

호흡운동 프로그램과 수중운동 프로그램이 아급성기 뇌졸중 환자의 폐기능에 미치는 영향 비교

이동협 · 유경태[†]

남서울대학교 물리치료학과 대학원, ¹남서울대학교 물리치료학과

Comparison between the Effects of Combined Conventional Exercise Therapy Plus Respiratory Exercise Program with Combined Conventional Exercise Therapy Plus Aqua Exercise Program on the Pulmonary Function of Subacute Stroke Patients

Dong-Hyeop Lee, PT · Kyung-Tae Yoo, PT, PhD[†]

Department of Physical Therapy, Graduate School, Namseoul University

¹Department of Physical Therapy, Namseoul University

Received: April 26 2023 / Revised: April 26 2023 / Accepted: May 16 2023

© 2023 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study examined the effects of combined conventional exercise therapy plus respiratory exercise program with combined conventional exercise therapy plus aqua exercise program in the pulmonary function of subacute stroke patients.

METHODS: The respiratory exercise program group underwent inspiration and expiration training using the Threshold IMT and Threshold PEP three days per week for four weeks. The aquatic exercise program group had aquatic aerobics, halliwick, and bad ragaz ring training three days per

week for four weeks. Before and after the experiment, Pony fx was used to examine the FVC, FEV1, FEV1/FVC, VC, and MVV.

RESULTS: Significant improvement was found after the experiment in the FVC, FEV1, VC, MVV, excepting FEV1/FVC, of the pulmonary function in the aquatic exercise program group. After the experiment, significant improvement was found in FVC, FEV1, FEV1/FVC, VC, and MVV of pulmonary function in the respiratory rehabilitation therapy group. No significant difference in FVC, FEV1, FEV1/FVC, VC, and MVV of pulmonary function was observed in the inter-group comparison.

CONCLUSION: Significant improvement was found after the experiment in both the aquatic exercise program group and the respiratory exercise program group. No difference in pulmonary function was noted in the inter-group comparison. Therefore, combining general exercise therapy and an aquatic or respiratory exercise program is expected to

[†]Corresponding Author : Kyung-Tae Yoo
taeyoo88@nsu.ac.kr, <http://orcid.org/0000-0001-7956-819X>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

be effective for the pulmonary function of acute stroke patients. These results are expected to provide basic data to help research intervention of aquatic and respiratory exercise programs for subacute stroke patients.

Key Words: Aquatic therapy, Respiratory function, Respiratory therapy, Stroke

I. 서론

뇌졸중은 뇌경색, 뇌내출혈, 거미막밑출혈 등의 혈관성 원인으로 인한 중추신경계 손상으로 신경학적 후유증이 남는다[1]. 그리고 뇌졸중은 전 세계적으로 사망과 장애를 유발하는 요인 중 하나이다[2]. 뇌졸중으로 인한 신경학적 손상으로는 편마비, 감각장애, 언어장애, 연하곤란 등이 있으며, 인지 및 운동 기능에 복합적인 형태의 장애가 나타난다[3]. 뇌졸중으로 발생한 장애 중 가장 큰 어려움을 유발하는 것은 일상생활에서의 활동[4,5] 과 움직임[6,7]에 영향을 주는 운동 기능 손상이다.

뇌졸중으로 인한 손상은 상지, 하지 뿐만 아니라 호흡 체계에도 영향을 준다[8,9]. 뇌졸중으로 인한 피라미드 로와 운동 결절의 손상으로 비정상적인 수의적 움직임과 자세근육의 긴장도가 나타나게 된다[10]. 이로 인해 호흡근육의 운동조절 기능 손상도 동반된다[11]. 가로막, 배근육, 갈비사이근 등에 근약화가 나타나고[12,13], 이러한 호흡근육의 약화로 흡기근과 호기근의 최대수축과 근지구력이 감소하고 가슴 우리의 움직임도 줄어든다[14]. 또한 뇌졸중 후 활동성 감소와 가슴벽의 불안정성 증가로 인해 호흡근육들의 효율성은 더욱 감소된다[15]. 호흡근력의 약화로 뇌졸중 환자의 최대흡기량과 최대호기량은 비슷한 연령대의 정상 성인들에 비해 수치가 낮게 보고되었다[16]. 또한 정상인들의 최대흡기압이 100 mmH₂O인데 비해 뇌졸중으로 진단받은 환자의 최대흡기압은 17-57 mmH₂O로 보고 되고 있고 최대호기압 또한 정상인들은 120mmH₂O인데 비해 뇌졸중으로 진단 받은 환자의 최대호기압은 25-68 mmH₂O로 현저히 낮다고 보고하였다[17]. Ezeugwu 등은 비슷한 연령의 정상

