

# 가상현실 프로그램이 뇌졸중 환자의 일상생활활동 능력에 미치는 융합적 효과 : 메타분석

최기복<sup>1</sup>, 조성현<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>조선대학교병원 재활치료팀 물리치료사, <sup>2</sup>남부대학교 물리치료학과 교수

## Convergence Effect of Virtual Reality Program on Activities of Daily Living Ability in Stroke Patients : Meta-Analysis

Ki-Bok Choi<sup>1</sup>, Sung-Hyouon Cho<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Physiotherapist, Team of Rehabilitation Therapy, Chosun University Hospital

<sup>2</sup>Professor, Department of Physical Therapy, Nambu University

**요약** 본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 가상현실 프로그램에 대한 융합적 효과를 알아보기 위해 메타분석을 실시하였다. PICOS 기준에 따라 국내 문헌을 검색하여 '뇌졸중', '가상현실 프로그램' 관련하여 최종 9편의 연구를 선정하였다. 개별 연구물의 비뮌 평가는 각 연구의 설계에 따른 평가 도구를 이용하여 실시하였다. CMA 프로그램을 이용하여 메타분석의 효과크기를 산출하였다. 조절효과분석은 하위그룹분석과 메타회귀분석으로 실시하였다. 가상현실 프로그램의 일상생활활동 능력에 대한 전체 효과크기는 Hedges's  $g=0.302(95\% \text{ CI}: 0.064\sim 0.540)$ 이었다. 따라서 가상현실 프로그램은 뇌졸중 환자의 일상생활활동 능력을 증가시켜 가상현실 산업과 의료 보건 산업을 융복합한 의료산업에 긍정적인 영향을 제공할 수 있다.

**주제어** : 융복합, 뇌졸중, 가상현실, 일상생활활동 능력, 메타분석

**Abstract** This study was designed to test the convergence effectiveness of virtual reality programs for patients with stroke by using meta-analysis. Based on the PICOS criteria, we searched domestic literature and selected the final 9 studies in relation to 'stroke' and 'virtual reality programs'. Evaluation of the risk of bias in individual studies was conducted using evaluation tools according to the design of each study. The effect size of the meta-analysis was calculated using CMA program. The mediating effect analysis was conducted by sub-group analysis and meta-regression analysis. The overall effect size of the virtual reality program on the activities of daily living ability was Hedges's  $g=0.302(95\% \text{ CI}: 0.064\sim 0.540)$ . Therefore, virtual reality programs can increase the activities of daily living in stroke patients and have a positive impact on the medical industry that the convergence of virtual reality industry and healthcare industry.

**Key Words** : Convergence, Stroke, Virtual reality, Activities daily living ability, Meta-analysis

## 1. 서론

뇌졸중은 뇌혈관장애로써 생존하더라도 많은 장애가 동반되는데, 운동과 인지, 언어, 정서, 시각 등 다양한 신경학적 증상을 나타내고[1], 일상생활활동을 독립적으로 수행하는데 어려움을 야기한다[2]. 이에 따라 뇌졸중 환자에게 장애를 극복하고, 일상생활을 독립적으로 수행하는데 재활치료의 접근이 중요하다[3].

