

수중에서 보행 및 균형 훈련이 뇌졸중 환자의 정적 균형과 보행에 미치는 영향

신영준*, 신형수
경운대학교 물리치료학과

Effects of Aquatic Gait and Balance Training on Static Balance and Gait in Stroke Patients

Young-Jun Shin*, Hyung-Soo Shin
Department of Physical Therapy, Kyungwoon University

요약 본 연구는 수중에서 보행 및 균형 훈련이 뇌졸중환자의 정적균형과 보행에 미치는 영향에 대해 알아보고자 연구를 실시하였다. 즉 독립적인 보행 속도, 보폭, 정적 균형과 수중 보행 및 균형 훈련의 상관관계를 알아보고자 하였다. 연구의 대상자는 뇌졸중환자 20명이며 2021년 3월에서 5월까지 주 2회, 12주간 수중 보행 및 균형 훈련을 실시하였다. 정적균형의 경우 Biorescue 장비를 활용하여 정적 자세 흔들림, 정적 자세 속도 변수를 측정 하였으며, 보행의 경우 Gait Rite 장비를 활용하여 보폭, 분당 보행 횟수, 보행 속도 변수를 측정하였다. 참여자의 훈련 참여 전·후의 변화를 검증하기 위하여 One-way Repeated ANOVA 검증을 실시하였다. 연구 결과, 대상자 20명이 수중 보행 및 균형 훈련에 참여 전보다 참여 후인 6주 후, 12주 후의 정적 균형인 정적 자세 흔들림, 정적 자세 속도에서 모두 유의한 감소 변화($p<.05$)를 보였으며, 보행에서도 보폭, 분당 보행 횟수, 보행 속도의 측정 변수 모두에서 유의한 변화가 관찰 되었다($p<.05$). 본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 12주 간의 수중 보행 및 균형 훈련을 활용하여 정적 균형 및 보행에 미치는 영향을 보고자 하였으며, 그 결과 정적 균형과 보행능력이 개선되었음을 확인할 수 있었다.

Abstract The aim of this study was to investigate the effects of aquatic gait and balance training on balance and gait in stroke patients. We investigated the correlation between velocity, stride length, balance and aquatic training. The subjects of the study were a total of 20 stroke patients, and an aquatic training was conducted twice a week for 12 weeks from March to May 2021. Postural sway and speed variables were measured using the Biorescue, and the GaitRite was used to measure the Stride length, Cadence and Velocity variables. One-way Repeated Analysis of Variance (ANOVA) verification was conducted to verify the changes before and after participants participated in the training. Twenty subjects showed a significant decrease in postural sway and speed, which are static balance after participation in aquatic training. A significant increase was observed in all measurement variables of stride length, cadence and velocity. Our results confirm that static balance and gait ability are improved.

Keywords : Aquatic Gait and Balance Training, Stroke, Static Balance, Gait, Water

*Corresponding Author : Young-Jun Shin(Kyungwoon University)

email: syj8535@naver.co.kr

Received October 8, 2021

Accepted February 4, 2022

Revised October 27, 2021

Published February 28, 2022

1. 서론

뇌졸중 환자는 비정상적인 보행, 감각 결여, 경직, 선택적 운동 조절 장애, 균형 조절 장애, 근육 약화 등의 운동 및 감각 장애를 겪는다. 특히 대부분의 뇌졸중 환자들은 균형능력의 저하로 일상생활에 어려움을 겪고 있으며, 비정상적인 편마비 보행은 많은 에너지를 요구하며 이동성을 제한한다[1]. 이와 같이 균형 능력과 보행 능력의 저하는 뇌졸중 환자에게 2차적인 손상인 낙상의 위험에 노출시킬 수 있다[2]. 일반적으로 뇌졸중 환자에게서 균형능력의 상실은 경직, 근육 약화, 편마비 등의 다양한 원인에 의해서 발생하지만, 족저굴곡근의 경직, 배측굴곡근의 약화, 경직의 증가로 인한 발처짐(Foot drop) 현상이 가장 큰 원인이며[3], 보행기능의 저하 또한 뇌졸중 환자의 근력 약화, 체중부하 및 균형 문제, 경직, 과도한 심부건 반사 및 상승 패턴 근육의 공동 수축으로 인한 발생으로 발처짐이 나타난다[4]. 이와 같이 균형 능력과 보행 능력의 저하의 주요 원인인 발처짐은 족저굴곡근이 경직되고, 배측굴곡근의 약화와 경직의 증가로 나타나며, 이렇게 발을 떨어뜨리면서 걷는 발처짐 보행 패턴은 느린 보행속도와 마비측의 더 짧은 입각기, 더 짧은 보폭을 보여주게 된다[5].

