

호흡저항이 병행된 전신진동자극 훈련이 뇌졸중환자의 호흡기능 및 균형능력에 미치는 영향

김병수¹, 박삼호¹, 박효정² 이명모^{3*}

¹대전대학교 일반대학원 물리치료학과 학생, ²용인대학교 일반대학원 물리치료학과 학생, ³대전대학교 물리치료학과 교수

The Effects of Whole Body Vibration Stimulation Training Combined with Respiratory resistance on Respiratory and Balance Function in Stroke Patients

Byeong-Soo Kim¹, Sam-Ho Park¹, Hyo-Jung Park², Myung-Mo Lee^{3*}

¹Student, Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University

²Student, Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Yongin University

³Professor, Dept. of Physical Therapy, Daejeon University

요약 본 연구는 호흡저항이 병행된 전신진동자극 훈련이 뇌졸중환자의 호흡기능 및 균형기능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시하였다. 만성 뇌졸중환자 17명을 호흡저항이 병행된 전신진동자극 훈련을 적용한 실험군(n=8)과 일반 진동운동프로그램을 적용한 대조군(n=9)으로 무작위 배정하였다. 중재는 30분간 1일 1회 주 3회, 4주간 실시하였다. 중재 전후 폐활량과 호흡근력 그리고 동적/정적 균형능력을 측정하여 비교하였다. 실험군에서 정동적 균형능력, 폐활량과 호흡근력의 전후 비교 결과 유의한 향상을 보였다(p<.05). 그리고 실험군과 대조군을 비교하였을 때 동적 균형능력, 폐활량과 호흡근력의 결과값에서 유의한 차이를 보였다(p<.05). 실험군의 폐활량과 호흡근력 또한 실험전후 유의한 향상을 보였으며, 대조군에 비해 유의한 변화량의 차이를 나타내었다(p<.05). 본 연구결과를 통하여 호흡저항이 병행된 전신진동자극훈련은 뇌졸중환자의 호흡기능 및 균형능력 향상 프로그램으로 유익할 것으로 사료된다.

주제어 : 전신진동, 호흡저항, 뇌졸중, 호흡기능, 균형

Abstract This study was conducted to investigate the effects of whole body vibration stimulation training combined with respiratory resistance on respiratory and balance function in stroke patients. 17 patients with chronic stroke were randomly assigned to the experimental group (n = 8) and the general vibration exercise program (n = 9). The intervention was conducted three times a week for 30 minutes once a week for 4 weeks. The respiratory function and balance ability were evaluated before and after the intervention to evaluate the degree of functional improvement. As a result, there was a significant difference (p<.05) between the respiratory function and the balance ability in the experimental group, and a significant difference(p<.05) in the respiratory function between the experimental group and the control group. The balance ability was not significantly different among the experimental groups. Through the results of this study, whole body vibration stimulation training combined with respiratory resistance may be useful as a program for improving respiratory function and balance ability of stroke patients.

Key Words : Whole-body vibration, Breathing resistance, Stroke, Respiratory function, Balance

*This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIP; Ministry of Science, ICT & Future Planning) (No.20190072).

*Corresponding Author : Myung-mo Lee(mmlee@dju.kr)

Received September 6, 2019

Revised October 7, 2019

Accepted October 20, 2019

Published October 28, 2019

1. 서론

뇌졸중은 대표적인 뇌혈관 질환으로 뇌에 혈액을 공급하는 혈관이 막히거나 파열되어 발생하는 질병으로 전 세계적으로 중요한 사망원인이 되고있으며 뇌졸중 유병률 또한 2012년에서 2013년 대비 4.0% 증가한 정황을 보이고 있다[1]. 우리나라의 경우 사망률이 인구 10만명 당 48.2명으로 사망원인 3위를 차지하고 있다[2].

뇌졸중으로 인한 장애 증상은 손상된 뇌 부위와 크기에 따라 차이가 있으나 일반적으로 사지의 반신 마비, 감각 및 운동 손상, 인지 및 언어, 사지각, 연하 장애, 정적 기립자세에서 자세의 흔들림 증가 등의 문제를 보인다[3,4]. 특히 뇌졸중환자의 주된 증상인 편측마비는 신체 편측에 근육 힘 약화를 가져오며 환자의 일상생활 수행력을 제한하는 요소로 균형능력에 영향을 줌으로써 일상생활활동을 수행하는데 어려움을 준다[5]. 뇌졸중환자에게서 균형은 자세조절을 하기 위한 필수적 요소 중 하나로, 자세조절능력의 증가는 안정성과 체중부하, 조절력 및 균형능력의 향상을 위하여 매우 중요하다. 대부분의 뇌졸중환자는 자세조절능력이 저하되어 있어 필수적으로 재활훈련을 실시하여야 한다. 뇌졸중으로 인하여 근력약화는 호흡 순환에 포함된 근육들의 협력작용을 방해하고 필수적인 호흡근의 조절을 감소시킨다. 호흡근 조절력 감소는 호흡근과 체간의 자세조절에 영향을 미쳐 가슴우리의 움직임과 호흡근의 세기를 저하시킴으로써 호흡능력에 대한 감소를 불러일으킨다[7]. 이로인해 뇌졸중 환자의 객담제거 능력 감소로 이어져 기도 내 분비물의 축적을 초래하여 여러가지 호흡기 합병증을 일으킨다[8]. 호흡기 합병증은 호흡곤란과 운동 수행능력에 지장을 주기 때문에 호흡근훈련을 통하여 호흡근 기능을 강화, 합병증을 예방하고 운동 내성을 증진하는 치료적 중재가 요구되고 있다[9].

