

■ 정대인<sup>1</sup>, 이한결<sup>2\*</sup>

■<sup>1</sup>광주보건대학교 물리치료학과, <sup>2\*</sup>상무병원 전문운동센터

## The Analysis of Breathing Exercise on Cardiopulmonary Function in the Presence of Coronavirus Disease 2019 Infection

Dae-In Jung PT, PhD<sup>1</sup>, Han-Gyeol Lee PT, PhD<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Gwangju Health University

<sup>2</sup>Specialized Exercise Center, Sangmoo Hospital

**Purpose:** The current study aimed to investigate the effect of breathing exercise using an incentive spirometer on cardiopulmonary function in college students in their 20s and 30s with and without coronavirus disease 2019 (COVID-19) infection. **Methods:** Participants with a history of COVID-19 infection and those without were randomly assigned to the inspiratory and expiratory exercise groups. The inspiratory exercise group was further classified as follows: group I, which included those with COVID-19 who performed inspiratory and expiratory exercises; group II, which included those with COVID-19 who only conducted inspiratory exercises; group III, which included those not infected with COVID-19 who conducted inspiratory and expiratory exercises; and group IV, which included those not infected with COVID-19 who only conducted inspiratory exercises. The forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 second (FEV<sub>1</sub>), FEV<sub>1</sub>/FVC ratio, oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>), and heart rate of all participants were measured before and after respiratory exercise. **Results:** There was no significant difference in terms of the FVC between groups ( $p>.05$ ). However, groups II and III significantly differed in terms of the FVC before and after exercise ( $p<.05$ ). There was no significant difference in terms of the FEV<sub>1</sub> between groups ( $p>.05$ ). Nevertheless, the FEV<sub>1</sub> of group III significantly differed before and after exercise ( $p<.05$ ). There was no significant difference in terms of the FEV<sub>1</sub>/FVC ratio between groups ( $p>.05$ ). However, the FEV<sub>1</sub>/FVC ratio of group I significantly differed before and after exercise ( $p<.05$ ). There was no significant difference in terms of the SpO<sub>2</sub> between groups ( $p>.05$ ). Nevertheless, the SpO<sub>2</sub> of groups I, II, III, and IV did not differ before and after exercise ( $p>.05$ ). There was no significant difference in terms of the heart rate between groups ( $p>.05$ ). However, the heart rate of groups I, III, and IV significantly differed before and after exercise ( $p<.05$ ). **Conclusion:** Breathing exercises using an incentive spirometer can improve lung function relatively safely in individuals who had COVID-19.

**Key words:** Post-COVID-19, breathing exercises, pulmonary function, SpO<sub>2</sub>, heart rate.

**Received:** June 27, 2024 / **Revised:** July 10, 2024 / **Accepted:** July 12, 2024

## I. 서론

COVID-19는 비말에 의한 감염성 질환으로 발열, 기침, 인후통 등 다양한 증상을 발생시키며 심한 경우 호흡곤란이나 사망까지도 이르게 하는 신체접촉성질환이다(신정우, 2021). COVID-19 확진자는 연령, 호흡곤란, 만성폐쇄성질환등과 같은 기저질환이 동반할 경우 심폐기능 저하에 따라 사망할 확률이

높아진다(김유린 등, 2020). 최근에는 적극적인 감염관리에 따라 COVID-19의 발생률과 유병률이 많이 감소했지만 호흡곤란, 저산소증, 운동능력 감소 등과 같은 COVID-19 후유증과 관련하여 불편함을 호소하는 경우는 증가하였다(김윤정, 2022; 이현주 등, 2022; Mandal 등, 2021).

세계보건기구(WHO)의 연구결과에 의하면 COVID-19 감염자 대부분은 시간이 지나면서 회복되었지만, 일부 10~20% 환자

본연구는 광주보건대학교 교내연구비의 지원으로 수행된 연구임(NO. 2022004).

교신저자: 이한결

주소: 광주 서구 상무자유로 181-7 상무병원, E-mail: marchelino2@naver.com

는 주요 증상이 회복된 후에도 다양한 후유증을 경험할 수 있다고 하였다(조은주, 2023). 특히, 호흡기능 저하는 COVID-19 후유증의 대표적인 증상이며 피로, 심폐지구력 그리고 근지구력 저하를 유발시킨다(Sanchez-Ramirez 등, 2021; Ceban 등., 2022). 또한 COVID-19 후유증으로는 감염 이후에도 4주 이상 지속되는 호흡기계 증상으로 호흡곤란, 저산소증, 운동능력 감소 등은 아주 흔한 증상으로 나타났으며, 회복한 이후에도 수개월 동안 기침, 피로, 수면 문제, 후각 또는 미각의 변화, 두근거림, 폐의 섬유화, 자율신경계 이상, 흉통 등의 증상이 지속되는 것으로 나타났다(김윤정, 2022; 이현주 등, 2022). 결론적으로 COVID-19 후유증에 의한 장기적인 호흡곤란은 건강 관련 삶의 질을 감소시키기 때문에 이를 극복하기 위한 효율적인 방안이 필요하게 되었다(Fernández-de-Las-Peñas 등., 2021; Pierce 등., 2022). 그러나 COVID-19 후유증에 대한 극복방안으로 다양한 호흡운동이 다양한 대상으로 진행되어 왔지만, 비용이나 시간적 제한이 있어 불편하기도 하여 관리가 잘되지 않고 있다(남형천, 2015).

