

호흡운동 프로그램이 지역사회 노인의 폐기능 및 호흡기 증상에 미치는 효과

<https://doi.org/10.32337/KACPT.2025.13.1.37>

대한심장호흡물리치료학회지 제13권 제1호 2025.03. PP.37~42

■ 강선영¹, 김진섭^{2*}

■¹순천향대학교 작업치료학과, ²선문대학교 물리치료학과

Effects of Respiratory Exercise on Pulmonary Function and Respiratory Symptoms in Community-Dwelling Older Adults

Kang sun-young, PT, PhD¹, Kim jin-seop, PT, PhD²

¹Department of Occupational Therapy, Soonchunhyang University

²Department of Physical Therapy, Sunmoon University

Purpose: This study aimed to evaluate the effects of an 8-week respiratory rehabilitation program on the pulmonary function and respiratory symptoms in community-dwelling older individuals. **Methods:** A total of 15 older participants completed an 8-week respiratory rehabilitation program, meeting once a week for 90 min. The program consisted of breathing exercises (e.g., diaphragmatic and pursed-lip breathing), resistance exercises using TheraBands, and full-body stretching. Pulmonary function was assessed based on the forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 s (FEV₁), FEV₁/FVC ratio, maximal inspiratory pressure (MIP), and maximal expiratory pressure (MEP). Respiratory symptoms were evaluated using the COPD assessment test (CAT) and modified Medical Research Council (mMRC) questionnaires, with pre- and postintervention comparisons. **Results:** Significant improvements were observed in FEV₁ (p=.019), FEV₁/FVC ratio (p=.004), and MIP (p=.016), indicating improved airflow, lung elasticity, and inspiratory muscle strength. CAT and mMRC scores significantly decreased (p=.006 and p=.039, respectively), reflecting reduced respiratory symptoms. Although FVC and MEP showed upward trends, these were not significant. **Conclusion:** The 8-week respiratory rehabilitation program improved pulmonary function, inspiratory muscle strength, and respiratory symptoms, demonstrating its potential as a practical and effective intervention for respiratory health management in older individuals.

Key words : Respiratory rehabilitation, pulmonary function, respiratory symptoms, elderly, inspiratory muscle training

Received: December 01, 2024 / **Revised:** December 13, 2024 / **Accepted:** December 17, 2024

I. 서론

전 세계적으로 고령화가 가속화되면서 노인 인구가 증가하고 있으며, 이로 인해 근감소증(sarcopenia) 등 다양한 건강 문제가 나타나고 있다. 근감소증은 골격 근육량과 근력이 감소하며 신체 기능 저하를 초래하는데, 최근 메타분석에 따르면 한국 65세 이상 노인 중 근감소증 비율은 남성 13.9%, 여성 11.4%로 보고되었다(Choo 와 Chang, 2021). 이와 더불어, 노화와 함께 폐 기능의 감소도 중요한 문제로 대두되고 있다.

폐 기능은 일반적으로 20~25세에 최고조에 달한 뒤, 35세부터 유전적 및 환경적 요인으로 인해 서서히 감소한다(Agusti &

Faner, 2019). 노화로 인해 허파파리의 탄성 감소와 폐 조직의 생리적 변화가 발생하며, 이는 확산능 감소와 잔기량 증가로 이어져 폐 기능 저하를 초래한다(Buchman 등, 2008). 또한, 가슴벽 순응도(compliance) 감소, 척추 굽음증(kyphosis) 증가, 호흡근 약화와 같은 근골격계 변화도 폐 기능 저하를 심화시킨다(Kim, 2013; Buchman 등, 2008).

폐기능 감소는 다양한 지표를 통해 평가할 수 있다. 대표적으로 노력성 폐활량(Forced Vital Capacity, FVC), 1초간 노력성 호기량(Forced Expiratory Volume in one second, FEV₁), 그리고 최대 날숨속도(Peak Expiratory Flow, PEF) 등이 사용된다. 폐활량은 노화에 따라 20~30세 이후 매년 약 0.3%씩 감소

교신저자: 김진섭

주소: 31460, 충청남도 아산시 탕정면 선문로221번길 70, 선문대학교, E-mail: skylove3373@sunmoon.ac.kr

하며, 70세가 되면 초기 성인기의 약 30%가 줄어드는 것으로 보고된다(Sharma 와 Goodwin, 2006). 특히, FEV₁은 매년 약 0.20.4% 감소하며, 70~80세에는 초기 성인기의 약 50% 수준까 지 감소할 수 있다 (Sharma 와 Goodwin, 2006).