뇌졸중 발병 이후 환자의 기능을 향상시키기 위해 강제유도 운동치료, 수정된 강제유도운동치료, 수중환경치료, 고강도치료, 로봇 치료, 전기자극치료 등 다양한 재활 훈련 프로그램이 이용되고 있으며, 과학적 근거가 있는 것으로 나타났다[4,5]. 가상현실은 컴퓨터를 이용하여 실제 사물 또는 사고를 경험할 수 있는 가상의 환경을 만들어 내는 프로토타입이다[6]. 이러한 가상현실 장비는 실제 일상적인 환경에서 참여가 어려운 환자에게 가상현실 환경을 제공함으로써 가상적 상황에서 실제 상황인 것처럼 자연스러운 행동 반응을 이끌어낼 수 있다[7]. 이 훈련은 즐거움과 재미를 유발하여 치료적 상황으로 인지하지 않고, 게임과 같이 상호작용하는 흥미를 느낌으로 과제를 이행하는데 스스로 동기유발이 높아지는 효과가 있다[8]. 선행 연구에 따르면 뇌졸중 환자에게 주 2회 50분씩 2개월간, 16회의 가상현실 프로그램을 적용한 결과 일상생활 동작과 삶의 질이 증진되었음을 보고하였다[9]. 뇌졸중 환자들을 대상으로 가상현실 치료를 적용한 연구들이 보고되고 있고, 기존의 재활치료보다 기능적 개선과 인지 및 시지각 기능 향상의 효과를 입증하였다[10,11]. 그러나 국내 다양한 임상재활에서 적용되는 가상현실 프로그램의 체계적인 효과성 검증은 미흡한 실정이다. 그러므로 국내 임상재활 현장에서 사용되는 가상현실 프로그램의 적용에 대해 효과성이 높은 체계적인 기준을 제시하고자 국내 선행연구를 분석하여 통계적으로 효과성을 검증하는 것이 절실히 요구된다[12].

메타분석은 다양한 연구 설계, 표본의 크기 차이, 모집단의 특성, 연구마다 지닌 다른 특성과 조건들에서 타당성 있는 일반화된 결과를 도출하여 객관성을 지닌 결론을 이끌어내고자 한다[13]. 더욱이 메타분석은 개별 연구 결과들에 대해 통계적 방법을 활용함으로써 가설검증을 할 수 있어 보다 정확한 결론을 이끌어낼 수 있다는 장점이 있다[14]. 또한 연구들 간에 서로 다른 결과가 도출되더라도 일부의 연구결과에만 치중되지 않고 통계적 검증력이 높은 종합적인 결과를 도출해낼 수 있다[15].

경제적 압력과 고령화 인구로 인한 건강관리 측면에서

인력의 증가 없이 신체부위에 따른 증대 운동을 할 수 있는 가상현실은 더욱 널리 사용될 것이다. 향후 다양한 가상현실의 설계 및 사용을 증대시키기 위해 가상현실에 대한 효능을 평가하는 것이 중요하다. 따라서 본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 일상생활활동능력 증진을 위한 가상현실을 적용한 선행 연구를 체계적인 문헌고찰 및 메타분석을 통해 근거중심의 임상자료를 마련하고자 한다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구 설계 및 선정기준

본 연구는 2010년 1월부터 2019년 6월까지의 국내 가상현실 프로그램을 실시하여 뇌졸중 환자의 일상생활 활동 능력에 대한 연구결과를 토대로 각 효과크기를 산출한 체계적인 메타분석 연구이다. 뇌졸중 환자를 대상으로 한 가상현실 프로그램을 적용하여 일상생활활동에 대한 국내연구 논문들을 PICOS 기준에 의거하여 분석하였다(Appendix 1).

#### 2.1.1 연구대상(Participants)

발병 이후 6개월 이상 뇌졸중을 진단 받은 환자이다.

#### 2.1.2 중재(Intervention)

가상현실 프로그램을 기반으로 실험 연구를 포함하였다.

#### 2.1.3 비교대상(Comparisons)

전통적 물리치료 또는 작업치료만 적용한 환자 대조군이다.

#### 2.1.4 결과(Outcomes)

뇌졸중 환자에게 적용한 가상현실 프로그램의 일상생활 활동의 효과를 측정하고자 결과 값으로 한국판 수정바텔지수(Modified barthel index; MBI), 기능적 독립 평가(Functional independence measure; FIM)를 포함하였다.

#### 2.1.5 연구설계(Study design)

무작위 & 비무작위 대조군 실험연구(Randomized controlled trials; RCT & Non-Randomized controlled trials; NRCT)로 사전과 사후 설계를 제시한 논문을 채택하였다.

## 2.2 자료수집 및 선정과정

Table 1과 같이 6개의 국내 전자데이터베이스를 사용하여 실시하였고, 주요 검색어는 ‘뇌졸중’, ‘뇌졸중, 가상현실’, ‘뇌졸중, 가상현실, 일상생활’, ‘뇌졸중, 일상생활’ ‘닌텐도’, ‘닌텐도, 뇌졸중’ 등을 사용하였다. 1차 검색을 통해 175편, 2차 검색을 통해 63편을 검색, 중복논문 204개를 제외한 총 34편의 논문을 선정하였다. 다음으로 중복되거나 연구에 적합하지 않은 논문을 제거하고 최종적으로 9편의 논문을 확정하였다(Fig. 1 참고).