강화폐활량계는 시각적 피드백을 활용하여 들숨근을 강화시키는 도구이며 적용법을 수정하면 오므린 입술 호흡에 의한 날숨량 증가도 가능하다(김명옥, 1996). 또한, 비용이 적게 들며 효과의 신뢰도가 높아 호흡곤란환자들에게 가장 일반적으로 활용되는 도구로서 심호흡 할 수 없는 노인, 만성 폐쇄성 폐질환, 비만, 상복부-흉부 수술 등 무기폐 발생 가능성이 높은 환자들을 주요 대상으로 활용되어지고 연구되어져 왔다(서문자 등, 2004). 그러나 강화폐활량계의 효과에 관한 연구에서 김종혜(1991)의 연구와 김춘길과 정진웅(1999)의 연구에서는 강화폐활량계를 사용한 심호흡 훈련이 자발적인 호흡에 비해 폐환기능을 증진시킨다고 하였으며, 김용례와 박상연(2012)의 연구에서는 강화폐활량계를 사용한 호흡운동이 기흉환자의 흉관 보유기간, 재원기간을 더 짧게 만들고 회복에 훨씬 효과적이라고 하였다. 그러나 COVID-19 감염 이후 후유증에 관한 호흡운동법으로서 호흡기능의 개선과 관련된 연구는 아직 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 COVID-19 감염경험자와 비감염자에게 비교적 비용과 시간적 제한이 적은 강화폐활량계를 활용하여 호흡운동을 실시하여 COVID-19 경험 유무에 따라 호흡운동이 심폐기능에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 G대학교에 재학 중인 20대 대학생 중 COVID-19 감염 이력이 있는 대상자 15명과 감염 이력이 없는 대상자 15명

표 1. 대상자의 일반적 특성

(단위)

대상자 (N=25)	I 군 (n=7)	II 군 (n=5)	III 군 (n=5)	IV 군 (n=8)	F	p
성별 (남/여)	4/3	3/2	2/3	4/4		
나이 (세)	23.29 ±2.29 <sup>a</sup>	22.40 ±0.55	23.20 ±1.30	22.25 ±1.67	0.669	0.581
신장 (cm)	171.43 ±9.18	170.60 ±12.62	170.40 ±13.15	165.00 ±6.30	0.636	0.600
몸무게 (kg)	72.71 ±15.53	65.00 ±10.58	64.60 ±14.43	62.75 ±9.59	0.854	0.480

<sup>a</sup>평균±표준편차

으로 총 30명을 대상으로 연구를 시작 하였다. 실험을 실시하기 전에 헬싱키 선언에 따라 본 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명하였고, 모든 대상자들은 모두 자발적으로 연구에 참여하기로 서면으로 동의서를 작성하였다. 연구 진행 중 COVID-19 감염 이력이 있는 대상자 3명과 감염 이력이 없는 대상자 2명이 탈락하여 마지막까지 연구에 참여한 총 25명을 대상으로 연구가 진행되었다. 대상자의 선정기준은 실험에 동의하고 참여를 승낙한 자, 본 실험의 수행에 제한을 주는 정도의 정신질환이나 근골격계 제한 없는 자, 기저질환 혹은 심폐 관련 질환이 없는 자, 발열이나 두통, 인후통, 흉통, 수면문제, 호흡곤란 등의 증상이 없는자, COVID-19 완치 후 후유증이 없는 자로 하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 <표 1> 과 같다. 본 연구의 실험은 2024년 4월 1일부터 2024년 4월 26일까지 진행되었다.

### 2. 연구 설계

본 연구는 COVID-19 감염 이력이 있는 대상자와 감염 이력이 없는 대상자를 무작위로 들숨과 날숨 운동군과 들숨 운동군으로 배정하였으며 코로나 감염 경험이 있고 들숨과 날숨 운동을 진행한 I 군, 코로나 감염 경험이 있고 들숨 운동만 진행한 II 군, 코로나 감염 경험이 없고 들숨과 날숨 운동을 진행한 III 군, 코로나 감염 경험이 있고 들숨 운동만 진행한 IV 군으로 무작위 배정되었다. 모든 대상자들은 실험과 측정 전에 강화폐활량계(inspirometer)의 사용에 대한 충분한 설명과 사전 연습을 실시하였다. 모든 그룹의 폐활량, 산소포화도 및 심박수를 호흡 운동 전과 후에 측정하였다.