폐 기능 감소는 기침, 가래와 같은 호흡기 증상을 악화시키고, 노인들의 호흡기 질환 발병 위험을 높인다. 특히 만성 폐쇄성 폐질환(COPD)은 노인의 폐 기능 감소와 밀접하게 연관되며, 이러한 질환은 일상생활 능력을 저하시켜 삶의 질에 부정적인 영향을 미친다(Agusti와 Faner, 2019; Wen 등, 2019). 나이가 이러한 변화는 노인의 독립적 생활 능력을 약화시키고 사회적 및 경제적 부담을 가중시킨다.

폐질환 환자들에게는 복식호흡, 횡격막 근기능 강화운동, 유산소, 무산소 운동 등으로 구성된 폐기능 재활운동이 널리 활용되고 있으며, 이는 호흡기 증상 완화와 폐 기능 개선에 효과적임이 입증되었다(Holland 등, 2012). 이러한 프로그램은 국내에서도 MM440 행위수가로 지정되어 호흡기 질환 환자들에게 적용되고 있다. 그러나 호흡기 질환 환자가 아니더라도 폐 기능이 약하거나 호흡기에 취약한 노인들에게도 이러한 운동은 건강 증진을 위한 목적으로 유용하게 적용될 수 있다(Kim, 2013).

이에 본 연구는 지역사회 사업의 일환으로 노인들에게 호흡재활 프로그램을 제안하고, 이를 통해 폐기능(FVC, FEV₁, MIP, MEP)과 호흡기 증상(CAT, mMRC)에 미치는 효과를 평가하고자 한다. 본 연구는 노인의 폐기능 개선과 호흡기 증상 완화를 통해 신체 기능 향상과 삶의 질 증진에 기여할 수 있는 근거 기반의 개입 방안을 마련하는 데 목적이 있다. 이를 통해 고령화 사회에서 증가하는 노인의 건강 문제를 완화하고, 지역사회 건강관리 체계를 개선하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 충청남도 천안시에 거주하는 65세 이상 여성 노인을 대상으로 수행되었다. 연구 대상자는 독립적으로 보행이 가능한 자로 선정하였으며, 다음과 같은 배제 기준을 적용하였다: 불안정 협심증, 대동맥류, 조절되지 않는 고혈압 또는 심혈관 질환이 있는 자, 신경학적 질환으로 인해 감각 기능 및 균형 능력이 소실된 자, 그리고 인지장애로 의사소통이 어려운자로 하였다.

모든 연구 대상자는 연구의 목적과 실험 절차에 대해 충분한 설명을 듣고 자발적으로 연구 참여에 동의한 후 동의서에 서명하였다. 본 연구는 공주대학교 산학협력단의 승인을 받아 진행되었으며, 봉명지구 행복복지센터에서 헬싱키 선언에 의해 적법하게 연구가 진행 되었다.

표 1. 대상자의 일반적인 특성

(n=15)

	평균(표준오차)
나이	71.15 ± 7.10
몸무게	64.23 ± 12.80
키	159.62 ± 8.30
BMI	25.06 ± 3.30
남/여	5/10
흡연유무	없음(0/15)
기저질환	당뇨(3/15)

2. 연구 절차

본 연구는 천안시 봉명동에 거주하는 노인을 대상으로 8주간 호흡재활 프로그램을 적용하여 진행되었다. 연구 초기와 종료 시점에 폐기능 및 호흡기 증상을 평가하였으며, 이를 통해 호흡재활 프로그램이 지역사회 노인의 폐기능과 호흡기 증상에 미치는 영향을 전후 비교 분석하였다. 참여자는 주 1회, 총 8주 동안 1시간 30분에 걸쳐 프로그램에 참여하였다.

