

■이한결¹, 정대인^{2*}

■¹상무병원, ²광주보건대학교

Changes in Pulmonary Compliance According to Thoracic Mobilization Techniques in Smokers

Han-Gyeol Lee¹, Dae-In Jung^{2*}

¹Specialized Exercise Center, Sangmoo Hospital

²Department of Physical Therapy, Gwangju Health University

Purpose: The present study aimed to investigate changes in pulmonary compliance according to thoracic mobilization techniques in smokers. **Methods:** Forty smokers were block-randomized into two groups based on exercise type (general and modified thoracic mobilization). The interventions were administered thrice a week over a four-week period. The respiratory patterns, pulmonary function parameters (e.g., forced vital capacity [FVC], forced expiratory volume in 1 s (FEV₁), and FEV₁ /FVC ratio) and chest circumference of participants were measured before and after intervention. The respiratory patterns were assessed using the manual assessment of respiratory motion (MARM). **Results:** The modified thoracic mobilization group demonstrated significant decreases in thoracic breathing (MARM-AC) and increases in diaphragmatic breathing (MARM-BC) ($p < .05$). No significant differences were observed in the FVC, FEV₁, FEV₁ /FVC ratio, and chest circumference between groups. However, the FVC, FEV₁, and chest circumference were significantly increased in both groups ($p < .05$). The FEV₁ /FVC ratio remained above 70% across all groups, indicating preserved pulmonary function. **Conclusion:** Modified thoracic mobilization is effective for improving respiratory pattern quality, and both types of thoracic mobilization were more advantageous for enhancing pulmonary compliance. Tailoring respiratory exercise strategies based on therapeutic objectives may contribute to optimized interventions for smokers, older adults, and patients with cardiopulmonary conditions.

Key words: Thoracic Mobilization Technique, Pulmonary compliance, Breathing pattern, Smoker

Received: July 21, 2025 / **Revised:** August 07, 2025 / **Accepted:** August 12, 2025

I. 서론

우리나라 전체 외래 진료 환자 중 호흡기계 질환자가 차지하는 비율은 2014년부터 2023년까지 평균 16.72%로, 다른 질환에 비해 상대적으로 높은 비중을 나타내고 있다(통계청, 2025). 또한 호흡계통의 질환으로 인한 연간 사망자 수는 평균 약 2만 명이상이며, 2014년부터 2023년까지 누적 사망자 수는 약 35만 명에 이른다(통계청, 2024). 심폐 기능은 노화와 함께 점차 저하되며, 이에 따라 산소 운반 능력도 감소하게 된다(Bamrotia 등, 2017). 특히 흡연자의 경우 비흡연자보다 폐 기능 저하 속도가 더욱 빠르게 진행되며, 호흡의 주된 근육인 가호흡보조근에 대한 의존도가 증가하여 비효율적인 호흡 패턴이 나타날 수 있다

(Conway 등, 1992).

호흡패턴장애(breathing pattern disorder)는 비정상적인 호흡 빈도, 불규칙한 호흡 리듬, 과도한 상부 가슴우리의 움직임 및 가로막 기능 저하 등의 특징을 보이는 상태로, 다양한 생리적, 심리적 요인에 의해 발생할 수 있다(Boulding 등, 2016). 호흡패턴장애는 특히 가로막의 기능 저하와 밀접한 관련이 있으며, 이러한 가로막의 기능 이상은 자세 안정성과 호흡 효율성 모두에 부정적인 영향을 줄 수 있다(Kolář 등, 2012). 실제로 만성 근골격계 질환을 가진 환자, 특히 만성 요통 환자의 약 83%에서 호흡패턴장애가 관찰된다는 보고도 있다(Courtney 등, 2009).

흉곽가동술은 호흡 기능 개선에 효과적인 중재 방법으로 흉곽가동술을 통한 가슴우리의 확장 운동은 폐활량을 유의하게 증가

교신저자: 정대인

주소 : 62287 광주광역시 광산구 북문대로 419번길 73 광주보건대학교, TEL: 062-958-7647 E-mail: jungdi@ghu.ac.kr

시키는 것으로 나타났으며, 폐 기능 지표를 향상시킨다고 보고되었다(남형천 등, 2015; Kim과 Bae, 2021). 호흡근인 가로막과 배 부위 근육들은 위팔 근육들과 근육 사슬 관계를 가지고 있어 위팔의 운동 시 가로막이 복부의 압력을 증가시켜 몸통의 안정성에 기여하게 된다(Hodges 등, 2005; Khedr 등, 2000).

팔을 이용한 저항 운동은 호흡근의 근력 증가에 효과적이며, 이러한 호흡근의 근력 증가는 건강한 사람에게도 신체의 운동능력을 향상하는데 도움이 될 수 있다고도 보고되었다(Kilding 등, 2010; Ramirez-Sarmiento 등, 2002). 또한 위팔 운동 중 가슴우리를 확장하면서 동시에 가로막근육의 활성화가 이루어질 때 호흡기능을 향상시키는 것으로 나타났으며, 독립적인 가로막 운동보다 위팔의 운동과 함께 수행한 가로막 호흡훈련이 배 근육의 활성화도 및 폐 기능 향상에 효과적인 결과를 나타냈다(Han과 Kim, 2018; Tarnanen 등, 2012).