### 3. 운동 프로그램

운동 프로그램을 실시하기 전과 후에 모든 대상자들은 준비 운동과 마무리 운동으로 5분간 근육의 이완을 시켜주는 스트레칭을 실시하였다(구도영 등, 2023). 본 운동은 호흡운동으로 강화폐활량계(inspirometer, HYUPSUNG MEDICAL, Korea)를

표 2. 운동 프로그램

구분	시간	프로그램	대상
준비	5분	스트레칭	전체
호흡 운동	5분	들숨운동 + 날숨운동	I, III군
		들숨운동	II, IV군
마무리	5분	스트레칭	전체

이용하였으며 I군과 III군은 들숨 운동과 날숨 운동을 진행하였고, II군과 IV군은 들숨 운동만 진행하였다<표 2>.

### 1) 들숨 운동

들숨 운동은 강화폐활량계(inspirometer)를 이용하여 시행하였다. 가벼운 작은 공이 3개가 연속적으로 들어있는 것으로, 마우스피스를 이용해 들숨을 하게 되면 연결되어 있는 순서에 따라 세워져 있는 병 안쪽의 공들이 떠오르게 되어 있다. 각각의 공들을 높이 떠오르게 하면서 들숨 운동을 실시하였다. 최대 들숨을 하게하며 총 5회 실시하였다(구미지와 황선경, 2016). 본 연구에서 들숨 운동만을 실시한 II군과 IV군에서는 2세트를 진행하여 총 10회 실시하였다.

### 2) 날숨 운동

날숨 운동은 들숨 운동 시 사용한 것과 같은 강화폐활량계(inspirometer)를 이용하여 시행하였다. 들숨 운동을 시행할 때와는 다르게 병을 세우지 않고 옆으로 눕혀서 비스듬히 만들고 날숨을 하게하면 병 안쪽의 공들이 떠오르게 되어 있다. 각각의 공들을 높이 떠오르게 하면서 날숨 운동을 실시하였다. 최대 날숨을 하게하며 총 5회 실시하였다(전용진 등, 2010).

## 4. 측정 도구 및 방법

### 1) 폐활량 측정

폐활량 측정은 디지털 폐활량 측정기(Pony FX, Cosmed Inc, Italy)를 사용하였다. 측정 전 연구대상자의 키와 몸무게 등 신체 조건과 연령, 성별, 인종 등을 입력한 후, 노력성 날숨을 이용하여 노력성 폐활량(FVC: Forced Vital Capacity), 1초간 노력성 날숨량(FEV<sub>1</sub>: Forced Expiratory Volume in 1second), 1초간 노력성 폐활량에 대한 비(FEV<sub>1</sub>/FVC: Forced Expiratory Volume in 1second/Forced Vital Capacity)를 측정하였다. 노력성 날숨 방법(forced expiratory maneuver)은 최대한 공기를 들이 마시고 최대한으로 빠르고 강하게 공기를 내쉬는 방법을 의미한다(김경 외, 2009). 측정방법은 미국흉부학회지의 지침에 따라 진행하였다(Graham 등, 2019). 측정자세는 의자에 앉아 무릎 관절과 엉덩 관절을 굽힌 자세에서 속도에 상관없이 숨을 최대한 많이 들이마시고 최대한 숨을 내쉬기 어려울 때까지 빠르게 뱉고

다시 최대한의 노력으로 끝까지 들이마시게 하였다. 측정값은 3회 이상 반복 측정하여 재현성 있는 최대값을 사용하였다(구도영 등, 2023).

### 2) 산소포화도(SpO<sub>2</sub>) 및 심박수 측정

산소포화도(SpO<sub>2</sub>) 및 심박수는 맥박산소측정기(pulse oximeter)로 finger tip pulse oximeter(YK-84B, Xuzhou Yongkang Electronic Science Technology Co.,Ltd., China)를 사용하여 측정하였다. 대상자는 편한 자세로 의자에 앉은 상태에서 5분간 안정 상태를 가지게 한 후 검지손가락에 장비를 착용하고 검사하였으며, 사전과 사후의 폐활량 검사 직후에 나타난 산소포화도와 심박수의 수치를 측정하였다.

## 5. 분석 방법

본 연구에서 얻어진 결과는 SPSS window 22.0 version을 이용하여 분석하였다. 군 간의 유의성을 검정하기 위해 비모수 검정법인 Kruskal-Wallis를 실행하였고, 호흡 운동에 따른 폐기능의 변화에 대한 군 내 차이를 비교하기 위해 비모수 검정법인 Wilcoxon rank sum test를 실행하였다. 통계학적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