Table 1. Electronic databases

DB	Web address
RISS	http://www.riss.kr
KISS	http://kiss.ksudy.com
KSI	https://www.kstudy.com
National library	http://www.nl.go.kr
KCI	https://www.kci.go.kr
NDSL	http://scholar.ndsl.kr

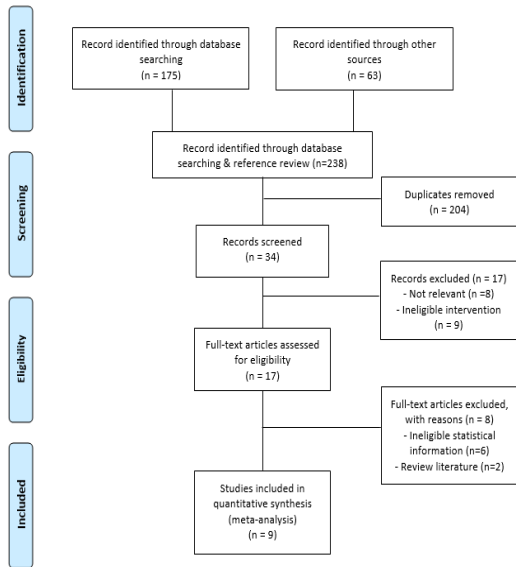


Fig. 1. Flow chart of study selection

## 2.3 분석대상 연구의 질 평가

연구대상으로 선정된 9편의 연구를 중재변인별 특성들로 추출 및 분류하여 자료를 코딩하였다. 연구의 질 평가 도구로써 코크란 그룹에서 개발한 Risk of Bias(RoB)도구를 사용한 RCT 연구는 6개, Risk of Bias Assessment

tool for Non-randomized Studies(RoBANS) 도구를 사용한 NRCT 연구는 3개이다. 각 자료의 항목에 비뮴립 위험은 ‘높음(high)’, ‘낮음(low)’, ‘불확실(uncertain)’의 세 가지로 구분하였다.

## 2.4 자료분석

본 연구에서 효과크기의 분석은 Comprehensive meta-Analysis(CMA ver. 3.0) 프로그램을 이용하였다. 또한 Hedges’s g를 계산하여 표준화된 평균차이(corrected standardized mean difference)의 통계량을 산출하였으며, 95% 신뢰수준을 계산하였다. 통계적 이질성(heterogeneity) 평가를 위해서 숲 그림(forest plot)을 활용하였다. 또한 조절변수의 하위그룹을 분석하고, 조절효과분석을 위해 메타회귀분석을 실시하였다.

## 3. 결과

### 3.1 분석대상 논문의 질 평가

본 연구에서 최종 분석대상 9편 중 RCT 연구 6편과 NRCT 연구 3편에 대해 방법론적인 질 평가를 실시하였다(Table 2, 3 참고).

### 3.2 가상현실 프로그램의 일상생활활동의 전체 평균 효과크기

가상현실 프로그램이 뇌졸중 환자에게 미치는 일상생활활동의 효과크기는 Hedges’s  $g=0.302(95\% CI=0.064 \sim 0.540)$ 로 나타나 작은 크기의 효과가 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p<.05$ )(Fig. 2 참고).

### 3.3 조절변수별 하위그룹분석 결과

학위논문의 경우 0.220로, 학술지의 효과크기는 0.520으로 학술지가 효과크기가 더욱 크게 나타났지만 두 집단의  $Q=1.217(df=1, p=0.270)$ 로 통계적으로 유의하지 않았다. RCT의 경우 0.347, NRCT의 효과크기의 경우 0.174로 나타나 RCT집단에서 효과크기가 크게 나타났으나 두 집단 간의  $Q=0.392(df=1, p=0.531)$ 로 나타난 것으로 보아 두 집단 간에서 효과크기의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(Table 4 참고).