폐기능은 일반적으로 연령, 성별, 신장 그리고 체중의 인구학적 요인이 영향을 미치는데, 연령이 증가함에 따라 폐기능은 감소하고, 신장이 크고 체중이 증가할수록 폐용적의 증가와 함께 폐기능이 증가한다고 알려져 있다(Hancox 등, 2001). 흡연은 폐의 구조적 변화를 일으켜서 만성 폐쇄성 폐질환, 폐암 등의 호흡기 질환을 발생시키는 주요한 요인이며, 흡연량, 흡연기간 등 흡연과 관련된 요소들 역시 폐기능에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(Lee 등, 2000; Kim 등, 1999; Lee, 2007). 흡연자의 폐기능은 흡연기간이 길고 흡연량이 많을수록 감소하며, 장기적인 흡연은 폐기능을 감소시키는 요인으로 알려져 있다(Lee 등, 2000). 또한 흡연은 폐기능 검사 지표인 노력성 폐활량(FVC)와 1초간 노력성 날숨량(FEV₁), FEV₁/FVC를 모두 감소시키고 기도폐쇄나 기도 관련 질환을 증가시킨다고 한다(Tantisuwat와 Thaveeratitham, 2014).

가슴우리의 최대 확장 위치에서 들숨을 이용한다면 가로막의 더 효율적인 활용을 유도할 수 있으며, 가동 범위의 끝 지점에서 들숨을 시작하면 가로막의 수축이 최적화되고, 가슴우리 확장을 통한 폐 기능의 향상에도 도움이 될 수 있을 것이다. 선행 연구들에서 가로막의 기능이 호흡 효율성뿐만 아니라 자세 조절과 척추 안정화에도 영향을 미친다는 점이 확인되었으나(Hodges와 Gandevia, 2000), 흉곽가동술의 효과를 최대화하기 위한 최적의 호흡 타이밍에 관한 연구가 충분히 진행되지 않아 아직까지 많이 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 대학생 흡연자들을 대상으로 자연스러운 호흡과 함께 하는 일반적인 흉곽가동술과 최대 확장 위치에서 들숨을 시작하는 흉곽가동술의 효과를 비교하고자 한다. 그리고 두 방법이 호흡패턴, 폐 기능, 가슴우리 둘레를 이용한 가슴우리의 확장성 등 폐탄성의 변화에 미치는 영향을 알아보고 호흡패턴장애 예방 및 개선을 위한 효과적인 중재 방법을 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 G대학교에 재학 중인 대학생 흡연자 중 자율적으로 참여하기로 한 40명을 대상으로 연구를 시작 하였다. 대상자의 선정기준은 실험에 동의하고 참여를 승낙한 흡연자, 본 실험의 수행에 제한을 주는 정도의 인지기능의 장애나 근골격계 제한 없는 자, 기저질환 혹은 심폐 관련 질환이 없는 자, 임신 가능성이 없는 자로 하였고, 제외기준은 비흡연자, 본 실험의 수행에 제한을 주는 정도의 인지기능의 장애나 근골격계 제한 있는 자, 기저질환 혹은 심폐 관련 질환이 있는 자, 임신 가능성이 있는 자로 하였다. 연구에 참여하기 전, 모든 참가자에게 헬싱키 선언의 윤리 기준에 따른 연구의 목적과 절차에 대한 정보를 구두와 서면으로 제공하였다. 참가자의 개인정보 보호와 익명성을 철저히 보장 하였으며, 연구와 관련된 질문에 대해 언제든지 답변할 수 있도록 상시 대응하였다. 또한 참가자들이 원할 경우 언제든지 자유롭게 연구 참여를 철회할 수 있음을 명확히 고지하였다.

2. 연구 설계

본 연구는 사전·사후 대조군 실험 설계로써 표본크기는 선행연구의 가슴우리 확장 중재를 수행한 실험군의 FEV₁의 전과 후 차이 값을 통해 효과크기로 계산되었다(Kim과 Bae, 2021). 표본크기 산출은 G*power 3.1(Franz Faul, University Kiel, Germany)을 사용하여 수행되었다. 소프트웨어에 구성된 설정은 효과 크기($f=0.268$, 검정력($1-\beta=0.80$), 유의수준($\alpha=0.05$)이다. 계산 결과, 참가자 수는 32명으로 중도 탈락 20%를 고려하여 39명의 참가자가 산출되었고, 짝수를 맞추기 위해 40명이 산출되었다. 선정된 대상자들을 무작위 배정 소프트웨어(Isfahan University, Isfahan, Iran)를 사용하여 일반적인 흉곽가동술을 시행하는 대조군, 최대한 가슴우리의 확장을 진행한 상태에서 흉곽가동술을 진행하는 실험군으로 배정하였다. 본 연구는 단일 눈 가림, 평가자 눈가림으로 중재로 수행되었다. 모든 대상자들은 실험과 측정 전에 중재에 대한 충분한 설명과 사전 연습을 실시하였다. 두 그룹 모두 호흡패턴, 폐 기능, 가슴우리 둘레를 중재 전과 후에 측정하였다. 본 연구의 실험은 2025년 3월 31일부터 2025년 5월 16일까지 진행되었다.