## III. 연구결과

### 1. 폐활량의 변화

두 집단 간 호흡 운동에 따른 폐활량의 변화는 <표 3>과 같다. FVC의 군 간 비교에서 전후 차는 코로나 감염 경험이 있고 들숨과 날숨 운동을 진행한 I군이  $57.14 \pm 89.76$ ml, 코로나 감염 경험이 있고 들숨운동을 진행한 II군이  $24.00 \pm 20.74$ ml, 코로나 감염 경험이 없고 들숨과 날숨 운동을 진행한 III군이  $184.00 \pm 150.43$ ml, 코로나 감염 경험이 있고 들숨운동을 진행한 IV군이  $62.50 \pm 218.22$ ml였으며 각 군 간에는 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ). 운동 전과 후의 군 내 비교 시 I군에서는 운동 전  $5068.57 \pm 865.40$ ml, 운동 후  $5125.71 \pm 814.84$ ml로 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ). II군에서는 운동 전  $4628.00 \pm 192.92$ ml, 운동 후  $4652.00 \pm 213.00$ ml로 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ). III군에서는 운동 전  $3786.00 \pm 1170.80$ ml, 운동 후  $3970.00 \pm 1143.37$ ml로 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ). IV군에서는 운동 전  $3677.50 \pm 808.98$ ml, 운동 후  $3740.00 \pm 774.76$ ml로 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

FEV<sub>1</sub>의 군 간 비교에서 전후 차는 I군이  $-58.57 \pm 114.23$ ml, II군이  $32.00 \pm 44.38$ ml, III군이  $252.00 \pm 254.40$ ml, IV군이  $201.25 \pm 492.59$ ml였으며 각 군 간에는 유의한 차이가 없었다

표 3. 폐 기능의 변화

변수		사전	사후	전·후 차	Z	p
FVC (ml)	I	5068.57±865.40 <sup>a</sup>	5125.71±814.84	57.14±89.76	-1.352	0.176
	II	4628.00±192.92	4652.00±213.00	24.00±20.74	-2.041	0.041*
	III	3786.00±1170.80	3970.00±1143.37	184.00±150.43	-2.023	0.043*
	IV	3677.50±808.98	3740.00±774.76	62.50±218.22	-0.845	0.398
	$\chi^2$	8.523		4.221		
	p	0.036*		0.239		
FEV <sub>1</sub> (ml)	I	4012.86±895.87	3954.29±836.56	-58.57±114.23	-1.270	0.204
	II	3838.00±90.66	3870.00±90.83	32.00±44.38	-1.219	0.223
	III	3140.00±1134.35	3392.00±970.14	252.00±254.40	-20.23	0.043*
	IV	2995.00±866.97	3196.25±585.64	201.25±492.59	-0.700	0.484
	$\chi^2$	4.930		5.986		
	p	0.177		0.112		
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	I	78.66±6.31	76.89±6.08	-1.77±1.01	-2.366	0.018*
	II	83.02±2.83	83.28±2.98	0.26±1.03	-0.674	0.500
	III	81.74±7.32	85.78±5.01	4.04±9.93	-0.135	0.893
	IV	80.75±10.58	85.90±5.14	5.15±12.95	-0.980	0.327
	$\chi^2$	2.080		6.232		
	p	0.556		0.101		

<sup>a</sup>평균±표준편차, \*p<0.05

I: 코로나 감염 경험자, 들숨+날숨 운동군

II: 코로나 감염 경험자, 들숨 운동군

III: 코로나 비감염자, 들숨+날숨 운동군

IV: 코로나 비감염자, 들숨 운동군

(p>.05). 운동 전과 후의 군 내 비교 시 I군에서는 운동 전 4012.86±895.87ml, 운동 후 3954.29±836.56ml로 유의한 차이가 없었다(p>.05). II군에서는 운동 전 3838.00±90.66ml, 운동 후 3870.00±90.83ml로 유의한 차이가 없었다(p>.05). III군에서는 운동 전 3140.00±1134.35ml, 운동 후 3392.00±970.14ml로 유의한 차이가 있었다(p<.05). IV군에서는 운동 전 2995.00±866.97ml, 운동 후 3196.25±585.64ml로 유의한 차이가 없었다(p>.05).

FEV<sub>1</sub>/FVC의 군 간 비교에서 전후 차는 I군이 -1.77±1.01%, II군이 0.26±1.03%, III군이 4.04±9.93%, IV군이 5.15±12.95%였으며 각 군 간에는 유의한 차이가 없었다(p>.05). 운동 전과 후의 군 내 비교 시 I군에서는 운동 전 78.66±6.31%, 운동 후 76.89±6.08%로 유의한 차이가 있었다(p<.05). II군에서는 운동 전 83.02±2.83%, 운동 후 83.28±2.98%로 유의한 차이가 없었다(p>.05). III군에서는 운동 전 81.74±7.32%, 운동 후 85.78±5.01%로 유의한 차이가 없었다(p>.05). IV군에서는 운동 전 80.75±10.58%, 운동 후 85.90±5.14%로 유의한 차이가 없었다(p>.05).

## 2. 산소포화도(SpO<sub>2</sub>)와 심박수의 변화

두 집단 간 호흡 운동에 따른 산소포화도(SpO<sub>2</sub>)와 심박수의 변화는 <표 4>와 같다.