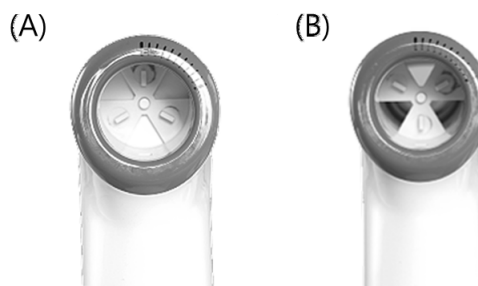


그림 1. (A) 부하 1단계_쉬움 단계, (B) 부하 10단계_어려움 단계

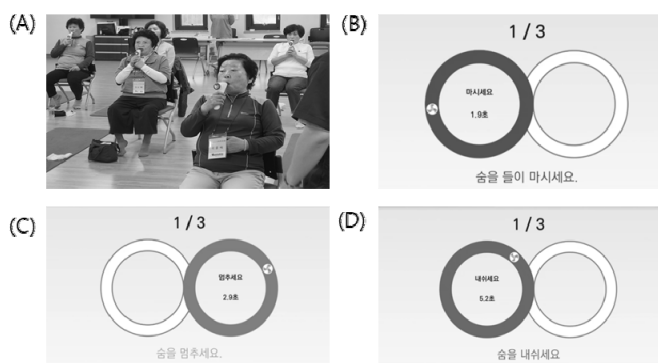


그림 2 A) 알파숨을 이용하여 호흡근 강화 운동을 하는 모습 (B-D) 알파숨에서 제공하는 콘텐츠, 호흡패턴 시각 피드백(visual feedback)

표 2. 호흡재활 프로그램

교육	호흡 인지 교육		목적	호흡의 중요성 및 필요성 인지				10분	
준비 운동	입술 모으기 호흡훈련		목적	호기시간을 길게 하여 환기량 증가				10분	
			방법	3회/1SET, 3SET					
	가로막(복식) 호흡훈련		목적	가로막을 사용하여 호흡하는 방법 훈련					
			횟수	3회/1SET, 3SET					
호흡 운동	알파숨을 이용한 호흡근 강화훈련		목적	코어근육 강화 및 호흡패턴 교육, 복합호흡(다이아몬드)				10분	
			방법	1-4주	3회/1SET, 3SET	5-8주	5회/1SET , 3SET		
휴식시간 10분									
근력 강화 운동	상지운동 (세라밴드)		굴곡	목적	상지 굴곡근육 강화 및 호흡패턴 교육				20분
				횟수	1-4주	3회/1SET, 3SET	5-8주	5회/1SET, 3SET	
			신전	목적	상지 신전근육 강화 및 호흡패턴 교육				
				횟수	1-4주	3회/1SET, 3SET	5-8주	5회/1SET, 3SET	
	하지운동 (세라밴드)		외전	목적	엉덩관절 외전근육 강화 및 호흡패턴 교육				
				횟수	1-4주	3회/1SET, 3SET	5-8주	5회/1SET, 3SET	
			내전	목적	엉덩관절 내전근육 강화 및 호흡패턴 교육				
				횟수	1-4주	3회/1SET, 3SET	5-8주	5회/1SET, 3SET	
	무릎관절		신전	목적	무릎관절 신전근육 강화 및 호흡패턴 교육				
				횟수	1-4주	3회/1SET, 3SET	5-8주	5회/1SET, 3SET	
휴식시간 10분									
스트 레칭	상하지 근긴장도 완화		목적	관절 가동성 증진				15분	
			방법	각 관절에 2회에서 3회 부드러운 관절가동범위 운동					
			횟수	3회/1SET					
	목 부위 근육 신장		목적	호흡보조근육 신장					
			방법	체간을 고정하고 경부를 굴곡 및 신전 등을 통해 신장					
			횟수	10초 - 20초 동안 유지, 3SET					
정리 운동	호흡 보조법		목적	호흡완화 및 안정화				5분	
			방법	숨을 최대한 들이쉬고 내뿜을 때 진동을 준다					
			횟수	호흡에 대한 보조 기법 10회					

호흡운동은 복식호흡과 오므린 입술호흡(pursed-lip breathing) 교육으로 구성되었으며, 호흡근 강화를 위해 알파숨(Alphasoom, Addable, Republic of Korea) 기기를 활용하였다.