성인과 뇌졸중 환자의 1초간 노력성 호기량, 노력성 폐활량을 비교했는데, 뇌졸중 환자에게서 낮은 수치를 확인했다고 한다[18]. 이런 점들을 보아 뇌졸중으로 인한 호흡기능의 약화를 확인할 수 있다.

선행연구의 호흡운동 중재로는 흡기근 강화훈련이 강조되었다. 흡기근 강화 훈련을 중재했을 때, 최대 산소 운반 능력이 증가하였고, 이는 뇌졸중 환자에게 나타날 수 있는 심혈관 질환의 위험을 감소 시킬 수 있다. 또한 아급성기 뇌졸중 환자에게 흡기근 훈련을 중재했을 때 환자의 심폐 능력 뿐만 아니라 호흡근 기능, 운동 능력, 기능적인 상태를 향상시키고, 이는 삶의 질 향상으로 이어지는 결과를 초래했다[15,19].

호흡운동으로 비정상적인 호흡기능을 개선시킬 수 있다. 호흡운동은 가로막의 기능 회복, 가슴벽 움직임의 향상, 호흡률 감소, 운동 수행능력의 증가를 이끌어낸다[20,21]. 호기근의 약화는 가슴벽의 유연성을 감소시키고, 비효율적인 기침을 하게 하며, 폐용량을 감소시킨다[22,23]. 이는 기도의 청결함을 유지하기 어렵게 하며, 폐렴과 같은 폐질환으로 이어질 수 있다. 폐렴은 뇌졸중 환자의 1/3 정도에서 발병한다[24]. 호기근 훈련이 중등도의 장애를 갖고 있는 환자에게 최대 호기압과 기침 능력을 보고되었다[25]. 따라서 뇌졸중 환자에게도 흡기근 훈련뿐만 아니라 호기근 훈련이 필요하다.

수중치료는 물의 부력, 점성, 표면장력 등의 물의 특성을 이용해 지상에서는 쉽게 할 수 없는 움직임들을 물 속에서 3차원적 움직임으로 다양하게 수행할 수 있는 이점을 가진 치료적 중재 방법이다[26,27]. 또한 수중 치료는 모든 움직임에서 저항을 만들어 내며, 지상에서는 적용이 어려운 운동 패턴을 경험하게 해준다[28,29]. 수중운동은 심혈관계 시스템에 많은 변화를 야기할 수 있다[30,31]. 또한 Song과 Kim의 연구에서는 뇌졸중 환자에게 1시간씩 10주동안 수중치료를 적용했을 때 폐기능의 향상이 있었다고 보고하였다[32]. Nam의 연구에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 수중재활운동을 중재하였고 이에 따른 VO_{2max}, 운동시간 등의 심폐기능향상을 이끌어냈다[33].

수중치료에는 할리워, 바드라가즈링 기법, 왓츠 등의 치료 방법이 있다. 할리워 기법은 물의 부양력과 와류의

호흡을 적용해 환자에게 회전효과를 적용하며 이를 통해 자세 안정성과 인체에 역학적 반응을 촉진시키는 훈련방법이라고 하였다[34]. 바드라가즈링 기법은 고유수용성 신경근 촉진법 패턴을 이용한 치료 기법으로 대각선 패턴을 사용해 고유수용기를 자극함으로써 신체 기능과 신경근 조절을 향상시키는 치료 방법이다[35].

아급성기 환자에 대한 호흡재활치료의 선행 연구가 적을 뿐만 아니라 호기근과 흡기근을 같이 중재한 연구가 많지 않다. 또한 수중재활치료를 아급성기 환자에게 적용한 연구가 많지 않고, 폐기능의 변화에 대한 연구가 많지 않다.

