

Effects of Inspiratory Training on Respiratory Function and Balance in Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial

Ku Man^a, Park Dae-Sung^{b*}

^aDepartment of Physical Therapy, Graduate School of Konyang University, Daejeon, Republic of Korea

^bDepartment of Physical Therapy, Konyang University, Daejeon, Republic of Korea

Objective: The aim of this study is to explore how using inspiratory training affects the respiratory function and balance of stroke patients. We also plan to compare the results with a control group that does not receive the intervention.

Design: A Randomized Controlled Trial

Methods: In this study, 27 chronic stroke patients were randomly assigned to either a control group (n = 14) or an experimental group (n = 13). Both groups underwent six weeks of common interventions involving standard physiotherapy and treadmill training. Additionally, the experimental group received inspiratory training. Respiratory function and balance were evaluated using Forced Vital Capacity (FVC), Forced Expiratory Volume in 1 second (FEV₁), Maximal Inspiratory Pressure (MIP), Maximal Expiratory Pressure (MEP), Peak Expiratory Flow (PEF), Five times Sit-to-Stand (FTSTS), Seated Center of Pressure (S-COP), and Timed Up and Go (TUG) tests.

Results: Respiratory function and balance were compared within each group before and after intervention. The experimental group, which received inspiratory training, showed significant improvements in FVC (0.26±0.18), FEV₁ (0.35±0.32), MIP (11.54±12.39), PEF (1.12±1.52), and TUG (-3.39±2.45) compared to pre-intervention values (p < 0.05). When comparing changes between groups post-intervention, the experimental group demonstrated significant increases in FVC, FEV₁, MIP, PEF, and TUG compared to the control group (p < 0.05). However, there were no significant differences in MEP, FTSTS, and S-COP.

Conclusions: The results of this study indicate a positive effect of inspiratory training on chronic stroke patients. These findings suggest that with further research involving a larger sample size and enhanced intervention methods, inspiratory training could be employed positively in the rehabilitation of stroke patients.

Key Words: Stroke, Inspiratory training, Respiratory function, Balance

서론

뇌졸중은 뇌의 일부에 대한 급성 혈관 손상으로 인해 발생하는 국소 신경 기능 장애의 갑작스러운 증상으로 정의된다[1]. 뇌졸중 이후 생존자의 일반적인 장애 중 편마비는 가장 흔하며 재활의 주요 징후이다. 편마비는 근육긴장의 이상, 자세 및 운동 조절 능력을 감소시키며, 몸 전체의 부적절한 기능을 초래하고 자발적인 운동 기능을 손상시킬 수 있다. 또한 호흡 주기와 관련된 근육의 시너지 유지에 필요한 운동 조절 능력을 저해한다

[2]. 뇌졸중 이후 신경학적 손상은 호흡 근육에도 영향을 미쳐 호흡 약화, 호흡 패턴의 변화, 호흡량 및 흐름의 감소를 유발한다[1]. 뇌졸중 생존자의 약 40%는 건강한 사람에 비해 횡격막 움직임이 감소하고, 연령 기대치의 50%만큼 폐 기능이 감소하며, 최대 호기/호흡 압력이 감소한다[4]. 또한 보행 속도 감소, 균형 손상, 잦은 낙상, 제한된 보행 지구력을 경험하여 일상생활 활동에 참여가 감소한다[5].

뇌졸중 환자의 호흡기능 장애는 호흡근의 약화와 자세 관련 몸통 기능 장애의 결과이다. 호흡근의 근력 저

Received: Jan 5, 2024 Revised: Mar 3, 2024 Accepted: Mar 6, 2024

Corresponding author: Park Dae-Sung (ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4258-0878>)

Department of Physical Therapy, Konyang University, Daejeon, Republic of Korea

Room 809, College of Medical Sciences

158, Gwanjeodong-ro, Seo-gu, Daejeon, Rep. of KOREA, 35365

Tel: +82-42-600-6419 E-mail: daeric@konyang.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2024 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

하와 가슴우리 움직임 감소가 관련이 있으며, 이는 호흡근과 몸통의 시너지 효과 및 정상적인 자세 조절 상실에 의해 영향을 받는다[2]. 뇌졸중 환자에게 나타나는 몸통 근육 약화와 몸통 위치 감각 상실은 몸통 조절을 방해하고 자세 조절에 부정적인 영향을 미치며 자세 조절의 저하는 이동성 및 보행에 문제를 일으키며, 뇌졸중 환자의 자세 조절은 뇌졸중 치료의 주요 목표 중 하나이다[6]. 또한 최대 흡기압(Maximal inspiratory pressure, MIP) 값이 낮을수록 보행장애가 커지며 보행 속도는 지역사회 참여, 뇌졸중 후 삶의 질을 나타내는 중요한 지표이다. 뇌졸중 환자의 흡기 근력 및 지구력은 흡기근 훈련으로 조절될 수 있다[7].