뇌졸중환자의 균형 및 호흡 능력의 개선을 위하여 다양한 프로그램이 적용되어왔다. 그중 호흡능력 및 균형, 근력 그리고 보행능력의 향상을 위하여 인체에 정량적인 운동량을 조절하여 근육 자극을 통하여 근 기능을 향상시키는 전신진동자극훈련을 적용하는 훈련이 최근 확산되고 있다[10]. 다수의 선행연구에서는 전신진동기를 활용하여 젊은 성인과 노인 집단에게 훈련 후 근 수축력과 근력에서 유의한 효과를 보고하고 있으며[11]. 만성 뇌졸중 환자의 마비쪽 무릎 펌근 근력, 정적 및 동적 균형감각, 보행능력에 효과적이라고 보고되었다[12-14]. 호흡기능 개선을 위한 호흡저항은 호흡기에 적절한 저항을 적용할 시, 호기, 흡기근 전체적인 근력증

가와[15], 더불어 호흡강화훈련을 실시하였을 때 가로막과 호흡보조근을 자극하여 근육들의 근력 및 지구력 증진에 도움을 주어 호흡 환기력을 향상시킬 수 있다는 결과가 제시되었다. 뇌졸중환자를 대상으로 호흡기능 개선을 위한 다양한 중재방법들로 수중재활훈련[16], 호흡훈련[17], 유산소 운동, 점증부하운동[18] 등이 제시되고 있으나 대부분 장기훈련효과에 대한 판단이 어려우며 근력과 균형유지 시 적절한 호흡 패턴의 유지가 필요함에도 이를 복합한 프로그램은 연구가 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 뇌졸중환자의 기능 활동에 있어서 호흡 중재를 통합시킨 재활프로그램이 효과적이라는 선행 연구를 바탕으로 본 연구는 전신진동자극훈련을 병행한 호흡재활 프로그램의 유용성을 평가하고 호흡기능과 균형능력 향상에 미치는 효과를 알아보고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자

본 연구는 D시에 위치한 D병원에서 뇌졸중 진단을 받은 지 6개월 이상 경과한 만성 뇌졸중환자 30명을 대상으로 하였다. 대상자 선정기준은 한국판 간이 정신상태 검사(Korean version of mini-mental status examination, MMSE-K)에서 24점 이상인 자, 10m이상 독립보행이 가능한 자, semi squat 1분 30초 이상 가능한 자로 하였다. 제외 기준은, 진동자극에 의해 어지러움을 느끼거나 호흡저항기의 불편함을 느끼는 자, 평가 결과에 영향을 줄 만한 하지 정형외과 적 수술이 있는 자, 의사소통에 문제가 있는 자, 구축이 심하여 관절범위에 제한이 있는 자, 연구 중재 70%미만인 자로 하였다. 실험에 앞서 모든 참가자들에게 연구의 목적과 진행절차, 피험자의 인권보호, 연구의 안전성에 대하여 설명하였으며, 이를 이해하고 자발적으로 연구 참여에 동의한 참가자를 대상으로 연구를 진행하였다.

2.2 연구절차

본 연구는 사전-사후 대조군 연구설계(pretest-posttest control group design)로 선정기준에 적합한 대상자를 모집하여 프로그램을 적용하였다. 참가자의 눈가림(Blind)을 위하여, 참가자들을 숫자 1,2가 적힌 메모지를 뽑게 한 후 실험군과 대조군으로 무작위로 그룹화 하였다. 연구의 목적 이외에 어떤 그룹이 속하였는지에 대한 정보는 제공하지 않았다.

사전 검사 후 대조군에게는 전신진동자극을 이용한 훈련

을, 실험군에게는 호흡저항이 병행된 전신진동자극훈련을 대상자에게 30분간 1일 1회, 주 3회, 총 4주 동안 중재를 적용하였다. 마지막 중재 후 3일 뒤에 사후 검사를 실시하였으며, 중재인원 중 13명은 퇴원, 컨디션 난조, 중도 포기 등으로 인하여 사후평가에 응하지 않아 탈락하였다. 최종적으로 실험군(n=8) 대조군(n=9)이 실험 조건에 부합하였으며 본 연구는 D대학교 기관생명윤리심의위원회의 승인을 받은 후 진행하였다.

2.3 중재방법

프로그램 구성은 Bautmans 등[19]의 선행 연구를 수정 보완하여 진동수를 20Hz, 4주간 주 3회, 1일 1회 30분간 실시하였다. 운동은 5분간 가벼운 스트레칭을 포함한 워밍업운동을 실시하여 본 운동에 대한 준비를 하였다. 전신진동기 플레이트 위에서 Semi-Squat, Anterior-Posterior / Left-Right Weight bearing, Trunk rotation, Oblique stretching, Tandem standing의 6가지의 동작을 각 90초 동안 유지할 수 있도록 유도하였다. 모든 6가지의 동작은 기본적으로 Semi-Squat 자세에서 수행되었다. 모든 프로그램은 Table 1과 Fig. 1에 제시하였다. 각각의 동작 사이에 휴식시간을 90초간 갖게 하고 본 운동이 끝나면 마무리 운동으로 워밍업 운동과 동일한 동작의 클다운 운동을 실시한 후 훈련프로그램을 마무리하였다. 주차 별로 훈련강도를 높이기 위하여 휴식시간을 초기 90초에서 점진적으로 감소시켰으며 동작 유지 시간을 점차 늘리고 동작의 다양성과 난이도를 높여 훈련에 대한 흥미와 성취감을 느낄 수 있도록 하였다.

