 운동프로그램 중재를 적용한 결과 상지기능 회복이 유의하게 증가하였다고 하였으며, 이는 상대적으로 아급성기 뇌졸중 환자의 상지기능 회복에 가상현실 운동이 효과적이라는 근거를 제시하였다. 이에 반해 본 연구에서 통계적으로 유의한 효과를 나타내지 않은 상지기능 원인을 분석해 보면, 발병기간 6개월 이상인 만성기 뇌졸중 환자를 대상으로 적용한 것이 상지기능 회복의 부정적 영향을 미친 것이라 사료된다.

균형을 측정한 7편의 연구에서 평균효과 크기는 ($g=0.77$)로 큰 효과크기를 나타내었으며, 통계적으로 유의하게 나타났다. 본 연구결과에서 보여준 균형능력의 효과는 가상현실 게임인 닌텐도 Wii 스포츠 게임을 이용하여 뇌졸중 환자의 균형능력에 긍정적 영향을 주었다는 기존의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. Kim 등[20]은 테니스와 권투, 볼링 게임을 뇌졸중 환자에게 적용하여 뇌졸중 환자의 균형 향상을 관찰하였는데, 주어진 과제를 수행하는 동안 화면에서 주어진 움직임들에 대한 시각적 피드백이 긍정적 영향을 미친 것이라 보고하였다. 따라서 이러한 선행 연구결과는 가상현실 운동프로그램이 뇌졸중 환자의 균형능력에 긍정적인 영향을 준다는 본 연구 결과를 지지한다[14,20].

가상현실을 이용한 운동프로그램은 여러 가지 동작과 활동을 과제로 제공하여 환자에게 흥미를 부여하고 능동적으로 운동을 수행함에 따라 기능 향상에 영향을 주었다. 또한 즉각적이고 정확한 시각적 피드백을 통하여 움직임에 대한 재교육이 이루어짐으로써 균형능력 향상에 영향을 미쳤을 것이라 사료된다.

일상생활 활동을 측정한 4편의 연구에서 평균효과 크기는($g=0.80$)로 나타났으며, 통계적으로 유의하게 나타났다. 뇌졸중 환자의 상지기능, 보행, 균형 등 다양한 분야에 가상현실 운동프로그램이 효과적인 것으로 나타났으나, 아직까지 일상생활 활동에 미치는 연구는 상대적으로 부족한 실정이다.

가상현실 운동프로그램을 적용한 선행연구에서 Kim과 Lee[34]는 가상현실 댄스 운동을 이용하여 1회 30분, 주 3회, 6주 동안 적용한 결과 대상자의 적극적인 참여와 동기를 유발함으로써 일상생활 활동에서 임상적으로 유의한 결과를 나타내었고, Turolla et al.[35]는 순수 가

상현실 운동프로그램을 적용함으로써 뇌졸중 환자의 상지기능 및 일상생활 활동에 효과를 보고하여 본 연구결과를 지지한다. 본 연구에서 뇌졸중 환자의 일상생활 능력 향상을 위하여 분석된 가상현실 운동프로그램으로 일상생활 활동 콘텐츠가 없는 운동 위주의 게임인 닌텐도사의 닌텐도 Wii를 대부분 사용하였으며, 일상생활 활동 콘텐츠가 포함된 것은 1편으로 VREHAT 시스템으로 구성되었다.

현재 뇌졸중 환자의 가상현실 운동프로그램은 게임 위주의 지속적인 반복수행만 강조하고 있는 실정이다[36]. 따라서 향후 뇌졸중 환자의 기능 수준과 주요 문제점을 해결하기 위한 목표로 일상생활 활동 콘텐츠가 포함된 가상현실 운동프로그램의 개발이 필요할 것이라 사료된다.