호흡근 훈련은 MIP와 최대 호기압(Maximal expiratory pressure, MEP)으로 측정되는 근력과 지구력 향상을 목표로 하는 훈련과 횡격막 근육, 바깥갈비사이근을 포함한 특정 근육의 훈련을 포함한다. 호흡 근육들이 수축할 때, 폐로 공기를 밀어 넣는 흉강의 부피를 증가시키는 작용을 한다. 흡기근 훈련은 뇌졸중 환자에게 흡기하는 동안 지구력 또는 MIP에 따라 설정된 흡입 저항을 제공하는 훈련 장치를 사용하여 수행된다[8].

만성 뇌졸중 대상으로 흡기근 훈련을 한 결과 MIP와 호흡 지구력에서 유의한 증가가 있었다[2]. 이러한 흡기근 훈련은 아급성 뇌졸중 환자를 대상으로 흡기근 훈련을 실시한 연구에서 뇌졸중 환자에게 호흡근 기능, 심폐 건강, 운동 능력이 개선되고, 삶의 질의 유의한 향상을 주는 것으로 나타났다[9]. 뇌졸중 후 호흡근은 몸통 근육과 더불어 약해지며, 몸통 안정성이 낮아지는 영향을 줄 수 있다[4, 6]. 그렇기 때문에 호흡근의 근력을 향상시키는 것은 만성 뇌졸중 환자의 몸통 균형능력 향상에 유의하게 증가시킬 수 있을 것으로 예상할 수 있으며, 몸통 균형 훈련의 일부로 포함되어야 할 필요가 있다[10].

본 연구에서는 6주간의 흡기호흡훈련이 뇌졸중 환자에게 호흡 기능과 균형에 미치는 영향에 대해 알아보고, 이에 대한 연구결과를 뇌졸중 환자의 중재방법으로 제시하고자 한다.

연구방법

연구대상자

본 연구의 대상자는 2023년 5월부터 9월까지 D광역시 소재하고 있는 D병원에서 뇌졸중으로 진단받은 자 30명을 대상으로 하였다. 대상자의 선정 기준은 다음과 같다. 연구의 목적을 이해하고 참여에 동의한 자, 한국판 간이정신상태 검사 24점 이상인 자[11], 뇌졸중 발병 후 6개월 이상에 해당하는 자[6], 기능적 보행지수 2-4

점에 해당하는 자[11]로 하였다. 대상자의 제외 기준은 다음과 같다. 현재 흡연중인 자[6], 뇌졸중 이외의 다른 신경학적 진단을 받은 자[12], 입을 다물기 힘든 안면마비가 있는 자[2], 수용성 실어증을 진단받은 자[2], 흉부 또는 복부 수술을 받은 자[2]로 하였다. 본 연구에서는 이와 같은 기준에 부합하는 대상자 30명을 모집하였다. 참여한 모든 대상자는 실험을 수행하기 전 해당 연구의 내용을 충분히 이해한 후 동의서에 서명하였고, 건양대학교 기관생명윤리위원회의 심의(IRB:KYU-2023-02-001-002)를 받고 실시하였다.

대상자 선정을 위해 통계적 평가 방법인 G*power 프로그램 사용하였다. Britto 등[2]의 결과값을 이용하여 Effect size(d) = 1.21; alpha = 0.05; power = 0.8으로 하였다. 그 결과값을 토대로 집단 간 12명의 대상자가 필요하였으며, 중도탈락률 20%를 고려하여 집단 간 최소 15명을 필요로 하였다.

연구절차

선정기준과 제외기준을 충족하여 자발적으로 실험에 참여하기로한 총 30명의 연구대상자들을 중재 전 검사를 하였다. 대상자들은 제비뽑기를 이용하여 두 집단으로 무작위 분류하였다. 본 연구는 공통적인 중재방법에 흡기호흡훈련을 받지 않은 대조군(n = 15)과 공통적인 중재방법에 추가적으로 흡기호흡훈련을 받은 실험군(n = 15)으로 분류하였다. 두 집단 모두 공통적인 중재방법(일반적인 물리치료 6주간 주 5회, 하루 2회, 30분, 트레드밀 훈련 6주간 주 3회, 하루 30분)을 실시하였고, 이에 추가적으로 실험군에는 흡기호흡훈련 프로그램을 6주간 주 5회, 하루 2회, 20분 동안 실시하였다. 각 평가 항목은 대조군과 실험군 모두 6주 중재 전과 후에 각각 측정하였다(Figure 1).