Table 2. Methodological evaluation of RCT study using RoB tool

First Author, year	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants (performance bias)	Blinding of outcome assesment (detection bias)	Incomplete outcome (attrition bias)
Cho, 2018	low	unclear	low	unclear	low
Go, 2018	low	low	unclear	low	low
Hwang, 2019	high	unclear	unclear	unclear	low
Ji, 2016	low	high	unclear	unclear	low
Kim, 2013	low	unclear	low	low	low
Lee, 2013	high	unclear	unclear	low	low

Table 3. Methodological evaluation of NRCT study using RoBANS tool

First Author, year	Selection of participants	Confounding variables	Measurement of intervention	Blinding of outcome assesment	Incomplete outcome data	Selective reporting
Jeon, 2017	low	low	unclear	unclear	low	low
Kim, 2015	low	unclear	low	low	low	low
Lee, 2017	low	high	low	low	low	low

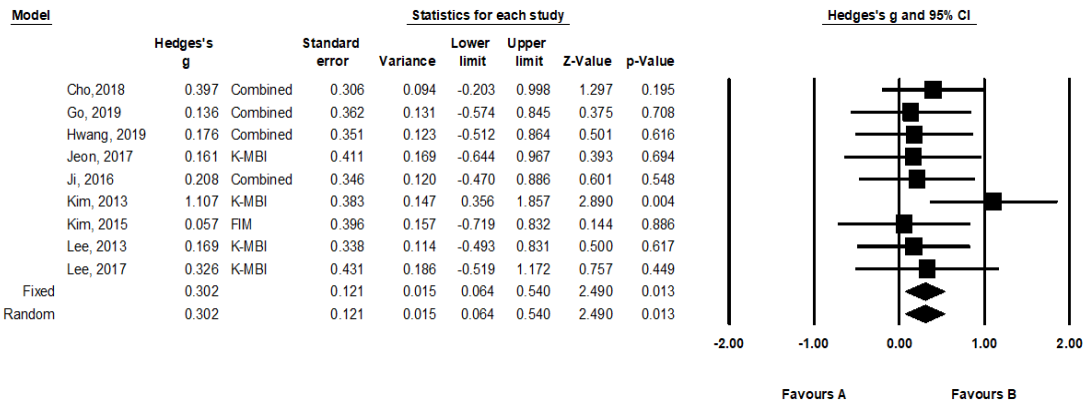


Fig. 2. Forest plots for overall activities daily living after virtual reality program

Table 4. Results of sub-group analysis in publication type and study design

Category	Subgroup	K	Hedges's g	95% CI		Heterogeneity		
				Lower	Upper	Q	df	p
Publication type	Journal	3	0.520	0.065	0.975	1.217	1	0.270
	Thesis	6	0.220	-0.059	0.499			
Study design	NRCT	3	0.174	-0.292	0.640	0.392	1	0.531
	RCT	6	0.347	0.071	0.623			

\*K=number of effect size; 95% CI=95% confidence interval; Q=total variability; df=degree of freedom; NRCT= non-randomized controlled trial; RCT= randomized controlled trial