전신진동자극을 제공하기 위해 전신진동자극기(SONIX, SW-VH11SA)를 사용하였다. 이는 진동이 출력되는 플레이트와 진동기의 기능을 제어하는 제어부, 플레이트와 제어부를 이어주는 몸체로 구성되어 있다. 30~50Hz의 음파진동을 인체에 전달하여 근섬유를 빠르게 수축, 이완을 반복시키며 주파수와 강도조절을 통해 전신운동과 부위별 집중운동이 가능하며, 또한 본체에 손잡이가 달려있어 운동 시, 안정적으로 운동이 가능하다.

실험군 프로그램은 호흡저항을 제공할 수 있도록 고안된 도구인 호흡저항기(Expand A Lung, USA)를 입에 문 후 복식호흡을 유도하면서 전신진동자극 훈련프로그램과 동일한 운동 프로그램을 진행하였다. 호흡저항기는 앞의 밸브를 조절하여 저항의 강도를 조절하였고 저항 강도는 운동자각도(REP) 13~14단계로 실시하였다. 중재는 숙련된 실험 보조자에 의해 수행되었고 호흡저항기는 대상자 개인에게 하나씩 지급되었으며 훈련을 수행하기 전 살균 세척한 후 보관하여 제공하였다.

대조군은 호흡 저항을 실시하지 않은 전신진동자극 프로그램으로 진행하였다.

중재는 동일한 중재자에 의해 주 3회 4주간 반복적으로 수행하였으며, 프로그램을 수행하면서 진동이 머리까지 영향을 주는 경우 무릎을 살짝 구부리거나 머리를 숙여 진동이 머리에 영향을 주는 것을 방지하였으며, 대상자가 진동으로 인한 불안함을 느끼면 손잡이를 잡고 수행할 수 있도록 하였다. 또한 안전을 위하여 운동 수행 중 피로감을 호소하면 프로그램을 중지한 후 휴식을 취하게 하였다.

Table 1. Whole Body Vibration Exercise Program

| Week | Exercise position | Frequency (Hz) | Duration (min) | Sustained time (sec) | Rest time (sec) | Repetitions |
|------|-------------------|----------------|----------------|----------------------|-----------------|-------------|
| 1 | ①②③④ | 30 | 20 | 20 | 90 | 10 |
| 2 | ①②③④⑤ | 30 | 20 | 20 | 60 | 10 |
| 3 | ①②③④⑤⑥ | 30 | 20 | 30 | 30 | 10 |
| 4 | ①②③④⑤⑥ | 30 | 20 | 30 | 20 | 10 |

Position : ① Semi-squat(10~15°) ②Weight bearing(ant-post) ③ Weight bearing (right-left)
④ Trunk Rotation ⑤ Oblique Stretching ⑥ Tandem Standing