본 연구의 목적은 호흡재활치료 또는 수중재활치료를 아급성기 뇌졸중 환자에게 중재하고 이에 따른 폐기능 변화를 알아보고 이 둘 결과를 비교해보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 D시 D 병원에 입원하여 물리치료를 받고 있는 환자 중 다음의 연구 조건을 만족시켜 본 연구를 수행하는데 어려움이 없는 뇌졸중 환자로 본 연구에 자발적으로 동의한 자 16명을 대상으로 하였다. 선정된 대상자는 4주 동안 연구를 실시하였다. 16명 모두 운동치료를 받고 이에 더해 호흡운동 프로그램 또는 수중운동 프로그램을. 운동치료와 호흡운동 프로그램군 8명, 운동치료와 수중운동 프로그램군 8명으로 무작위로 배정하였다. 중재기간은 4주로 실시하였다.

대상자 선정 조건은 다음과 같다.

1) 선정기준

- (1) 뇌졸중으로 진단받은 후 6개월 이상 경과하지 않은 자
- (2) 10M 이상 독립 보행 가능한 자
- (3) 한국형간이정신상태 판별검사(MMSE-K) 점수가 24점 이상인 자
- (4) 폐활량이 정상 예측 치의 80% 미만으로 제한성 폐질환에 해당하는 자
- (5) 복부 수술을 시행하지 않은 대상으로 선정

대상자 제외 조건은 다음과 같다.

2) 제외기준

- (1) 선천적 흉곽의 변형이나 폐, 신장, 내분비계, 정형계 질환으로 인해 호흡기계 훈련이 불가능하거나 협심증이나 부정맥 등의 불안정한 심혈관계 상태를 갖고 있는 자
- (2) 연구에 영향을 미칠 수 있는 후만증이나 측만증 같은 척추 변형이 있는 자, 골반이나 척주의 골절로 인하여 수술을 받은 자
- (3) 기관절개술 상태이거나 병력이 있는 자
- (4) 호흡기능에 영향을 끼칠 수 있는 약물을 복용하고 있는 자

2. 중재방법

1) 일반적 운동치료 프로그램

본 연구에서 수중운동 프로그램군과 호흡운동 프로그램군은 일반적 운동치료를 받고 수중운동 또는 호흡운동을 4주간 실시하였다.

운동치료는 보바스 또는 고유수용성신경근촉진법에 기초한 중추신경계발달훈련(NDT)를 30분 동안 시행한다. 운동치료 중재는 균형과 보행 위주로 시행한다. 앉은 자세에서 일어서기, 일어난 자세에서 앉기, 선 상태에서 동적인 움직임, 체중 이동, 근력 강화, 가동범위 증진 등을 진행하였다.

2) 호흡운동 프로그램 중재방법

본 연구에서 호흡운동 프로그램군은 일반적 운동치료와 더불어 호흡운동 프로그램을 주 3회, 총 4주 동안 실시하였다.

호흡운동 프로그램군은 흡기근과 호기근 강화 훈련을 각각 12분 20초씩 시행하였다. 스프링 밸브를 통해 공기를 흡입하는 흡기근 저항훈련기(Threshold Inspiratory Muscle Training, Respironics, USA)와 공기를 배출하는 호기근 저항훈련기(Threshold Positive Expiratory Pressure, Respironics, USA)를 이용하여 흡기근과 호기근 운동을 시행하였다(Table 1).

대상자들이 호흡치료를 실시하기 전에 호흡 방법에

Table 1. Respiratory exercise program

	One rep exercise content	Reps * Sets	Overall time
Expiratory muscle exercise	inspiration 5 sec +rest 10 sec	5 reps × 8 sets	15 minute (take a rest 20 seconds per set take a rest 2 minutes 40 second end exercise)
Expiratory muscle exercise	expiration 5 sec +rest 10 sec	5 reps × 8 sets	15 minute (take a rest 20 seconds per set take a rest 2 minute 40 second end exercise)

익숙해지도록 호흡 방법에 대해 교육했다. 치료 방법은 대상자들의 최대 흡기 압력과 최대 호기 압력을 측정 한 후 30~40%로 부하를 주어 흡기와 호기 훈련을 시작했 다. 치료 자세는 대상자들이 의자에 엉덩관절과 무릎관 절이 90도 굽힘 되게 앉은 자세에서 최대 호기와 흡기를 5초 정도 유지한다. 한 주에 5-10% 증가시켜 훈련을 실시하였다 [10,15]. 호흡 훈련을 하는 중에 환자가 심한 피로감을 호소하거나 어지러움을 느끼면 잠시 쉬었다 가 다시 진행하였다.