공통적인 중재방법

실험군과 대조군 공통적인 중재방법으로는 일반적인 물리치료와 트레드밀 훈련으로 구성되었다. 병원 내 일반적인 물리치료(신경발달치료)는 6주 동안 주 5회, 하루 2회, 30분씩 진행하였으며 트레드밀 훈련은 6주 동안 주 3회, 하루 30분으로 진행하였다. 30분 내내 걸을 수 없는 경우는 실제 중재 시간을 기록하였다. 트레드밀 훈련의 강도는 Kuys SS 등(2011)[13]을 참고하여 심폐 기능 훈련에 필요한 최소 요구량을 위해 Borg의 운동자각도(Ratings of perceived exertion, RPE)를 이용하여 11-14의 강도로 진행이 되도록 하였다. 대상자들은 안전을 위해 하네스 착용과 양쪽 손잡이를 잡을 것을 권장하였으며, 제어장치 작동하는 법을 충분히 숙지시키

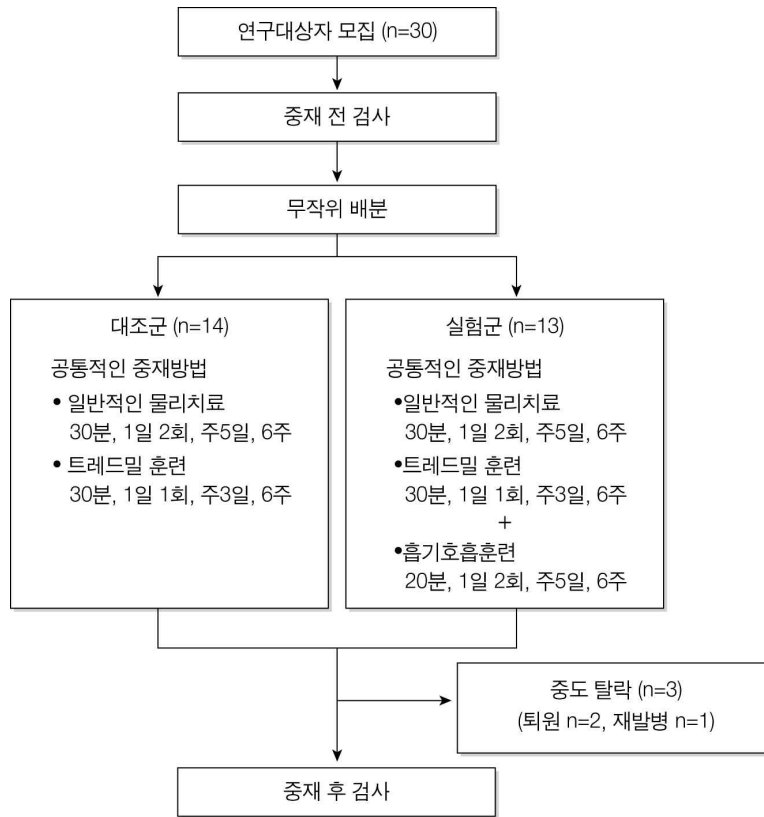


Figure 1. Flow chart of the study

고 안전 정지 코드는 참가자에게 항상 연결하여 진행하였다.

흡기호흡훈련 방법

Bigbreathe(IL1910, Ghinnotek, Korea)(Figure 2)를 이용하여 흡기호흡훈련을 진행하였으며, 대상자 MIP의 30-60% 범위에서 6주 동안 주 5회, 하루 2회, 세트당 6회, 5세트로 약 20분간 진행하였다. 대상자는 발을 바닥에 놓고 앉은 자세로 수행되며(Figure 3), 첫 번째 세션에서는 연구자의 감독하에 충분한 연습 시간을 거쳐 흡기호흡훈련 방법을 숙지하고 진행하였다.



Figure 2. Inspiratory training device

측정 및 평가방법

대상자의 호흡기능 평가를 위하여 폐활량계(Pony Fx, COSMED, Italy)(Figure 4)를 통해 노력성 폐활량(Forced Vital Capacity, FVC), 1초간 노력성 호기량(Forced Expiratory Volume in 1 second, FEV₁), 최대 흡기압(Maximal Inspiratory Pressure, MIP), 최대호기압(Maximal Expiratory Pressure, MEP), 최대호기량(Peak



Figure 3. Inspiratory training posture

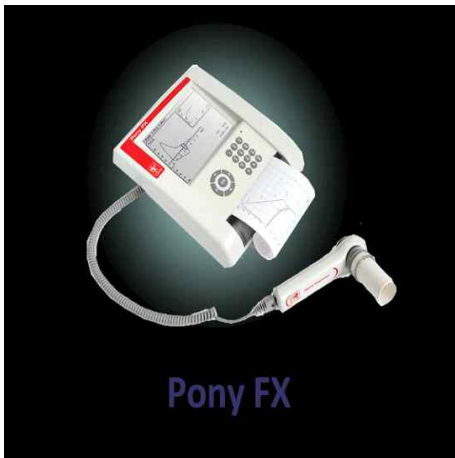


Figure 4. Pony Fx assessment device



Figure 5. Respiratory function assessment posture

Expiratory Flow, PEF)를 측정하였다. 최소 3회 측정하여 최대값을 사용하고, 충분한 휴식 후 자발적인 의사에 따라 실시하였다. 미 흉부학회/유럽 호흡기 학회(American Thoracic Society / European Respiratory Society, ATS/ERS) 가이드라인에 따라 측정하였다(Figure 5).

