

## 호흡 기능 향상을 위한 들숨근 강화 훈련 방법 : 위팔운동을 동반한 가로막 호흡과 파워브리드 호흡의 효과 비교

이건철<sup>1</sup> · 추연기<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>경남정보대학교 물리치료과 교수, <sup>2\*</sup>구포성심병원 재활치료팀 팀장

### Inspiratory Muscle Strengthening Training Method to Improve Respiratory Function : Comparison of the Effects of Diaphragmatic Breathing with Upper Arm Exercise and Power-Breathe Breathing

Keon-Cheol Lee, PT, Ph.D<sup>1</sup> · Yeon-Ki Choo, PT, Ph.D<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology, Professor

<sup>2\*</sup>Dept. of Rehabilitation Therapy, Guposungshim Hospital, Manager

#### Abstract

**Purpose :** It was to compare changes in respiratory function (pulmonary function, inspiratory function) after four weeks of inspiratory muscle strengthening training (diaphragmatic breathing with upper arm exercise, Power-Breathe breathing) for 36 healthy people.

**Methods :** Subjects were randomly assigned to diaphragmatic breathing with upper arm exercise (Group I) and Power-breathe breathing (Group II) was conducted by the protocol for four weeks five times per week. As the main measurement method for comparison between groups For pulmonary function, Forced Vital Capacity (FVC) and Forced Expiratory Volume at One second (FEV<sub>1</sub>) were used, and for inspiratory function, Maximum Inspiratory Capacity (MIC), Maximum Inspiratory Pressure (MIP), and Maximum Inspiratory Flow Rate (MIFR) were used.

**Results :** In changes in pulmonary function between groups, FVC and FEV<sub>1</sub> showed no significant difference, and in inspiratory function changes, MIC showed no significant difference, but in MIP and MIFR, Group B significantly improved over Group A.

**Conclusion :** The progressive resistance training using the Power-breath device applied to the inspiratory muscle did not show a significant difference in the increase in the amount of air in the lungs and chest cage compared to the diaphragmatic breathing training accompanied by the upper arm exercise. However, by increasing the air inflow rate and pressure, it showed a more excellent effect on improving respiratory function.

---

**Key Words :** diaphragmatic breathing, inspiratory muscle strengthening training, power-breathe breathing, respiratory function, upper arm exercise

\*교신저자 : 추연기, promise1221@nate.com

논문접수일 : 2021년 7월 16일 | 수정일 : 2021년 8월 5일 | 게재승인일 : 2021년 8월 20일

# I. 서론

## 1. 연구의 배경 및 필요성

호흡은 공기 중에서 섭취된 산소를 신체의 각 조직까지 운반할 뿐만 아니라 운동 시 생성되는 이산화탄소를 몸 밖으로 배출시켜주는 순환시스템의 주요작용을 담당하며 우리의 건강을 유지하는 가장 기본적인 역할을 하는데 그 중요성은 물리치료를 포함한 여러 분야에서 더욱 커져가고 있다(Montes 등, 2016).

호흡의 두 분류인 들숨(inspiration)과 날숨(expiration)이 교대적으로 시행되는 호흡 훈련은 대상자가 가지고 있는 호흡기 질환의 임상적 증상들을 감별 진단하고 감소시킨다. 또한 호흡과 관련된 근육들의 활성을 증진시키고 최적의 산소포화도 유지하여 폐활량 등의 호흡 기능을 향상시키며 아울러 적절한 성장을 위한 신체적인 발육을 도와줄 수 있다고 한다(Kim 등, 2005). 특히 호흡 기능 향상을 위한 들숨근 강화 훈련은 심장과 폐의 능력 및 지구력의 증가와 기능적인 일상생활 활동으로 대표되는 삶의 질 향상을 위한 효과적인 방법으로 알려져 있다(Xiao 등, 2012).