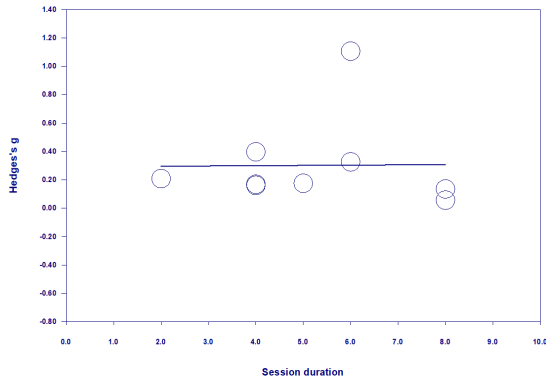


Fig. 3. Regression analysis of Hedges's g by session duration

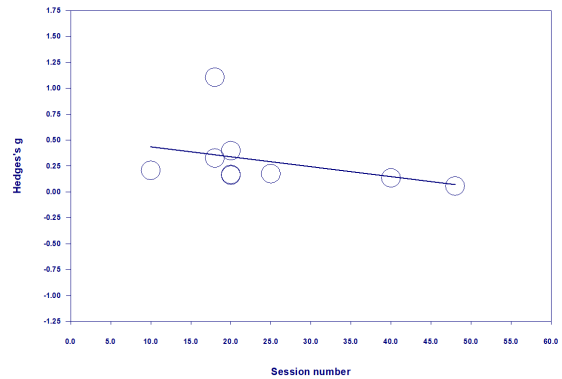


Fig. 4. Regression analysis of Hedges's g by session number

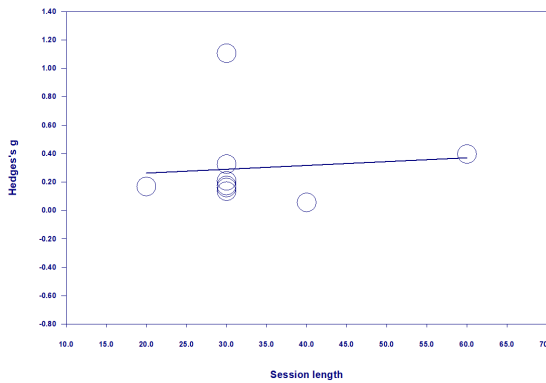


Fig. 5. Regression analysis of Hedges's g by session length

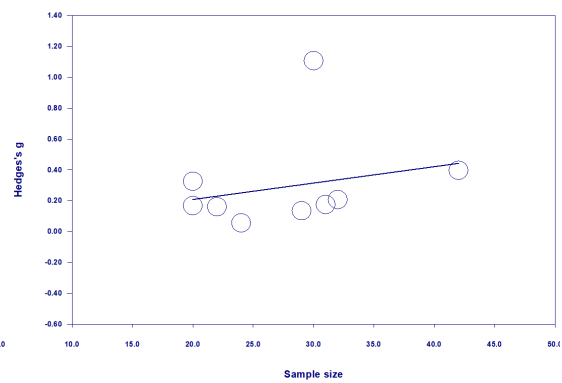


Fig. 6. Regression analysis of Hedges's g by sample size

### 3.4 조절변수에 따른 메타회귀분석 결과

본 연구의 중재횟수, 매회중재시간, 중재기간, 대상자의 표본 크기를 조절변수로 하여 효과크기의 이질성은 메타회귀분석을 통해 실시하였다. 중재기간에 따른 회귀분석 결과, 중재기간이 늘어날수록 효과크기가 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다( $Z=0.03$ , 95% CI=-0.125~0.129)(Fig. 3 참고). 중재횟수에 따른 회귀분석 결과, 중재횟수가 증가할수록 효과크기가 감소하였지만 통계적으로 유의하지 않았다( $Z=-0.86$ , 95% CI=-0.031~0.012)(Fig. 4 참고). 매회 중재시간에 따른 회귀분석 결과, 매회 중재시간이 증가할수록 효과크기가 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다( $Z=0.27$ , 95% CI= -0.017~0.023)(Fig. 5 참고). 마지막으로 표본크기에 따른 회귀분석 결과, 표본크기가 클수록 효과크기가 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다( $Z=0.63$ , 95% CI=-0.023~0.044)(Fig. 6 참고).

## 4. 고찰

뇌졸중 환자의 일상생활활동 능력에 영향을 주는 가상현실 프로그램에 대한 연구를 시행하였다. 가상현실은 프로그램은 뇌졸중 환자가 능동적으로 문제해결을 하고 새로운 기술 습득을 위한 환경을 제공하며, 재미와 흥미를 위해 반복적으로 실시함으로써 동기부여를 제공한다는 장점이 있다[16,17]. 본 연구에서는 2010년 1월부터 2019년 6월까지 뇌졸중 환자에게 가상현실 프로그램의 효과를 검증하기 위해 메타분석법을 이용하였다.

뇌졸중 환자에게 가상현실 프로그램이 일상생활활동에 주는 효과를 알아보기 위한 국내 연구에서는 한국형 수정된 바텔지수(Korean-modified barthel index; K-MBI), 기능적 독립측정(Functional independence measure; FIM)의 두 가지의 종속변인이 활용되었다.