가상현실 기반 중재방법은 대상자 유형에 맞게 가상환경 내에서 활동 수준을 조절할 수 있고[17], 운동 수행 시 경험하는 지루함을 최소화 할 수 있는 장점이 있다[16]. 향후 뇌졸중 환자 의 뇌 병변 부위와 뇌 손상 유형에 따른 프로그램 효과 분석함으로써 가상현실 운동프로그램의 효과를 극대화하는데 도움이 될 것이라 사료된다. 또한 가상현실 운동프로그램을 활용한 뇌졸중 환자의 신체 기능 향상뿐만 아니라 인지 및 정서적 기능 향상에도 긍정적 영향을 확인하는 연구가 필요하다.

메타분석은 기존에 개별적으로 연구의 효과성을 보고한 연구들을 계량적으로 통합 분석함으로써 일반화할 수 있으며, 임상적 의사결정을 하는 데 합리적인 근거를 제공한다는 점에서 유용하다.

본 연구는 출판된 연구논문 및 보고서만을 대상으로 분석하였기 때문에 미발표된 연구논문 등은 배제되었다는 점에서 출간오류의 가능성을 배제하지 못한 제한점이 있다. 따라서 뇌졸중 환자의 종합적인 메타분석을 실시하기 위해서는 추후 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 국내 임상현장을 고려한 뇌졸중 환자의 가상현실 운동프로그램의 결과변수에 따른 평균 효과크기 결과와 프로그램 내용에 따른 효과크기의 차이 등 임상적 근거를 제시하였다는 점에서 의의가 있으며, 이를 통하여 국내 뇌졸중 환자의 기능회복을 위하여 보다 다양하고 실질적인 가상현실 기반의 운동프로그램 콘텐츠 개발이 이루어진다면 임상에 유용한 중재방법으로 긍정적인 효과가 있을 것이라 사료된다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 뇌졸중 환자에게 적용한 가상현실 운동프로그램의 효과를 통합적으로 검토하기 위해 수행된 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구이다. 이를 위해 국내에서 발표된 뇌졸중 환자를 위한 가상현실 운동 중재프로그램을 적용한 연구 9편을 대상으로 메타분석을 실시하였다. 분석은 이질성을 고려하여 임의효과모형을 이용하였다. 가상현실 운동프로그램의 효과에 대해 체계적 문헌고찰 및 메타분석 한 결과 균형, 일상생활 활동에서 통계적으로 유의한 효과가 있음을 알 수 있었으며, 그 외 상지기능에서는 통계적으로 유의한 차이가 확인되지 않았다.

본 연구는 국내 뇌졸중 환자 대상의 가상현실 운동프로그램을 적용한 무작위 실험설계 논문 수가 적어 효과 크기를 분석하기에 충분하지 못하였으므로, 추후 국내 임상현실이 고려된 뇌졸중 환자의 가상현실 운동프로그램 효과를 검증하는 무작위 임상실험연구가 필요할 것으로 판단된다.

최근 많이 수행되고 있는 가상현실 운동프로그램을 이용하여 국내 뇌졸중 환자의 기능회복을 위한 효과를 종합적으로 분석함으로써, 향후 가상현실 운동프로그램 개발 및 적용에 실질적인 정보를 제공할 것으로 예상된다.