전통적인 들숨근 강화 훈련 방법인 가로막 호흡은 가슴 호흡과 비교하여 허파파리를 80 %까지 활용할 수 있어 산소 및 이산화탄소와 같은 탄산가스를 효율적으로 교환하는 방법으로 안정 시 들숨에 75 % 가량을 담당하고 있는 가로막(diaphragm) 수축에 의해 발생되며 가슴 안과 배 안을 구분하는 지붕 모양의 구조를 통해 복부내압을 증가시키고 가슴우리를 확장시켜 들숨을 더욱 활성화하여 폐활량을 향상시킨다(Kim 등, 2005, Khedr 등, 2000). 또한 가로막은 위쪽으로 팔이음뼈를 포함한 위팔 근육들 및 아래쪽으로는 배쪽 깊은 근육들과 유기적인 연결 관계를 가지고 있어 위팔의 반복적인 활동 시 가로막은 복부 내압을 증가시켜 몸통 안정성을 제공하고 배쪽 근육의 활성화를 유발하여 골반 바닥의 움직임 뿐만 아니라 이는 호흡 기능에도 긍정적인 영향을 줄 수 있다(Hodges 등, 2005; Khedr 등, 2000). 즉, 위팔 운동과 같은 활동들이 가로막 호흡 훈련에 동반된다면 배쪽 깊은 근육에 더욱 큰 자극을 주어 결과적으로 호흡 기능의 향상

까지도 기대할 수 있다. 이를 뒷받침하는 몇몇의 연구들을 보면 위팔운동을 동반한 가로막 호흡 훈련은 단독적인 가로막 호흡 훈련과 비교하여 배쪽 근육 활성화 증가와 함께 폐활량과 같은 폐 기능 향상에 효과적이라 하였다(Tarnanen 등, 2012; Han & Kim, 2018).

아울러 호흡 기능 향상을 위해 좀 더 효과적인 훈련방법을 제시할 필요성은 늘 존재하는데, 최근 들어 파워브리드 장비를 이용한 저항성 들숨근 강화훈련 방법은 비교적 쉽고 간단하며 저항량을 단계별로 조절하기 용이하다는 장점이 있기에 다수의 연구들에서 호흡훈련과 그에 대한 결과를 도출하기 위해 자주 사용되고 있다. 해당 장비를 사용하여 진행한 선행연구들의 보고에서도 폐 기능 및 들숨 기능 등의 호흡 기능에 비교적 긍정적인 영향을 미친다고 하였다(Lee 등, 2016; Lee & Han, 2020; Lee & Lee, 2020).

뇌졸중 등 특정한 질환을 가진 환자뿐만 아니라 현대의 산업화로 인한 미세먼지의 잦은 발생과 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)의 창궐 및 장기화 등으로 인한 폐 기능 저하의 문제는 예기치 못한 상태에서 누구에게나 나타날 수 있기에 이에 대해 관리기준을 제시하기 위한 연구의 필요성은 날이 증가하고 있다. 하지만 효과적인 호흡 기능을 회복하기 위한 훈련방법의 개발 연구는 다소 부족한 실정이며, 특히 훈련방법 간의 효과를 비교 분석한 연구는 국내 물리치료 분야에서 더욱이 부족하다. 그러므로 다수의 정상인들에게 폐 기능 및 들숨 기능과 같은 호흡기능 향상을 나타내는 측정도구를 적용하여 그 효과성을 검증하고 그 결과를 토대로 훈련 방법들에서 우선순위를 제시하는 것은 현시점에서 충분한 연구 가치가 있을 것이다.

## 2. 연구의 목적

20대의 정상인들을 대상으로 4주 동안 각각 실시된 2가지의 들숨근 강화훈련(위팔운동을 동반한 가로막 호흡 VS 파워브리드 호흡) 후 호흡 기능(폐 기능, 들숨 기능)의 변화를 비교하여 더욱 효과적인 훈련방법을 제시하기 위함이며 구체적인 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 대상자의 일반적 특성을 파악하여 집단 간의 동질성을 비교한다.

둘째, 집단 간의 폐 기능(노력성 폐활량, 1초간 노력성 날숨량)의 차이를 비교한다.

셋째, 집단 간의 들숨 기능(최대 들숨량, 최대 들숨압력, 최대 들숨유속)의 차이를 비교한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자 및 절차

2020년 4월부터 6월까지 부산광역시 소재의 대학교에 재학 중인 건강한 대학생 36명을 대상으로 실시하였다. 연구에 필요한 대상자 수는 G power 3.1.9.2(Heine Heinrich University, Düsseldorf, German)을 통해 유의수준 ( $\alpha$ ) .05, 검정력(power) .85, 효과크기 .80로 가정한 상태로 2개의 그룹에 대한 비교연구를 위한 표본을 산출한 결과 최소 35명 이상이 요구되었기에 최초 탈락율을 고려하여 40명을 선정하였으나 건강상의 이유 등의 중도 탈락자 4명을 제외한 36명의 데이터가 최종적으로 채택되었다(Faul 등, 2007). Lee 등(2016)의 보고에 따른 대상자의 세부적인 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 이해하고 실험에 자발적으로 동의한 자
- 2) 실험에 요구되는 운동을 수행할 수 있는 근력과 가동범위를 갖추고 있는 자
- 3) 결핵, 만성폐쇄성폐질환 또는 기관지 천식 등 호흡기 질환을 앓은 병력이 없는 자
- 4) 현재 호흡기계 및 신경계 질환이 없는 자
- 5) 선천성 가슴우리의 변형이나 갈비뼈 골절 등이 없