산소포화도(SpO<sub>2</sub>)의 군 간 비교에서 전후 차는 I군이 -0.43±1.13%, II군이 -0.40±1.14%, III군이 -0.20±0.84%, IV군이 -0.13±1.36%였으며 각 군 간에는 유의한 차이가 없었다(p>.05). 운동 전과 후의 군 내 비교 시 I군에서는 운동 전 78.66±6.31%, 운동 후 76.89±6.08%로 유의한 차이가 없었다(p>.05). II군에서는 운동 전 98.20±1.30%, 운동 후 97.80±1.10%로 유의한 차이가 없었다(p>.05). III군에서는 운동 전 98.20±0.83%, 운동 후 98.00±0.71%로 유의한 차이가 없었다(p>.05). IV군에서는 운동 전 97.75±1.04%, 운동 후 97.63±1.19%로 유의한 차이가 없었다(p>.05).

심박수의 군 간 비교에서 전후 차는 I군이 7.71±7.02회, II군이 4.00±7.58회, III군이 12.6±3.51회, IV군이 8.88±5.44회였으며 각 군 간에는 유의한 차이가 없었다(p>.05). 운동 전과 후의 군 내 비교 시 I군에서는 운동 전 71.57±7.07회, 운동 후 79.29±4.23회로 유의한 차이가 있었다(p<.05). II군에서는 운동

표 4. 산소포화도(SpO<sub>2</sub>)와 심박수의 변화

변수		사전	사후	전·후 차	Z	p
SpO <sub>2</sub> (%)	I	98.00±1.15 <sup>a</sup>	97.57±0.98	-0.43±1.13	-1.000	0.317
	II	98.20±1.30	97.80±1.10	-0.40±1.14	-0.816	0.414
	III	98.20±0.83	98.00±0.71	-0.20±0.84	-0.577	0.564
	IV	97.75±1.04	97.63±1.19	-0.13±1.36	0.000	1.000
	$\chi^2$	1.114		0.767		
	p	0.774		0.857		
심박수 (회)	I	71.57±7.07	79.29±4.23	7.71±7.02	-2.028	0.043 <sup>*</sup>
	II	77.00±6.44	81.00±8.57	4.00±7.58	-1.214	0.225
	III	73.80±7.85	86.40±4.72	12.6±3.51	-2.023	0.043 <sup>*</sup>
	IV	70.13±5.84	79.00±7.93	8.88±5.44	-2.521	0.012 <sup>*</sup>
	$\chi^2$	3.080	4.547	4.456		
	p	0.380	0.208	0.216		

<sup>a</sup>평균±표준편차, \*p<0.05

I: 코로나 감염 경험자, 들숨+날숨 운동군

II: 코로나 감염 경험자, 들숨 운동군

III: 코로나 비감염자, 들숨+날숨 운동군

IV: 코로나 비감염자, 들숨 운동군

전 77.00±6.44회, 운동 후 81.00±8.57회로 유의한 차이가 없었다(p>.05). III군에서는 운동 전 73.80±7.85회, 운동 후 86.40±4.72회로 유의한 차이가 있었다(p<.05). IV군에서는 운동 전 70.13±5.84회, 운동 후 79.00±7.93회로 유의한 차이가 있었다(p<.05).

#### IV. 고 찰

팬데믹에서 앤데믹으로 전환되면서 다양한 COVID-19 후유증의 원인으로 FVC가 정상 기준치보다 낮아진 것이 이유라는 보고가 있으며(Jahdhami 등, 2022), 이유는 감염자의 폐유순도 감소로 추정된다는 보고가 있다(Bazdyrev, 2021). 이러한 이유로 본 연구는 COVID-19 감염 후 감염경험자와 비감염자를 대상으로 강화폐활량계를 활용하여 들숨 또는 들숨과 날숨 훈련이 COVID-19 경험 유무에 따라 심폐기능에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 군간, 사전·사후 측정을 시행한 후 비교하여 COVID-19 경험자의 호흡훈련에 따른 특수성 또는 비감염자와의 차이를 알아보고자 하였다.

COVID-19 후유증에 따른 폐의 유순도 감소는 제한성 폐질환의 특징을 가진 폐 섬유증과 유사하며 말초 기관지의 염증 및 폐 실질의 염증으로 섬유화가 진행되어 폐포 중격의 비후가 나타나며 이로 인한 가스교환율의 저하와 폐기능의 감소가 빈번히 나타나게 된다(Martinez-Pitre 등, 2021). 그러나 본 연구에서는