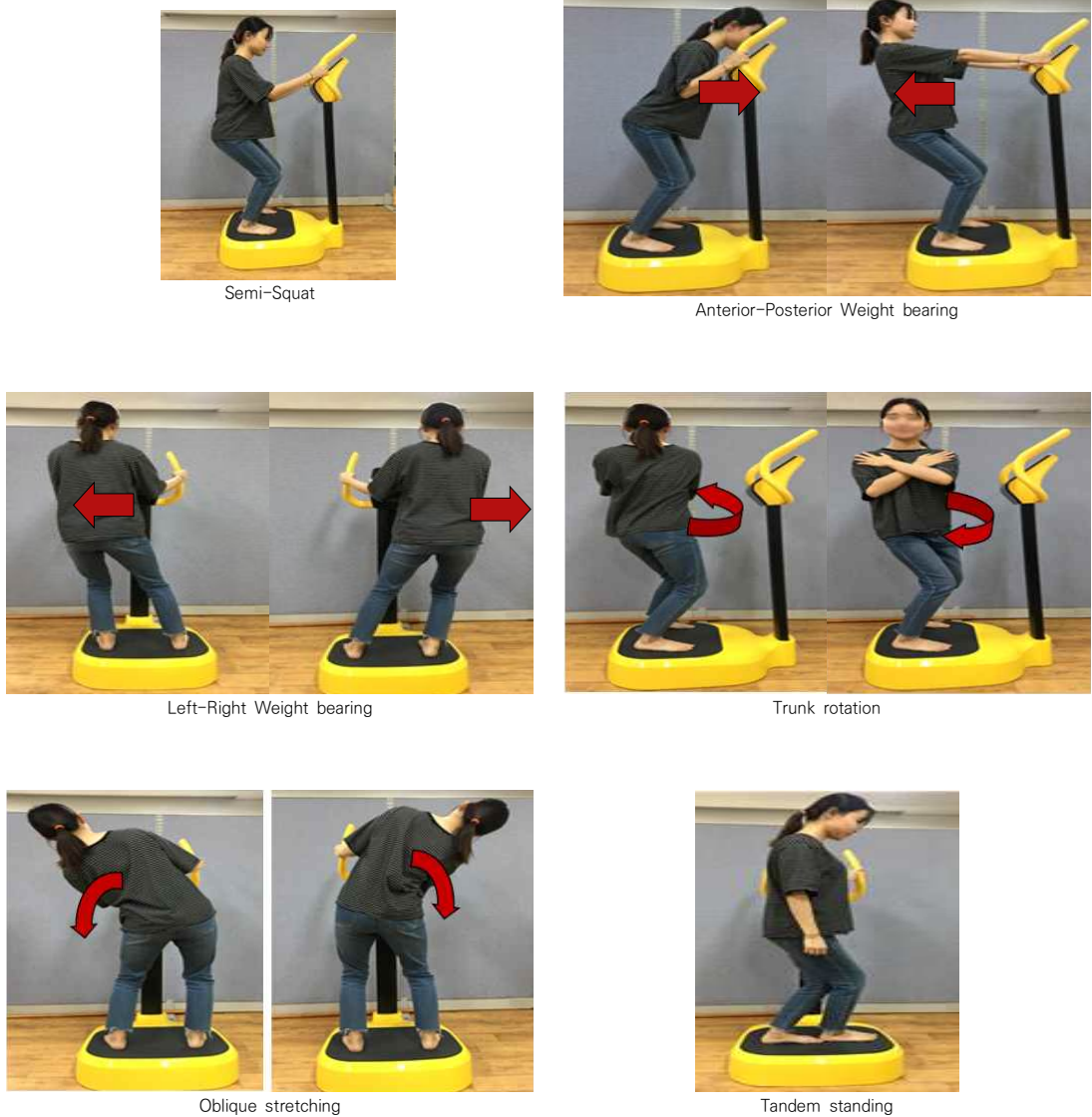


Fig 1. Whole Body Vibration Exercise Position

2.4 평가도구

중재방법에 따른 정적균형능력을 측정하기 위해 위해 Wii Balance Board(WBB)를 사용하였다. WBB는 4개의 모서리에 위치한 센서를 통해 압력중심점(Center of Pressure, CoP)데이터를 지속적으로 수집할 수 있다. 수집된 데이터는 Bluetooth 통신으로 디바이스에 전송할 수 있으며,

평가는 숙련된 측정자에 의해 수행되었으며, 측정 전 대상자의 엉덩이를 중립위치에 두고 무릎은 편 상태로 시선은 정면을 응시 하게하여 30초 동안 3회, 눈을 감고 서서 30초 동안 3회 측정하여 평균값을 기록하였다. 소프트웨어를 통해 저장된 데이터 값은 엑셀(Micro Soft Excel, 2016)을 이용하여 압력중심(Center of Pressure, CoP)의 이동속도 (Velocity), 이동거리(Path Length), 이동면적(Area)을 구하였다. 선행연구에서 WBB의 측정 결과에 대한 타당성은

균형측정 장비인 Force Platform(AMTI Model OR6-5, USA)과 비교했을 때 장치 내 재검사 신뢰도(Intraclass Correlation Coefficients, ICC)는 0.66 - 0.94, 장치 간 재검사 신뢰도(ICC)는 0.77 - 0.89로 균형을 평가하기 신뢰도 있는 장비로 밝혀진 바 있다[20].

동적 균형능력 측정을 위하여 한국판 버그 균형척도(Korean version of Berg Balance Scale)와 일어나 걷기검사(Timed Up & Go)를 사용하였다. 한국판 버그 균형척도는 균형능력을 정량화 하여 측정하는 도구로 뇌졸중환자의 균형수준을 평가할 수 있는 검사 도구이다. 14개 종류의 항목으로 항목별 0점에서 4점, 총 56점으로 이 검사는 측정자 내 신뢰도 0.98, 측정자간 신뢰도 0.97이다[21]. 일어나 걷기 검사는 기능적인 운동능력을 정량적으로 평가할 수 있으며, 대상자는 의자에 앉은 자세로 준비하고 측정자의 출발 신호와 동시에 일어나 3M 앞에 있는 점을 돌아 의자에 다시 되돌아 앉으며 측정자는 이 과정의 시간을 측정한다. 일어나 걷기검사는 대상자의 균형능력과 기능적 운동성을 평가하여 낙상의 위험을 예측할 수 있다. 7~10초정도이면 정상범위에 속하며, 30초 이상이면 실외활동을 의존적으로 생활한다고 판단한다. 이 검사는 측정자내 신뢰도($r=0.99$), 측정자간 신뢰도($r=0.98$)가 높은 검사 방법이며[22], 본 연구에서는 3회 실시, 결과값을 취합한 후 평균값을 기록하였다. 모든 측정은 숙련된 측정자가 측정하였다.

호흡기능 평가를 위하여 폐기능 검사와 호흡근력검사를 실시하였다. 폐기능 검사는 대상자의 폐기능을 정량적으로 산출해주는 검사로 본 연구에서는 이동식 폐기능검사기(CHESTGRAPH HI-101, CHEST M.I. INC., Japan)를 사용하였다. 정확한 측정과 호흡기 감염을 막기 위하여 코를 집을 수 있는 집게와 정량화되어있는 검사필터를 활용하여 측정하였다.