이렇게 보행을 지속할 경우 2차 손상이 낙상의 위험을 증가시킬 수 있기 때문에 발처짐 치료를 통해 보행 속도와 보행 패턴을 개선하고 균형능력을 향상시키는 것이 뇌졸중 환자의 재활에 가장 중요한 목표로 널리 인식되어 있다[6]. 그리고 현재 뇌졸중 환자의 재활에 가장 중요한 임상 목표이기도 하다[6].

이와 같이 임상 목표를 달성하기 위하여 가장 보편적으로 고유수용성신경근축진법(PNF), 보바스 치료(Bobath Therapy), NeuroDevelopmental Treatment(NDT) 등을 활용하여 재활치료를 적용하고 있으며[7], 재활 치료 이외에도 발목발보조기(Ankle Foot Orthosis, AFO)의 보조기를 활용하는 경우도 아주 흔한 방법 중 하나이다[8]. 발목발보조기는 입각기 동안 마비 사지의 안정성을 제공할 수 있고, 중립 발목 위치를 유지함으로써 유각기 동안 마비 사지의 발목의 배굴을 지원할 수 있다. 선행 연구에 의하면 De Wit 등(2004)은 뇌졸중 환자에게 발목발보조기를 적용하여 보행속도와 보폭의 개선하여 발목발보조기의 효과를 입증하였으며[9], 선행연구 Tyson 등(2001)은 발목발보조기가 뇌졸중 환자의 보행, 발목 및 무릎 운동학, 운동학의 에너지 효율을 감소시킬 수 있다고 보고하였다[10]. 이처럼 보행과 균형을 개선하

기 위하여 다양한 재활치료와 보조기를 사용하고 있으며, 최근에는 조금 더 다양한 방법으로 재활치료가 이루어지고 있다. 거울을 활용한 거울 치료[11], 로봇기기를 활용한 로봇재활치료[12], 닌텐도 Wii와 같은 스마트 헬스케어 제품을 활용한 재활이 활발히 이루어지고 있으며 긍정적인 효과를 가지는 많은 연구결과가 나오고 있다[10]. 선행 연구에 의하면 Kim 등(2014)은 아급성 뇌졸중 환자에게 거울 치료를 적용하였을 때, 보행 능력이 향상되었다는 연구결과가 나타났으며[11], 선행 연구에 의하면 Larry 등(2010)은 뇌졸중 환자에게 로봇 장비를 활용한 발목 훈련이 보행 속도의 개선이 나타났다고 보고하였다[13].

이처럼 뇌졸중 환자의 보행과 균형을 향상시키기 위해 보존적인 치료, 재활운동치료, 최신 장비를 활용한 로봇 치료, 거울 치료 등 다양한 방법을 활용하여 재활치료가 이루어지고 있지만, 수중에서 보행과 균형 훈련을 활용한 뇌졸중 환자의 재활에 대한 연구는 많이 부족한 것이 현실이다. 수중 보행 및 균형 훈련은 물이 가지고 있는 다양한 유체역학적인 특징과 낙상의 위험으로부터 안전한 환경을 제공한다는 장점을 가지고 있는 좋은 재활치료임에도 불구하고 수중 보행 및 균형 훈련을 적용할 수 있는 시설이 부족하기 때문에 많은 연구를 할 수 없었을 것으로 사료된다. 선행 연구에 의하면 Cha 등(2017)은 만성 뇌졸중 환자에게 바드라가즈링방법을 적용하였을 때 하지의 근활성도와 균형 능력이 향상된다는 보고를 하였다[14].