첫째, K-MBI는 일상생활활동인 개인위생, 목욕하기,

식사하기, 용변처리, 계단 오르기, 옷 입기, 대변조절, 소변조절, 보행, 의자차, 의자 및 침대이동 11개의 항목으로 구성되어 있으며, 환자가 얼마나 독립적으로 수행할 수 있는지에 대해 점수를 매겼다. 신뢰도는 측정자 내에서  $r=0.97\sim 1.00$ , 측정자 간에서  $r=0.93\sim 0.98$ 로 높은 수준이다[18]. 둘째, FIM은 영역을 6개로 나누었는데 다른 평가도구와 차이점은 일상생활활동에 필요한 이해능력, 문제 해결능력, 표현 능력 등 사회적 인지에 관한 항목들이 있다. 각 항목의 점수는 1~7점으로 책정한다. 또한 측정자간 신뢰도(inter-rater reliability)는  $r=0.83\sim 0.99$ 이고, 검사-재검사 신뢰도(test-retest reliability)는  $ICC=0.84\sim 0.93$ 으로 알려져 있다[19]. FIM에 있는 사회적 인지 항목들로 인해 임상에서는 K-MBI 지표를 일상생활활동 평가에 더욱 많이 활용하고 있는 실정이다.

뇌졸중 환자 31명을 대상으로 가상현실 훈련을 5주간 실시한 결과 K-MBI 평가에서 목욕하기와 옷 입기에서 유의한 향상을 보였다( $p<.05$ )[20]. 또한 뇌졸중 환자 42명에게 가상현실 훈련을 4주 동안 적용한 결과 FIM 평가에서 Dressing-Upper body, Grooming, Toileting, Toileting Transfer, Tub, Shower Transfer, Walk/Wheel Chair Locomotion에서 유의한 향상을 보였다( $p<.05$ )[21]. 본 연구에서도 가상현실 프로그램이 뇌졸중 환자에게 미치는 일상생활활동의 효과크기가 Hedges's  $g=0.302$ (95% CI= 0.064~0.540)로 나타나 작은 크기의 효과가 있었으며, 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다( $p<.05$ ). 가상현실의 중재효과에 대한 효과크기의 방향은 양이고, 실험군이 대조군에 비해 중재효과가 크게 나타났다. 이 결과는 가상현실 프로그램이 가상의 과제 속에서 상호작용하며 반복적이고 지속적인 동작을 수행함으로써 일상생활활동 회복에 긍정적인 영향을 제공한다는 선행 연구와 일치한다[22]. 그러나 아직까지 가상현실 프로그램이 일상생활활동에 미치는 결과를 증점으로 둔 연구가 실질적으로 충분하지 못하여 신뢰도를 체계적으로 분류하는데 어려움이 있었다. 또한 포함된 연구물에 대한 출판 편의의 가능성에 대해서는 적은 수의 연구로 인해 평가할 수 없었다. 앞으로의 연구에서는 일상생활활동을 증점으로 둔 가이드라인을 제시하여 메타분석을 일반화하기 위한 충분한 임상적인 연구가 축적되어야 할 것이다. 또한 가상현실 산업과 의료 보건 산업의 융복합 시너지를 최대화하여 뇌졸중 환자의 개인별 일상생활활동 목적에 맞춘 체계적인 모니터링과 평가 더 나아가 중재에 이르기까지 다양한 긍정적인 효과를 기대할 수 있다. 이를 위해서 뇌졸중 환자를 대상으로 가상현실 프로그램

의 장기적인 효과와 관련된 연구가 지속적으로 뒷받침되어야 할 것이다.

