

# 대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science  
2020. 12. Vol. 27, No.3, pp. 1-11

## 저항성 들숨근 훈련이 뇌졸중 환자의 호흡기능에 미치는 영향

이소윤<sup>1</sup> · 한진태<sup>2</sup>

<sup>1</sup>거제시보건소 · <sup>2</sup>경성대학교 물리치료학과

## The effect of resistance inspiratory muscle training on respiratory function in stroke

So Yun Lee<sup>1</sup>, M.Sc., P.T. · Jin Tae Han<sup>2</sup>, Ph.D., P.T.

<sup>1</sup>Geoje Health Center

<sup>2</sup>Dept. of Physical Therapy, Kyung Sung University

### Abstract

**Background:** The purpose of this study was to investigate the effects of threshold resistance inspiratory muscle training on respiratory function in chronic stroke patients.

**Design:** Randomized Controlled Trial

**Methods:** Eighteen patients with stroke were randomly assigned to the experimental group ( $n=9$ ) and control group ( $n=9$ ) for all testing and training. The experimental group underwent threshold resistance inspiratory muscle training with resistance adjusted to maximal inspiratory pressure, 60 breaths a day and general physical therapy 30 minutes a day, 5 times a week for 4 weeks. The control group was given general respiratory muscle training and general physical therapy for 4 weeks in the same way. Respiratory function, walking ability were evaluated before and after the intervention. Statistical significance of the results was evaluated by ANCOVA between control group and experimental group after intervention.

**Results:** There was a significant increase in FVC and FEV1 in the experimental group in pulmonary function tests ( $p<0.05$ ). There was a significant difference with the maximum inspiratory pressure and the maximum inspiratory flow rate between experimental and control group ( $p<0.05$ ). There was no significant difference with the maximum inspiratory capacity between experimental and control group ( $p>0.05$ ) but the maximum inspiratory capacity of the experimental group was somewhat increased compared to that of the control group.

**Conclusion:** These findings gave some indications that the threshold resistance inspiratory training may benefit on pulmonary function in people with stroke, and it is feasible to be included in rehabilitation interventions with this population.

**Key words:** Inspiratory muscle training, Respiratory function, Stroke

© 2020 by the Korean Physical Therapy Science

교신저자: 한진태

주소: 부산시 남구 수영로 309 경성대학교 12호관 403호, 전화: 051-663-4871, E-mail: jthan2001@ks.ac.kr

## I. 서론

뇌졸중 환자는 독립적인 생활을 하는데 어려움을 겪게 되며(Duncan 등, 2002), 감각 손상, 인지 장애, 운동 장애, 언어 장애, 시각 장애, 연하 장애 등이 발생하게 되고(Mercier 등, 2001), 운동 장애로 인한 지구력 감소와 심폐기능 저하가 나타나게 된다(Frownfelter와 Dean, 2012). 심폐기능의 저하는 뇌졸중 환자의 생명유지와 신체적 기능 수준 및 삶의 질에 중요한 영향을 미치기 때문에 심폐기능 측정을 통해 환자의 예후 및 정도를 평가하여 치료적 중재에 적극 활용해야 한다(Skinner, 2005).

뇌졸중 환자의 대표적인 증상인 경직과 제한된 움직임, 그리고 근육사용의 제한은 심폐기능의 약화로 호흡운동 효율성이 줄어들고 심폐기능과 폐용적의 감소를 가져온다(Frownfelter와 Dean, 2012). 들숨근력의 강도는 동일 연령대의 정상인에 비해 절반가량으로 감소되고(Harraf 등, 2008), 호흡근 수축 패턴의 변화로 호흡근의 약화와 폐용량의 감소 등이 나타나게 된다. 뇌졸중 환자의 호흡기능 저하는 폐에서 원활한 가스교환이 이루어지지 못하여 발생하게 되는데, 그로 인하여 지구력을 필요로 하는 유산소 운동 시에 쉽게 피로해질 수 있다(Lanini 등, 2003). 호흡기능의 향상을 위한 호흡운동은 호흡근의 강화와 지구력 강화를 목적으로 한다. 들숨의 주된 근육은 가로막과 갈비바깥사이근으로 이 근육들이 수축할 때 가슴안의 용량이 증가하고 폐도 확장된다(Beaumont 등, 2015). 호흡근의 약화는 호흡근과 운동 수행에 어려움이 발생하므로 환기 근육 훈련을 통해 호흡근 기능을 강화하여 숨가쁜(gasping) 호흡을 감소시키고 운동 내성을 증진하는 치료적 중재가 요구된다(Weiner 등, 2003). Sutbeyaz 등(2010)은 뇌졸중 환자들을 대상으로 40%~60%의 최대 들숨압력으로 들숨근 훈련을 실시한 결과, 폐기능, 호흡근력, 삶의 질에서 호흡 재교육 훈련군이 대조군보다 더 효과적이라고 하였다.