COVID-19 경험군과 비경험군 사이에서의 모든 군간의 사전 및 사후의 유의한 결과 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 정현진과 이대택(2012)이 6주간 24명의 건강한 대학생에게 파워브리드를 이용한 들숨근훈련과 70 % VO<sub>2</sub>max의 운동강도로 유산소운동을 동시에 적용한 결과 FVC에서 유의한 차이가 나타나지 않았다는 연구와 부분적으로 일치하며, Liu 등(2020)이 COVID-19에 감염된 노인 환자를 대상으로 6주간의 호흡운동을 진행하였을 때 FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC, 6분 걷기 검사의 결과가 유의하게 증가하였으며 호흡 기능의 증진되었다는 보고와는 부분적으로 상반되게 나타났다. 이러한 이유는 건강한 성인이 대상인 경우 가슴우리의 용적의 변화가 크지 않아 폐활량 자체의 증가나 FVC의 변화는 나타나지 않을 수 있기 때문이며(황수관과 허복, 1980; 정현진과 이대택, 2012), 본 연구에서 또한, 대상자들의 연령이 비교적 적고 COVID-19 감염 후 충분히 회복할 수 있는 기간이 있었기 때문에 건강상태가 양호하여 중재 전과 후의 FVC 값의 군들간 차이는 나타나지 않은 것으로 판단된다.

그러나, 군내 실험결과에서는 감염 경험자군 중 들숨만 실시한 군에서 FVC 값의 증가가 나타났으며 들숨과 날숨훈련을 동시에 실시한 군에서는 FEV<sub>1</sub>/FVC 값 까지도 유의한 증가 나타났다. 또한, 비감염자군에서는 들숨과 날숨을 모두 실시한 군에서 FVC 값과 FEV<sub>1</sub> 값의 유의한 증가가 나타났다.

이러한 결과는 COVID-19로 인한 폐 섬유증 환자를 대상으로 하는 신정우(2021)의 호흡 물리치료를 적용한 단일사례 연구에서 환자의 폐기능 및 증상에 임상적으로 긍정적인 영향을 미쳤다는 연구와 부분적으로 일치한 결과를 알 수 있었으며, 김종혜

(1991)의 연구와 김춘길과 정진웅(1999)의 연구에서 강화폐활량계를 사용한 심호흡 훈련이 자발적인 호흡에 비해 폐환기능을 증진시킨다는 보고와 일치하였다.

강화폐활량계는 스스로 심호흡 할 수 없는 노인, 만성 폐쇄성 폐질환, 비만, 무기폐등의 발생 가능성이 높은 환자들에게 주로 적용된다(서문자 등, 2004). 이러한 이유는 환자가 공기를 최대한 흡입한 후에 잠깐 동안 호흡을 중단하는 반복된 동작을 하는 동안 허탈된 폐가 팽창되고 기도가 개방되어 공기가 전체 폐구역에 확산되어 폐포의 확장을 유도할 수 있어(김명옥, 1996) 폐의 유순도 및 호흡 근력을 향상시켜 폐허탈 상태를 예방 및 개선시킬 수 있기 때문이다. 따라서 본 연구의 대상자들도 COVID-19 감염 후 통계적으로 유의할 만큼의 폐 유순도의 감소로 인한 비감염자와의 폐기능의 감소의 차이는 나타나지 않았지만 지속적인 폐 유순도의 감소와 폐포 및 말초기도의 염증으로 폐허탈이 지속되었으며 이로 인한 말초기도의 경미한 기도협착과 폐 유순도 감소로 인한 폐기능의 감소가 발생 한 것으로 판단된다.

본 연구에서 실시한 강화폐활량계를 적용한 호흡훈련이 들숨, 들숨과 날숨 훈련을 통해 비감염자 또는 COVID-19 경험자의 FVC 값을 증가시킨 이유는 강화폐활량계의 공기 흡입 및 배출 방식에 따라 폐의 유순도가 증가한 것으로 판단된다. 또한, FEV<sub>1</sub>/FVC의 값이 COVID-19 경험자의 들숨과 날숨훈련군에서만 유의한 결과값이 나타난 것은 강화 폐활량계를 이용한 호흡 운동 방식에서 날숨훈련이 말초기도를 개방시켜 COVID-19의 의한 기도의 협착정도가 개선된 것으로 판단된다. 이러한 의미는 호흡운동 중 호기운동 시 오므린 입술 호흡법을 이용하면 호흡기능을 증진시켜 폐의 환기가 증가한다는(서교철 등, 2021) 연구처럼 본 연구에서 감염자의 들숨과 날숨 적용군에서도 강화폐활량계를 통한 날숨의 경우도 입술에 장치를 오므린 입술 상태로 물고 호흡운동을 적용하기 때문에 기도 협착이 개선되어 FEV<sub>1</sub>/FVC의 증가가 나타났을 것으로 판단된다.