폐기능검사를 통해 최대 들숨이후 최대로 노력으로 내실 수 있는 호흡량인 노력성폐활량(Forced Vital capacity, FVC)값과 최대 들숨이후 노력성날숨으로 1초간 내신 호흡량 1초간 노력성 날숨량(Forced expiratory volume in 1se

c, FEV1)값, 최대 자발적인 환기량을 측정하는 최대자발성 환기량(Maximum voluntary ventilation, MVV)값을 산출하였다. 호흡근력측정은 직접적인 호흡근력을 측정하기 어려워 호흡의 압력수치변화를 근거로 간접적으로 호흡근력을 측정하는 평가도구로 본 연구에서는 호흡근력측정도구인 GIO6(GIO Digital Pressure Gauge- (-250-250 cmH₂O-), Taiwan)를 사용하였다. 호흡근의 강도는 들숨과 날숨 시 발생하는 최대정적압력을 측정하여 평가한다. 측정은 들숨과 날숨을 각각 3번씩 측정하여 가장 높은 값을 적용하였다. 최대정적압력이란 공기가 밀폐된 상황에서 폐 용적에 생성되는 최대 호흡압력이다. 최대 호흡근 압력검사는 최대 날숨근 압력(Maximal Expiratory Pressure)과 최대 들숨근 압력(Maximal Inspiratory Pressure)으로 나타내며 측정결과는 압력의 단위인 cmH₂O로 표시된다[23]. 측정은 숙련된 측정자에 의해 수행되었다.

2.5 분석방법

모든 데이터는 SPSS Win ver. 25.0을 활용하여 분석하였다. 대상자 일반적 특성은 기술통계를 실시하여 평균과 표준편차 값을 나타냈으며, Shapiro-wilk test를 통하여 정규성 검정을 실시하였다.

참가자의 일반적 특성 및 사전측정 값의 동질성검정은 독립표본 T검정을 실시하여 분석하였으며 그룹내 중재효과에 대한 전후비교는 대응표본 T검정을 사용하여 분석하였다. 시간에 따른 변화와 그룹간 교호작용을 분석하기 위하여 반복측정분산분석을 활용하여 분석하였다. 본 연구의 통계적 유의성은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

3. 연구결과

3.1 연구대상자의 일반적 특성

그룹별 참가자의 연령, 성별, 편마비측, 한국간이형정신 상태 검사결과에 대한 일반적 특성은 Table 2와 같으며 통계적으로 동질하였다($p<.05$).

Table 2. General characteristics of the participants.

| Variables | Experience (n=8) | Control (n=9) | t(p) |
|----------------------|-------------------------|---------------|--------------|
| Age(yrs) | 59.87±7.39 ^a | 60.55±8.77 | -0.172(.866) |
| Sex(Male/Female) | (6/2) | (6/3) | -0.355(.728) |
| Affect Side(Lt./Rt.) | (4/4) | (5/4) | 0.215(.832) |
| MMSE-K ^b | 27.62±2.61 | 26.44±2.55 | 0.941(.362) |

^a Mean ± standard deviation, ^b MMSE-K: mini mental status examination-Korean version.

3.2 균형능력 결과

균형능력 측정 결과는 Table 3과 같다. WBB를 사용한 측정 결과(CoP Velocity EO, CoP Length EO, CoP Area95 EO, CoP Velocity EC, CoP Length EC, CoP Area95 EC)는 실험군에서 실험 전후 값에 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 하지만 군간비교에서는 유의한 차이가 보이지 않았다.

BBS 점수는 실험군에서 실험 전후 유의한 차이가 나타났다($p < .05$), 군간 비교에서도 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

TUG 측정 결과 실험군 대조군 모두 실험 전 후 유의한 차이가 나타났으며($p < .05$), 군간 비교에서도 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

Table 3. Comparison of the balance test results before and after intervention

| Variables | | Experience (n=8) | Control (n=9) | t(ρ) |
|-----------------------------------------------------|-------------|------------------------|---------------|--------------|
| CoP ^b Velocity EO ^c (cm/s) | Pre | 2.59±0.38 ^a | 2.80±0.84 | -0.665(.516) |
| | post | 2.44±0.42 | 2.56±0.58 | |
| | pre-post | -0.15±0.13 | -0.25±0.30 | 0.840(.414) |
| | t(ρ) | 3.320(.013) | 2.490(.038) | |
| CoP Length EO (cm) | Pre | 78.12±11.47 | 83.71±25.20 | -0.576(.573) |
| | post | 72.78±12.49 | 76.82±17.47 | |
| | pre-post | -5.36±2.60 | -6.89±8.90 | 0.474(.642) |
| | t(ρ) | 5.812(.001) | 2.321(.049) | |
| CoP Area95 EO (cm ²) | Pre | 4.46±1.64 | 5.27±2.44 | -0.791(.441) |
| | post | 2.99±2.16 | 2.89±1.36 | |
| | pre-post | -1.48±0.88 | -2.38±2.47 | 0.980(.342) |
| | t(ρ) | 4.740(.002) | 2.895(.020) | |
| CoP Velocity EC ^d (cm/s) | Pre | 3.29±0.89 | 3.31±1.12 | -0.033(.974) |
| | post | 2.30±0.60 | 3.12±0.90 | |
| | pre-post | -0.30±0.33 | 0.19±0.33 | -0.636(.535) |
| | t(ρ) | 2.494(.041) | 1.729(.122) | |
| CoP Length EC (cm) | Pre | 98.75±26.64 | 99.21±33.60 | -0.031(.976) |
| | post | 89.95±17.82 | 93.51±27.06 | |
| | pre-post | -8.79±9.94 | -5.70±9.96 | -0.639(.532) |
| | t(ρ) | 2.500(.041) | 1.718(.124) | |
| Area 95 EC (cm ²) | Pre | 4.85±1.39 | 5.10±2.94 | -0.224(.825) |
| | post | 2.93±1.23 | 4.02±2.31 | |
| | pre-post | -1.91±1.19 | -1.10±2.88 | -0.766(.456) |
| | t(ρ) | 4.568(.003) | 1.126(.293) | |
| BBS ^e (Score) | Pre | 38.5±8.62 | 40.33±5.27 | -0.536(.600) |
| | post | 40.87±8.47 | 41.33±5.70 | |
| | pre-post | 2.38±0.92 | 1.00±1.58 | 2.155(.048) |
| | t(ρ) | -7.333(.000) | -1.897(.094) | |
| TUG ^f (Seconds) | Pre | 45.35±26.11 | 33.24±18.74 | 1.109(.285) |
| | post | 33.42±17.76 | 29.64±19.46 | |
| | pre-post | -11.93±8.96 | -3.60±3.69 | -2.563(.022) |
| | t(ρ) | 3.765(.007) | 2.923(.019) | |