Kisner와 Colby(2013)는 호흡하는 동안 가슴우리를 충분히 확장시킬 수 있도록 몸통의 움직임을 강화시켜주면 호흡의 깊이와 형태를 조절할 수 있으며, 호흡능력 또한 향상시킬 수 있다고 하였다. 조남옥 등(2007)은 목뼈 손상 환자가 바로 누운 자세에서 복식 호흡훈련으로 호흡기능의 긍정적인 효과를 검증하였다. 또한 정영중(2001)은 근위축성 측색 경화증 환자에게 가로막 호흡, 복근 강화운동, 입술 오므리기 호흡, 유발성 폐활량계를 사용한 운동치료가 호흡기능 증진에 효과가 있다고 하였다. Gosselink 등(2011)은 만성 폐쇄성 폐질환 환자를 대상으로 들숨근 훈련을 하였을 때 들숨근 근력, 들숨근 지구력, 호흡근력의 증상과 운동능력이 향상되었으며, 들숨근 훈련은 흡기근 기능을 향상시키는 유일한 치료방법이라고 하였다.

호흡기능의 향상을 위한 들숨근 훈련(inspiratory muscle training)은 뇌졸중 환자의 호흡기능, 심폐능력, 일상생활 동작, 삶의 질 향상, 호흡근력 강화, 지구력 증진 등에 효과적이고 안전한 훈련방법이다(Dall'Ago 등, 2006; Xiao 등, 2012). 들숨근 훈련은 배가근과 들숨 보조 근육에 부하를 적용함으로써 근육들의 근력과 지구력 향상에 도움을 준다고 하였고(Moodie 등, 2011), 들숨근 약증 환자를 대상으로 호흡근 강화를 위한 중재 방법 비교 시 6분 걷기나 지구력 운동보다 들숨근 저항 훈련이 근력 증가에 효과적이라고 하였다(Mador 등, 2005).

뇌졸중 환자의 기능적 회복만을 목적으로 하는 일반적인 뇌졸중 재활프로그램은 심폐능력 증진에 충분하지 않을 것이라고 하였으며(Kelly 등, 2003), 이전형 등(2009)은 뇌졸중 환자들에게 폐기능의 저하로 인한 문제가 보편적으로 나타날 수 있다고 하였고 이러한 문제를 해결하기 위해 호흡기능을 향상시키기 위한 연구의 필요성을 강조하였다. 하지만 현재 뇌졸중 환자의 호흡기능 회복을 위한 운동프로그램에 대한 연구는 부족한 실정이며, 더욱이 그 중재들 간의 효과를 비교한 연구는 부족하다. 따라서 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에게 들숨근 저항훈련 적용이 호흡기능에 대한 효과를 검증하는 것은 충분히 의미가 있을 것이다. 본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 한 4주 동안의 역치 저항성 들숨근 훈련이 호흡기능을 얼마나 개선할 수 있는지 확인하고

역치 저항성 들숨근 훈련이 뇌졸중 환자의 중재방법으로 적용 가능한지 과학적 기초 자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 병원에서 치료를 받고 있는 환자 중 뇌졸중으로 의사의 진단을 받은 18명을 대상으로 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 따를 수 있는 한국형 간이정신상태판별검사(Mini-Mental State Examination-Korean version) 점수가 24점 이상인자(박창식과 송병호, 2012), 발병 이전에 특별한 폐질환의 병력이 없는 자, 선천적 가슴우리의 변형이나 갈비뼈 골절 등의 손상이 없는 자, 폐 기능의 향상을 위해 특별한 치료를 받지 않았던 자, 적절하게 입술을 오므리며 안면 마비가 없는 자, 보조 장구를 이용하거나 독립적으로 보행이 가능한 자, 최근 1년 이내에 본 연구와 유사한 연구에 참여한 경험이 없는 자로 하였고, 가슴 또는 배 수술을 받은 자, 신경근육계 조절에 방해할 수 있는 약을 복용하거나 테스트를 수행할 수 없는 자는 제외하였다. 본 연구의 목적을 설명한 후 자발적 동의를 한 대상자를 선정하였으며 생명연구윤리위원회의 승인 받아 진행하였다(KSU-18-05-002-0618).

### 2. 실험도구

#### 1) 폐기능 검사

폐활량 검사는 폐활량계(Cardiotouch 3000, Bionet, USA)를 이용하여 노력성 폐활량(forced vital capacity)과 1초간 노력성 날숨량(forced expiratory volume at one second)을 측정하였다. 가능한 최대한 공기를 들이 마신 후 최대한 빠르고 세게 공기를 불어 내는 방법을 노력성 날숨 방법(forced expiratory maneuver)이라고 하며, 노력성 폐활량은 노력성 날숨 방법으로 가능한 최대한 공기를 들이 마신 후, 최대한 빠르고 세게 불어 낸 공기의 양(L)을 의미한다. 1초간 노력성 날숨량은 노력성 폐활량을 측정할 때 처음 1초간의 공기 양을 말한다(김경 등, 2013). 대상자가 편안하게 의자에 앉은 자세에서 측정하였고, 정확한 폐활량 측정을 위하여 대상자가 이해할 수 있도록 충분한 설명을 하고 시범을 보여준 다음 실시하였다(박진영 등, 2018).