는 자

실험에 참여할 대상자 총 36명을 2가지의 들숨근 강화 훈련 방법을 실시할 각각의 군으로 나누기 위해 무작위로 16명씩 배정하였으며 훈련 전 폐 기능(노력성 폐활량, 1초간 노력성 날숨량) 및 들숨 기능(최대 들숨량, 최대 들숨유속, 최대 들숨압력)을 측정하였고 4주간의 훈련 후 효과 검증을 위해 같은 절차를 통해 결과를 측정하였다.

### 2. 중재방법

#### 1) 들숨근 강화훈련

##### (1) 위팔운동을 동반한 가로막 호흡근(이하 A group)

Han과 Kim(2018)이 실시한 프로그램을 본 연구의 목적에 맞게 수정하여 설계하였으며 준비 훈련, 본 훈련, 마무리 훈련으로 3 단계로 나누어 다음과 같이 실시되었다. 아울러 1일 총 훈련시간은 휴식을 포함하여 약 45분간 실시되었으며 4주 동안 주 5회에 걸쳐 진행되었다.

① 준비 훈련: 앉은 자세에서 약 10분간 목빗근, 어깨올림근, 등세모근, 큰가슴근, 갈비사이근을 이완시킨 후 팔은 편안한 자세를 취하여 긴장을 완화시켰다.

② 본 훈련: 1-RM(Repetition Maximum)의 40%의 저항을 줄 수 있는 세라밴드(Theraband)를 개인별로 제공하여 양쪽 어깨뼈 아래각에 닿도록 나란히 배치하고 수평 벌림 시 들숨, 수평모음 시 날숨을 반복하며 가로막 호흡을 실시하였다(Tarnanen 등, 2012). 호흡 시 대상자에게 “숨을 들이마실 때(코로 3초) 배쪽이 부풀도록 하고 내설 때(입으로 6초) 배가 들어가도록 하세요”라는 구



Fig 1. Diaphragmatic breathing with upper arm exercise

두지시를 하여 적극적인 호흡을 권장하였다. 훈련은 세트 당 10회 반복하여 총 10세트를 실시하였고 세트 간 휴식은 30초로 하여 약 30분가량이 소요되었다(Fig 1).

③ 마무리 훈련: 깊은 숨쉬기 운동을 약 5분간 실시하며 휴식을 취하였다.

(2) 파워브리드 호흡군(이하 B group)

미국흉부학회(American thoracic society)에서 권장하는 프로그램을 본 연구의 목적에 맞게 수정하여 설계하였으며 본 훈련을 제외한 준비 훈련 및 마무리 훈련은 A group과 동일하게 실시되었다. 마찬가지로 1일 총 훈련 시간은 휴식을 포함하여 약 45분간 실시되었으며 4주 동안 주 5회에 걸쳐 진행되었다.

① 본 훈련: 파워브리드(Power-breathe, HAB® international limited, England) 장비는 각각 다른 저항값을 가지고 있기에 1회 들숨근 강화훈련 시 대상자의 30 RM 강도에 맞춰 장비를 최초 설정하였으며 대상자의 자각 상태에 따라 가능한 범위 내에서 저항량을 증가시켰다. 1세트 당 10분의 훈련과 5분의 휴식시간을 부여하는 총 2세트로 약 30분 동안 실시되었으며(Romer 등, 2002), 1회 운동 시간은 30번의 들숨 시 5분을 넘기지 않게 권고하였다(Klusiewicz 등, 2008). 앉은 자세에서 코마개를 착용하고 들숨 시 마우스피스에 입을 최대한 밀착시키고 들숨 시에는 최대한 강하고 깊게 들여마시고 날숨 시에는 천천히 길게 내뿜도록 하여 충분히 이완되도록 하였다(Fig 2). 훈련 중 대상자가 피로나 어지러움, 기침이 유발과 같은 이상증상이 관찰되면 충분한 휴식을 취한 후 재실시하였다.