## 5. 결론

본 연구는 국내 가상현실 프로그램이 뇌졸중 환자의 일상생활활동 능력에 미치는 효과를 알아보기 위해 메타분석 방법을 실시하였다. 뇌졸중 환자에게 적용된 가상현실 프로그램이 일상생활활동 능력에 대한 전체 효과크기는 0.302로 나타났으며, 이는 가상현실 프로그램이 뇌졸중 환자의 일상생활활동 능력을 향상시키는데 긍정적인 영향을 제공하는 것으로 확인되었다( $p<.05$ , 95% CI=0.064~0.540). 따라서 가상현실 프로그램은 뇌졸중 환자의 일상생활활동 능력을 증가시켜 삶의 질 향상에도 기여할 것이라 기대한다. 향후 다양한 가상현실 프로그램이 적용된 임상연구가 양적 및 질적으로 지속적으로 이루어지길 바란다.

## REFERENCES

- [1] M. K. Choi. (2019). The effect of instrumental activities of daily living program on general self-efficacy, motivation for rehabilitation, social support in a patient with subacute stroke. *Journal of Korean Society of Integrative Medicine*, 7(3), 11-19. DOI : <https://doi.org/10.15268/ksim.2019.7.3.011>
- [2] A. Norlander, A. C. Jönsson, A. Ståhl, A. Lindgren & S. Iwarsson. (2016). Activity among long-term stroke survivors. a study based on an ICF-oriented analysis of two established ADL and social activity instruments. *Disability and Rehabilitation*, 38(20), 2028-2037. DOI : <https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1111437>
- [3] S. R. Moon & D. H. Keum. (2020). Effect of east-west integrative rehabilitation on activities of daily living and cognitive functional recovery in stroke patients: a retrospective study. *Journal of Korean Medicine Rehabilitation*, 30(2), 105-123. DOI : <https://doi.org/10.18325/jkrmr.2020.30.2.105>
- [4] S. K. Park & S. H. Park. (2016). An analysis of effects of water perturbation exercise on physiological cost index and gait ability in stroke patients. *Journal of Korean Society of Integrative Medicine*, 4(3), 39-47. DOI : <https://doi.org/10.15268/ksim.2016.4.3.039>
- [5] K. U. Kim. (2019). Effect of virtual reality rehabilitation program with RAPAE smart glove on stroke patient's upper extremity functions and activities of daily living. *Journal of The Korean*

- Society of Integrative Medicine*, 7(2), 69-76.  
DOI : <https://doi.org/10.15268/ksim.2019.7.2.069>
- [6] S. V. Adamovich, G. G. Fluet, E. Tunik & A. S. Merians. (2009). Sensorimotor training in virtual reality: a review. *NeuroRehabilitation*, 25(1), 29-44.  
DOI : <https://doi.org/10.3233/NRE-2009-0497>
- [7] Y. G. Kim. (2015). The effect on korean virtual reality rehabilitation system(VREHAT) in balance, upper extremity function and activities of daily living(ADL) in brain injury. *Journal of Rehabilitation Research*, 19(2), 257-276.  
DOI : <https://doi.org/10.16884/JRR.2015.19.2.257>
- [8] S. Flynn, P. Palma & A. Bender. (2007). Feasibility of using the Sony PlayStation 2 gaming platform for an individual poststroke: a case report. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 31(4), 180-189.  
DOI : <https://doi.org/10.1097/NPT.0b013e31815d00d5>
- [9] A. A. Carregosa et al. (2018). Virtual rehabilitation through Nintendo Wii in poststroke patients: follow-up. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases*, 27(2), 494-498.  
DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.09.029>
- [10] C. H. Song, S. M. Seo, K. J. Lee & Y. W. Lee. (2011). Video game-based exercise for upper-extremity function, strength, visual perception of stroke patients. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, 50(1), 155-180.
- [11] J. Cannell et al. (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.  
DOI : <https://doi.org/10.1177/0269215517720790>
- [12] S. Y. Kim et al. (2011). NECA's guidance for undertaking systematic reviews and meta-analyses for intervention. National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency, 1-287.
- [13] W. J. Shin. (2015). An introduction of the systematic review and meta-analysis. *Hanyang Medical Reviews*, 35(1), 9-17.  
DOI : <https://doi.org/10.7599/hmr.2015.35.1.9>
- [14] P. D. Ellis. (2010). *The essential guide to effect sizes: statistical power, meta-analysis, and the interpretation of research results*. New York : Cambridge University Press, 1-187.
- [15] A. R. Yun & K. H. Choi. (2011). Meta-regression analysis for anti-diabetic effect of green tea. *Journal of the Korean & Data Information Science Society*, 22(4), 717-726.
- [16] G. N. Lewis & J. A. Rosie. (2012). Virtual reality games for movement rehabilitation in neurological conditions: how do we meet the needs and expectations of the users?. *Disability and Rehabilitation*, 34(22), 1880-1886.  
DOI : <https://doi.org/10.3109/09638288.2012.670036>
- [17] J. M. Veerbeek et al. (2014). What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 9(2), 1-33.  
DOI : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087987>
- [18] H. Y. Jung et al. (2007). Development of the korean version of modified barthel index (K-MBI): multi-center study for subjects with stroke. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 31(3), 283-297.
- [19] E. Finch, D. Brooks, P. W. Stratford & N. E. Mayo. (2002). *Physical rehabilitation outcome measures: a guide to enhanced clinical decision making (2nd ed.)*. Ontario : BC Decker, 1-292.
- [20] H. S. Hwang. (2019). *Effects of virtual reality-based upper extremity rehabilitation training on upper extremity function, activities of daily living and quality of life in stroke patients*. Master thesis, Soonchunhyang University, Nonsan, 29-30.
- [21] D. R. Cho. (2018). *Effects of virtual reality training with computerized cognitive training on cognitive function and activities of daily living performance in acute stage stroke patient*. Master thesis, Soonchunhyang University, Asan, 27-31.
- [22] S. A. Park & H. Y. Kim. (2019). Effects of virtual reality program on recovery of functional in individuals stroke: a systematic review and meta analysis. *Journal of Digital Convergence*, 17(5), 235-247.  
DOI : <https://doi.org/10.14400/JDC.2019.17.5.235>