#### 2) 들숨기능 검사

들숨기능 검사는 파워브리드(POWERbreathe K5-AP11003, APSUN Inc., Korea)를 이용하여 검사하였다. 최대 들숨압력은 들숨 시 발생하는 압력( $\text{cmH}_2\text{O}$ )을 측정, 최대 들숨유속은 들숨 시 공기 흐름(Liters/sec)를 측정, 그리고 최대 들숨량은 들숨 시 마시는 공기의 양(Liters)을 측정하였다(김현승 등, 2019). 최대 들숨압력, 최대 들숨유속, 최대 들숨량을 측정하기 위해 대상자가 편안하게 의자에 앉은 자세에서 마우스피스를 공기가 새지 않도록 최대한 입술을 밀착시켜 물고 정면을 바라보고 앉아 시작 신호를 기다리게 하였다. 실험자는 대상자가 편하게 날숨 하도록 한 후 검사자가 '시작' 신호를 보내 최대 들숨압력  $3\text{cmH}_2\text{O}$  이상을 구현 할 수 있도록 하고, 대상자는 즉시 최대한 깊고 빠르게 들숨 하도록 하였다. 대상자가 잔기용량까지 최대로 숨을 내쉬 후 한 번에 최대로 들이 마실 수 있는 압력을 측정하였다. 정확한 들숨기능 측정을 위하여 대상자가 이해할 수 있도록 충분한 설명을 하고 시범을 보여준 다음 실시하였다.

### 3. 실험절차

대상자들은 실험군과 대조군으로 무작위 배정하였다. 각 군은 중재 전·후에 노력성 폐활량, 1초간 노력성 날숨량, 최대 들숨압력, 최대 들숨유속, 최대 들숨량을 측정하였다. 각 측정변수들은 3회 이상을 반복 측정하여 재현성 있는 값 중 가장 큰 값을 선택하였다. 본 연구에서는 대상자들의 피로감을 없애기 위하여 측정 사이에 약 10분간의 휴식시간을 두었다.

#### 1) 저항성 들숨근 운동(실험군)

호흡운동은 미국흉부학회(american thoracic society)에서 호흡운동 프로그램으로 권장하는 내용을 한국 현실에 맞게 개선하여 프로그램을 준비단계, 호흡근 강화 운동단계, 정리단계로 나누어 운동을 실시하였다. 준비운동 단계에서는 앉은 자세에서 약 10분간 갈비 사이근, 큰가슴근, 등세모근, 목빗근을 가볍게 신장시켜 긴장을 완화시키는 호흡 체조를 시행하였다. 운동단계에서는 파워브리드(POWERbreathe K5-AP11003, APSUN Inc., Korea) 장비를 사용하여 실시하였다(Figure 1). 실험자는 역치 저항성 들숨근 강화운동을 실행하기 전에 대상자에게 의자에 바로 앉아 편안한 자세로 준비시킨다. 그 이후의 들숨근 강화운동 강도 증가는 Romer 등(2002)이 제시한 운동 프로토콜을 사용하였는데, 1회 들숨근 강화운동 시 30RM을 수행 할 수 있는 강도를 대상자 스스로 관찰자가 되어 부하를 주기적으로 증가시키도록 하였다. 1회 운동 시간은 Klusiewicz 등(2008)의 연구에서 제시한 것처럼 30번의 들숨 시 5분을 넘기지 않게 하였다. 들숨근 강화운동은 앉은 자세에서 코마개를 착용하고 흉부의 용적이 커지는 것을 대상자 스스로 느끼도록 하였고, 상체의 움직임이 크게 움직이지 않게 요구하였다. 들숨 시 마우스 피스에 입을 밀착시켜 공기가 새어나가지 않도록 견고하게 물도록 요구하였고, 들숨 시에는 강하고 깊게 최대의 노력으로 흡입하고 날숨 시에는 흉부가 이완되는 느낌으로 천천히 길게 불도록 요구하였다. 대상자에게 역치 저항성 들숨근 강화운동을 충분히 이해할 수 있도록 설명과 시범을 보여준 다음 실행하였다. 정리단계에서는 깊은 숨쉬기 운동을 하였다. 훈련시간은 총 30분으로, 1세트당 10분의 훈련과 5분의 휴식시간을 제공하여 2세트로 구성되며, 4주 동안, 주 5회 훈련을 중재하였다. 그리고 일반적인 물리치료는 3년차 이상의 물리치료사에 의해 30분간 시행되었다. 중추신경계발달치료, 매트훈련, 보행훈련을 환자의 수준에 맞게 난이도를 조절하여 실시하며 체간 조절 능력을 높이기 위해 체간 안정성 운동에 초점을 맞추어 실시했다.