3) 수중운동 프로그램 중재방법

본 연구에서 수중운동 프로그램은 일반적 운동치료 와 더불어 수중 치료를 주 3회 총 4주동안 실시하였다.

수중 치료 프로그램은 유산소성 운동 10분, 할리윅 10분, 바드라가즈링 10분 총 30분으로 구성되었다 (Table 2). Halliwick 10 point program therapy는 수중이라

는 환경에 적응하기 위한 정신적응(mental adjustment), 수중에서 신체의 위치를 회복하려는 균형회복(balance restoration), 정적인 상태로 신체의 움직임은 회복하며 자세를 유지하려는 억제(inhibition), 정신적·신체적으 로 움직임을 조절하는 촉진(facilitation)의 4가지의 교육 원리와 함께 10가지 프로그램 중 시상회전조절, 횡축회 전조절, 장축회전조절(Sagittal, Transversal, Longitudinal Rotation Control)을 적용하였다. 바드라가즈링 기법은 고유수용성 신경근 촉진법 패턴을 이용한 치료 기법으 로 대각선 패턴을 사용해 고유수용기를 자극함으로써 신체 기능과 신경근 조절을 향상시키는 치료 방법이다. 수중 치료실은 12 m * 5 m, 수심 1.3 m로 일반적인 수중 치료를 하기에 적합하며 물의 온도는 30~32℃ 의 온도를 사용하였고 환자가 물속에서 힘들어하는 반응을 보이거나 숨이 찰 경우에는 즉시 휴식하도록 하였다.

Table 2. Aqua exercise program

Exercise type	Exercise Contents	Overall time
Aqua aerobic exercise	<ul style="list-style-type: none"> • aqua jogging training • aqua cycle training with buoyancy equipment 	10 minute
Halliwick	<ul style="list-style-type: none"> • Sagittal rotation control (bending from left to right or transferring weight while in an upright position) • Transversal rotation control (around the transverse axis with the subject moving from standing to supine and returning to a standing position) • Longitudinal rotation control (make rotation about a longitudinal axis) 	10 minute
Bad ragaz ring	leg pattern D1 and D2 *D1 pattern is hip flexion-adduction-external rotation with knee flexion ending position pattern hip extension-abduction-internal rotation with knee extension ending position *D2 pattern is hip flexion-abduction-external rotation with knee flexion ending position pattern hip extension-adduction-external rotation with knee extension ending position	10 minute

3. 측정 항목 및 방법

1) 호흡기능 측정

대상자들의 폐기능을 측정하기 위하여 폐활량계 (Pony Fx, Cosmed Srl, ITALY) 장비를 사용하였고, FVC, FEV1, FEV1/FVC, VC, MVV를 측정하였다. Pony Fx의 측정자 내 신뢰도는 .99로 보고되었다[36].

피검사자는 앉은 자세에서 측정한다. 정확한 측정을 위하여 검사 대상자가 이해할 수 있도록 설명을 하고 시범을 보여준 다음 엉덩관절과 무릎관절을 90° 굽혀 앉은 자세에서 실시한다. 코 집계를 이용해 코를 막고 한 손으로는 측정 도구를 잡아 마우스를 입에 물게 하였다. 평가 전에 대상자들이 검사방법을 숙지할 수 있도록 시범을 보여주고 교육을 실시하였다. 총 3번 평가 후 최대값을 이용한다.

노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC), 1초 노력성 날숨량(forced expiratory volume in 1 sec, FEV1), 1초 노력성 날숨량의 노력성 폐활량에 대한 비 (FEV1/ FVC), 폐활량(vital capacity), 최대 수의적 환기량(maximal voluntary ventilation)을 측정하였다.

노력성 폐활량(FVC)란 최대한 들숨 후, 최대의 노력으로 내쉬는 공기의 양을 의미한다. 1초 노력성 날숨량 (FEV1)은 최대한으로 들숨 후, 노력성 날숨을 시작하고 1초간 내쉬 호흡량이다. 1초 노력성 날숨량/노력성폐활량(FEV1/FVC)은 최대로 내릴 수 있는 호흡량 가운데 1초 동안에 내쉬 호흡량의 비율을 의미하고, 기도 폐쇄 정도를 알려주는 지표이다. 폐활량(VC)는 의식적으로

들이마시고 내릴 수 있는 공기의 최대량을 의미한다. 최대 수의적 환기량(MVV)은 환자가 최대한의 노력으로 1분간 호흡할 수 있는 호흡량을 의미하며, 호흡근의 근력과 지구력을 평가하는 지표이기도 하다[37].