균형 평가를 위하여 첫 번째로 다섯 번 일어났다 앉기 검사 (Five time sit to stand, FTSTS)를 시행하였다. 대상자는 의자에 앉은 상태에서 두 팔을 교차하여 가슴 앞에 위치시킨 후, 가능한 한 빠르게 5번 일어났다 앉도록 하는 동안의 시간을 측정하였다(Figure 6). 선행연구에서 FTSTS는 만성 뇌졸중 환자에서 평가자 내 신뢰도는 급내상관계수 (Intraclass coefficient correlation, ICC)=0.97~0.98으로 평가자 간 신뢰도는 ICC=1.00으로, 검사-재검사 신뢰도는 ICC=0.99~1.00으로 우수한 것으로 보고되었다[14].

균형 평가를 위하여 두 번째로 앉은 자세에서 이동 거리 검사(Seated Center Of Pressure pathlength, S-COP)를 시행하였다. S-COP는 Lee K 등(2019)[3]의 연구를 참고하여 위 밸런스 보드 (Wii balance board, WBB)를 통해 앉은 자세에서 몸통 굽힘, 폼, 마비측·비마비측 가쪽굽힘하는 동안 COP pathlength(cm)를 평가하였다. 등받이가 없고 높이 조절이 가능한 테이블을 이용해 대상자의 발이 닿지 않도록 하고 WBB를 놓고 앉아 두 팔을 교차하여 가슴 앞에 위치시켰다(Figure 7). 실험 절차의 일관성을 보장하기 위해 대상자의 엉치뼈를 후면에서 안쪽 1cm로 위치시켰다. 대상자의 위치는 소프트웨어가 설치된 랩톱에서 자동 인식되기에 모든 참가자의 시작점을 일치시키려고 노력할 필요는 없다. 대상자의 불안을 줄이기 위해 적응의 시간을 제공하고, 주어진 방향으로 몸통을 최대한 멀리 그리고 빠르게 기



Figure 6. Five times Sit-to-Stand assessment posture



Figure 7. S-COP assessment posture

올이도록 구두지시를 내리며 진행하였다. 선행연구에서 WBB의 검사-재검사 신뢰도는 ICC = 0.66~0.94으로 높은 신뢰도를 보였다[15]. 데이터의 수집은 Balancia software (ver. 2.5, Mintosys Inc., Korea)를 사용하였다.

균형 평가를 위하여 세 번째로 일어서서 걷기 검사 (Timed up and go, TUG)를 시행하였다. 대상자 의자에 앉은 상태에서 일어나 3m 반환점을 돌아 다시 의자에 앉은 동안의 시간을 측정하였다(Figure 8). 선행연구에서 TUG는 만성 뇌졸중 환자에게 검사-재검사 신뢰도는 ICC = 0.95으로 높은 신뢰도를 갖는 것으로 보고되었다[14].

통계방법

본 연구의 통계 처리는 SPSS 소프트웨어(SPSS ver

18.0, IBM, USA)을 사용하여 각 집단의 평균과 표준편차(Mean±SD)를 산출하였다. 모든 결과값의 정규성 검정을 위해 Shapiro-Wilk test를 시행하였으며, TUG를 제외한 항목이 정규분포하였다. 따라서 집단 내 중재 적용 전·후 값을 비교하기 위하여 대응 표본 t-test를 사용하였으며, 집단 간의 차이를 알아보기 위하여 독립 표본 t-test를 사용하였다. TUG는 정규분포하지 않았으므로 집단 내 중재 적용 전·후 값을 비교하기 위하여 Wilcoxon signed rank test를 사용하였으며, 집단 간의 차이를 알아보기 위해 Mann-Whitney test를 사용하였다. 모든 통계학적 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

연구결과

본 연구에 참여한 대상자는 전체 인원 중 중단 의사를 밝힌 퇴원 2명, 재발병 1명을 제외하고 대조군 14명과 실험군 13명의 데이터를 수집하였다. 일반적 특성으로 나이는 실험군 57.85±14.95세, 대조군 62.29±11.79세이며, 신장은 실험군 162.69±6.24 cm, 대조군은 163.57±7.76 cm이며, 체중은 실험군 61.38±11.44 kg, 대조군 63.50±10.20 kg였다(Table 1). 중재 전·후 값을 집단 내 비교하였을 때, 흡기호흡훈련을 적용한 실험군에서만 FVC, FEV₁, MIP, PEF, TUG가 중재전에 비해 유의하게 증가하였다(p<0.05)(Table 2, Table 3). 중재 전·후 변화량을 집단 간 비교하였을 때 실험군에서 FVC, FEV₁, MIP, PEF, TUG가 대조군에 비해 유의하게 증가하였다(p<0.05)(Table 2, Table 3).