Figure 1. Threshold resistance inspiratory muscle training

#### 2) 일반 호흡근 훈련(대조군)

일반 호흡근 훈련은 가로막 저항운동과 입술 오므리기 운동이 결합된 운동으로 대상자는 엉덩관절과 무릎관절을 굽히고 바로 누운 자세에서 어깨와 가슴 근육을 이완시킨 후 들숨 시에는 가로막 저항운동을 하고 날숨

시에에는 입술 오므리기 운동을 하였다. 실험자는 가슴우리 바로 밑부분, 칼돌기를 중심으로 양손의 엄지손가락을 가슴우리의 안쪽 위 가쪽 면에서 가로막을 촉진하였다(Figure 2). 들숨 시에 실험자가 배 위쪽 부위에 환자가 견딜만한 저항을 주고 7초간 유지한 후 날숨 시에 느슨하게 닫혀진 입술이 저항으로 작용하게 하여 부드럽게 공기가 마지막까지 배출되도록 하였다(Jones 등, 2003). 대상자가 최대 들숨을 하는 동안 실험자는 양손으로 가로막의 아랫방향 움직임에 반대방향으로 저항을 주며, 최대 들숨 후 완전한 날숨 동안에도 같은 방향으로 저항을 준다. 이 때 저항은 움직임을 방해하지 않는 선에서 최대 강도로 적용한다(Adler 등, 2014). 훈련시간은 총 30분으로, 1세트당 10분의 훈련과 5분의 휴식시간을 제공하여 2세트로 구성되며, 4주 동안, 주 5회 훈련을 중재하였다. 훈련 전 2~3회 정도 호흡근 훈련에 익숙해지도록 실험자가 정확한 방법을 재교육한 후에 실시하였으며, 호흡근 훈련 중에 환자가 피로나 어지러움을 호소하면 휴식을 취한 후 다시 실시하였다. 그리고 일반 물리치료는 저항성 들숨 운동군과 동일하게 적용하였다.



Figure 2. General respiratory muscle training

#### 4. 자료분석

본 연구의 결과 분석은 SPSS 26.0(IBM SPSS Inc., USA) 통계 프로그램을 이용하여 처리하였다. 중재 후 각 군 간의 호흡기능의 차이를 알아보기 위하여 중재 전 측정값을 공변량으로 처리한 공분산분석(ANCOVA)를 실시하였다. 각 항목의 측정 결과는 평균과 표준편차로 제시하였으며, 모든 통계처리는 유의수준( $\alpha$ )은 .05로 하였다.

### Ⅲ. 연구결과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특징

본 연구에서는 뇌졸중으로 진단 받은 18명의 대상자가 참여하였으며, 연구 대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1). 성별은 대조군은 남자 5명, 여자 4명, 실험군은 남자 6명, 여자 3명이 참여하였으며 대조군과 실험군의 평균 나이는 각각  $64.55 \pm 6.18$ 세,  $60.44 \pm 6.91$ 세였고, 평균 신장은 각각  $162.55 \pm 8.09$ cm,  $166.22 \pm 6.43$ cm, 평균 체중은 각각  $59.33 \pm 8.88$ kg,  $65 \pm 8.41$  kg이었다. 발병기간은 대조군이  $28.77 \pm 20.11$ 개월, 실험군이  $27.11 \pm 18.42$ 개월 이었고, 대조군에서 뇌출혈 5명, 뇌경색 4명, 실험군에서 뇌출혈 3명, 뇌경색 6명 이었다. 대조군과 실험군 모두 각각 왼쪽 편마비 5명, 오른쪽 편마비 4명이었다. 그리고 두 군간 나이, 신장, 체중, 발병기간, 손상요인, 마비측수에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

Table 1. General characteristics of subjects

Variables		Control group (n=9)	Experimental group (n=9)
Gender	Male	5	6
	Female	4	3
Age (years)		64.55±6.18 <sup>a</sup>	60.44±6.91
Height (cm)		162.55±8.09	166.22±6.43
Weight (kg)		59.33±8.88	65±8.41
Duration (month)		28.77±20.11	27.11±18.42
Etiology	Hemorrhage	5	3
	Infarction	4	6
Plegic side	Left	5	5
	Right	4	4

<sup>a</sup>Mean±SD

## 2. 저항성 들숨근 훈련 중재 후 그룹 간 폐기능 비교

### 1) 노력성 폐활량 비교

중재 후 노력성 폐활량 변화를 비교한 결과, 대조군의 노력성 폐활량은 중재 후 2.28±0.46 L, 실험군은 2.34±0.45 L로 나타났다<Table 2>. 역시 저항성 들숨근 훈련 중재 후 실험군이 대조군보다 노력성 폐활량은 증가하였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