본 연구에서는 수중 보행 및 균형 훈련이 뇌졸중 환자의 균형 능력과 보행 능력이 향상될 수 있다는 가설을 가지고 연구를 시작하였으며, 따라서 본 연구의 목적은 수중 보행 및 균형 훈련이 뇌졸중 환자의 균형능력과 보행 능력에 어떠한 영향을 미치는지 연구하였다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상

본 연구를 위해 26명의 피험자가 모집되었으며, 6명은 참여를 거부하고 연구 선정 기준을 충족하지 못하여 실험에 참가하지 못하였다. 20명의 모집 인원의 선정은 만성 뇌졸중 환자에게 수중재활 치료를 적용한 선행 논문의 샘플 사이즈를 참고하여 선정하였다[14]. 선정 기준을 만족한 20명은 대구광역시에 소재한 SNS 재활운동센터에서 수중 보행 및 균형 훈련을 실시하였으며, 실험 전

모든 피험자는 연구에 등록하기 전에 정보에 입각한 서면 동의를 제공하였다. 또한 피험자들은 연구에 참여하기 위해 다음과 같은 선정 기준을 충족해야 했다. 1) CT나 MRI로 뇌졸중 진단을 받고 6개월 이상인 자로 발치집이 있는 뇌졸중 환자, 2) 브룬스트롬의 운동 회복단계가 3~5단계인 뇌졸중 환자, 3) 도움 없이 최소 15m 이상 걸을 수 있는 독립적 보행이 가능한 자, 4) 시각, 청각 및 전정 기관에 장애가 없는 환자, 5) 하지의 구축, 골절, 또는 관절염과 같은 정형외과 질환의 병력이 없는 환자, 6) 간이 정신 상태 검사(mini mental status examination, MMSE) 24점 이상인 자로 지시를 이해하거나 의사소통이 원활한 자로 실험에 참가 선정 기준으로 선정하였다[15].

2.2 연구 절차

연구 목적과 방법에 대하여 환자 및 보호자에게 충분히 설명하여 자발적인 동의를 얻은 후 연구를 진행하였다.

본 연구는 2021년 3월부터 5월까지 주 2회, 12주간 중재를 실시하였다. 선행 연구에서 6~9주로 실험을 하였던 기 때문에, 이보다는 장기적인 추적 연구가 필요하다고 생각되어 12주를 중재기간으로 설정하였습니다[15].

모든 피험자들은 수중 보행 및 균형 훈련을 참여하기 전에 Biorescue를 통해 정적 균형을 측정하였으며[14], Gait Rite를 통해 환자의 보행 변수를 측정하였다[16].

수중 보행 및 균형 훈련은 가로 X 세로 x 높이가 3.5m X 5m X 1.2m 의 Pool장에서 실시되었으며, 훈련 세션은 수중 보행 운동 30분, 수중 균형 및 근력 강화 운동 30분으로 총 60분 동안 진행하였다. 주2회 수중 보행 및 균형 훈련에 참여하였으며, 훈련에 참여 전 균형과 보행 변수를 측정한 후 훈련에 참여 6주 후, 12주 후 각각 균형 변수와 보행 변수를 재 측정하여 기준값, 6주후, 12주 후의 균형 및 보행 변수를 비교분석하였다.

수중 보행 및 균형 훈련과 연구의 신뢰성 및 통일성을 위해 할리워 국제수중재활치료 자격증과 왓츠 자격증을 취득하고 수중재활치료를 8년간 수행한 수중재활물리치료사 1명이 모든 참여자의 수중 보행 및 균형 훈련을 1:1로 진행하였다.

2.3 중재 방법

2.3.1 수중 보행 및 균형 훈련

수중 보행 및 균형 훈련은 보행훈련 30분, 균형 훈련 30분으로 총 1시간 진행하였다. 수중에서 걷기로 워밍업

을 시작으로 8자 보행 훈련, 자전거 타기, 런닝의 보행 훈련을 30분 동안 진행하며, 수중 균형 훈련은 할리워 텐 포인트 프로그램을 30분 동안 진행하였다. 할리워 텐 포인트 프로그램은 정신적응, 시상 방향 회전 제어, 가로 방향 회전 제어, 종축 방향 회전 제어, 결합 회전 제어, 부력 적응, 정적 균형 유지, 활주 시 난류 적응, 간단한 전진, 기본 움직임(독립적인 배영) 총 10가지 단계로 구성되어있다.

2.4 측정 도구

2.4.1 정적균형

정적 균형 측정은 바이오레스큐(Biorescue, RM ingenierie, France)를 사용하였으며, 측정 변수는 눈 뜬 상태의 선 자세 정적 균형(eye open, EO)인 정적 자세 흔들림, 정적 자세 속도이다.