4. 자료분석

본 연구의 자료분석은 통계분석 프로그램 SPSS version 29.0을 이용하여 통계 처리하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계와 독립 표본 T-검정을 실시하여 동질성 검정을 하였고, 데이터의 정규성 검정을 위해 Shapiro-Wilk 검정을 실시하였다. 집단 간과 중재방법에 따른 두 그룹의 측정 전 후의 폐기능의 변화를 비교하기 위해 독립 표본 T-검정을 사용했으며 각 그룹 내의 사전 사후를 비교하기 위해 대응표본 T 검정을 사용하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

본 연구에서는 아급성 뇌졸중 환자에게 운동치료에 호흡운동 프로그램 또는 수중운동 프로그램을 추가로 적용한 후 폐 기능에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였으며 연구결과는 다음과 같다.

1. 연구대상자의 일반적 특성 비교

본 연구에 참가한 대상자들의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 3). 두 군간 성별, 나이, 신장, 체중에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > .05$).

Table 3. General characteristics of all the subjects

	Aqua exercise program group (n = 8)	Respiratory exercise program group (n= 8)	p
	mean ± SD	mean ± SD	
Sex(male/female)	4/4	4/4	
Age(years)	63.13 ± 10.76	59.50 ± 10.85	.513
Height (cm)	164.75 ± 12.47	163.50 ± 6.30	.804
Weight (kg)	63.50 ± 13.47	69.38 ± 8.05	.312

Values are expressed as means ± standard deviations or numbers.

Table 4. Comparison of pulmonary function before and after exercise program within each group and between the two groups

	Group	pre	post	t	p
		mean ± SD	mean ± SD		
FVC (L)	AEP	2.11 ± .86	2.89 ± .73 ⁺	-.616	.549
	REP	1.94 ± .45	3.08 ± .48 ⁺		
FEV1 (L)	AEP	1.66 ± .74	2.35 ± .62 ⁺	-.933	.368
	REP	1.55 ± .38	2.61 ± .47 ⁺		
FEV1/FVC (%)	AEP	78.70 ± 11.96	81.80 ± 8.49	-.717	.485
	REP	78.67 ± 5.15	84.75 ± 7.92 ⁺		
VC (L)	AEP	2.38 ± .60	2.73 ± .73 ⁺	-1.662	.120
	REP	2.55 ± .46	3.27 ± .55 ⁺		
MVV (L)	AEP	50.68 ± 5.93	53.37 ± 7.33 ⁺	-.945	.363
	REP	51.86 ± 4.30	56.30 ± 4.78 ⁺		

Values are expressed as means ± standard deviations

FVC, forced vital capacity; FEV1, forced expiratory volume in 1 sec; FEV1/FVC, forced expiratory volume in 1 sec/forced vital capacity; VC, vital capacity; MVV, maximal voluntary ventilation; AEP, aqua exercise program; REP, respiratory exercise program

⁺p < .05

2. 두 군간 중재 전과 후 폐 기능 비교

Pony FX를 이용해 측정한 수중운동 프로그램 집단과 호흡운동 프로그램 집단의 폐기능의 변화는 제시된 바와 같다(Table 4). 수중운동 프로그램 그룹 내에서 FEV1/FVC를 제외한 FVC, FEV1, VC, MVV 모두 사전, 사후 변화량에 유의한 차이가 있었고(p < .05), 호흡운동 프로그램 그룹 내에서는 모든 항목이 사전, 사후 변화량에 유의한 차이가 있었다(p < .05). 수중운동 프로그램 그룹과 호흡운동 프로그램 그룹 간 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p > .05).

IV. 고찰

본 연구는 뇌졸중 발병 6개월 이하인 아급성기 뇌졸중 환자들을 대상으로 수중 운동 프로그램과 호흡 운동 프로그램이 폐 기능에 미치는 영향을 알아보고 비교해 보고자 하였다.