Figure 8. TUG assessment posture

Table 1. General characteristics

Variables	Experimental group (n=13)	Control group (n=14)	t/x ²	p
Sex (male / female)	5/8	7/7	0.363	0.547
Age (year)	57.85±14.95	62.29±11.79	-0.860	0.398
Height (cm)	162.69±6.24	163.57±7.76	-0.323	0.750
Weight (kg)	61.38±11.44	63.50±10.20	-0.508	0.616
Onset (month)	9.31±3.22	11.36±4.58	-1.334	0.194
Affected side (left/right)	6/7	5/9	0.304	0.581
Type (infarction/hemorrhage)	10/3	11/3	0.011	1.000
FAC (score)	2.77±0.83	2.86±0.86	-0.269	0.750
BBS (score)	26.31±10.13	28.5±9.61	-0.577	0.750
K-MMSE (score)	28.46±2.03	27.93±1.86	0.711	0.484

FAC: Functional ambulation category, BBS: Berg balance scale, K-MMSE: Korean-mini mental state examination

Table 2. Respiratory functions

Variables	Experimental group (n=13)	Control group (n=14)	t(p)	
FVC (L)	pre	2.81±1.21	2.40±0.55	
	post	3.07±1.18	2.32±0.55	
	post-pre	0.26±0.18	-0.08±0.31	3.424(0.002)
	t(p)	-5.261(0.000)	0.930(0.369)	
FEV ₁ (L)	pre	2.06±0.47	2.00±0.49	
	post	2.41±0.39	1.85±0.39	
	post-pre	0.35±0.32	-0.15±0.28	4.372(0.000)
	t(p)	-4.012(0.002)	2.002(0.067)	
MIP (cmH ₂ O)	pre	57.15±12.01	53.14±22.25	
	post	68.69±15.48	50.07±23.14	
	post-pre	11.54±12.39	-3.07±6.68	3.852(0.000)
	t(p)	-3.357(0.006)	1.719(0.109)	
MEP (cmH ₂ O)	pre	60.08±18.07	65.21±18.93	
	post	64.23±24.10	60.64±17.63	
	post-pre	4.15±14.31	-4.57±12.35	-1.700(0.101)
	t(p)	-1.047(0.316)	1.385(0.189)	
PEF (L/s)	pre	4.50±1.37	4.68±1.61	
	post	5.62±1.20	4.70±1.56	
	post-pre	1.12±1.52	0.02±0.59	2.505(0.019)
	t(p)	-2.650(0.021)	-0.136(0.894)	

FVC: Forced vital capacity, FEV₁: Forced expiratory volume in 1 second, MIP: Maximal inspiratory pressure, MEP: Maximal expiratory pressure, PEF: Peak expiratory pressure

Table 3. Balance

Variables		Experimental group (n=13)	Control group (n=14)	t/z(p)
FTSTS (sec)	pre	14.81±5.22	15.51±4.34	
	post	13.75±4.29	16.85±4.85	
	post-pre	-1.06±4.42	1.35±3.21	-1.624(0.117)
	t(p)	0.861(0.406)	-1.569(0.141)	
S-COP Anterior (cm)	pre	7.05±2.33	7.15±2.01	
	post	7.92±1.65	6.59±2.48	
	post-pre	0.88±1.99	-0.56±2.70	1.567(0.130)
	t(p)	-1.590(0.138)	0.779(0.450)	
S-COP Posterior (cm)	pre	5.39±2.06	5.45±1.96	
	post	6.23±1.88	5.10±2.58	
	post-pre	0.85±1.78	-0.35±1.87	1.706(0.100)
	t(p)	-1.715(0.112)	0.709(0.491)	
S-COP Affected (cm)	pre	10.20±2.31	9.92±2.40	
	post	10.67±2.08	9.60±1.77	
	post-pre	0.46±1.58	-0.32±1.46	1.339(0.192)
	t(p)	-1.051(0.314)	0.828(0.423)	
S-COP Less Affected (cm)	pre	10.16±2.60	10.23±2.05	
	post	10.43±1.84	9.85±2.08	
	post-pre	0.27±1.76	-0.38±0.84	1.246(0.224)
	t(p)	-0.558(0.587)	1.700(0.113)	
TUG (sec)	pre	22.51±11.93	27.60±17.01	
	post	19.11±10.64	30.08±17.98	
	post-pre	-3.39±2.46	2.47±2.68	-4.028(0.000)
	z(p)	-3.040(0.002)	-0.136(0.894)	

FTSTS: Five time sit to stand, S-COP: Seated center of pressure pathlength, TUG: Timed up and go

고찰

본 연구에서는 뇌졸중 환자 30명을 대상으로 6주간 흡기호흡훈련을 적용하여 호흡기능과 균형에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 6주간의 훈련을 진행한 결과 공통적인 중재 방법만 받은 대조군 14명, 공통적인 중재 방법과 흡기호흡훈련을 받은 실험군 13명으로 최종 27명이 본 실험을 완료하였다. 연구의 중도 탈락자는 퇴원 2명, 뇌졸중 재발병 1명으로 총 3명이었다. 흡기호흡훈련은 첫 세션에서 연구자의 감독하에 충분한 연습 시간을 거쳤으며 주 3회 트레이드밀 훈련이 있을 때마다 연구자의 감독하에 진행하였다. 다른 훈련이 없을 때는 점검표를 가지고 스스로 할 수 있게 진행하였다. 측정 변수

로는 호흡기능 검사로 FVC, FEV₁, MIP, MEP, PEF, 균형 검사로 FTSTS, S-COP, TUG를 평가하였으며 대조군과 비교하여 흡기호흡훈련을 적용한 실험군에서 FVC, FEV₁, MIP, PEF, TUG가 중재 후 대조군에 비해 유의한 증가가 있었다($p < 0.05$).