3. 운동 방법

대조군과 실험군 모두 4주 동안 주 3회 회당 3세트를 진행하였다.

1) General Thoracic Mobilization

일반적인 흉곽가동술을 시행하기 위해 가슴 벌리기(그림 1)와 몸통 돌리기(그림 2)를 수행하였다. 각 운동은 한 동작 당 15초씩

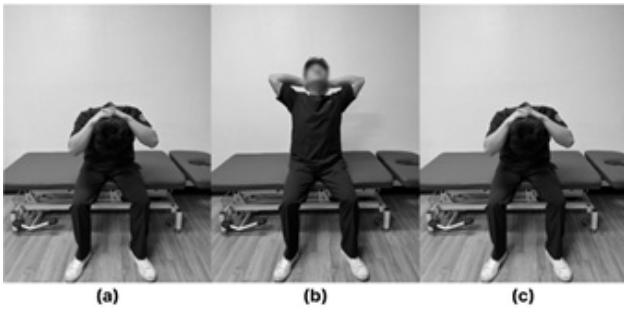


그림 1. 가슴 벌리기 운동
(a) 준비자세, (b) 들숨, (c) 날숨.

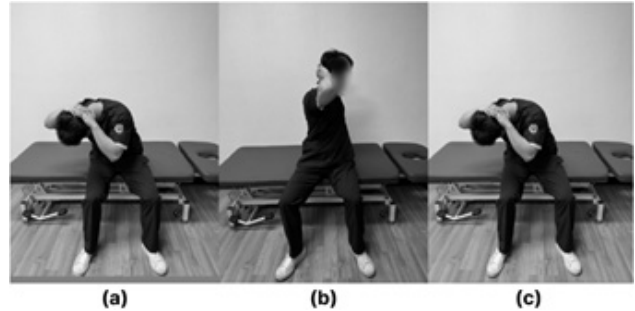


그림 2. 몸통 돌리기 운동
(a) 준비자세, (b) 들숨, (c) 날숨.

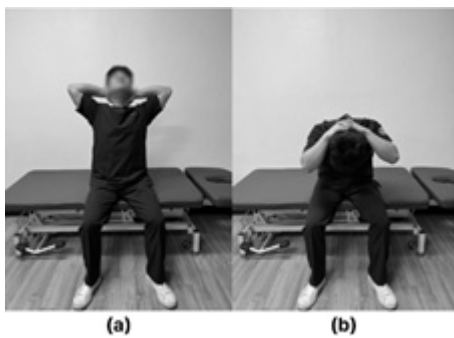


그림 3. 가슴 벌리기 운동
(a) 준비자세 & 들숨 (b) 날숨.

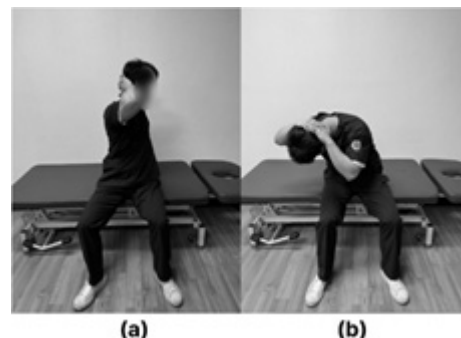


그림 4. 몸통 돌리기 운동
(a) 준비자세 & 들숨 (b) 날숨.

중재 수행 후 5초간 휴식을 적용하여, 총 3세트 반복 적용하였다. 운동시간은 가슴 벌리기와 몸통 돌리기 각 운동마다 총 60초씩 적용하여 하루 총 120초를 하였다(Kim과 Bae, 2021). 가슴 벌리기 운동의 준비자세는 바로 앉은 자세에서 양 팔꿈치를 모으며 몸통을 굽힌 상태이고 들숨 하는 동안에는 양 팔꿈치를 바깥쪽으로 벌리면서 몸통을 펴 시켜 가슴 우리를 확장 시키고 날숨을 하는 동안에는 준비동작의 자세로 돌아온다(그림 1). 몸통 돌리기 운동의 준비자세는 몸통을 오른쪽으로 돌려 왼쪽 팔꿈치가 반대쪽 무릎에 향하도록 한다. 들숨 하는 동안에는 몸통을 왼쪽으로 돌려 무릎과 팔꿈치가 멀어지게 스트레칭을 수행하고 날숨 하는 동안에는 준비동작의 자세로 돌아온다(그림 2).