### 2) 1초간 노력성 날숨량 비교

중재 후 1초간 노력성 날숨량 변화를 비교한 결과, 대조군의 1초간 노력성 날숨량은 중재 후 2.1±0.42 L, 실험군은 2.28±0.44 L로 나타났다<Table 2>. 역시 저항성 들숨근 훈련 중재 후 실험군이 대조군보다 1초간 노력성 날숨량은 증가하였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

Table 2. Comparisons of vital capacity between control and experimental group after intervention (unit : L)

Variables	Control group (n=9)		Experimental group (n=9)		F	p
	pre	post	pre	post		
FVC	2.21±0.44 <sup>a</sup>	2.28±0.46	1.92±0.45	2.34±0.45	13.38	0.00*
FEV1	1.99±0.41	2.1±0.42	1.86±0.43	2.28±0.44	8.21	0.01*

<sup>a</sup>Mean±SD, \* $p<0.05$ , FVC=forced vital capacity; FEV1=forced expiratory volume at one second.

## 3. 저항성 들숨근 훈련 중재후 그룹 간 들숨기능 비교

### 1) 최대 들숨압력(maximum inspiratory pressure) 비교

중재 후 최대 들숨압력 변화를 비교한 결과, 대조군의 최대 들숨압력은 89.17±26.26 cmH<sub>2</sub>O, 실험군은 103.04±32.7 cmH<sub>2</sub>O로 나타났다<Table 3>. 역시 저항성 들숨근 훈련 중재 후 실험군이 대조군 보다 최대 들숨압

력은 증가하였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

## 2) 최대 들숨유속(maximum inspiratory flow rate) 비교

중재 후 최대 들숨유속 변화를 비교한 결과, 대조군의 최대 들숨유속은  $4.96\pm 1.46$  L/sec, 실험군은  $5.71\pm 1.73$  L/sec로 나타났다<Table 3>. 역시 저항성 들숨근 훈련 중재 후 실험군이 대조군 보다 최대 들숨유속은 증가하였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

## 3) 최대 들숨량(maximum inspiratory capacity) 비교

중재 후 최대 들숨량 변화를 비교한 결과, 대조군의 최대 들숨량은  $1.52\pm 0.54$  L, 실험군은  $1.53\pm 0.5$  L로 나타났다<Table 3>. 역시 저항성 들숨근 훈련 중재 후 실험군이 대조군보다 최대 들숨량은 다소 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ ).

Table 3. Comparisons of inspiratory function between control and experimental group after intervention (unit : cmH<sub>2</sub>O)

Variables	Control group (n=9)		Experimental group (n=9)		F	p
	pre	post	pre	post		
MIP	91.5±34.65 <sup>a</sup>	89.17±26.26	88.92±35.54	103.04±32.7	4.61	0.04*
MIFR	5.08±1.86	4.96±1.46	4.93±1.97	5.71±1.73	5.22	0.03*
MIC	1.69±0.79	1.52±0.54	1.41±0.58	1.53±0.50	2.88	0.11

<sup>a</sup>Mean±SD, \* $p<0.05$ , MIP=maximum inspiratory pressure; MIFR: maximum inspiratory flow rate; MIC=maximum inspiratory capacity

## IV. 고 찰

본 연구는 역시 저항성 들숨근 훈련이 뇌졸중 환자의 호흡기능에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 연구 대상자는 뇌졸중으로 진단을 받은 입원 환자 18명으로, 4주간 실험을 실시하였으며 중재 전·후에 호흡기능을 평가하였다.

실험군의 중재 후 노력성 폐활량은 대조군보다 통계적으로 유의하게 증가하였고 중재 후 1초간 노력성 날숨량 역시 실험군이 대조군보다 통계적으로 유의하게 증가하였다. 노력성 폐활량과 1초간 노력성 날숨량은 폐의 기능을 평가할 수 있으며(Roth 등, 2010), 호흡기능의 수준 및 가슴우리의 용적을 추정할 수 있는 지표로 노력성 폐활량, 1초간 노력성 날숨량등이 사용되어져 왔으며(Kisner와 Colby, 2007), 본 연구에서는 노력성 폐활량, 1초간 노력성 날숨량을 평가하였다. 뇌졸중 환자의 호흡능력 저하에 관한 선행연구를 보면, 김재현(2000)은 뇌졸중 환자의 평균 폐활량이 2.37L로 정상치의 약 79%로 크게 감소하였고, 노력성 폐활량은 76.3%로 정상 예측치의 80% 미만으로 제한성 환기 장애를 보인다고 하였다. 선행 연구에서 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 들숨근 훈련과 호흡 재교육 훈련의 효과를 비교하기 위하여 6주간의 중재를 적용한 후 폐기능을 비교한 결과, 들숨근 훈련 중재군에서 노력성 폐활량과 1초간 노력성 날숨량의 유의한 향상이 있었다고 보고되었다(Sutbeyaz 등, 2010). 노력성 폐활량의 중재 전·후를 비교한 결과, 실험군은  $1.92\pm 0.45$  L에서  $2.34\pm 0.45$  L로 증가하여 유의한 차이가 있었고, 대조군은  $2.21\pm 0.44$  L에서  $2.28\pm 0.46$  L로 증가하였지만 유의한 차이는 없었다. 역시 저항성 들숨근 훈련에 따른 1초간 노력성 날숨량에서는 실험군에서  $1.86\pm 0.43$  L에서  $2.28\pm 0.44$  L로 증가하여 유의한 차이가 있었고, 대조군