Britto 등(2011)[2]은 만성 뇌졸중 환자 21명에게 8주 동안 MIP의 향상을 위하여 1주에 5번 하루 30분 흡 프로그램으로 흡기호흡 중재를 적용하였다. 대조군은 저항 없이 흡기호흡 프로그램을 진행하였으며 실험군은 MIP 값의 30%로 강도를 조정하여 적용하였다. 그 결과 실험군에서 MIP가 67.8±14.6 cmH₂O에서 102.2±26.0 cmH₂O으로 유의한 향상이 있었다($p < 0.05$). JH Jung과 NS Kim(2013)[16]은 만성 뇌졸중 환자 29명을 대상으

로 두 집단 모두 일반적인 신경발달치료를 받았으며 실험군만 6주 동안 주 3회 하루 20분씩 MIP의 30%에서 점진적으로 조정하여 흡기근 훈련 중재를 적용하였다. 그 결과 실험군에서만 FEV₁이 1.76±0.68 L에서 1.93±0.62 L로, PEF가 2.85±1.29 L/s에서 3.77±1.66 L/s으로 유의한 증가를 보였다(p<0.05). Oh D 등(2016)[17]은 만성 뇌졸중 환자 23명을 상대로 6주 동안 주 3회 20분씩 실험군과 대조군 모두 복부 강화 운동과 일반적인 물리치료, 일반 호흡 운동을 진행하였고 실험군은 흡기근 훈련을 이용하여 하루 20분씩 10set, 세트당 15회로 호흡중재를 적용한 결과 중재 후 실험군에서 FVC가 1.6±0.8 L에서 2.0±0.7 L으로(p<0.01), FEV₁이 1.3±0.7 L에서 1.7±0.7 L으로(p<0.01), PEF가 3.1±2.0 L/s에서 3.8±2.0 L/s으로(p<0.05) 개선을 보였다. 본 연구에서는 만성 뇌졸중 환자 27명을 대상으로 6주 동안 주 5회, 하루 2번, 20분으로 프로그램을 설정하여 흡기호흡 훈련을 적용한 결과 흡기호흡훈련을 받지 않은 대조군과 비교하여 실험군에서 중재 후 FVC, FEV₁, MIP, PEF가 유의하게 증가하여 유사한 효과를 확인하였다(p<0.05). 뇌졸중 환자들은 만성으로 진행됨에 따라 불안정한 흉벽과 비활동적인 생활 방식으로 인해 근육 효율이 저하되고, 독립적인 생활을 위해 필요한 최소 근육량과 낮은 유산소 능력에 빠지게 된다고 하였다[8,16]. 본 연구를 통하여 실험군의 호흡능력의 개선을 확인하였고, 흡기훈련 참여에 적극성과 높은 만족도를 표현한 점을 고려할 때, 흡기훈련이 만성 뇌졸중 환자들에게 필요한 것으로 생각한다.

Silva P 등(2015)[18]은 일반적으로 뇌졸중 환자는 일어섰다 앉기(Sit to stand, STS) 수행력이 노인에 비해 저하되고 몸통 근력이 감소한다고 하였다. STS 수행력은 다섯 번 일어났다 앉기 검사를 통해 동작 분석 시스템으로, 몸통 근육의 굽힘/펴는 근력은 등속성 동력계를 이용하여 측정하였다. 건강한 피험자와 뇌졸중 사이의 STS 수행력과 몸통 근력 사이에 연관성이 있는지 조사한 연구 결과 몸통 근력 값이 낮을수록 STS 수행력이 저하된다고 하였다[18]. 본 연구에서는 흡기호흡훈련을 통해 몸통 근육을 강화하고자 하였으나 실험군에서 FTSTS가 중재 후 기록이 감소하는 경향을 보였으나 유의한 차이가 나타나지 않았다. FTSTS의 향상은 Carral JMC 등(2019)[19]에서 12주의 저항밴드를 이용한 하지 근력 강화 중재를 하였을 때, 16.53±4.86 s에서 12.74±3.12 s로 향상이 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서 실시한 중재는 일반적 물리치료 이외에 보행과 호흡훈련을 실시하였으나 6주의 짧은 중재기간에서는 STS의 의미 있는 향상을 기대하기는 어려운 것으로 판단된다.