알파숨은 의료기기 1등급으로, 부하 팬을 이용해 유량을 10단계로 조절할 수 있으며, 블루투스를 통해 전용 앱과 연동되어 실시간 유량 측정 및 분석이 가능하다(그림 1). 이 기기는 시각 피드백(visual feedback)을 제공하여 사용자가 들숨, 날숨, 숨참

기 등의 훈련을 보다 정확하고 효과적으로 수행할 수 있도록 돕는다. 앱에 내장된 콘텐츠는 훈련의 정확도를 점검하고, 개인별 폐 기능 상태에 맞는 맞춤형 훈련 강도를 제공함으로써 호흡 패턴 훈련의 효율성을 높였다(그림 2).

이와 함께, 근력운동은 세라밴드를 활용한 전신 근력 운동으로 구성되었으며, 전신 스트레칭도 병행되었다. 프로그램은 American Thoracic Society/European Respiratory Society

(ATS/ERS) 지침(2002)과 Sapienza 와 Wheeler(2006)의 기존 연구에서 제안된 호흡재활 기법을 기반으로 설계되었다(표 2).

프로그램 종료 후에는 초기와 동일한 방법으로 폐기능 및 호흡기 증상을 재측정하였으며, 참여 전후의 데이터를 분석하여 프로그램이 연구대상자의 폐기능 향상과 호흡기 증상 개선에 미친 영향을 종합적으로 평가하였다.

3. 측정 도구 및 방법

1) 폐기능 검사 - 폐활량

호흡재활 프로그램의 효과를 비교하기 위해 폐활량은 강제폐활량(FVC)과 1초간 노력성 호기량(FEV₁)을 측정하여 평가하였다. FVC는 최대한 깊게 들이마신 후 최대 속도로 내쉬는 동안 배출되는 공기의 총량을 나타내며, FEV₁은 1초 동안 내뿜는 공기의 양을 의미한다. 두 변수는 폐기능 감소를 평가하는 주요 지표로 사용된다(ATS/ERS Task Force, 2005).

폐활량 측정은 폐활량계(spirometry, COSMED, Italy)를 사용하였으며, 측정은 각각 3회씩 수행 후 최대값을 분석에 사용하였다. 검사는 대상자가 바른 앉은 자세에서 등받이를 바로 세운 상태에서 마우스를 입에 물고 코를 막은 상태에서 코마개를 하고 평상시 호흡을 2-3회 반복한 후 빠르고 깊게 숨을 들이쉬고, 가능한 빨리, 최대한으로 끝까지 공기를 배출하도록 한다. 정확성을 위해 연구원이 환자에게 충분한 설명을 하고 폐기능 측정방법을 시연한 후 이루어졌다. 폐활량 측정기를 이용한 폐기능 평가의 측정자내 신뢰도는 $r=.99$ 로 매우 높음으로 보고되었다(Finkelstein 등, 1993).

2) 폐기능 검사 - 호흡근력

호흡근력은 최대 흡기압(MIP, Maximal Inspiratory Pressure)과 최대 호기압(MEP, Maximal Expiratory Pressure)을 측정하여 평가하였다. MIP는 최대 흡기 시 발생하는 압력을 측정하며, 횡격막과 흡기 근육의 강도를 평가하는 데 사용된다. MEP는 최대 호기 시 발생하는 압력으로 호기 근육의 강도를 반영한다(McConnell 와 Romer, 2004).

호흡근력 측정은 압력 측정기(Pressure Manometer)를 사용하였으며, 대상자는 코마개를 착용하고 최대한 깊게 들이마시거나 내쉬도록 지시받았다. 각 측정은 3회 반복하였으며, 가장 높은 값을 분석에 사용하였다.

3) 호흡기 증상 - 설문지

호흡기 증상은 만성폐쇄성폐질환 평가검사(CAT, Chronic Obstructive Pulmonary Disease Assessment Test)와 호흡곤란 점수(mMRC, Modified Medical Research Council Dyspnea Scale)를 사용하여 평가하였다.