^a Mean ± standard deviation, ^b CoP : center of pressure, ^c EO : eye open, ^d EC : eye closed, ^e BBS: berg balance test, ^f TUG : timed up & go test

3.3 호흡기능 측정 결과

호흡기능 측정 결과는 Table 4와 같다. 호흡기능 측정 결과에 있어 실험군에서 실험 전후로 FVC, FEV1, MVV, MIP, MEP 값에 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 실험군

대조군간 군간 비교에서는 FVC, MVV, MIP, MEP 값에 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

Table 4. Comparison of the pulmonary function test results before and after intervention

| Variables | | Experience (n=8) | Control Group(n=9) | t(p) |
|------------------------------------------|----------|------------------------|--------------------|--------------|
| FVC ^b (L) | Pre | 2.11±0.50 ^a | 2.40±0.60 | -1.069(.302) |
| | post | 2.48±0.57 | 2.53±0.53 | |
| | pre-post | 0.37±0.25 | 0.13±0.17 | 2.377(.031) |
| | t(p) | -4.288(.004) | -2.288(.051) | |
| FEV1 ^c (L) | Pre | 1.92±0.54 | 2.12±0.52 | -0.743(.469) |
| | post | 2.18±0.55 | 2.17±0.42 | |
| | pre-post | 0.26±0.19 | 0.05±0.26 | 1.850(.084) |
| | t(p) | -3.842(.006) | -0.626(.549) | |
| MVV ^d (L/m) | Pre | 54.75±14.89 | 58.46±18.29 | -0.454(.656) |
| | post | 64.94±16.22 | 61.40±17.87 | |
| | pre-post | 10.19±5.47 | 2.95±3.87 | 3.178(.006) |
| | t(p) | -5.268(.001) | -2.284(.052) | |
| MIP ^e (cmh ₂ O) | Pre | -59.25±23.39 | 83.97±32.86 | 1.764(.098) |
| | post | -76.21±31.53 | -76.12±24.82 | |
| | pre-post | -16.96±13.33 | 7.84±13.02 | -3.877(.006) |
| | t(p) | 3.599(.009) | -1.807(.108) | |
| MEP ^f (cmh ₂ O) | Pre | 57.41±26.22 | 77.18±33.40 | -1.344(.199) |
| | post | 73.35±22.20 | 77.53±27.42 | |
| | pre-post | 15.94±11.63 | 0.36±16.55 | 2.217(.042) |
| | t(p) | -3875(.006) | -0.064(.950) | |

^a Mean ± standard deviation, ^b FVC : forced vital capacity, ^c FEV1 : forced expiratory volume in 1sec, ^d MVV : maximum voluntary ventilation, ^e MIP : maximal inspiratory pressure, ^f MEP : maximal expiratory pressure

4. 고찰

본 연구는 17명의 만성뇌졸중환자를 대상으로 전신진동과 호흡저항을 병행한 운동이 뇌졸중환자의 균형 및 호흡기능에 미치는 영향을 조사하고자 진행된 대조 실험연구이다. 그 결과 실험군 뇌졸중 환자의 균형능력 및 호흡기능 향상에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다.

뇌졸중환자는 감각-운동계가 손상되어 자세조절과 체간조절능력이 저하됨으로써 근손실로 이어져 하지근력과 체간근육의 약화를 야기한다[24]. 하지근력의 약화는 균형능력의 저하로 나타나고, 체간근육의 약화는 호흡근력의 약화를 야기하여 호흡기능 저하로 나타나게 된다[6,7].

전신진동운동은 진동이 생성되는 진동기기를 활용, 전신에 진동을 전달하며 실시하는 운동으로[28] 특히 근육과 건과 같은 연부조직에 영향을 미치는 것으로 선행연구에서 밝힌 바 있다[25].

진동을 흥벽에 적용하였을 때 호흡 운동신경원활동을 일으켜 늑간근과 횡격막, 흉골 및 기타 조직에 활성도를 높여 호흡기능의 증진에 영향을 미친다고 보고하고 있으며[26,27], 진동을 하지근육에 적용하였을 때 근육의 증진 및 균형력 향상에 영향을 미친다고 보고되고 있어[11], 다양

한 집단을 대상으로 진동을 활용한 운동을 활발하게 연구하고 있다.