뇌졸중을 처음 경험하는 환자의 80% 이상은 안정성

이 저하되어 일상생활 활동 및 이동 능력의 회복이 저하되고 낙상의 위험이 증가하는 것과 관련이 있으며, 정적·동적 균형과 기본적인 신체 활동 요구 사항을 손상시켜 환자의 삶의 질이 저하된다[3]. 몸통 균형의 중요한 요소는 강제 호기 및 흡기 근육의 자발적인 동시 수축이다. 횡격막은 주요 흡기 근육이자 몸통 안정화 근육이다[9]. 호흡 근육은 몸통 근육의 일부이므로 몸통 안정성에 영향을 줄 수 있으며, 뇌졸중은 호흡 근육이 약화된다[3]. Lee K 등(2019)[3]은 만성 뇌졸중 환자 25명을 대상으로 호흡훈련 군은 몸통 안정화 운동을 포함한 점진적인 호흡 훈련을 적용하였고, 몸통 안정화군은 몸통 안정화 운동만 적용하였으며, 6주 동안 주 3회 하루 40분씩 적용하여 몸통 안정성에 미치는 영향을 조사하였다. 호흡훈련은 흡기와 호기가 모두 포함된 20분의 훈련을 적용하였다. 몸통 안정성은 본 연구와 같은 WBB 위에 앉은 자세에서 몸통 굽힘, 펴, 마비측·비마비측 가쪽 굽힘 시 이동 거리를 측정하였다. 호흡훈련군과 몸통 안정화군에서 앉은 자세에서 이동거리가 모든 방향으로 각각 유의하게 증가하였다(p<0.05). 몸통 안정화군과 호흡훈련군간의 중재 전·후 변화량은 굽힘방향 호흡훈련군 16.55±10.46 cm, 몸통 안정화군은 7.37±5.24 cm를 보였으며 펴방향 호흡훈련군은 13.11±5.20 cm, 몸통 안정화군은 3.42±6.5 cm를 보였다. 마비측 가쪽굽힘방향 호흡훈련군은 12.07±9.19 cm, 몸통 안정화군은 4.72±2.27 cm를 보였으며, 비마비측 가쪽굽힘방향 호흡훈련군은 12.61±5.37 cm, 몸통 안정화군은 4.78±6.86 cm으로 모든 방향에서 몸통 안정화군과 비교하여 호흡훈련군에서 유의한 증가를 보였다(p<0.05)[3]. Lee K 등(2018)[9]의 연구에 따르면 호흡근육기능과 몸통 균형능력 사이에는 유의한 상관관계가 있는 것으로 확인되어 만성 뇌졸중 환자의 몸통 균형 훈련방법에 호흡 근육 훈련이 포함되어야 한다고 하였다. 이를 통해 호흡기능의 평가는 몸통 균형능력을 간접적으로 확인하는 데 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 선행연구들[3,9]과 같은 방법으로 WBB를 이용해 앉은 자세에서 이동거리 검사를 측정하였으나 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 중재 전·후 변화량을 비교하면 대조군에 비해 실험군은 모든 방향에서 이동거리가 증가하는 경향을 보였다. 이는 본 연구에서는 흡기호흡훈련을 별도로 실시하였고 몸통 안정화 운동은 포함되지 않았다. 선행연구에서는 몸통 안정화 운동을 호흡근 훈련과 함께 적용하여 결과의 차이가 있는 것으로 판단된다.

Aydoğan Arslan S 등(2022)[5]은 3개월 이상의 뇌졸중 환자 21명을 대상으로 실험군과 대조군 공통적으로 6주간 주 5회 신경발달 치료를 실시하였고, 실험군은 6주간 주 7회 하루 2회 15분씩 흡기호흡훈련을 진행한

결과, 중재 전·후 TUG의 변화량은 실험군에서 -7.28 ± 7.47 s, 대조군에서 -7.29 ± 10.86 s로 두 집단 모두 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). Lee Dk 등(2018)[20]은 만성 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 실험군과 대조군 공통적으로 4주간 주 5회, 하루 30분씩 신경발달 치료를 실시하고, 실험군은 4주 동안 주 5회, 하루 20분씩 호흡훈련을 실시하였다. 그 결과 실험군은 중재 전·후 -4.6 ± 2.5 s로 유의한 증가를 보였다. 이러한 결과는 본 연구에 실험군에서 TUG가 중재 전·후 변화량이 유의하게 증가한 것과 유사하였다($p < 0.05$). 이러한 유의한 향상은 선행연구[20]에서 호흡훈련이 편마비로 인해 약해진 호흡근의 운동성, 근력, 근지구력이 향상되어 TUG를 향상시킬 수 있다고 하였다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 상대적으로 연구에 참여한 대상자의 수가 적어 일반화할 수가 없다. 둘째, 대조군에 별도의 중재를 하지 않았다. 그래서 두 집단의 중재의 강도와 시간이 유사하다고 하기 어렵다. 이와 같은 제한점을 추후에 진행되는 연구에서 보완하여 적용한다면 보다 뇌졸중 환자의 재활에 긍정적으로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

결론

본 연구는 호흡기능과 균형의 향상을 위한 흡기호흡 훈련 중재방법은 FVC, FEV₁, MIP, PEF, TUG 증가에 효과가 있었으며, 다른 MEP, FTSTS, S-COP에는 효과가 있음을 증명하지 못하였다. 그러나 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 흡기호흡훈련의 긍정적 효과가 있음을 확인하였으며, 더 많은 대상자와 보완된 중재 방법으로 연구가 된다면 보다 뇌졸중 환자의 재활에 긍정적으로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

Acknowledgement

본 연구는 보건복지부 국립재활원 재활연구개발용역사업(R&D) 2021년도 재활연구개발지원용역 #NRCRSP-EX21017 호흡재활 기기의 기술 고도화 연구로 수행된 연구임.