REFERENCES

- [1] S. A. Sharp & B. J. Brouwer. (1997). Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: effects on function and spasticity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 78(11), 1231-1236. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(97\)90337-3](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90337-3)
- [2] P. W. Duncan, R. D. Horner, D. M. Reker, G. P. Samsa, H. Hoenig, B. Hamilton, J. Barbara, LaClair & T. K. Dudley. (2002). Adherence to postacute rehabilitation guidelines is associated with functional recovery in stroke. *Stroke*, 33(1), 167-178. <https://doi.org/10.1161/hs0102.101014>
- [3] J. Hochstenbach, G. Prigatano & T. Mulder. (2005). Patients' and relatives' reports of disturbances 9 months after stroke: subjective changes in physical functioning, cognition, emotion, and behavior. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86(8), 1587-1593. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.11.050>
- [4] S. L. Wolf, P. A. Catlin, M. Ellis, A. L. Archer, B. Morgan & A. Piacentino. (2001). Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke. *Stroke*, 32(7), 1635-1639. <https://doi.org/10.1161/01.STR.32.7.1635>
- [5] H. C. Dijkerman, M. Ietswaart, M. Johnston & R. S. MacWalter. (2004). Does motor imagery training improve hand function in chronic stroke patients? A pilot study. *Clinical rehabilitation*, 18(5), 538-549. <https://doi.org/10.1191/0269215504cr7690a>
- [6] H. M. Kim. (2015). *A study on the development of a force sensor and finger rehabilitation robot for stroke patients*, Doctoral dissertation, Gyeon gsang University, Jinju.
- [7] H. K. Shin. (2008). The recovery of hand function induced by EMG-triggered electrical stimulation in hemiplegic finger extensor. *J Korean Soc Occup Ther*, 16, 61-69.
- [8] P. S. Buyn & M. Y. Chon. (2012). The effects of rehabilitation training using video game on improvement range of motion for upper-extremity, shoulder pain and stress in stroke patients with hemiplegia. *Journal of muscle and joint health*, 19(1), 46-56.
- [9] B. H. Lee, E. J. Chung & S. H. Lee. (2012). The effects of virtual reality-based with EMG triggered-functional electric stimulation on muscle tone and gait capability in stroke. *J Rehabil Res Dev*, 16, 361-378.
- [10] P. C. Kung, C. C. K. Lin & M. S. Ju. (2010). Neuro-rehabilitation robot-assisted assessments of synergy patterns of forearm, elbow and shoulder joints in chronic stroke patients. *Clinical Biomechanics*, 25(7), 647-654. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.04.014>
- [11] C. R. Senesac, S. Davis & L. Richards. (2010). Generalization of a modified form of repetitive rhythmic bilateral training in stroke. *Human movement science*, 29(1), 137-148. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2009.05.004>
- [12] V. Sirtori, D. Corbetta, L. Moja & R. Gatti. (2009). Constraint-induced movement therapy for upper extremities in stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev*, 4(4). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004433.pub2>
- [13] G. Yavuzer, A. Senel, M. B. Atay & H. J. Stam. (2008). "Playstation eyetoy games"improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 44(3), 237-244.
- [14] E. K. Kim, J. H. Kang & H. M. Lee. (2010). Effects of virtual reality based game on balance and upper extremity function in chronic stroke patients. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, 49(3), 131-149.
- [15] H. H. Kim, K. M. Kim & M. Y. Chang. (2012). Interventions to promote upper limb recovery in stroke patients: a systematic review. *J Korean Soc Occup Ther*, 129-145.
- [16] Y. R. Yang, M. P. Tsai, T. Y. Chuang, W. H. Sung & R. Y. Wang. (2008). Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait & posture*, 28(2), 201-206.
- [17] A. A. Rizzo, J. G. Buckwalter & U. Neumann. (1997). Virtual reality and cognitive rehabilitation: A brief