CAT은 8개의 항목으로 구성되어 있으며, 기침, 가래, 숨 가쁨, 활동 제한 등 호흡기 증상이 일상생활에 미치는 영향을 종합적으로 평가한다(Jones 등, 2009). mMRC는 호흡곤란의 심각도를 0~4점 척도로 평가하며, 호흡기 질환의 중증도를 간단히 평가할 수 있다(Fletcher 등, 1959).

대상자는 연구자가 각 항목을 설명한 후 설문을 자가 작성하였으며, CAT은 총점 40점, mMRC는 04점으로 결과를 기록하였다.

4. 분석 방법

본 연구에서는 자료통계처리를 위하여 윈도우용 SPSS ver. 25.0(SPSS Inc., Chicago, USA)을 사용하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계량을 이용하였고 콜로고로프-스미르노프(Kolmogorov - Smirnov) 검정법을 이용하여 정규성 검정을 시행하였다. 또 8주간 호흡재활 프로그램 전, 후의 폐기능(FVC, FEV₁, MIP, MEP)과 호흡기 증상(CAT, mMRC)의 차이를 비교하기 위해 대응표본 t검정(paired t-test)을 실시하였다. 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 호흡재활 프로그램의 폐기능 변화

8주간의 호흡재활 프로그램 후 FEV₁과 FEV₁/FVC 비율에서 유의미한 증가를 보였다(표 3). FEV₁은 평균 1.88에서 2.09로 증가하였으며($p = .019$), FEV₁/FVC 비율은 평균 70.32에서 77.60으로 증가하였다($p = .004$). 이는 폐의 공기 흐름과 기도 탄성의 개선을 나타낸다. 또한 MIP(최대 흡기압)는 평균 49.58에서 54.41로 유의미하게 증가하였다($p = .016$), 이는 흡기 근육의 강화를 시사한다.

반면, FVC(노력성 폐활량)는 평균 2.68에서 2.72로 소폭 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다($p = .489$). MEP(최대 호기압)도 평균 53.25에서 56.16으로 증가 경향을 보였으나 통계적으로 유의미하지 않았다($p = .175$).

2. 호흡재활 프로그램의 호흡기 증상 변화

호흡기 증상 측정 결과 CAT(COPD Assessment Test) 점수는 평균 7.16에서 3.16으로 유의미하게 감소하였다($p = .006$). 이는 호흡곤란, 피로감 등 주관적 호흡기 증상이 크게 완화되었음을 나타낸다. 또한 mMRC(Medical Research Council dyspnea scale) 점수도 평균 0.75에서 0.41로 유의미하게 감소하였다($p = .039$), 이는 호흡곤란의 정도가 줄어들었음을 시사한다(표 4).

표 3. 호흡재활 프로그램 중재 전 후의 폐기능의 변화

	Before	After	t	p
FVC(l)	2.68	2.72	-0.71	.489
FEV ₁ (l)	1.88	2.09	-2.80	.019*
FEV ₁ /FVC(%)	70.32	77.60	-3.68	.004*
MIP (mmHg)	49.58	54.41	-2.85	.016*
MEP (mmHg)	53.25	56.16	-1.44	.175

FVC : Forced vital capacity

FEV₁ : Forced expiratory volume at 1 second

MIP : Maximal Inspiratory Pressure

MEP : Maximal Expiratory Pressure

*p<0.05

표 4. 호흡재활 프로그램 중재 전 후의 호흡기 증상의 변화

	Before	After	t	p
CAT (점)	7.16	3.16	3.38	.006*
mMRC (점)	0.75	0.41	2.34	.039*

CAT : COPD assesment test

mMRC : modified Medical Research Council Dyspnea Scale

*p<0.05

IV. 고 찰

호흡은 체내 산소 공급과 이산화탄소 배출의 핵심 과정으로, 생존과 일상생활에 필수적이다. 그러나 노화로 인해 폐의 탄성이 감소하고 호흡근이 약화되며 기도 저항이 증가하면서 폐기능 저하가 진행된다. 이러한 변화는 폐활량 감소와 호흡곤란을 유발하며, 신체활동의 제한으로 이어져 노인의 삶의 질에 부정적인 영향을 미친다(Buchman 등, 2008; Wen 등, 2019). 본 연구는 8주간의 호흡재활 프로그램이 지역사회 노인의 폐기능과 호흡기 증상에 미치는 영향을 분석하여 호흡운동의 임상적 유효성을 검증하고자 했다.