본 연구에서는 전신진동운동 및 호흡저항의 효과로 호흡기능 및 균형능력의 향상을 평가하기 위하여 다양한 측정 및 평가 도구를 활용하였다. 그중 호흡기능을 평가하기 위하여 폐기능 검사기와 호흡근력측정기를 활용하였다. 그 결과 4주간의 훈련에 대한 폐기능검사서 FVC값은 14.8%, MVV 15.6%가 증가하였으며, 호흡근력 검사서 MIP값은 22.2% MEP값은 21.7%증가하였다. 이는 뇌졸중환자에 호흡저항운동을 적용하여 FVC 27.3% 증가하였다는 J.H KIM 등[29]의 연구와 일치하며 뇌졸중환자에게 흡기근 훈련을 적용하여 MIP 33.6%의 향상을 일으킨 Britto 등[30]의 연구와 일치하였다. 또한 진동을 적용하여 FVC 26.4%, MIP 13.8%, MEP 8%의 향상을 일으킨 A. Nicolini 등[31]의 연구와 일치한다.

이는 뇌졸중환자에게 전신전신진동을 적용하였을 때 진동운동이 흥벽 호흡근육의 탄성 및 운동신경원의 활성도 증가에 영향을 미쳤을 뿐만 아니라 호흡저항운동 시행시 호흡근력의 증가로 인하여 호흡근력 및 폐기능 향상에 시너지 효과를 도출한 것으로 사료된다.

또한 본 연구에서 전신진동과 호흡저항을 병행한훈련이 균형능력에 미치는 영향을 조사하고자 BBS와 정적균형능

력평가(WBB)를 실시하였다. 그 결과 4주간의 훈련에 대한 BBS는 5.8%증가하였으며 정적균형능력평가의 경우 전 후 차이가 있었으나 군 간의 차이는 보이지 않았다. 이는 뇌졸중환자에게 전신진동운동을 활용한 균형운동을 실시하여 BBS 결과 값이 11.4%증가 하였다는 Lee[14]의 연구 결과와 일치하였다.

이는 실험군에게 전신진동운동과 더불어 호흡저항기를 착용하였을 때 훈련에 대한 동작에 대한 집중을 하였을 것이며 또한 다양한 동작을 적용하였기 때문에 전신진동기 위에서 동작변환을 위하여 동적균형능력이 훈련되었을 것이라 사료된다.

본 연구는 연구의 본래 목적에 영향을 줄 수 있는 몇가지 제한 점이 존재한다. 첫째, 호흡저항기의 형태가 실리콘 형태 마우스피스형태로 구성되어 대상자가 타액의 누출로 인한 구역감으로 증재에 대한 거부감을 호소하였다. 둘째, 호흡저항기형태가 난이도조절이 되나 일반인의 호흡능력기준에 맞추어 구성되어 있었다. 셋째, 훈련 동작이 과도하게 구성되어 있어 훈련의 참여 의욕에 영향을 주었다. 위의 제한점으로 인해 기존 실험군 대조군 각 15명을 모집하였지만 퇴원 및 건강악화의 사유로 인한 탈락자를 제외하고 자진 증재 중도 포기자가 실험군 대조군 각 6명, 4명으로 높은 탈락자비율이 나타났다. 이 결과로 본 연구 증재방법이 참가자의 의욕저하에 충분한 영향을 주었을 것으로 사료되며 또한 그로인한 탈락자로 인하여 실험결과에 영향을 주었을 것으로 생각한다.

향후 후속 연구에서 호흡저항기의 종류 및 형태 변경을 통한 호흡저항훈련 수정, 동작 난이도 조절 및 훈련에 대한 흥미증진 및 참여의욕 고취를 위한 진보적인 훈련방법을 보완한다면 호흡저항훈련을 병행한 전신진동자극훈련이 대상자들의 균형능력과 동시에 호흡기능을 향상시킬 수 있는 효과적인 임상훈련방법으로 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

5. 결론

본 연구는 6개월 이상 만성 뇌졸중환자 16명을 대상으로 실험군에선 호흡저항이 병행된 전신진동자극훈련을 적용하였으며, 대조군에선 전신진동자극훈련만 적용하였다. 본 연구는 호흡저항운동과 전신진동훈련이 기존 전신진동훈련과 비교하여 호흡기능 및 균형능력에 미치는 효과 차이를 알아보고자 수행되었다.

실험군과 대조군을 비교 분석한 결과 호흡기능과 균형능력 모두 유의한 효과가 나타났다. 그러나 증재방법에 있어

대부분의 대상자들이 훈련의 구역감 및 난이도의 어려움을 호소하며 다수의 탈락자를 발생하였다. 추후 본연구의 결과를 바탕으로 수정보완하여 후속연구에서 진행한다면 뇌졸중 환자의 획기적인 훈련방법으로 제시될 것이다.