눈 뜬 상태의 선 자세 정적 균형은 대상자가 발판 위에서 발을 약 15° 간격으로 벌리고 시선은 정면의 모니터를 향하도록 한 후, 눈을 뜬 자세에서 1분간 자세를 유지하도록 하여 정적 자세 흔들림, 정적 자세 속도를 측정하였다[14].

2.4.2 보행

보행 평가는 보행 중에 족압을 즉시 측정하고 타이밍을 기록하는 보행분석시스템(Gait Rite System, Platinum model, CIR Systems Inc., Clifton, NJ, USA)을 사용하여 수행하였다.

피험자들은 편안한 속도로 걸었으며, 각 피험자들은 최소 18번 이상의 족압을 분석할 수 있도록 충분히 걸음을 유지하였다. 측정된 보행 변수는 보행 속도, 보폭, 분당 보행횟수이다[16].

2.5 자료분석

통계분석은 SPSS 22.0 for Window (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하였으며, 대상자의 일반적인 특성은 기술 통계를 사용하여 분석하였으며, 결과는 평균값과 표준 편차로 보고되었다. 측정된 변수의 정규성 분포의 검정은 샤피로-윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 실시하여 정규성을 확인하였으며 피험자의 실험 전과 후에 균형 변수와 보행 변수를 비교 분석하기 위하여 One-way Repeated ANOVA를 사용되었다. 유의한 차이가 있을 경우에는 Bonferroni 방법으로 사후검정을 시행하였다. 통계적 유의수준은 0.05 이하로 설정하였다.

3. 연구결과

3.1 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 20명이며 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (N=20)

	EG
Gender(Male, Female)	13/7
Paretic side(Right, Left)	12/8
Age(year)	64.07±12.10
Time since stroke(month)	14.640±4.03
Height(cm)	162.82±6.93
Weight(kg)	65.13±9.75
MMSE(score)	25.83±1.89
Type of Stroke (Ischemia/Hemorrhage)	15/5

Mean±SD: mean±standard deviation

EG: Experimental group

MMSE : Mini-Mental State Examination

3.2 정적 균형

피험자의 훈련 전, 6주 후, 12주 후 측정된 눈 뜬 상태의 선 자세 정적 균형의 변화는 다음과 같다(Table 2).

눈 뜬 상태의 선 자세 정적 균형의 측정 변수인 정적 자세 흔들림, 정적 자세 속도는 훈련 전, 6주 후, 12주 후로 갈수록 모두 유의한 감소를 보였다($p<.05$).

Table 2. Comparison of static balance

	baseline	6week	12week	F
Posture Sway	5.71±1.64	4.87±1.03 [*]	4.17±1.22 [†]	34.753
Posture Speed	0.57±0.12	0.49±0.10 [*]	0.36±0.06 [†]	31.512

* $p<.05$

Mean±SD: mean±standard deviation

^{*}Significantly different compared to the 6week

[†]Significantly different compared to the baseline

3.3 보행

피험자의 훈련 전, 6주 후, 12주 후 측정된 보행의 변수 변화는 다음과 같다(Table 3).

피험자의 보행 측정 변수인 보폭은 유의한 감소를 보였고($p<.05$), 분당 보행 횟수 변수도 유의한 차이를 보였다($p<.05$).

마지막으로 보행 속도 또한 유의한 차이를 보였다($p<.05$).

Table 3. Comparison of Gait ability

	baseline	6week	12week	F
Stride Length	49.40±9.43	54.20±7.18 [*]	58.93±7.17 [†]	13.085
Cadence	59.42±9.73	63.95±8.41 [*]	68.00±9.27 [†]	22.868
Velocity	22.12±4.86	25.45±4.72 [*]	28.15±5.79 [†]	12.380