에서도  $1.99 \pm 0.41$  L에서  $2.10 \pm 0.42$  L로 증가하여 유의한 차이가 있었다. 역치 저항성 들숨근 훈련에 따라 그룹 간에도 유의한 차이가 있었다. 본 연구의 이러한 결과는 선행 연구와 같은 결과로서 들숨근 훈련은 노력성 폐활량과 1초간 노력성 날숨량의 증가에 효과적인 중재방법임을 확인하였다. 이는 뇌졸중 환자를 대상으로 가슴우리 확장운동을 4주간 실시한 결과 노력성 폐활량, 1초간 노력성 날숨량 모두 유의하게 증가하였다고 보고한 선행 연구와 동일한 결과를 보였다(서교철 등, 2012).

본 연구의 중재 전·후 들숨기능의 비교에서 최대 들숨압력은 실험군에서  $88.92 \pm 35.54$  cmH<sub>2</sub>O에서  $103.04 \pm 32.7$  cmH<sub>2</sub>O로 증가하였고, 대조군은  $91.50 \pm 34.65$  cmH<sub>2</sub>O에서  $89.17 \pm 26.26$  cmH<sub>2</sub>O로 감소하였고 중재 후 최대 들숨압력은 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 최대 들숨유속은 실험군에서  $4.93 \pm 1.97$  L/sec에서  $5.71 \pm 1.73$  L/sec로 증가하였고, 대조군은  $5.08 \pm 1.86$  L/sec에서  $4.96 \pm 1.46$  L/sec로 감소하였고 중재 후 최대 들숨유속은 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 최대 들숨량은 실험군에서  $1.41 \pm 0.58$  L에서  $1.53 \pm 0.50$  L로 증가하였고, 대조군에서  $1.69 \pm 0.79$  L에서  $1.52 \pm 0.54$  L로 감소하였으나 중재 후 최대 들숨량은 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 이러한 결과는 최대 들숨 시에는 호흡 보조근을 사용하게 되는데, 일반적 호흡근 훈련보다 역치 저항성 들숨근 훈련에서 호흡근이 지속적인 저항에 더 많이 노출되기 때문에, 과부하의 원리에 의해 근력이 증가되고, 신경근의 동원패턴이 향상되었기 때문이라고 생각된다. 들숨근육들은 근 형태학상으로는 기능적으로 골격근이며, 적절한 생리적 부하를 이용한 훈련을 시행할 경우 다른 골격근과 마찬가지로 들숨근 훈련 시 들숨근 근력 향상으로 인한 최대 들숨압력의 향상과 지구력의 향상이 나타난다(Enright와 Unnithan, 2011; Pollock, 2013). Sutbeyaz 등(2010)은 아급성기 뇌졸중 환자 45명을 대상으로 6주간의 들숨 근육 훈련이 폐기능과 최대 들숨압력, 운동 수행 능력을 향상시킨다고 하였고, Britto 등(2011)의 연구에서도 9주 동안 21명의 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 들숨근육 운동군과 대조군으로 나누어 들숨근육 운동을 시행하였고 들숨근육 운동군에서 최대 들숨압력과 지구력 향상에 효과가 있다고 보고하였다.