본 연구에서 호흡운동 적용 후 산소포화도의 변화는 모든 군간 및 군내의 전과 후에 유의한 차이가 없었다. 심박수에서는 군내에서 I,III,IV군에서 유의한 차이가 나타났고 군간에서는 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 장기간 고강도 운동을 해야만 심장의 기능이 개선된다는 윤은선 등(2012) 결과와 부분적으로 일치하며 장기간의 유산소운동만이 안정 시 심박수를 감소시켜 운동 시 심박수에 영향을 미친다는 최환석(2005)의 연구와도 부분적으로 일치하였다. 또한, 호흡보조기법을 활용했을 때 즉각적인 효과로 심박수 회복력은 개선되었으나 산소포화도는 유의한 차이가 없었다는 김진섭(2022)의 연구와 상이하거나 부분 일치한 결과를 알 수 있었다. 이러한 이유는 본 연구가 강화폐활량계를 이용하여 COVID-19 경험자의 즉각적인 심장기능의 변화를 분석하고자 하였기 때문에 장기적인 심장기능에 영향을 주는 자극으로서 자극효과가 적어 군간에는 유의한 결과치가 나오지 않은

것으로 판단되며 항상성이 유지되는 심장기능에는 크게 영향을 주지 못한다고 판단된다.

정민화(1992)의 연구에서는 체계적인 호흡 운동을 한 집단과 일상적인 흉부 운동 치료를 한 집단 간에 폐합병증의 발생률은 일상적인 흉부 호흡 운동 치료만을 시행 했던 집단에서 13.5%로 체계적인 흉부 호흡 운동을 시행했던 집단에서 9%로 체계적인 흉부 호흡 운동을 시행했던 집단에서 폐합병증의 발생률이 낮았다고 하였다.

본 연구에서는 COVID-19 경험자와 비감염자와 호흡운동에 따른 차이는 발생하지 않았지만 COVID-19 경험 유무와 관계없이 호흡운동의 효과는 확인 할 수 있었다. 또한, 강화폐활량계를 활용하여 날숨까지 훈련시킨 경우 FEV<sub>1</sub>/FVC가 증가하여 COVID-19 후유증으로 발생한 기도의 협착에 대한 호흡중재의 방안으로 고려할 수 있다는 결과도 얻을 수 있었다. 호흡훈련이 심장기능에 즉각적인 영향을 주지 않았다는 결과를 통해 심폐기능이 항상성 기준에 있는 경우 비교적 안전하게 COVID-19 후유증 중재법으로 적용이 가능하다고 판단 할 수 있었다. 그러나, 본 실험은 실험기간이 짧았고, 본 연구의 호흡운동이 신체적인 변화를 주기에는 적은 운동량이었으며, COVID-19 후유증을 직접적으로 겪고 있는 대상이 아니었기 때문에 추후 이를 보완하여 더 많은 대상자에게 호흡운동 기간을 증가시키고 증상을 호소하는 대상으로 연구를 다양하게 진행한다면 보다 심도 깊은 학술적 가치를 가지는 연구가 될 것이라고 생각된다.

## V. 결 론

본 연구는 COVID-19 감염 후 감염경험자와 비감염자인 20~30대 대학생을 대상으로 강화폐활량계를 활용하여 호흡운동 적용이 COVID-19 경험 유무에 따라 심폐기능에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 군간, 사전·사후 측정을 시행한 후 비교하였다. 연구결과, 본 연구에서는 COVID-19 경험자와 비감염자와 호흡운동에 따른 차이는 발생하지 않았지만 COVID-19 경험 유무와 관계없이 호흡운동의 효과는 확인 할 수 있었다. 또한, 강화폐활량계를 활용하여 날숨까지 훈련시킨 경우 FEV<sub>1</sub>/FVC가 증가하여 COVID-19 후유증으로 발생한 기도의 협착에 대한 호흡중재의 방안으로 고려할 수 있다는 결과도 얻을 수 있었다. 호흡훈련이 심장기능에 즉각적인 영향을 주지 않았다는 결과를 통해 심폐기능이 항상성 기준에 있는 경우 비교적 안전하게 COVID-19 후유증 중재법으로 적용이 가능하다고 판단 할 수 있었다.

그러므로, 본 연구의 결과를 토대로 COVID-19의 후유증 관리방법으로 강화폐활량계를 활용한 호흡운동을 실시하면 비교적 안전하게 폐기능을 증진시킬 수 있을 것으로 사료되며 좀 더 다양

한 연구를 통해 사회적, 대중적으로 영향력 있는 중재법으로서 파급효과를 기대한다.