2) Modified Thoracic Mobilization

들숨의 타이밍을 최대 가동범위에서 적용한 방식의 흉곽가동술을 시행하기 위해 가슴 벌리기(그림 3)와 몸통 돌리기(그림 4)를 수행하였다. 각 운동은 1세트 당 15초씩 중재 수행 후 5초간 휴식을 적용하여, 총 3세트 반복 적용하였다. 운동시간은 가슴 벌리기와 몸통 돌리기 각 운동마다 총 60초씩 적용하여 하루 총 120초를 하였다. 가슴 벌리기 운동의 준비자세는 바로 앉은 자세에서 양 팔꿈치를 바깥쪽으로 벌여져 있는 상태에서 최대한 가슴

우리를 확장 시킨 상태이다. 이 자세에서 5초간 들숨을 한 후, 10초간 날숨을 하는 동안 양 팔꿈치를 모으며 몸통을 굽힘 시킨다(그림 3). 몸통 돌리기 운동의 준비자세는 가슴 벌리기 운동 준비 자세에서 몸통을 오른쪽으로 돌리며 최대한 가슴 우리를 확장 시킨 상태이다. 이 자세에서 5초간 들숨을 한 후, 10초간 날숨을 하는 동안 몸통을 왼쪽으로 돌려 오른쪽 팔꿈치가 반대쪽 무릎에 향하도록 한다(그림 4).

4. 측정 도구 및 방법

1) 호흡 패턴(Breathing Pattern)

호흡 패턴(Breathing Pattern)에 대해 평가하기 위해 호흡 운동 도수 평가(manual assessment of respiratory motion, MARM)를 사용하였다. MARM은 호흡 시 가슴 우리 뒤쪽 및 옆쪽의 움직임을 촉진하여 상부 가슴 우리와 하부 가슴 우리 및 복부 사이의 움직임 방향을 평가하는 방법이다. 평가는 참가자가 등받이 없는 의자에 앉은 상태에서 허리와 어깨를 펴고 발을 지면에 지지한 자세로 진행되었다. 평가자는 참가자 뒤에서 엄지손가락이 척추와 평행하도록, 새끼손가락이 맨 아래 갈비뼈 밑에 수평이 되도록 손을 펼쳐 놓고 참가자에게 자연스러운 호흡을 요구하였다(그림 5)(Courtney 등, 2008). 신뢰성을 위해 연구 기간 중

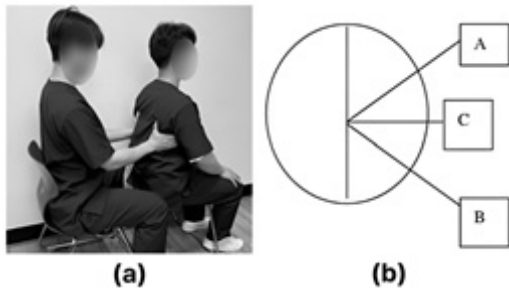


그림 5. 호흡패턴 측정
(a) 측정자세 (b) The MARM graphic notation.

안 진행된 모든MARM은 동일한 1명의 평가자(DK)가 진행하였다. 평가자는 참가자의 호흡에 따라 전반적으로 수직적인 움직임을 보이는지, 바깥쪽으로 확장되는 움직임을 보이는지 평가하였으며, 상부 가슴 우리의 움직임이 우세한지, 하부 가슴 우리 및 복부의 움직임이 우세한지 평가하였다. 평가자는 촉각으로 느낀 것을 기준으로 A선과 B선을 원형 차트에 기입하였다(그림 5). 가슴 호흡이 우세할수록 A선은 위쪽에 위치하게 되고, 가로막 호흡이 우세할수록 B선은 아래쪽에 위치하게 된다. 평가자가 기입한 것으로 A선과 C선 사이의 각도와 C선과 B선 사이의 각도를 측정하여 흉식호흡과 복식호흡 패턴을 확인하였다. MARM의 검사 신뢰도(ICC)는 0.85이다(Courtney 등, 2008).

2) 폐 기능 측정(Pulmonary function)

본 연구에서 측정된 주요 결과인 폐 기능을 평가하기 위해 디지털 폐활량 측정기(Pony FX, Cosmed Inc, Italy)를 사용하였다. 측정 전 피검자는 검사 절차와 호흡 방법에 대해 충분한 설명을 들은 뒤 연습 호흡을 실시한 후 측정을 실시하였다. 노력성 폐활량(FVC)와 1초간 노력성 날숨량(FEV₁)을 측정하였다. FVC는 최대한 들이마신 후, 가능한 한 빠르고 세게 숨을 끝까지 내실 때 배출되는 전체 공기량(L)이고 FEV₁은 FVC를 시행하는 동안, 숨을 내쉬기 시작한 후 첫 1초 동안 내신 공기량(L)을 의미한다. FEV₁/FVC는 FVC 중 1초간 FEV₁이 차지하는 비율로, 기도 폐쇄 여부를 평가하는 지표이다.