이런 선행 연구의 결과를 볼 때 폐기능 향상을 위해 들숨근육 강화 훈련 프로그램이 효과적이라고 판단된다. 노력성 폐활량, 1초간 노력성 날숨량 모두 호흡기능을 평가하는 중요한 요소들이며, 실험군은 대조군과 비교하여 유의한 증가를 보였으므로 전체적인 호흡기능 증진에 더 효과적이라고 할 수 있다. 최대 들숨압력, 최대 들숨유속, 최대 들숨량 역시 호흡에 관련된 기본적인 요소들의 원활한 상호작용이 전제되어야 되기 때문에, 대조군에 비하여 더 큰 변화를 보인 실험군의 결과를 해석하는데 어려움은 없을 것으로 생각된다. 뇌졸중 환자는 동일 연령대의 정상인에 비하여 최대 들숨능력이 23~53% 감소되어 있기 때문에 충분한 산소를 흡수하지 못하여 폐의 가스교환에 문제가 발생하고, 발성, 객담 배출에도 부정적인 영향을 미치게 된다(Harraf 등, 2008). 또한 근피로도 역시 증가하여 일상생활에도 악영향을 끼칠 수 있으며, 들숨 능력이 현저히 감소될 경우 호흡 곤란을 초래할 수 있다(Annoni 등, 1990). Moodie 등(2011)은 가로막과 들숨 보조근육에 부하를 가하여 들숨근의 근력과 지구력을 향상시키는데 들숨근 호흡운동이 계획적이고 체계적으로 진행될 수 있도록 과부하 원리(over load), 점진성 원리(progressive), 개별성 원리(individual), 계속성 원리(continue), 가역성 원리(reversibility) 등의 5가지 트레이닝 기본적인 원칙을 바탕으로 적용하는 운동방법이라고 하였는데, 본 연구에서도 이러한 선행연구를 바탕으로 편마비로 약화된 호흡근육의 운동성과 근력 및 지구력을 증가시키기 위해 들숨근 호흡훈련을 중재하고 들숨기능을 평가하였다. 들숨근 훈련은 뇌졸중 환자의 운동능력, 들숨근의 근력, 그리고 지구력 등에 매우 긍정적인 영향을 미치며(Larson 등, 1988; Beckerman 등, 2005), 일상생활동작, 호흡근의 기능, 걷기능력, 심폐기능, 삶의 질의 향상에도 영향을 미친다(Sutbeyaz 등, 2010; Britto 등, 2011). 선행 연구로서 뇌졸중 환자를 대상으로 최대 들숨압력의 40~60%의 강도로 6주 동안 들숨근 훈련을 시행한 결과 들숨압력과 폐용량, 운동능력, 지구력 등이 대조군과 비교하여 유의한 변화를 보였다고 하였다(Sutbeyaz 등, 2010). 또 다른 연구에서는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로



8주간 들숨근 훈련을 시행했으며, 그 결과 대조군에 비하여 최대 들숨압력이 유의하게 증가하였다는 결과를 보였다(Britto 등, 2011). Griffiths와 McConnell(2007)은 4주간의 들숨근육 훈련군과 날숨근육 훈련군으로 분류하여 호흡훈련을 실시한 결과, 날숨근육 훈련에서는 들숨근육과 날숨근육의 근력이 유의한 효과를 보이지 않았지만, 들숨근육 훈련에서는 들숨근육과 날숨근육의 근력이 유의한 효과를 보였다고 하였다. 역치 저항성 들숨근 훈련은 초기 들숨근 훈련 도구의 사용 방법과 훈련 과정을 교육한 후 치료사의 특별한 개입 없이 대상자 스스로 훈련을 진행할 수 있다는 장점이 있다. 장비 사용으로 인한 시각 되먹임의 중재를 더함으로써 훈련 시 더욱 집중하고 흥미를 유발시킬 수 있어, 환자에게 동기부여를 줄 수 있다는 장점이 있다.

본 연구의 제한점으로는 연구 대상자의 일상생활을 모두 통제하지 못하였고 특정기관에서 실시하였으며, 선정 조건을 만족하는 일부 환자를 대상으로 연구한 것으로 대상자의 수가 적어 연구의 결과를 모든 뇌졸중 환자에게 일반화하여 해석하는데 어려움이 있다는 것이다. 또한 재원기간 등을 고려하여 시행된 4주간의 중재로 실험이 종료되었기 때문에 추적 관찰이 이루어지지 못해 장기적인 효과를 판단하기가 어려우며 연구에서 중재된 치료 이외의 다른 치료를 통제하지 못하였다. 따라서 앞으로의 연구에서는 보다 많은 대상자의 참여와 반복 측정을 통하여, 중재로 인한 효과의 지속 시간을 평가 할 필요가 있을 것으로 생각된다.

## V. 결 론

본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 역치 저항성 들숨근 훈련이 호흡기능에 미치는 효과를 알아보려고 하였다. 본 연구에서는 역치 저항성 들숨근 훈련이 일반 호흡 훈련보다 뇌졸중 환자의 호흡기능 개선에 더 효율적임을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 들숨근 훈련도구를 이용한 역치 저항성 들숨근 훈련과 일반적 물리치료가 병행된다면 뇌졸중 환자의 호흡기능 증진에 매우 긍정적인 영향을 미치고, 효율적인 치료 중재방법으로 사용 가능할 것이다. 향후 역치 저항성 들숨근 훈련의 효과에 대한 추가적인 연구가 지속적으로 필요할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- 김경. 심장호흡물리치료. 서울: 정담미디어; 2013.
- 김재현. 호흡기계 물리치료가 뇌졸중환자의 폐기능 증진에 미치는 영향[석사학위논문]. 대구대학교 재활과학대학원; 2000.
- 김현승, 이동우, 조성현. 압력 생체되먹임 장치를 이용한 호흡재교육 운동이 뇌졸중 환자의 들숨기능에 미치는 영향. 재활복지공학회논문지 2019;13(3):219-29.
- 박진영, 김예슬, 박현주, 등. 진동 자극 유무에 따른 호흡 저항 훈련 시 폐 기능과 호흡근의 즉각적인 차이가 있을까?. 대한물리치료과학회지 2018;25(3):17-24.
- 박창식, 송병호. 뇌졸중 환자의 낮병원 프로그램이 도구적·일상생활활동 수행 능력과 삶의 만족도에 미치는 영향. 한국콘텐츠학회논문지 2012;12(11):267-77.
- 서교철, 김현애, 임상완. 흉곽확장운동이 뇌졸중 환자의 폐기능에 미치는 효과. 대한물리의학회지 2012;7(2):157-64.
- 이전형, 권유정, 김경. 호흡운동이 뇌졸중 환자의 흉곽 확장과 폐기능에 미치는 영향. 대한물리치료학회지