그 결과, 수중 운동 프로그램과 호흡 운동 프로그램 둘 다 폐기능을 유의하게 향상시켰다. 수중운동 프로그램 그룹 내에서 FEV1/FVC를 제외한 FVC, FEV1, VC,

MVV 모두 사전, 사후 변화량에 유의한 차이가 있었다. 호흡운동 프로그램 그룹 내에서는 FVC, FEV1, FEV1/FVC, VC, MVV 모두 사전, 사후 변화량에 유의한 차이가 있었다. Chu의 연구는 만성 뇌졸중 환자에게 수중치료를 적용했을 때 호흡 및 환기능력, 심박수의 향상을 이끌어낸다고 보고했다[38]. 호흡 및 환기 능력은 FVC, FEV1, VC, MVV와 직접적인 연관이 있고 본 연구의 결과를 뒷받침해준다. Yang과 Choi 연구는 뇌졸중 환자에게 수중 트레드밀 보행을 적용했고 이는 뇌졸중 환자의 FVC, FEV1, FEV1/FVC의 향상을 이끌어냈다[39]. C.K. Muralidharan의 연구에서 뇌졸중 환자에게 수중에서 유산소성 중재를 했을 때 흉곽의 팽창과 FVC에서 유의미한 효과를 나타냈다[40]. 이와 같은 선행 연구는 본 연구의 FEV1/FVC를 제외한 FVC, FEV1, VC, MVV의 향상과 동일한 결과를 나타낸다. 신체가 수중안에 있게되면 정수압과 증가된 심박출량 때문에 혈액량이 사지에서 흉강으로 재분배된다. 이러한 혈액의 재위치는 혈압과 심부하에 영향을 줄 수 있다[41]. 서거나 앉은 자세로 물에 신체가 들어가 있을 때, 정수압이 들숨으로 인한 폐의 팽창에 대항하여 작용하고, 이로 인해

가로막과 갈비사이근들의 근력에 영향을 줄 것이다 [42]. 수중에서의 정수압이 호흡근의 기능을 향상시키고 유산소성 운동, 할리워 운동, 바드라가즈링으로 중 고강도의 신체활동을 하면서 심폐능력의 측정값이 좋아졌을 것이라고 사료된다.

McCool과 Tzelepis는 호흡기능 향상을 위해서는 호기근과 흡기근 모두 훈련하는 것이 가장 효과적일 것이라고 하였다[43]. 이는 본 연구 결과와 일치한다. 정상적인 호흡을 하기 위해서는 호흡근과 흉곽의 올바른 움직임과 역학적 상호작용이 중요하고 폐와 흉곽의 협응이 필요하다 [44]. 뇌졸중 환자에게 흡기근 훈련은 운동능력, 호흡근의 근력, 지구력 등에 효과적이다[45,46]. Britto는 뇌졸중 환자를 대상으로 흡기근 훈련을 실시하였으며 그 결과 대조군에 비해 실험군에서 최대 흡기압이 유의하게 증가하였다고 한다[10]. 호기근과 흡기근 훈련을 통해 가로막, 호기근과 흡기근에 일정한 압력을 지속적으로 가했고 이는 호흡근의 근력과 지구력 증가의 결과로 나타났다고 생각된다. 또한 호흡 운동을 통해 폐의 팽창성과 호흡의 효율성 또한 긍정적인 영향 미쳤을 것이라고 사료되고 이는 곧 폐기능의 향상이라는 결과로 나타났다고 생각된다.

본 연구의 결과를 일반화하기에는 제한점이 있다. 아급성기 뇌졸중 환자 16명이라는 적은 수의 대상자들로 연구가 진행되었고 4주라는 짧은 기간의 연구였다. 환자의 상태에 따라 중간에 휴식을 하여 환자마다 훈련 시간을 완벽하게 지키는 못하였다는 제한점이 있다. 또한 본 연구에서 실시한 치료 이외의 외재적 변수를 완전히 통제하지 못했다. 향후 본 연구의 제한점을 보완한 수중 운동 프로그램과 호흡 운동 프로그램의 효과를 입증하는 연구가 이뤄진다면 일반화할 수 있는 연구의 기초자료로 널리 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 아급성기 뇌졸중 환자 16명을 대상으로 수중운동 프로그램 그룹과 호흡운동 프로그램 그룹으로 나누어 폐기능의 변화에 대해 알아보았다. 결과는 다음과 같다

실험 전 후 수중재활치료를 적용한 그룹에서는 FEV1/FVC를 제외한 FVC, FEV1, VC, MVV에서 유의한 차이가 나타났다. 실험 전 후 호흡재활치료를 적용한 그룹에서는 FVC, FEV1, FEV1/FVC, VC, MVV 항목에서 유의한 차이가 나타났다. 그룹 간 비교 결과 모든 항목에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

본 연구에서 시행한 수중운동 프로그램 그룹과 호흡운동 프로그램 그룹 모두 아급성기 뇌졸중 환자의 폐기능 향상에 도움을 줄 수 있을 것이라고 생각된다.