* $p<.05$

Mean±SD: mean±standard deviation

^{*}Significantly different compared to the 6week

[†]Significantly different compared to the baseline

4. 고찰

본 연구에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 12주 동안의 수중 보행 및 균형 훈련을 통하여 균형 및 보행의 변수를 측정하였다. 20명의 뇌졸중 환자에게 12주 동안의 수중 보행 및 균형 훈련을 적용 하였고, 정적 균형 변수인정적 자세 흔들림, 정적 자세 속도에서 모두 유의한 감소를 보였으며, 보행 변수인 보행 속도, 보폭, 분당 보행횟수 모두에서 유의한 변화를 보였다. 즉 정적 균형과 보행에서 모두 수중 보행 및 균형 훈련의 효과를 입증하였고, 본 연구를 진행하기 앞서 세웠던 가설을 뒷받침해준다. 즉 수중 보행 및 균형 훈련을 수행하기 전보다 6주 후, 12주 후에 정적균형과 보행에서 상당한 개선이 관찰되었다. 이렇게 뇌졸중 환자의 균형과 보행이 향상된 것은 이전의 수중재활치료 연구 결과로 설명을 할 수 있다. 특히 수중 보행 및 균형 훈련과 관련된 많은 연구 중에서 수중 재활치료가 신경계 손상 환자들의 기능을 향상시키기 위한 재활 효과를 입증한 연구가 많이 있다.

선행 연구에 의하면 Andresa 등(2014)은 수중재활치료가 파킨슨 병, 다발성 경화증, 뇌졸중 및 척수 손상 환자의 이동성 향상에 개선이 되었다는 연구결과를 발표하였으며, 이동성 향상에 대한 수중 환경의 기계적 및 열적 자극에 대한 조사는 신경 재활의 중요한 사례를 알려주는데 도움이 되었다는 연구결과가 나타났다[17]. 또한 선행 연구에 의하면 Tobias 등(2000)은 수중재활치료가 뇌졸중 환자의 독립적인 기능과 균형을 향상시키고, 수중재활치료가 파킨슨 환자에게 유의미한 효과가 있다는 연구 결과를 나타냈다. 다만, 환자들이 수중재활치료를 하는 동안 심리적 안정, 높은 동기 부여 및 기능적 향상이 보고되었지만, 일부 환자는 이 개입을 거부하는 경우도 있었다[18]. 그리고 선행 연구에 의하면 Noh 등(2008)은 뇌졸중 환자에게 수중재활치료를 적용하였을

때, 근육 강화와 자세 조절에 미치는 영향에 대한 연구에 따르면, 할리워 치료와 아이치 치료 방법을 뇌졸중 환자에게 적용하였을 때, 자세 균형과 무릎 굴곡근의 강도가 향상되었음이 나타났다[19]. 다만 작은 표본 수로 인해 더 큰 표본 크기를 사용한 추가 연구가 필요하다는 제한점이 있었다. 이처럼 신경 손상 장애 중에서도 뇌졸중 환자의 균형과 보행을 향상을 위해서 수중재활치료를 종종 사용되고 있다. 이것은 물이 지니고 있는 물리적 특성으로 인해 기능의 회복 가능성이 있는 것으로 간주된다. 물의 밀도, 정수압, 부력, 점도, 비중, 열역학은 운동의 생리학적 효과를 가지고 있다[19]. 선행 연구에 의하면 Noh 등(2008)은 물은 장애의 유무에 상관없이 최대 운동 수준을 달성해주기 위한 아주 뛰어난 매개체라고 하였으며, 수중재활치료는 물의 물리적 특성과 물과 신체의 상호작용을 이용하여 아주 뛰어난 치료적 재활운동이라 설명하였다[20].

이 연구의 결과에 나타나는 바와 같이 보행과 균형에서 유의미한 개선의 결과를 나타낸 메카니즘은 수중 환경이 가지고 있는 특성 때문일 것으로 사료된다. 수중 환경은 물의 점도가 더 긴 반응 시간을 가능하게 하기 때문에 수중재활치료 중에 균형 제어를 돕게 되고, 체중 이동 중에 제어된 움직임을 촉진할 가능성이 있다. 또한 수중 환경은 부력에 의해 추락의 영향을 줄여주기 때문에 환자에게 더 안전한 환경을 제공하면서 보행 훈련이 가능하였다[21]. 따라서 12주 동안의 수중 보행 및 균형 훈련은 결국 보행의 기능 개선의 결과를 가지고 왔을 것으로 생각된다. 그리고 수중 보행 및 균형 훈련은 부력과 점도의 유체역학적 특성을 활용하여 점진적인 체중 부하가 가능하였고, 육지에서 균형 장애와 보행의 어려움을 가진 뇌졸중 환자에게 안전한 환경과 보조를 활용하여 보행과 균형 능력이 향상 되었을 것으로 사료된다.