- 2009;21(3):25-32.
- 정영중. 근위축성 측색 경화증 환자에서 호흡운동 치료가 폐기능에 미치는 효과. 한국전문물리치료학회지 2001;8(4):71-80.
- 조남옥, 박수원, 김금순, 등. 호흡재활훈련이 경수손상 환자의 호흡기능에 미치는 효과. 재활간호학회지 2007;10(2):108-15.
- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice: An illustrated guide. 4<sup>th</sup> ed. Springer; 2014. p.288-91.
- Annoni JM, Ackermann D, Kesselring J. Respiratory function in chronic hemiplegia. *Int Disabil Stud* 1990;12:70-80.
- Beaumont M, Mialon P, Le Ber-Moy C, et al. Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: A randomized trial. *Chron Respir Dis* 2015;12(4):305-12.
- 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.
- 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.
- Duncan PW, Horner RD, Reker DM, et al. Adherence to postacute rehabilitation guidelines is associated with functional recovery in stroke. *Stroke* 2002;33(1):167-77.
- Dall'Ago P, Chiappa GR, Guths H, et al. Inspiratory Muscle Training in Patients With Heart Failure and Inspiratory Muscle Weakness. *J Am Coll Cardiol* 2006;47(4):757-63.
- Enright SJ, Unnithan VB. Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. *Phys Ther* 2011;91(6):894-905.
- Frownfelter D, Dean E. Cardiovascular and pulmonary Physical Therapy - Evidence and Practice. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Mosby; 2012.
- Griffiths LA, McConnell AK. The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. *Eur J Appl Physiol* 2007;99(5):457-66.
- Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, et al. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence. *Eur Respir J* 2011;37(2):416-25.
- Harraf F, Ward K, Man W, et al. Transcranial magnetic stimulation study of expiratory muscle weakness in acute ischemic stroke. *Neurology* 2008;71:2000-7.
- Jones AY, Dean E, Chow CC. Comparison of the oxygen cost of breathing exercise and apontaneous breathing in patients with stabel COPD. *Phys Ther* 2003;83(5):424-31.
- Kelly JO, Kilbreath SL, Davis GM, et al. Cardiorespiratory fitness and walking ability in subacute stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(12):1780-5.
- Kisner C, Colby LA. Management of Pulmonary Conditions. *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: F. A. Davis Co; 2007. pp.851-82.
- Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise : Foundations and Techniques*. 6<sup>th</sup> ed. Philadelphia: F. A. Davis; 2013.
- Klusiewicz A, Borkowski L, Zdanowicz R, et al. The inspiratory muscle training in elite rowers. *J Sports Med Phys Fitness* 2008;48(3):279-84.
- 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.
-

- Larson JL, 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.
- Mercier L, Audet T, Hebert R, et al. Impact of motor, cognitive, and perceptual disorders on ability to perform activities of daily living after stroke. *Stroke* 2001;32(11):2602-8.
- Mador MJ, Deniz O, Aggarwal A. Effect of respiratory muscle endurance training in patients with COPD undergoing pulmonary rehabilitation. *Chest* 2005;128(3):1216-24.
- Moodie L, Reeve J, Elkins M. Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: a systematic review. *J Physiother* 2011;57(4):213-21.
- 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(2):124-30.
- Roth EJ, Stenson KW, Powley S, et al. Expiratory muscle training in spinal cord injury: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91(6):857-61.
- Romer LM, McConnell AK, Jones DA. Effects of inspiratory muscle training on tim-trial performance in trained cyclists. *J Sports Sci* 2002;20(7):547-62.
- Skinner JS. Exercise testing & exercise prescription for special cases: t heoretical basis & clinical application. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
- 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. *Clini Rehabil* 2010;24(3):240-50.
- Weiner P, Magadle R, Beckerman M, et al. Comparison of specific expiratory, inspiratory, and combined muscle training programs in COPD. *Chest* 2003;124(4):1357-64.
- Xiao Y, Luo M, Wang J, et al. Inspiratory muscle training for the recovery of function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2012(5):CD009360.

[논문접수일(Date Received): 2020.10.02. / 논문수정일(Date Revised): 2020.10.28. / 논문게재승인일(Date Accepted): 2020.11.09.]