References

- [1] Sacco, RL, Kasner, SE, Broderick, JP, et al. An updated definition of stroke for the 21st century: A statement for healthcare professionals from the american heart association/american stroke association. *Stroke*. 2013;44:2064-89.
- [2] Mendis, S. Stroke disability and rehabilitation of stroke: World health organization perspective. *International Journal of Stroke*. 2013;8:3-4.
- [3] Kim YR, Kim YI, Kim MJ. A convergent study of the physical related quality of life using SF-8 of stroke patient's caregiver. *Journal of the Korea Convergence Society*. 2017;8(12):119-127.
- [4] Charfi N, Trabelsi S, Turki M, et al. Impact du handicap physique et des troubles émotionnels concomitants sur la qualité de vie en post-AVC. *L'Encéphale*. 2017;43:429-34.
- [5] Lerdal, A, Gay CL. Acute-phase fatigue predicts limitations with activities of daily living 18 months after first-ever stroke. *J. Stroke Cerebrovasc. Dis*. 2017;26: 523-31.
- [6] Schinwelski MJ, Sitek EJ, Wąz, P, et al. Prevalence and predictors of post-stroke spasticity and its impact on daily living and quality of life. *Neurol. Neurochir. Pol*. 2019;53:449-57.
- [7] Jankowska AM, Klimkiewicz R, Kubsik A, et al. Location of the ischemic focus in rehabilitated stroke patients with impairment of executive functions. *Adv. Clin. Exp. Med*.

- 2017;26:767-76.
- [8] Pollock RD, Rafferty GF, Moxham J, et al. Respiratory muscle strength and training in stroke and neurology: a systematic review. *Int J Stroke*. 2013;8:124-130.
- [9] Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86:1974-8.
- [10] Britto RR, Rezende NR, Marinho KC et al. Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(2):184-90.
- [11] De Almeida IC, Clementino AC, Rocha EH, et al. Effects of hemiplegia on pulmonary function and diaphragmatic dome displacement. *Respir Physiol Neurobiol*. 2011; 178(2):196-201.
- [12] Lanini B, Bianchi R, Romagnoli I, et al. Chest wall kinematics in patients with hemiplegia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(1):109-13.
- [13] Roth EJ, Noll SF. Stroke rehabilitation. 2. Comorbidities and complications. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994;75(5 Spec No):S42-6.
- [14] Lima IN, Fregonezi GA, Melo R et al. Acute effects of volume-oriented incentive spirometry on chest wall volumes in patients after a stroke. *Respir Care*. 2014; 59(7):1101-7.
- [15] Sutbeyaz ST, Koseoglu F, Inan L, et al. Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2010;24(3):240-50.
- [16] Messaggi-Sartor M, Guillen-Sola A, Depolo M et al. Inspiratory and expiratory muscle training in subacute stroke: A randomized clinical trial. *Neurology*. 2015;85(7):564-72.
- [17] Queiroz AZ, da Siliva DD, Amorim R, Lira C, Bassini SR, Uematsu ED. Treino muscular respiratorio associado a eletroestimulacao diafragmatica em hemipareticos. *Rev Neurocienc*. 2014; 22:294-9.
- [18] Ezeugwu VE, Olaogun M, Mbada CE, et al. Comparative lung function performance of stroke survivors and age-matched and sex-matched controls. *Physiotherapy Research International*. 2013;18(4):212-9.
- [19] Gosselink R, Houtmeyers E. *Physiotherapy*. Eur Respir Monogr. 2000;13:70-89.
- [20] Sezer N, Ordu NK, Sutbeyaz ST, et al. Cardiopulmonary and metabolic responses to maximum exercise and aerobic capacity in hemiplegic patients. *Funct Neurol*. 2004; 19(4):233-8.
- [21] Troosters T, Casaburi R, Gosselink R, et al. Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005;172(1):19-38.
- [22] Brown R, DiMarco AF, Hoit JD, et al. Respiratory dysfunction and management in spinal cord injury. *Respir Care*. 2006;51(8):853-68.
- [23] Chen CF, Lien IN, Wu MC, et al. Respiratory function in patients with spinal cord injuries: effects of posture. *Paraplegia*. 1990;28(2):81-6.
- [24] Harvey RL, Roth EJ, Yu D, et al. Rehabilitation in stroke syndromes. *Physical medicine and rehabilitation*. Philadelphia; Saunders Elsevier. 2007;1175-212.
- [25] Chiara T, Martin AD, Davenport PW, et al. Expiratory muscle strength training in persons with multiple sclerosis having mild to moderate disability: effect on maximal expiratory pressure, pulmonary function, and maximal voluntary cough. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006; 87(4):468-73.
- [26] Kim TY, Kim KY, Lambeck J, et al. Hydrotherapy in rheumatoid arthritis. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 2000;12(3):407-14.
- [27] Ruoti RG, Moris DM, Cole AJ, et al. (1997). *Aquatic rehabilitation*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins.
- [28] Becker BE. Aquatic therapy: scientific foundation and clinical rehabilitation applications. *Phys Med Rehabil*. 2009;1(9):859-872.
- [29] Getz M, Hutzler Y, Vermeer A, et al. The effect of