- review of the future. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*.
<http://dx.doi.org/10.1097/00001199-199712000-00002>
- [18] C. Walker, B. J. Brouwer & E. G. Culham. (2000). Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Physical therapy*, 80(9), 886-895.
<https://doi.org/10.1093/ptj/80.9.886>
- [19] Y. Y. You, B. H. Lee, S. H. Kim, J. H. Jung & Y. H. Bae. (2011). The Effect of Stroke Patients Balance and Visual Perception for Interactive Games of Using Visual Concentration, *Journal of Rehabilitation Research*, 15(1), 1-17.
- [20] J. H. Kim, S. H. Jang, C. S. Kim, J. H. Jung & J. H. You. (2009). Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a double-blind, randomized controlled study. *American Journal of physical medicine & rehabilitation*, 88(9), 693-701.
- [21] J. H. Kim, M. H. Oh, J. S. Lee & H. S. Ahn. (2011). The effects of training using virtual reality games on stroke patients' functional recovery. *J Korean Soc Occup Ther*, 19, 101-114.
- [22] H. G. Kim, M. Y. Lee & Y. A. Yang. (2018). Literature Research on the Clinical Effect of the Virtual Reality-based Rehabilitation Program. *The Journal of Occupational Therapy for the Aged and Dementia*, 1(12), 1-11.
- [23] A. Liberati, D. G. Altman, J. Tetzlaff, C. Mulrow, P. C. Gøtzsche, J. P. Ioannidis, M. Clarke, P. J. Devereaux, J. Kleijnen & D. Moher. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS medicine*, 6(7), e1000100.
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- [24] S. H. Kim, H. G. Kim & J. H. Lee. (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(2), 373-391.
- [25] E. D. De Bruin, D. Schoene, G. Pichierri & S. T. Smith. (2010). Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 43(4), 229-234.
<https://doi.org/10.1007/s00391-010-0124-7>
- [26] G. N. Lewis, C. Woods, J. A. Rosie & K. M. Mcpherson. (2011). Virtual reality games for rehabilitation of people with stroke: perspectives from the users. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 6(5), 453-463.
<https://doi.org/10.3109/17483107.2011.574310>
- [27] S. Y. Kim, J. E. Park, H. J. Seo, Y. J. Lee, B. H. Jang, H. J. Son, et al. (2011). *NECA's guidance for undertaking systematic reviews and meta-analyses for intervention*. National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency.
- [28] B. J. Becker. (1988). Synthesizing standardized mean change measures. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 41(2), 257-278.
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.1988.tb00901>
- [29] S. B. Morris & R. P. DeShon. (2002). Combining effect size estimates in meta-analysis with repeated measures and independent-groups designs. *Psychological methods*, 7(1), 105.
<http://dx.doi.org/10.1037/1082-989X.7.1.105>
- [30] Y. Netz, M. J. Wu, B. J. Becker & G. Tenenbaum. (2005). Physical activity and psychological well-being in advanced age: a meta-analysis of intervention studies. *Psychology and aging*, 20(2), 272.
<http://dx.doi.org/10.1037/0882-7974.20.2.272>
- [31] J. P. Higgins. (2011). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration. www.cochrane-handbook.org.
- [32] J. Cohen. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: L. Lawrence Erlbaum Associates, 2.
- [33] A. A. Timmermans, J. A. Verbunt, R. van Woerden, M. Moennekens, D. H. Pernet & H. A. Seelen. (2013). Effect of mental practice on the improvement of function and daily activity performance of the upper extremity in patients with subacute stroke: a randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(3), 204-212.
<https://doi.org/10.1016/j.jamda.2012.10.010>
- [34] Y. N. Kim & D. K. Lee. (2013). Effects of Dance Sports in Virtual Reality on Balance, Depression and ADL in Stroke Patients. *JKPT*, 25(5), 360-365.
- [35] A. Turolla, M. Dam, L. Ventura, P. Tonin, M. Agostini, C. Zucconi, P. Kiper, A. Cagnin & L. Piron. (2013). Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10(1), 85-93.
<https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-85>
- [36] T. S. Park, J. H. Kang & I. B. Kim. (2018). Analysis of Muscle On-set Time of Fully Immersive Virtual Reality Motions and Actual Motions in Healthy Adults. *Journal of Convergence Information Technology*, 8(1), 173-177.

박 서 아(Park, Seo A)

[장학원]



- 2018년 8월 : 계명대학교 간호학과(간호학 석사)
- 2018년 9월 ~ 현재 : 계명대학교 간호학과(간호학 박사과정)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 경북보건대학교 간호학과 조교수
- 관심분야 : 여성건강, 간호교육

· E-Mail : seoapark@gch.ac.kr

김 혜 영(Kim, Hye Young)

[정회원]



- 2005년 2월 : 이화여자대학교 대학원
간호학과 (간호학 박사)
- 1998년 3월 ~ 2014년 2월 : 가톨릭
상지대학교 간호학과 부교수
- 2014년 3월 ~ 현재 : 계명대학교 간호
대학 부교수
- 관심분야 : 여성건강, 젠더간호, 난임간호

· E-Mail : hye11533@kmu.ac.kr