Fig 2. Power-Breathe breathing

3. 측정도구 및 방법

1) 호흡 기능

(1) 폐 기능

폐활량 측정기(Pony FX, COSMED Inc, Italy)를 이용하여 노력성 폐활량(Forced Vital Capacity, FVC)과 1초간 노력성 날숨량(Forced Expiratory Volume at One second, FEV<sub>1</sub>)을 측정하였다. 폐의 용적을 확인하기 위한 노력성 폐활량 측정은 대상자가 할 수 있는 최대한의 공기를 들며 마신 후 가장 빠르고 세게 내뿜은 공기량 (ℓ)을 말하며 남자는 평균적으로 3~4 ℓ, 여자는 2~3 ℓ 정도로 나타낸다. 그리고 1초간 노력성 날숨량은 노력성 폐활량을 측정할 때 처음 내뿜은 1초 동안의 공기량을 의미하며 주로 공기의 흐름이나 폐 기능의 장애정도를 검사하기 위해 사용된다(Lee 등, 2016).

(2) 들숨 기능

Micro Respiratory Pressure Meter(Micro RPM, CareFusion / MICRO Medical Ltd., UK)를 이용하여 가슴 우리의 확장성을 확인하기 위한 최대 들숨량(Maximum Inspiratory Capacity, MIC), 최대 들숨유속(Maximum Inspiratory Flow Rate, MIFR), 최대 들숨압력(Maximum Inspiratory Pressure, MIP)을 측정하였다(Kim, 2020). 대상자가 공기가 새어나가지 않게 마우스피스를 최대한 밀착시켜 물고 정면을 보고 편히 앉아 시작 신호를 기다리게 하였다. 대상자의 편한 날숨을 유도한 후 검사자가 ‘시작’ 신호를 보내면 최대 들숨압력이 3cmH<sub>2</sub>O 이상이 나타날 수 있도록 독려하며 최대한 깊고 빠른 들숨을 지도하였다 또한 대상자가 남아있는 호흡의 용량까지 최대한으로 내뿜은 후 한 번에 최대한으로 들여마실 수 있는 압력을 측정하였다.

4. 분석방법

그룹 간(A군, B군)의 대상자의 일반적 특성과 중재 전 호흡기능(폐 기능, 들숨 기능) 측정값에 대한 동질성을 분석하기 위해 독립표본 t-검정(Independent t-test)을 실시하였다. 그리고 중재 후 그룹 간의 호흡 기능의 변화를

더욱 정확히 비교하기 위해서 중재 전 측정값을 공변량으로 처리하는 공분산 분석(Analysis of Covariance, ANCOVA)을 실시하였다. 유의수준은  $\alpha = .05$ 로 하였다. 모든 통계처리는 SPSS for windows 26.0(IBM SPSS Inc., USA)을 사용하였다.

### Ⅲ. 결 과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성과 중재 전 호흡기능 측정값은 다음과 같으며, 동질성을 분석한 결과 모든 측정값에서 그룹 간 유의한 차이는 없었다(Table 1).

Table 1. General characteristics and pre-intervention measurements (Unit)

Variables	Mean±SD		p
	A group (n=18)	B group (n=18)	
Age (years)	21.50±3.65	22.90±3.40	.913
Gender (male/female)	5/13	7/11	.520
Height (cm)	167.30±8.28	163.55±9.30	.656
Weight (kg)	65.75±8.16	66.50±8.90	.917
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	27.11±5.10	26.69±4.12	.531
FVC (ℓ )	3.21±.44	3.02±.45	.633
FEV <sub>1</sub> (ℓ )	2.98±.68	2.84±.54	.442
MIC (ℓ )	2.64±.68	2.57±.52	.520
MIFR (ℓ /sec)	6.02±1.76	5.94±1.98	.787
MIP (cmH <sub>2</sub> O)	118.54±34.75	115.83±35.78	.581

A group= diaphragmatic breathing with upper arm exercise; B group= power-breathe breathing; FVC= forced vital capacity; FEV<sub>1</sub>= forced expiratory volume at one second; MIP= maximum inspiratory pressure; MIFR= maximum inspiratory flow rate; MIC= maximum inspiratory capacity

#### 2. 들숨근 강화훈련 후 폐 기능의 비교

##### 1) 노력성 폐활량(FVC)

중재 후 그룹 간의 차이를 알아보기 위해 FVC의 변화를 비교한 결과 B group에서 A group보다 수치상으로 다소 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p < 0.05$ )(Table 2).