최 기 복(Ki-Bok Choi)

[정회원]



- 2020년 2월 : 남부대학교 통합의학과 졸업 (보건학박사)
- 2007년 10월 ~ 현재 : 조선대학교병원 물리치료사
- 관심분야 : 심장호흡재활, 운동생리학, 의료기기
- E-Mail : kkipok@naver.com

조 성 현(Sung-Hyouon Cho)

[정회원]



- 2013년 8월 : 대구대학교 물리치료학과 졸업 (이학박사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 남부대학교 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 심장호흡재활, 운동생리학, 의료기기
- E-Mail : geriatricpt1@gmail.com

## Appendix 1. Characteristics of primary studies included in the analysis

First author, year	Effect size	Publication type	Study design	Characteristic		Virtual reality based rehabilitation therapy				Outcome
				Exp.	Cont.	Exercise type	Duration (week)	Session (number)	Length (min)	ADL
Cho, 2018	0.397	Thesis	RCT	21	21	Virtual reality training with computerized cognitive training	4	20	60	FIM
Go, 2019	0.136	Thesis	RCT	14	15	Virtual reality-based task training group using a smart glove	8	40	30	K-MBI K-RNLI
Hwang, 2019	0.176	Thesis	RCT	16	15	Virtual reality-based task training group using a smart glove	5	25	30	K-MBI
Jeon, 2017	0.161	Thesis	NRCT	11	11	Virtual reality-based task training group using visual feedback	4	20	30	K-MBI
Ji, 2016	0.208	Thesis	RCT	16	16	Virtual reality training with m-CIMT	2	10	30	K-MBI
Kim, 2013	1.107	Journal	RCT	15	15	Virtual reality training using a Nintendo	6	18	30	K-MBI
Kim, 2015	0.057	Journal	NRCT	13	11	Virtual reality-based task training group using a smart glove	8	48	40	FIM
Lee, 2013	0.169	Thesis	RCT	15	19	Virtual reality training using a rehabmaster	4	20	30	K-MBI
Lee, 2017	0.326	Journal	NRCT	10	10	Virtual reality training using a biorescue	6	18	30	K-MBI

\*ADL=Activities daily living; Cont.=Control group; Exp.=Experimental group; FIM=Functional independence measure; K-MBI=Korean-Modified barthel index; K-RNLI=Korean Version of the Reintegration to Normal Living Index; m-CIMT=modified Constraint-induced movement therapy