## 참고문헌

- 구도영. 동적 상지운동을 동반한 호흡운동이 COVID-19 20대 여성 확진자의 폐 기능과 호흡근 근력에 미치는 영향. 대한심장호흡물리치료학회지, 11(1);39-45, 2023.
- 구미지, 황선경. 호기 및 흡기호흡운동이 상복부 수술을 한 노인 환자의 폐환기능과 폐 합병증에 미치는 효과 비교. 대한간호학회지, 46(4);514-522, 2016.
- 김명옥. 수술후 심호흡방법에 따른 폐환기능 회복에 관한 연구. 국내석사학위논문 경희대학교, 1996.
- 김용례, 박상연. 체계적인 호흡운동 프로그램이 기흉환자의 회복에 미치는 효과. 중환자간호학회지, 5(2);28-36, 2012.
- 김유린, 남설희, 김선예. 질병관리청의 데이터를 이용한 COVID-19 확진자의 사망에 대한 영향요인과 혈액 변수의 타당도. 한국컴퓨터정보학회논문지, 25(11);179-185, 2020.
- 김윤정. COVID-19와 장기 후유증. 대한내과학회지. 97(1); 23-27, 2022.
- 김중혜. Incentive spirometer를 사용한 심호흡 방법이 폐환기 기능에 미치는 효과에 관한 연구. 국내석사학위논문 이화여자대학교 교육대학원, 1991.
- 김진섭. 운동 종료 후 호흡보조 도수기법 적용이 심장박동회복에 미치는 즉각적인 효과. 대한심장호흡물리치료학회지, 10(2);19-24, 2022.
- 김춘길, 정진웅. 수술전 간호정보제공이 복부수술 환자의 수술 후 간호만족도에 미치는 효과. 성인간호학회지, 11(3); 570-580, 1999.
- 남형천, 김경목, 고경량 등. 호흡운동이 20대 남성의 폐활량에 미치는 효과. 대한심장호흡물리치료학회지, 3(1);37-42, 2015.
- 서교철, 박승환, 김대룡. 풍선불기운동이 20 대 정도 지적장애인의 복합적인 폐기능에 미치는 영향. 한국융합학회논문지, 12(9);121-126, 2021.
- 서문자, 이정희, 김영숙, 이향련, 박춘자, 유성자. 성인간호학. 서울:수문사, 2004.
- 신정우. 코로나바이러스로 인한 폐 섬유증에 대한 호흡 물리치료 임상 사례. 대한심장호흡물리치료학회지, 9(2);39-43, 2021.
- 윤은선, 박수현, 정수진 등. 운동 프로그램이 비만 청소년의 자율신경계 기능에 미치는 영향. 한국운동생리학회, 21(2); 173-182, 2012.
- 이현주, 조현경, 서지은. 코로나 후유증 치유와 주거공간과의 관계성에 대한 인식 분석. 한국주거학회지, 33(1);131-139, 2022.
- 전용진, 오덕원, 김경모, 이영정. 경수손상환자들의 폐기능 향상을 위한 흡기 및 호기 호흡운동 방법의 효과 비교. 한국전문물리치료학회지, 17(1);9-16, 2010.
- 정민화. 체계적인 흉부호흡치료가 수술후 폐합병증에 미치는 영향. 국내석사학위논문 경상대학교 대학원, 1992.
- 정현진, 이대택. 흡기근육 훈련과 유산소운동의 동시적용이 심폐반응과 폐기능에 미치는 영향. 운동과학, 21(3);373-384, 2012.
- 조은주. 산림치유 활동이 코로나19 후유증 대상자의 자율신경계 변화와 SpO<sub>2</sub>변화에 미치는 영향에 관한 연구. 국내석사학위논문 신라대학교 일반대학원, 2023.
- 최환석, 옥선명, 김철민 등. 유산소 운동이 Heart Rate Variability (HRV)에 미치는 영향. 가정의학회지, 26(9); 45-50, 2005.
- 황수관, 허복. Treadmill 운동부하 후 회복기에 있어서 심폐기능의 변화. 한국체육학회지, 19(3);17-23, 1980.
- Bazdyrev E, Rusina P, Panova M et al. Lung Fibrosis after COVID-19: Treatment Prospects. Pharmaceuticals, 14(8);807, 2021.
- Ceban F, Ling S, Lui LM, et al. Fatigue and cognitive impairment in Post-COVID-19 Syndrome: A systematic review and meta-analysis. Brain Behav Immun, 101;93-135, 2022.
- Fernández-de-Las-Peñas C, Palacios-Ceña D, Gómez-Mayordomo V, et al. Prevalence of post-COVID-19 symptoms in hospitalized and non-hospitalized COVID-19 survivors: A systematic review and meta-analysis. Eur J Intern Med, 92;55-70, 2021.
- Jahdhami IA, Naamani KA, Bennji SM, et al. Respiratory Complications after COVID-19. Oman Med J, 37(1);343, 2022.
- Liu K, Zhang W, Yang Y, et al. Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: A randomized controlled study. Complement Ther Clin Pract, 39; 101166, 2020.
- Mandal S, Barnett J, Brill SE, et al. 'Long-COVID': a cross-sectional study of persisting symptoms, biomarker and imaging abnormalities following hospitalisation for COVID-19. Thorax, 76(4); 396-398, 2021.
- Martinez-Pitre PJ, Sabbula BR, Cascella M. Restrictive Lung Disease. StatPearls, 2020.
- Pierce JD, Shen Q, Cintron SA, et al. Post-COVID-19 syndrome. Nurs res, 71(2);164-174, 2022.

Sanchez-Ramirez DC, Normand K, Zhaoyun Y, et al.  
Long-term impact of COVID-19: a systematic  
review of the literature and meta-analysis.  
Biomedicines, 9(8);900, 2021.