##### 2) 1초간 노력성 날숨량(FEV<sub>1</sub>)

중재 후 그룹 간의 차이를 알아보기 위해 FEV<sub>1</sub>의 변화를 비교한 결과 B group에서 A group보다 수치상으로 다소 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p < 0.05$ )(Table 2).

Table 2. Comparison of pulmonary function after inspiratory muscle strengthening training (Unit)

Variables	A group		B group		F	p
	pre-test	post-test	pre-test	post-test		
FVC (ℓ )	3.21±.44 <sup>a</sup>	3.32±.45	3.02±.45	3.16±.46	.653	.451
FEV <sub>1</sub> (ℓ )	2.98±.68	3.19±.65	2.84±.54	3.01±.51	.582	.574

<sup>a</sup>Mean±SD

A group= diaphragmatic breathing with upper arm exercise; B group= power-breathe breathing; FVC= forced vital capacity; FEV<sub>1</sub>= forced expiratory volume at one second

3. 들숨근 강화훈련 후 들숨 기능 비교

1) 최대 들숨량(MIC)

중재 후 그룹 간의 차이를 알아보기 위해 MIC의 변화를 비교한 결과 B group에서 A group 보다 수치상으로 다소 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $p<0.05$ )(Table 3).

2) 최대 들숨유속(MIFR)

중재 후 그룹 간의 차이를 알아보기 위해 MIFR의 변화를 비교한 결과 B군에서 A군 보다 증가하였으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.05$ )(Table 3).

3) 최대 들숨압력(MIP)

중재 후 그룹 간의 차이를 알아보기 위해 MIP의 변화를 비교한 결과 B군에서 A군 보다 증가하였으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.05$ )(Table 3).

Table 3. Comparison of inspiratory function after inspiratory muscle strengthening training (Unit)

Variables	A group		B group		F	p
	pre-test	post-test	pre-test	post-test		
MIC (ℓ)	2.64±.68 <sup>a</sup>	2.66±.63	2.57±.52	2.69±.55	1.873	.278
MIFR (ℓ /sec)	6.02±1.76	6.06±1.81	5.94±1.98	6.85±1.86	7.212	.012
MIP (cmH <sub>2</sub> O)	118.54±34.75	121.74±35.01	115.83±35.78	133.27±36.34	5.454	.035

<sup>a</sup>Mean±SD

A group= diaphragmatic breathing with upper arm exercise; B group= power-breathe breathing; MIC= maximum inspiratory capacity; MIP= maximum inspiratory pressure; MIFR= maximum inspiratory flow rate;

IV. 고찰

본 연구는 36명의 정상인들에게 4주간에 걸친 들숨근 강화훈련으로 한 그룹에는 위팔운동과 함께 가로막 호흡훈련(A group)을 실시하고 다른 그룹에는 파워브리드 장비를 사용한 호흡훈련(B group)을 실시한 후 호흡기능(폐 기능, 들숨 기능)에 미치는 변화 효과를 비교·분석하고자 하였다.

대다수의 호흡 훈련들은 관련 근육들의 근력과 근지구력을 포함한 근수행력 강화를 통해 주요 목적인 호흡 기능 향상을 꾀한다. 특히 들숨의 주된 근육인 가로막과 갈비사이근이 훈련에 의해 활성화될 때 가슴 안의 용량이 증가하고 폐 역시 확장되어 호흡기능이 향상된다(Beaumont 등, 2015). 만약 호흡근에 약화가 발생하게 되면 호흡곤란과 함께 운동 수행에 현저한 저하가 나타나는데, 이를 해결하기 위한 들숨근 강화훈련은 숨이 차는

(gasping) 호흡을 감소시키며 운동 내성을 증진시키는 치료적 중재로 널리 사용된다. Gosselink 등(2011)에 따르면 만성폐쇄성폐질환을 가진 환자를 대상으로 들숨근 강화훈련을 지속적으로 실시하였을 때 들숨근의 근력, 근지구력 및 운동능력의 유의미한 향상이 나타났으며 호흡곤란 증상 또한 감소한다고 하였다. 그러므로 본 연구에서 실시된 들숨근 강화훈련의 결과적 의미는 우리의 질 높은 삶의 활동을 추구하며 나아가 폐질환 등과 같은 환자들에게 임상적으로 좀 더 효과적인 중재방법을 제시할 수 있다는 점에서 분명 시사하는 바가 있을 것이다.