하지만 이 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫 번째, 수중재활치료를 적용할 수 있는 뇌졸중 환자의 표본의 크기가 작기 때문에 특정 변수에 영향을 미치고 결과에 영향을 미칠 수도 있다. 따라서 이 결과는 모든 뇌졸중 환자에게 일반화 할 수 없다. 두 번째, 수중 보행 및 균형 훈련 운영 기간이 짧았다. 작은 표본 크기 때문에 12주라는 짧은 기간 동안만 수중 보행 및 균형 훈련을 적용하였다. 세 번째, 12주 훈련 이후에 추가 훈련이 이루어지지 않았다. 따라서 수중 보행 및 균형 훈련을 뇌졸중 환자에게 단기간의 보행과 균형에 효과를 나타낼 수 있었지만, 장기간의 효과를 관찰하기에는 어려움이 있었다. 따라서 수중 보행 및 균형 훈련이 뇌졸중 환자에게 장기적 이점

을 평가하기 위해서는 장기 추적 평가를 포함한 추가적인 연구가 필요해 보인다.

5. 결론

본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 12주 간의 수중 보행 및 균형 훈련을 활용하여 정적 균형 및 보행에 미치는 영향을 보고자 하였으며, 그 결과 정적 균형과 보행능력이 개선되었음을 확인할 수 있었다. 표본 크기를 증가시키고 장기적 효과를 입증할 수 있는 연구가 지속된다면 수중 보행 및 균형 훈련은 뇌졸중 환자의 균형과 보행 기능을 향상시키고 예방하며, 치료하기 위한 대안적인 치료로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

References

- [1] L. Jongbloed, "Prediction of function after stroke: a critical review" *Stroke*, Vol.17, No.4, pp765-776, Jul. 1986.
DOI: <https://doi.org/10.1161/01.STR.17.4.765>
- [2] S. Niam, W. Cheung, P. E. Sullivan, S. K. BAppSc, X. Gu, "Balance and physical impairments after stroke", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.80, No.10, pp1227-1233, Oct, 1999.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(99\)90020-5](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90020-5)
- [3] S. D. Byun, C. H. Kim, Y. S. Lee, T. D. Jung, "Effects of the slinding rehabilitation machine on balance and gait in chronic stroke patients: a controlled clinical trial", *Clinical Rehabilitation*, Vol.45, No.1, pp.408-415, Dec. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0269215510385850>
- [4] L. A. Vearrier, J. Langan, A. S. Cook, M. Woollacott, "An intensive massed practice approach to retraining balance post-stroke", *Gait and Posture*, Vol.22, No.2, pp.154-163, Oct. 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2004.09.001>
- [5] J. H. Burridge, D. L. McLellan, "Relation between abnormal patterns of muscle activation and response to common peroneal nerve stimulation in hemiplegia", *Journal Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, Vol.69, No.3, pp.353-361, Oct. 2000.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/inmp.69.3.353>
- [6] H. J. Cho, J. S. Kim, G. C. Lee, "Effects of motor imagery training on balance and gait abilities in post-stroke patients: a randomized controlled trial", *Clinical Rehabilitation*, Vol.27, No.8, pp.675-680, Nov. 2012.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0269215512464702>