References

1. Pozuelo-Carrascosa DP, Carmona-Torres JM, Laredo-Aguilera JA, Latorre-Román PÁ, Párraga-Montilla JA, Cobo-Cuenca AI. Effectiveness of respiratory muscle training for pulmonary function and walking ability in patients with stroke: A systematic review with meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(15):5356:1-22.
2. Britto RR, Rezende NR, Marinho KC, Torres JL, Parreira VF, Teixeira-Salmela LF. Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(2):184-190.
3. Lee K, Park D, Lee G. Progressive respiratory muscle training for improving trunk stability in chronic stroke survivors: a pilot randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2019;28(5):1200-1211.
4. Gelaw AY, Janakiraman B, Teshome A, Ravichandran H. Effectiveness of treadmill assisted gait training in stroke survivors: A systematic review and meta-analysis. *Glob Epidemiol*. 2019;1:100012:1-9.
5. Aydoğan Arslan S, Uğurlu K, Sakizli Erdal E, Keskin ED, Demirgüç A. Effects of inspiratory muscle training on respiratory muscle strength, trunk control, balance and functional capacity in stroke patients: A single-blinded randomized controlled study. *Top Stroke Rehabil*. 2022;29(1):40-48.
6. LO Vaz, Almeida JC, Froes KSDSO, Dias C, Pinto EB, Oliveira-Filho J. Effects of inspiratory muscle training on walking capacity of individuals after stroke: A double-blind randomized trial. *Clin Rehabil*. 2021;35(9):1247-1256.
7. Xiao Y, Luo M, Wang J, Luo H. Inspiratory muscle training for the recovery of function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;(5):CD009360: 1-19.
8. Sutbeyaz ST, Koseoglu F, Inan L, Coskun O. Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2010;24(3):240-250.
9. Lee K, Cho JE, Hwang DY, Lee W. Decreased respiratory muscle function is associated with impaired trunk balance among chronic stroke patients: A cross-sectional study. *Tohoku J Exp Med*. 2018;245(2):79-88.
10. Assayag D, Vittinghoff E, Ryerson CJ, Cocconcilli E, Tonelli R, Hu X, Elicker BM, Golden JA, Jones KD, King TE Jr, Koth LL, Lee JS, Ley B, Shum AK, Wolters PJ, Ryu JH, Collard HR. The effect of bronchodilators on forced vital capacity measurement in patients with idiopathic pulmonary fibrosis. *Respir Med*. 2015;109(8):1058-1062.

11. Srivastava A, Taly AB, Gupta A, Kumar S, Murali T. Bodyweight-supported treadmill training for re-training gait among chronic stroke survivors: A randomized controlled study. *Ann Phys Rehabil Med*. 2016;59(4):235-241.
12. Messaggi-Sartor M, Guillen-Solà A, Depolo M, Duarte E, Rodríguez DA, Barrera MC, Barreiro E, Escalada F, Orozco-Levi M, Marco E. Inspiratory and expiratory muscle training in subacute stroke: A randomized clinical trial. *Neurology*. 2015;85(7):564-72.
13. Kuys SS, Brauer SG, Ada L. Higher-intensity treadmill walking during rehabilitation after stroke is feasible and not detrimental to walking pattern or quality: a pilot randomized trial. *Clin Rehabil*. 2011;25(4):316-326.
14. Chan PP, Si Tou JI, Tse MM, Ng SS. Reliability and validity of the timed up and go test with a motor task in people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017;98(11):2213-2220.
15. DS Park, DY Lee, SJ Choi, WS Shin. Reliability and validity of the Balancia using Wii balance board for assessment of balance with stroke patients. *J Korea Acad Ind Soc*. 2013;14(6):2767-2772.
16. JH Jung, NS Kim. The Effects of breathing retraining on asymmetry of diaphragm thickness in stroke patients. *J Korean Soc Phys Med*. 2013;8(2):263-269.
17. Oh D, Kim G, Lee W, Shin MM. Effects of inspiratory muscle training on balance ability and abdominal muscle thickness in chronic stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(1):107-111.
18. Silva P, Franco J, Gusmão A, Moura J, Teixeira-Salmela L, Faria C. Trunk strength is associated with sit-to-stand performance in both stroke and healthy subjects. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2015;51(6):717-724.
19. Carral JMC, Rodríguez AL, Cardalda IM, Bezerra JPAG. Muscle strength training program in non-agenarians-a randomized controlled trial. *Rev Assoc Med Bras (1992)*. 2019;65(6):851-856.
20. Lee DK, Jeong HJ, Lee JS. Effect of respiratory exercise on pulmonary function, balance, and gait in patients with chronic stroke. *J Phys Ther Sci*. 2018;30(8):984-987.