측정자세는 바로 앉은 자세에서 무릎은 90도 굽힘, 발은 어깨 너비로 벌리고 완전히 땅에 지지한 상태를 유지한다. 검사자는 측정이 진행되는 동안 참가자들이 코를 막고 공기가 빠져나갈 틈이 없도록 마우스피스를 입술로 완전히 덮도록 요구하였다. 노력성 날숨 방법(forced expiratory maneuver)을 이용하여 측정을 진행하였다(구도영 등, 2023). FVC와 FEV₁은 2~3회 정상시 호흡 후 최대한 숨을 들이마신 후 최대한 강하고 빠르게 6초 이상 불어 낸다. 2회 측정하여 가장 큰 값을 사용하였다. Pony FX의

폐활량 검사 신뢰도(intraclass correlation coefficient, ICC)는 0.931~0.952이다(Lee, 2021).

3) 가슴우리 돌레

최대 들숨 시점과 최대 날숨 시점의 가슴우리 돌레 차이를 기준으로 확장성을 평가하기 위해 줄자를 사용하였다. 측정부위는 갈돌기와 복장뼈 몸통의 연결부를 줄자가 수평으로 지나도록 하여 측정하였다. 최대 들숨 시와 최대 날숨 시의 측정을 2회 반복 측정하여 평균값(cm)으로 기록하였다. 동일한 검사자가 반복 측정함으로써 일관성을 확보하였다.

5. 분석 방법

모든 통계 분석은 IBM SPSS Statistics 버전 22.0(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하여 수행되었다. 측정 변수의 정규성 여부는 Shapiro-Wilk 검정을 통해 정규분포를 확인하였으며, 사전 동질성 검정을 위해 범주형 변수는 chi-square test를 수행하고 연속형 변수에 대해 Independent T-test를 실시하였다.

참여자의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하여 표현하였고, 군 간의 유의성을 검정하기 위해 Independent T-test를 실행하였고, 군 내 차이를 비교하기 위해 Paired T-test를 실행하였다. 통계학적 유의수준은 α=0.05로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

대상자들의 일반적인 특성은 <표 1>과 같다.

2. 호흡 패턴의 변화 결과

본 연구의 중재 전·후 호흡패턴의 변화량은 <표 2>와 같다.

표 1. 대상자의 일반적 특성 (단위)

대상자 (N=40)	대조군 (n=20)	실험군 (n=20)	χ ² /t	p
성별 (남/여)	14/6	15/5	0.125	0.723
나이 (세)	22.00±3.36 ^a	22.20±1.25	-0.203	0.840
신장 (cm)	171.35±7.69	173.10±7.06	-0.750	0.458
체중 (kg)	72.84±13.11	72.76±12.40	0.021	0.983

^a평균±표준편차

표 2. 호흡 패턴의 변화

		대조군 (n=20)	실험군 (n=20)	t	p
MARM:	전	52.25±22.39 ^a	50.00±23.68	0.309	0.759
	후	49.75±23.31	39.50±23.22		
AC (°)	전·후 차	-2.50±12.41	-10.50±11.34	2.128	0.040
	t	-0.901	-4.139		
	p	0.379	0.001		
MARM:	전	33.75±20.45	37.75±23.92	-0.568	0.573
	후	32.25±23.42	50.00±24.82		
CB (°)	전·후 차	-1.50±15.40	12.25±10.94	-3.256	0.002
	t	-0.436	5.008		
	p	0.668	0.001		

^a평균±표준편차

MARM: manual assessment of respiratory motion

MARM:AC의 경우, 대조군은 중재 전과 후에 군내에서 유의한 차이가 없었고(p>.05), 실험군은 군내에서 유의한 차이가 있었다(p<.05). 대조군과 실험군의 중재 전·후 차이 값의 군간 비교에서도 유의한 차이가 있었다(p<.05). MARM:CB의 경우, 대조군은 중재 전과 후에 군내에서 유의한 차이가 없었고(p>.05), 실험군은 군내에서 유의한 차이가 있었다(p<.05). 대조군과 실험군의 중재 전·후 차이 값의 군간 비교에서도 유의한 차이가 있었다(p<.05).

3. 폐 기능의 변화 결과

본 연구의 중재 전·후 폐 기능의 변화량은 <표 3>과 같다.

표 3. 폐 기능의 변화

		대조군 (n=20)	실험군 (n=20)	t	p
FVC (ℓ)	전	4.25±0.72 ^a	4.34±0.84	-0.377	0.708
	후	4.46±0.70	4.55±0.82		
	전·후 차	0.22±0.19	0.21±0.22	0.038	0.970
	t	5.162	4.254		
	p	0.001	0.001		
FEV ₁ (ℓ)	전	3.45±0.62	3.58±0.65	-0.686	0.497
	후	3.67±0.63	3.80±0.64		
	전·후 차	0.23±0.17	0.22±0.26	0.179	0.859
	t	5.954	3.716		
	p	0.001	0.001		
FEV ₁ /FVC (%)	전	81.06±3.72	82.83±4.06	-1.432	0.160
	후	82.24±4.54	83.75±5.10		
	전·후 차	1.17±3.02	0.92±3.87	0.232	0.818
	t	1.759	1.074		
	p	0.095	0.296		

^a평균±표준편차

표 4. 가슴우리 둘레의 변화

		대조군 (n=20)	실험군 (n=20)	t	p
가슴 우리 둘레 (cm)	전	7.38±2.35 ^a	7.75±1.96	-0.540	0.592
	후	8.65±2.06	8.67±1.16		
전·후 차	t	1.26±2.56	0.93±1.50	0.513	0.611
	t	2.212	2.765		
	p	0.039	0.012		

^a평균±표준편차

FVC의 경우, 대조군과 실험군 모두 군내에서 유의한 차이가 있었다(p<.05). 대조군과 실험군의 중재 전·후 차이 값의 군간 비교에서는 유의한 차이가 없었다(p>.05).