들숨근 강화훈련의 중재 후 그룹 간 호흡 기능의 변화를 비교하기 위한 본 연구에서는 정확한 분석을 위해 호흡 기능을 다시 폐 기능과 들숨 기능 2가지 하위항목으로 나누어 접근하였는데 먼저, 폐 기능을 평가하기 위해 다수의 선행연구들에서 노력성 폐활량(FVC)과 1초간 노

력성 날숨량(FEV<sub>1</sub>) 등을 세부지표로 주로 사용하였으며 특히, 들숨 후 날숨의 공기의 양의 평가뿐만 아니라 날숨 비율의 계산을 통해 폐의 기능제한까지도 추정할 수 있는 필수적인 요소라 여겨 본 연구에서 역시 FVC와 FEV<sub>1</sub>을 활용하여 전체적인 폐 기능을 측정하였다(Roth 등, 2010). 그룹 간의 폐 기능을 비교 분석한 본 연구의 결과 중재 후 B group은 A group과 비교하여 FVC와 FEV<sub>1</sub> 모두에서 수치상으로는 다소간의 향상을 보였지만 유의한 차이는 나타나지 않았다. 비록 같은 대상자와 중재방법을 사용하여 결과를 도출한 선행연구가 부족하기에 직접적인 비교는 어려운 점이 있지만 본 연구와 유사한 20대 정상인 16명을 대상으로 파워브리드 장비를 사용하여 들숨근 강화훈련을 실시한 Lee 등(2016)의 보고에 따르면 중재 후 각 그룹 내 FVC와 FEV<sub>1</sub> 변화에서는 모두 유의한 향상이 나타나 훈련의 효과가 일부 입증되었지만 상대적으로 가로막 호흡훈련을 실시한 그룹과의 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 역시 20대의 건강한 성인 30명을 대상으로 진행한 Lee와 Lee(2020)의 연구에서도 파워브리드 장비를 통해 들숨근 강화훈련을 실시한 후 FVC 또는 FEV<sub>1</sub>의 유의한 향상이 나타났으나 수동식 인공호흡기와 함께 실시된 가로막 호흡훈련 그룹과의 비교에서는 차이를 보이지 못해 본 연구의 결과를 뒷받침하였다. 비록 정상인과 비교하여 기본적인 호흡 기능이 현저히 저하되어 있는 뇌졸중 환자들을 대상으로 진행한 연구이긴 하지만 본 연구와 유사한 중재방법인 4주 동안의 저항을 동반하여 실시된 가로막 호흡과 파워브리드 장비를 사용한 2가지의 들숨근 강화훈련의 결과를 비교한 연구에서 파워브리드 장비를 사용한 그룹이 가로막 호흡훈련 그룹보다 FVC와 FEV<sub>1</sub> 모두에서 유의한 향상을 보이는 것으로 나타나(Lee & Han, 2020), 본 연구의 중재방법들과 더욱 유사한 호흡훈련의 중재 후 좀 더 장기간의 관찰을 통해 폐 기능의 변화를 비교 관찰하는 후속연구 또한 필요할 것이다.

들숨근 강화훈련 후 호흡 기능의 또 다른 주요 하위항목인 들숨 기능을 평가하기 위해서 본 연구에서는 최대 들숨량(MIC), 최대 들숨유속(MIFR), 최대 들숨압력(MIP)을 세부지표로 선정하였는데 이는 가슴우리의 확장성과 들숨 시 공기의 양과 질, 기능 수준을 나타내는 객관적 자료로 활용이 가능하다(Kisner & Colby, 2017). 그룹 간