- aquatic and land-based training on the metabolic cost of walking and motor performance in children with cerebral palsy: A pilot study. International Scholarly Research Network. 2012.
- [30] Park KS, Choi JK, Park YS, et al. Cardiovascular regulation during water immersion. *Appl Human Sci.* 1999; 18: 233-42.
- [31] Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, et al. Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective; a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2007;115:2358-68.
- [32] Song JM, Kim SM. The effect of aquatic exercise on the improvement of physical and pulmonary function after stroke. *The Journal of Korean Physical Therapy.* 2009;21(2):15-22.
- [33] Nam SN, Kim JH, Cho YS. The Effect of Aqua rehabilitation Exercise on the cardiopulmonary function improving in a cerebral apoplexy hemiplegia case. *Exercise Science.* 2004;13(2):141-50.
- [34] Kim TY, Yoon HJ, Lambeck J, et al. Halliwick therapy. *Journal of Korean Academy of Physical Therapists.* 1998;5(3):9-15.
- [35] Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, et al. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *J Aging Phys Act.* 2002;10(4):476-88.
- [36] Finkelstein SM, Lindgren B, Prasad B, et al. Reliability and validity of spirometry measurements in a paperless home monitoring diary program for lung transplantation. *Heart Lung.* 1993;22(6):523-33.
- [37] Roth EJ, Nussbaum SB, Berkowitz M, et al. (1995) Pulmonary function testing in spinal cord injury: correlation with vital capacity. *Paraplegia.* 33(8), 454-7.
- [38] Chu KS, Eng JJ, Dawson AS, et al. Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: a randomized controlled trial 1. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2004;85(6):870-4.
- [39] Yang HJ, Choi JD. Effects of underwater treadmill gait training on gait, balance, and pulmonary function in stroke patients. *Phys Ther Korea.* 2015;22(4):34-43.
- [40] C.K. Muralidharan. Effectiveness of water aerobics in improving chest mobility and pulmonary function in chronic stroke patients. *Biomedicine.* 2022;42(3):616-9.
- [41] Arborelius M Jr, Ballidin UI, Lilja B, et al. Hemodynamic changes in man during immersion with the head above water. *Aerosp Med.* 1972;43:592-8.
- [42] Cole, AJ, Becker, BE. (2004) *Comprehensive Aquatic Therapy*, second edition.
- [43] McCool FD, Tzelepis. Inspiratory muscle training in the patient with neuromuscular disease. *Phys Ther.* 1995;75(11); 1006-14.
- [44] Mirtz TA. Acute respiratory distress syndrome: clinical recognition and preventive management in chiropractic acute care practice. *J Manipulative Physiol Ther.* 2001; 24:467-73.
- [45] Larson JI, Kim MJ, Sharp JT, et al. Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1988;138:689-96.
- [46] Beckerman M, Magadle R, Weiner M, et al. The effects of 1 year of specific inspiratory muscle training in patients with COPD. *Chest.* 2005;128(5):3177-82.