FEV₁의 경우, 대조군과 실험군 모두 중재 전과 후에 군내 비교에서 유의한 차이가 있었다(p<.05). 대조군과 실험군의 중재 전·후 차이 값의 군간 비교에서는 유의한 차이가 없었다(p>.05).

FEV₁/FVC의 경우, 대조군과 실험군 모두 중재 전과 후에 군내 비교에서 유의한 차이가 없었고(p>.05), 대조군과 실험군의 중재 전·후 차이 값의 군간 비교에서도 유의한 차이가 없었다(p>.05).

4. 가슴우리 둘레의 변화 결과

본 연구의 중재 전·후 가슴우리 둘레의 변화량은 <표 4>와 같다. 대조군과 실험군 모두 군내에서 유의한 차이가 있었다(p<.05). 대조군과 실험군의 중재 전·후 차이 값의 군간 비교에서는 유의한 차이가 없었다(p>.05).

IV. 고찰

본 연구는 흡연자에게 일반적인 흉곽가동술과 들숨의 타이밍을 최대 가동범위에서 적용한 방식의 흉곽가동술의 효과를 알아보기 위해 호흡패턴, 폐 기능, 가슴우리 둘레를 이용한 가슴우리의 확장성 등 폐탄성의 변화에 미치는 영향을 비교하였다.

호흡패턴 중 흉식 호흡(MARM:AC)은 실험군에서만 유의하게 감소하였으며(p<.05), 대조군과 실험군의 중재 전·후 차이 값의 군간 비교에서도 유의한 차이가 있었다(p<.05). 마찬가지로 복식 호흡(MARM:CB)에서는 실험군에서만 유의하게 증가하였으며(p<.05), 대조군과 실험군의 중재 전·후 차이 값의 군간 비교에서도 유의한 차이가 있었다(p<.05).

흉식 중심의 얇고 빠른 호흡은 만성 폐질환자나 심장질환자에서 흔히 관찰되며, 과호흡이나 호흡성 알칼리증, 호흡근 피로를 유발할 수 있다(Gorini 등, 1996; Woods 등, 2010). Mendes

등(2019)은 COPD나 심부전 환자에서 이러한 비효율적인 흉식 중심의 호흡 전략은 호흡곤란을 심화 시키며, 폐 기능 저하의 순환고리를 형성한다고 하였다. 반면 복식 호흡 중심의 재교육은 가로막 활용을 촉진하고, 폐 하부 환기를 증가에 기여할 수 있다 (Fernandes 등, 2011; Hamasaki, 2020). 또한 가로막 하강을 통해 복부 중심의 움직임이 활발해지며 복식호흡을 증가시킬 수 있다(Higashino 등, 2022). 따라서 본 연구의 결과는 들숨의 타이밍을 최대 가동범위에서 적용한 새로운 방식의 흉곽가동술이 가슴을 최대한 확장한 상태에서의 들숨을 진행하는 것이 가로막 하강을 유도하며, 그 결과 복부 중심의 움직임이 활발해진 것으로 생각되며, 들숨의 타이밍을 최대 가동범위에서 적용한 방식의 흉곽가동술이 호흡의 질적 향상을 통해 장기적으로 폐질환자나 고령자에게 유익한 전략적 중재로 작용할 가능성을 시사한다.

폐 기능 지표 중 FVC와 FEV₁는 대조군과 실험군 모두 유의하게 증가하였으며($p < .05$), 중재 전·후 차이 값의 군간 비교에서는 FVC와 FEV₁ 모두 유의한 차이가 없었다($p > .05$). FEV₁/FVC의 경우, 대조군과 실험군 모두 군내와 군간 차이가 나타나지 않았다($p > .05$).

흉곽가동술은 호흡 기능 개선에 효과적인 중재 방법으로 흉곽가동술을 통한 가슴우리의 확장 운동은 폐활량을 유의하게 증가시키는 것으로 나타났으며, 폐 기능 지표를 향상시킨다고 이미 널리 알려져 있다(남형천 등, 2015; Kim과 Bae, 2021). 본 연구에서는 FVC와 FEV₁은 두 군 모두 흉곽가동술을 적용하였기 때문에 호흡 기능 개선에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 한편, 두 군 모두 FEV₁/FVC 비율은 중재 전과 후에 모두 70% 이상으로 나타났는데, 이는 이번 연구 참가자들이 흡연자이기는 하나 아직까지 폐 기능 저하가 크게 나타나지 않는 30세 이하의 대학생이며, 흉곽가동술 이후에 FVC와 FEV₁이 모두 증가하였기 때문에 70% 이상의 정상 범위에 있었을 것이라 생각된다(GOLD, 2018).