- [7] M. Emilia, "Normalized gait parameters in NDT-Bobath post-stroke gait rehabilitation", *Central European Journal of Medicine*, Vol.7, No.2, pp.176-182, Nov. 2011.
DOI: <https://doi.org/10.2478/s11536-011-0138-6>
- [8] Y. Laufer, H. Ring, E. Sprecher, J. M. Hausdorff, "Gait in individuals with chronic hemiparesis: one-year follow-up of the effects of a neuroprosthetic that ameliorates foot drop", *Journal of Neurologic Physical Therapy*, Vol.33, No.2, pp.103-110, Jun. 2009.
DOI: <https://doi.org/10.1097/NPT.0b013e3181a33624>
- [9] D. C. De Wit, J. H. Buurke, J. M. Nijlant, "The effect of an ankle-foot orthosis on walking ability in chronic stroke patients: a randomized controlled trial", *Clinical Rehabilitation*, Vol.18, No.1, pp.550-557, Aug. 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1191/0269215504cr770oa>
- [10] S. F. Tyson, H. A. Thornton, "The effect of a hinged ankle foot orthosis on hemiplegic gait: objective measures and user' opinions", *Clinical Rehabilitation*, Vol.15, No.1, pp.53-58, Feb. 2001.
DOI: <https://doi.org/10.1191/026921501673858908>
- [11] S. G. Ji, M. K. Kim, "The effects of mirror therapy on the gait of subacute stroke patients: a randomized controlled trial", *Clinical Rehabilitation*, Vol.29, No.4, pp.348-354, Jun. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0269215514542356>
- [12] D. K. Cho, S. W. Park, M. J. Lee, D. S. Park, E. J. Kim, "Effects of robot-assisted gait training on the balance and gait of chronic stroke patients: focus on dependent ambulators", *Journal of Physical Therapy Science*, Vol.27, No.10, pp.3052-3027, Jul. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3053>
- [13] W. F. Larry, R. Anindo, L. K. Hermano, F. M. Richard, "Ankle training with a robotic device improves hemiparetic gait after a stroke", *Neurorehabilitation and Neural Repair*, Vol.25, No.4, pp.369-377, Nov. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1177/1545968310388291>
- [14] Y. J. Shin, S. M. Kim, H. S. Kim, "Immediate effects of ankle eversion taping on dynamic and static balance of chronic stroke patients with foot drop", *Journal of Physical Therapy Science*, Vol.29, No.1, pp.1029-1031, Mar. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1029>
- [15] H. G. Cha, Y. J. Shin, M. K. Kim, "Effects of the bad ragaz ring method on muscle activation of the lower limbs and balance ability in chronic stroke:a randomised controlled trial", *Hong Kong Physiotherapy Journal*, Vol.37, No.1, pp.39-45, Dec. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hkpi.2017.02.001>
- [16] Y. J. Shin, J. H. Lee, Y. W. Choe, M. K. Kim, "Immediate effects of ankle eversion taping on gait ability of chronic stroke patients", *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, Vol.23, No.3, pp.671-677, Jul. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibmt.2018.06.008>
- [17] R. M. B. Andresa, M. B. Alison, C. V. Mary, "The effects of aquatic therapy on mobility of individuals with neurological disease: a systematic review", *Clinical Rehabilitation*, Vol.29, No.8, pp.741-751, Nov. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0269215514556297>
- [18] B. Tobias, M. Detlef, "Comment on: "Evaluating the effectiveness of aquatic therapy on mobility, balance, and level of functional independence in stroke rehabilitation a systematic review and meta-analysis"", *Clinical Rehabilitation*, Vol.34, No.6, pp.845-847, May. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0269215520919057>
- [19] D. K. Noh, J. Y. Lim, H. I. Shin, N. J. Paik, "The effect of aquatic therapy on postural balance and muscle strength in stroke survivors-a randomized controlled pilot trial", *Clinical Rehabilitation*, Vol.34, No.1, pp.966-976, Oct. 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0269215508091434>
- [20] S. K. Han, M. C. Kim, C. S. An, "Comparison of effects of a proprioceptive exercise program in water and land the balance of chronic stroke patients", *Journal of Physical Therapy Science*, Vol.25, No.10, pp.1219-1222, Jun. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1111/ane.13371>
- [21] V. Jitka, J. Petra, "Aquatic therapy in stroke rehabilitation: systematic review and meta-analysis", *Acta Neurologica Scandinavica*, Vol.143, No.3, pp.221-241, Nov. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1111/ane.13371>

신 영 준(Young-Jun Shin)

[정회원]



- 2015년 8월 : 경북대학교 보건대학원 보건관리학과 (보건학 석사)
- 2018년 2월 : 대구대학교 대학원 물리치료학과 (물리치료학 박사수료)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 경운대학교 물리치료학과 교수

〈관심분야〉

신경재물리치료, 기능해부학, 수중물리치료

신 형 수(Hyung-Soo Shin)

[정회원]



- 2001년 2월 : 대구대학교 재활과 학대학원 물리치료학과 (물리치료학 석사졸업)
- 2007년 2월 : 대구대학교 재활과 학대학원 물리치료학과 (물리치료학 박사졸업)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 경운대학교 물리치료학과 교수

〈관심분야〉

자세평가, 운동처방, 해부학