REFERENCES

- [1] OECD Health Statistics. (2016). Available from: <http://opendata.hira.or.kr/op/opc/olapOecdInfo.do>.
- [2] Korea national statistical office. (2018). Available from: http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1012
- [3] L. Mercier et al. (2001). Impact of motor cognitive and perceptual disorders on ability to perform activities of daily living after stroke. *Stroke*, 32(11), 2602-2608.
- [4] S. Ryerson et al. (2008). Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people post-stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 32(1), 14-20.
- [5] R. W Bohannon. (2007). Knee extension strength and body weight determine sit-to-stand independence after stroke. *Physiotherapy Theory and Practice*, 23(5), 291-7.
- [6] J. Mehrholz et al. (2007). Electromechanical -assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 17(4).
- [7] R. S. Howard et al. (2001). Pathophysiological and clinical aspects of breathing after stroke. *Postgraduate Medical Journal*, 77(913), 700-2.
- [8] L. F. Teixeira-Salmela et al. (2005). Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86(10), 1974-8
- [9] P. Weiner et al. (2003). Comparison of specific expiratory inspiratory and combined muscle training programs in COPD. *CHEST Journal*, 124(4), 1357-1364.
- [10] J. Rittweger et al. (2002) Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration exercise: a randomized controlled trial. *Spine*, 27, 1829-34.
- [11] M. Roelants et al. (2006). Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat

- exercises. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 124.
- [12] T. K. Tihanyi et al. (2007) One session of whole body vibration increases voluntary muscle strength transiently in patients with stroke. *Clinical Rehabilitation*, 21, 782-793.
- [13] Van Nes et al. (2006). Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke a randomized, controlled trial, *Stroke* 37, 2331-2335.
- [14] G. Lee. (2015). Does whole-body vibration training in the horizontal direction have effects on motor function and balance of chronic stroke survivors? A preliminary study. *Journal of Physical Therapy Science*, 27, 1133-1136.
- [15] L. Moodie et al. (2011). Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: A Systemic review. *journal of Physiotherapy*. 57(4), 213-221.
- [16] E. Cappadocia Carin et al. (2016). Improved Balance with Aquatic Therapy and Body Weight Supported Treadmill Training for a Patient with Chronic Strokes. *Journal of Aquatic Physical Therapy*, Winter. 24(1), 32-40.
- [17] D. K. Lee et al. (2018). The effect of respiratory exercise on trunk control, pulmonary function, and diaphragm activity in chronic stroke patients. *journal of Physical Therapy Science*, 30(5), 700-703.
- [18] AR. Amani. (2018). The effect of creatine mono hydrate supplement on stroke volume during high intensity aerobic exercise in non active adults. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*, 22(3), 120-123.
- [19] I. Bautmans et al. (2005). The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial [ISRCTN62535013]. *BMC geriatrics*, 5, 17.
- [20] Ross A. Clark. et al. (2010). Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait & posture*, 31(3), 307-310.
- [21] S. Downs et al. (2014). Normative scores on the Berg Balance Scale decline after age 70 years in healthy community-dwelling people: a systematic review. *journal of Physiotherapy*, 60, 85-89
- [22] D. Podsiadlo et al. (1991). The timed up & go : a test of Basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39, 142-148.
- [23] DJ. Lynn et al. (1994). Respiratory dysfunction in muscular dystrophy and other myopathies. *Clinics in chest medicine*, 15(4), 661-674
- [24] M. De Haart et al. (2004). Recovery of standing balance in postacute stroke patients: a rehabilitation cohort study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(6), 886-95.
- [25] D. J. Cochrane. (2011). Vibration Exercise: The Potential Benefits. *International Journal of Sports Medicine*, 32(2), 75-99.
- [26] Y. Jammes et al. (2000). Response of the rabbit diaphragm to tendon vibration. *Neuroscience Letters*, 290(2), 85-8.
- [27] D. Leduc et al. (2001). Response of the canine internal intercostal muscles to chest wall vibration. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 163(1), 49-54.
- [28] J. Rittweger. (2010). Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *European Journal of Applied Physiology*, 108, 877-904.
- [29] J. H. Kim et al. (2014). Effects of Respiratory Muscle and Endurance Training using an Individualized Training Device on Pulmonary Function and Exercise Capacity in Stroke Patients. *Medical Science Monitor*, 20, 2543-2549.
- [30] R. R. Britto et al. (2011). Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 92(2), 184-90.
- [31] A. Nicolini et al. (2013). Effectiveness of treatment with high-frequency chest wall oscillation in patients with bronchiectasis. *BMC Pulmonary Medicine*, 13, 21.

김 병 수(Byeong-Soo Kim)

[정회원]



- 2019년 2월 : 대전대학교 물리치료학과 (이학사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 물리치료학과 석사과정
- 관심분야 : 신경계 물리치료, 심호흡계 재활, 물리치료
- E-Mail : qodtn4884@naver.com

박 삼 호(Sam-Ho Park)

[정회원]



- 2016년 2월 : 동신대학교 물리치료학 (이학사)
- 2019년 2월 : 대전대학교 보건의로 대학원 물리치료학과(이학석사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 일반대학원 물리치료학과 박사과정

- 관심분야 : 정형도수 물리치료, 심호흡계 재활, 물리치료
- E-Mail : samho15@naver.com

박 효 정(Hyo-Jung Park)

[정회원]



- 2010년 2월 : 김천대학교 물리치료학 (보건학사)
- 2017년 2월 : 용인대학교 재활복지 대학원 물리치료학과(이학석사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 용인대학교 일반대학원 물리치료학과 박사과정

- 관심분야 : 성인 및 소아 신경계 물리치료, 림프부종 암재활
- E-Mail : qkrgywd86@hanmail.net

이 명 모(Myung-Mo Lee)

[정회원]



- 2006년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학사)
- 2010년 8월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학석사)
- 2015년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학박사)

- 2016년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 신경계 물리치료, 심호흡계 재활, 물리치료
- E-Mail : mmlee@dju.kr