가슴우리 둘레 변화의 경우 대조군과 실험군 모두 유의하게 증가하였으며($p < .05$), 중재 전·후 차이 값의 군간 비교에서는 유의한 차이가 없었다($p > .05$). Kim 등(2015)은 저항과 스트레칭을 이용한 가슴우리 확장운동에서 모두 가슴우리의 둘레를 유의하게 증가시켰다고 하였고, Lanza 등(2013)은 가슴우리의 둘레는 호흡근의 근력 및 폐 기능과 관련이 높으며, 가슴우리 둘레의 들숨과 날숨 시 확장성의 차이가 클수록 최대들숨압, 최대날숨압, FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, 폐용적 등이 증가한다고 하였다. 본 연구에서도 대조군과 실험군 모두에서 FVC와 FEV₁의 향상이 나타나 일치하는 결과를 보였다. 따라서 본 연구에서의 흉곽가동술 적용은 FVC와 FEV₁의 향상과 폐용적을 증가시켜 호흡기능을 증가시키고 가슴우리 둘레의 변화가 나타났지만, 두 군 모두 흉곽가동술을 적용을 통해 가슴우리 둘레가 증가하여 두 군의 중재 전·후 차이 값에서는 유의할만한 차이가 나타나지 않은 것

로 생각된다. 따라서 흉곽을 움직이는 동안 지속적인 호흡을 동반하는 것이 어려운 노령자나 환자들에게는 들숨의 타이밍을 최대 가동범위에서 적용한 방식의 흉곽가동술을 통해 가슴우리의 확장에 대한 의미있는 중재 방법으로 사용할 수 있을 것이라 판단된다.

본 연구의 몇 가지 제한점이 존재한다. 첫째, 참가자가 대학생으로 한정되어 있어, 고령자나 심폐질환자 및 만성요통환자 등에 일반화하기에는 어려움이 있다. 따라서 향후 연구에서는 대상 집단을 확대하여 연령과 건강 상태에 따른 반응 차이를 비교하다고 생각된다. 둘째, 본 연구의 중재 기간이 4주로 상대적으로 짧아 중재 효과의 지속성을 평가하기 어려웠다. 추후에는 중재 기간을 연장하거나 후속 측정을 통해 장기적인 효과를 분석할 필요가 있다. 셋째, 호흡 패턴 분석은 MARM을 통하여 간접적 해석을 하였기에, 보다 정밀한 분석을 위해 EMG(electromyography), MIP(maximal inspiratory pressure)등 정량적 측정 기법을 병행하는 연구가 필요하다고 생각된다.

V. 결론

본 연구는 대학생 흡연자들을 대상으로 자연스러운 호흡과 함께 하는 일반적인 흉곽가동술과 최대 확장 위치에서 들숨을 시작하는 흉곽가동술의 효과를 비교하여 호흡패턴, 폐 기능, 가슴우리 둘레를 이용한 가슴우리의 확장성 등 폐탄성의 변화에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

연구결과, 최대 확장 위치에서 들숨을 시작하는 흉곽가동술은 흉식 호흡(MARM:AC)을 감소시키고 복식 호흡(MARM:CB)을 증가시키며, 일반적인 흉곽가동술과 최대 확장 위치에서 들숨을 시작하는 흉곽가동술 모두 FVC와 FEV₁, 가슴우리 둘레 변화를 만들어내는 것으로 나타났다.

따라서 최대 확장 위치에서 들숨을 시작하는 흉곽가동술 복식 호흡 증진 및 흉식호흡 감소에 효과적임을 확인하였으며, 이는 호흡의 질적 향상에 기여할 수 있는 가능성을 보여준다. 본 연구는 동일한 운동 내에서 호흡의 타이밍이 생리적 반응에 미치는 차이를 분석한 연구로서, 향후 흡연자나 고령자 및 호흡기 질환자 대상의 맞춤형 중재 설계에 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

구도영, 김술지, 김효진 등. 동적 상지운동을 동반한 호흡운동이 COVID-19 20대 여성 확진자의 폐 기능과 호흡근 근력에 미치는 영향. 대한심장호흡물리치료학회지, 11(1);39-45, 2023.