본 연구 결과에서 FEV₁(1초간 최대 호기량)의 유의미한 증가는 호흡재활 프로그램이 기도 저항을 줄이고 호기 근육을 강화한 결과로 해석할 수 있다. 이는 특히 MEP(최대 호기압)과 밀접한 관계가 있다. 비록 본 연구에서 MEP의 증가가 통계적으로 유의하지 않았지만, 수치상으로는 증가 경향을 보였다. 이는 호기 근육이 일부 강화되었을 가능성을 시사하며, FEV₁ 증가와의 연관성을 고려할 때 임상적으로 의미 있는 변화로 해석될 수 있다(Jones 등, 2018). FEV₁의 증가는 공기 흐름 개선을 의미하며, 이는 호흡곤란 완화에 기여한다. FEV₁/FVC 비율의 유의미한

증가는 기도의 탄성 회복 가능성을 시사하며, 호흡재활 프로그램이 노인의 폐 기능을 유지하고 개선하는 데 효과적임을 보여준다(Lu Y 등, 2020).

한편, MIP(최대 흡기압)의 유의미한 증가는 횡격막과 늑간근 등 흡기 근육의 근력 향상을 나타낸다. 이는 흡기 효율을 높이고 호흡근 피로를 감소시키는 데 기여한다(Sapienza 와 Wheeler, 2006). MIP의 증가는 직접적으로 FEV₁과 연관되지는 않지만, 호흡근 강화가 전반적인 호흡 효율성을 높이고 기침 능력을 강화하여 기도의 분비물을 더 효과적으로 제거할 수 있게 한다. 이는 호흡기 청결을 유지하고 호흡곤란을 줄이며 신체활동 수행 능력을 향상시키는 데 중요한 역할을 한다. 이러한 변화는 CAT 점수와 mMRC 점수의 감소를 설명할 수 있다. 특히 CAT 점수의 감소는 환자가 느끼는 호흡곤란, 피로감 감소 및 삶의 질 개선을 의미하며(Borge 등, 2014), mMRC 점수의 감소는 신체활동의 제약이 줄어들었음을 시사한다(McCarthy 등, 2015).

비록 본 연구에서 FVC와 MEP의 증가가 통계적으로 유의하지 않았지만, 기존 연구에서도 FVC와 같은 폐용적 지표는 장기적인 개입에서 더 큰 변화를 보이는 경향이 있다고 보고되었다(Beaumont 등, 2018). 따라서 장기적인 호흡재활 프로그램은 폐활량(FVC)과 호기 근육을 더욱 효과적으로 개선할 가능성이 있다.

결론적으로, 본 연구는 호흡재활 프로그램이 노인의 폐기능(FEV₁, FEV₁/FVC), 호흡근력(MIP), 그리고 호흡기 증상(CAT, mMRC)에 긍정적인 효과를 미쳤음을 확인했다. FEV₁의 증가는 호기 근육의 기능 향상과 관련이 있으며, 이는 CAT와 mMRC 점수 감소와 일치한다. 또한, MIP의 증가는 호흡근 전반의 강화와 흡기 효율 개선에 기여하였다. 이러한 결과는 노인의 호흡기 건강 관리와 질환 예방에 있어 호흡운동이 중요한 중재 방법임을 시사하며, 지역사회에서 실현 가능한 건강관리 프로그램으로 활용될 수 있는 근거를 제공한다.

본 연구를 통해 지역사회에 주민을 대상으로 실시한 호흡관련 건강운동프로그램이 노인들의 폐건강을 증진 유지시킬 수 있는 가치가 있다는 결과를 확인 할 수 있었으며 향후 대조군을 포함하는 호흡취약그룹까지 포함하는 연구가 진행된다면 더욱 사회적 공헌도가 확대될 것이라고 판단된다.