의 들숨 기능을 비교 분석한 본 연구의 결과 중재 후 B group은 A group과 비교하여 MIC의 상대적인 수치적 향상을 보였지만 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 MIFR과 MIP는 유의미한 차이를 보여 파워브리드 장비를 통한 호흡훈련의 효과를 일부 입증하였다. 본 연구와 유사한 특성을 지닌 대상자들로 진행된 Lee 등(2016)의 연구에서는 호흡근의 근력 및 근지구력을 객관적이고 역동적으로 측정하기 위해 최대수의적 환기량(Maximal Voluntary Ventilation, MVV)을 평가하였는데 이는 단위 시간 내에 자발적 노력으로 할 수 있는 최대의 환기량을 분당 들숨과 날숨의 공기의 양으로 표시한 것이므로 본 연구에 사용되어진 들숨 기능의 개념이 포함되어져 있는 자료로써 간접적인 비교가 가능하다. 해당 연구의 결과 파워브리드 장비를 사용한 들숨근 강화훈련 그룹과 가로막 호흡 그룹은 비록 통계적으로 MVV 변화의 유의한 차이를 보이지 않았지만 수치상의 향상이 상대적으로 나타났으며 45명의 아급성기 뇌졸중 환자들을 대상으로 파워브리드 장비를 통해 6주간의 들숨근 강화훈련을 실시한 후 일반적 가로막 호흡 그룹과 비교한 Sutbeyaz 등(2010)의 연구에서 파워브리드 호흡훈련 그룹에 더욱 높은 폐 기능, MIP, 운동수행 능력 향상을 보였다. 또한 뇌졸중 환자들을 대상으로한 Britto 등(2011)과 Lee와 Han(2020) 연구에서 역시 파워브리드 장비를 사용하여 들숨근 강화훈련을 실시한 그룹에서 일반적 가로막 호흡 그룹보다 MIFR, MIP, 운동수행 및 지구력 향상에 유의한 차이를 보여 본 연구의 결과의 근거자료로 제공되었다.

본 연구의 결과를 종합해보면 호흡 기능에 대한 두 그룹 간의 비교에서 FVC, FEV<sub>1</sub>, MIC 즉, 들숨 또는 날숨 시 폐 또는 가슴우리 안으로의 공기량 변화에서는 두 가지 들숨근 강화훈련 모두 유사한 효과가 나타났지만 MIFR, MIP와 같은 가슴우리 안쪽에서의 공기의 유입속도 증가와 그에 따른 압력의 증가 정도는 파워브리드 장비를 사용한 호흡훈련 그룹이 위팔운동과 함께 가로막 호흡훈련을 실시한 그룹보다 우수한 효과를 보였다.

즉, 유입되는 전체 공기량에는 차이가 없지만 속도와 함께 시간에 대한 개념이 포함된 압력에서는 차이가 나타난 본 연구의 결과에서 가장 의미있게 생각할 수 있는 부분은 가로막과 같은 주요 들숨근 뿐만 아니라 주변 보

조근들의 근력 및 근지구력의 유의한 향상이다. 실제로 최대 들숨을 반복적으로 실시하는 파워브리드 장비 등을 이용한 점진적 저항 호흡훈련을 통해 공기의 유입을 극대화하기 위한 보조근들을 함께 동원 및 활성화시킬 수 있다 하였다(Enright & Unnithan, 2011; Pollack, 2013). 세라밴드를 사용한 위팔운동 시 주변 들숨근에 간접적인 저항을 제공하는 훈련 형태이긴 하지만 그와 비교하여 파워브리드 장비를 사용하여 좀 더 직접적으로 역시 이상의 저항을 제공하는 훈련방법이 과부하의 원리를 통해 들숨 보조근의 근력과 근지구력과 같은 근수행력 향상을 더욱 꾀할 수 있기에 나타난 결과라 사료된다.

연구의 제한점으로 예기치 못한 사회적 환경으로 특정기관에서만 실시되었고 중도 탈락자가 발생하는 등 전체 대상자의 수가 처음 연구계획보다 부족하였으며 비교분석에 따른 효과검증의 관찰 기간이 다른 선행연구에 비해 상대적으로 짧았다는 점에서 본 연구의 결과를 호흡기능 향상을 위한 가장 우수한 들숨근 훈련방법이라 일반화시키기에는 다소 어려움이 있을 것이라 생각된다. 앞으로 본 연구에서 나타난 부족한 부분을 개선한 후속연구를 통해 나아가 호흡기능 장애가 있는 환자들에게까지 효과적으로 적용이 가능한 중재방법을 규명하기 위한 노력이 계속하여 필요할 것이다.

## V. 결론

본 연구의 결과를 요약하면 들숨근에 적용되어진 파워브리드 장비를 사용한 점진적인 저항훈련 프로토콜은 위팔운동을 동반한 가로막 호흡훈련과 비교하여 비록 폐와 가슴우리 안으로의 공기량 증가에는 큰 차이를 보이지 못했지만 들숨 시 공기의 유입속도 및 압력의 증가로 인한 들숨 기능과 같은 호흡 기능이 향상되었다. 이러한 연구결과를 바탕으로 더욱 효과적인 중재방법 개발 및 적용을 위한 기초자료로 사용되길 기대한다.