V. 결 론

본 연구는 8주간의 호흡재활 프로그램이 지역사회 노인의 폐 기능, 호흡근력, 및 호흡기 증상에 미치는 효과를 분석하였다. 연구 결과, FEV₁과 FEV₁/FVC 비율의 유의미한 증가는 기도 저항 감소와 호기 근육 기능 향상을 시사하며, 이는 호흡재활 프로그램이 폐의 공기 흐름을 개선하는 데 기여했음을 보여준다.

비록 MEP의 증가는 통계적으로 유의하지 않았으나, 수치상 증가 경향을 보여 호기 근육 강화의 가능성을 제시했다.

또한, MIP의 유의미한 증가는 흡기 근육의 근력 향상을 나타내며, 이는 전반적인 호흡 효율성을 개선하고 기침 능력을 강화하여 기도의 분비물 제거를 용이하게 했다. 이러한 변화는 CAT 점수 감소와 mMRC 점수 감소와 같은 호흡기 증상 개선 결과와 일치하며, 삶의 질 향상과 신체활동 수행 능력 증가로 이어짐으로 해석할 수 있다.

본 연구는 호흡재활 프로그램이 노인의 호흡기 건강 관리와 질환 예방에 있어 효과적인 중재 방법임을 입증하였으며, 지역사회에서 쉽게 실현 가능한 건강증진 프로그램으로 활용될 수 있는 근거를 제공한다. 향후에는 장기적인 개입과 다양한 대상군을 포함한 추가 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- American Thoracic Society/European Respiratory Society (ATS/ERS) Task Force. Standardization of spirometry. *Eur Respir J*, 26(2);319-338, 2005.
- Agusti A, Faner R. Lung function trajectories in health and disease. *Lancet Respir Med*, 7(4);358-364, 2019.
- Beaumont M, Forget P, Couturaud F, et al. Effects of inspiratory muscle training in COPD patients: A systematic review and meta-analysis. *Clin Respir J*, 12(7);2178-2188, 2018.
- Borge CR, Hagen KB, Mengshoel AM, et al. Effects of controlled breathing exercises and respiratory muscle training in people with chronic obstructive pulmonary disease: results from evaluating the quality of evidence in systematic reviews. *BMC Pulm Med*, 14;1-15, 2014.
- Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS, et al. Pulmonary function, muscle strength and mortality in old age. *Mech Ageing Dev*, 129;625-631, 2008.
- Choo YJ, Chang MC. Prevalence of Sarcopenia Among the Elderly in Korea: A Meta-Analysis. *J Prev Med Public Health*, 54(2);96-102, 2021.
- Fletcher CM, Elmes PC, Fairbairn MB, et al. Significance of respiratory symptoms and the diagnosis of chronic bronchitis in a working population. *Br Med J*, 2(5147);257-266, 1959.
- 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*, 22(6);523-533, 1993.
- Holland AE, Hill CJ, Jones AY, et al. Breathing exercises for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*, 10, 2012.
- Jones PW, Harding G, Berry P, et al. Development and first validation of the COPD Assessment Test. *Eur Respir J*, 34(3);648-654, 2009.
- Kim DH. Rehabilitation for Pulmonary Disease in the Elderly, 3(1);18-24, 2013.
- Lu Yufan, Li Peijun, Li Ning, et al. Effects of home-based breathing exercises in subjects with COPD. *Respir Care*, 65(3);377-387, 2020.
- McConnell AK, Romer LM. Respiratory muscle training in healthy humans: Resolving the controversy. *Int J Sports Med*, 25(4);284-293, 2004.
- McCarthy B, Casey D, Devane D, et al. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*, 2, 2015.
- Sapienza CM, Wheeler K. Respiratory muscle training: Theory and practice, Plural Publishing, 2006.
- Sharma G, Goodwin J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clin Interv Aging*, 1(3);253-260, 2006.
- Wen Y, Wang D, Zhou M, et al. Potential effects of lung function reduction on health-related quality of life. *Int J Environ Res Public Health*, 16(2);260, 2019.