## 참고문헌

Beaumont M, Mialon P, Ber-Moy CL, et al(2015). Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: A randomized trial. *Chron Respir Dis*, 12(4), 305-312. <https://doi.org/10.1177/1479972315594625>.

Britto RR, Rezende NR, Marinho KC, et al(2011). Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 92(2), 184-190. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.09.029>.

Enright SJ, Unnithan VB(2011). Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. *Phys Ther*, 91(6), 894-905. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090413>.

Faul F, Erdfelder E, Lang AG, et al(2007). G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*, 39(2), 175-191. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>.

Gosselink R, De Vos J, Van Den Heuvel SP, et al(2011). Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence?. *Eur Respir J*, 37(2), 416-425. <https://doi.org/10.1183/09031936.00031810>.

Han JW, Kim YM(2018). Effect of breathing exercises combined with dynamic upper extremity exercises on the pulmonary function of young adults. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 31(2), 405-409. <https://doi.org/10.3233/BMR-170823>.

Hodges PW, Eriksson AM, Shirley D, et al(2005). Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *J Biomech*, 38(9), 1873-1880. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2004.08.016>.

Khedr EM, El Shinawy O, Khed, T, et al(2000). Assessment of corticodiaphragmatic pathway and pulmonary function in acute ischemic stroke patients. *Eur J Neurol*, 7(3), 323-330. <https://doi.org/10.1046/j.1468-1331.2000.00104.x>.

Kim HS(2020). Effects of respiratory reeducation exercise



- using a pressure biofeedback unit on the quality of life of persons with stroke. *Phys Ther Rehabil Sci*, 9(4), 238-243. <https://doi.org/10.14474/ptrs.2020.9.4.238>.
- Kim K, Park R, Bae S(2005). Effect of diaphragmatic breathing exercise on activation of trunk muscle of patients with low back pain. *J Kor Phys Ther*, 17(3), 311-327.
- Kim K, Park RJ, Bae SS(2005). Diaphragmatic breathing exercise; Maximal Voluntary Contraction. *J Kor Soc Phys Ther*, 17(3), 311-327.
- Kisner C, Colby LA(2017). *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. 5th ed, Philadelphia, Fa Davis.
- Klusiewicz A, Borkowski L, Zdanowicz R, et al(2008). The inspiratory muscle training in elite rowers. *J Sports Med Phys Fitness*, 48(3), 279-284.
- Lee D, Lee Y(2020). The effect of passive lung expansion technique and active respiration enhancement technique on lung function in healthy adults. *J Kor Soc Int Med*, 8(4), 155-161. <https://doi.org/10.15268/ksim.2020.8.4.155>.
- Lee SY, Han JT(2020). The effect of resistance inspiratory muscle training on respiratory function in stroke. *J Kor Phys Ther Sci*, 27(3), 1-11. <https://doi.org/10.26862/jkpts.2020.12.27.3.1>.
- Lee Y, Oh M, Park J, et al(2016). Compare the effects of inspiratory and expiratory muscle strengthening training of normal adult respiratory function. *J Kor Soc Int Med*, 4(1), 41-47. <https://doi.org/10.15268/ksim.2016.4.1.041>.
- Montes AM, Baptista J, Crasto C, et al(2016). Abdominal muscle activity during breathing with and without inspiratory and expiratory loads in healthy subjects. *J Electromyogr Kinesiol*, 30(1), 143-150. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.07.002>.
- Pollock RD, Rafferty GF, Moxham J, et al(2013). Respiratory muscle strength and training in stroke and neurology: a systematic review. *Int J Stroke*, 8(2), 124-130. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4949.2012.00811.x>.
- Romer LM, McConnell AK, Jones DA(2002). Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *J Sports Sci*, 20(7), 547-590. <https://doi.org/10.1080/026404102760000053>.
- Roth EJ, Stenson KW, Powley S, et al(2010). Expiratory muscle training in spinal cord injury: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 91(6), 857-861. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.02.012>.
- Sutbeyaz ST, Koseoglu F, Inan L, et al(2010). Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 24(3), 240-250. <https://doi.org/10.1177/0269215509358932>.
- Tarnanen SP, Siekkinen KM, Häkkinen AH, et al(2012). Core muscle activation during dynamic upper limb exercises in women. *J Strength Cond Res*, 26(12), 3217-3224. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318248ad54>.
- Xiao Y, Luo M, Wang J, et al(2012). Inspiratory muscle training for the recovery of function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012(5), Printed Online. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009360.pub2>.