- 남형천, 김경목, 고경량 등. 호흡운동이 20 대 남성의 폐활량에 미치는 효과. *대한심장호흡물리치료학회지*, 3(1);37-42, 2015.
- Bamrotia JB, Patel DK, Joshi AN. Evaluation of respiratory function in physically active elderly males in comparison to males having sedentary lifestyle. *Natl J Physiol Pharm Pharmacol*, 7(1);108-112, 2017.
- Boulding R, Stacey R, Niven R, et al. Dysfunctional breathing: a review of the literature and proposal for classification. *Eur Respir Rev*, 25(141);287-294, 2016.
- Conway TL, Cronan TA. Smoking, exercise, and physical fitness. *Preventive medicine*, 21(6);723-734, 1992.
- Courtney R, Cohen M, Reece J. Comparison of the Manual Assessment of Respiratory Motion (MARM) and the Hi Lo Breathing Assessment in determining a simulated breathing pattern. *Int J Osteopath Med*, 12(3);86-91, 2009.
- Courtney R, Van Dixhoorn J, Cohen M. Evaluation of breathing pattern: comparison of a Manual Assessment of Respiratory Motion (MARM) and respiratory induction plethysmography. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 33(2);91-100, 2008.
- Fernandes M, Cukier A, Feltrim MIZ. Efficacy of diaphragmatic breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chronic Respir Dis*, 8(4);237-244, 2011.
- Gorini M, Misuri G, Corrado A, et al. Breathing pattern and carbon dioxide retention in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, 51(7); 677-683, 1996.
- Global initiative for chronic obstructive lung(GOLD). *Am J Respir Crit Care Med*, 197(1);10-1164, 2018.
- Hamasaki H. Effects of diaphragmatic breathing on health: a narrative review. *Med*, 7(10);65, 2020.
- Han JW, Kim YM. 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, 2018.
- Hancox RJ, Hancox B, Whyte KF, et al. *McGraw-Hill's Pocket Guide to Lung Function Tests*. McGraw-Hill/Spanish Imports. 2001.
- Higashino M, Miyata K, Kudo K. Coordination dynamics of thoracic and abdominal movements during voluntary breathing. *Sci Rep*, 12(1);13266, 2022.
- Hodges PW, Eriksson AM, Shirley D, et al. Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *J Biomech*, 38(9);1873-1880, 2005.
- Hodges PW, Gandevia SC. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *J Appl Physiol*, 89(3);967-976, 2000.
- Kim CB, Yang JM, Choi JD. The effects of chest expansion resistance exercise on chest expansion and maximal respiratory pressure in elderly with inspiratory muscle weakness. *J Phys Ther Sci*, 27(4);1121-1124, 2015.
- Kim CS, Choi DY, Woo SS, et al. Habits of smoking and pulmonary function in current smokers. *Journal of the Korean Academy of Family Med*, 20(2);158-166, 1999.
- Kim CY, Bae WS. The effect of chest extension exercise and bridge exercise on FVC and FEV1. *J Korean soc integr med*, 9(4);11-18, 2021.
- Khedr EM, El Shinawy O, Khedr T, et al. Assessment of corticodiaphragmatic pathway and pulmonary function in acute ischemic stroke patients. *Eur J Neurol*, 7(3);323-330, 2000.
- Kilding AE, Brown S, McConnell AK. Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. *Eur J Appl Physiol*, 108(3);505-511, 2010.
- Kolář P, Šulc J, Kyněl M, et al. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 42(4);352-362, 2012.
- Lanza FDC, de Camargo AA, Archija LRF, et al. Chest wall mobility is related to respiratory muscle strength and lung volumes in healthy subjects. *Respir Care*, 58(12);2107-2112, 2013.
- Lee HS, Kim NY, In DH, et al. Effect of smoking on pulmonary function in exsmokers and current smokers. *Korean J Fam Med*, 21(2);211-221, 2000.
- Lee K. Correlation between respiratory muscle strength and pulmonary function with respiratory muscle length increase in healthy adults. *Phys Ther Rehabil Sci*, 10(4);398-405, 2021.
- Lee KH. The effect of smoking on lung function. *Tuberc Respir Dis*, 63(4);323-330, 2007.
- Mendes LP, Moraes KS, Hoffman M, et al. Effects of

- diaphragmatic breathing with and without pursed-lips breathing in subjects with COPD. *Respir Care*, 64(2);136-144, 2019.
- Ramírez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Guell R, et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: structural adaptation and physiologic outcomes. *Am J Respir Crit Care Med*, 166(11);1491-1497, 2002.
- Statistics Korea. Korean Statistical Information Service. Cause of Death Statistics. KOSIS (Korean Statistical Information Service). Accessed october 8, 2024, 2024.
https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtIPageDetail.do?idx_cd=1012
- Statistics Korea. Korean Statistical Information Service. Number of outpatients by disease classification (2014-2023). KOSIS (Korean Statistical Information Service). Accessed April 25, 2025.
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=117&tblId=DT_117030_002
- Tantisuwat A, Thaveeratitham P. Effects of smoking on chest expansion, lung function, and respiratory muscle strength of youths. *J Phys Ther Sci*, 26(2);167-170, 2014.
- Tarnanen SP, Siekkinen KM, Häkkinen AH, et al. Core muscle activation during dynamic upper limb exercises in women. *J Strength Cond Res*, 26(12);3217-3224, 2012.
- Woods PR, Olson TP, Frantz RP, et al. Causes of breathing inefficiency during exercise in heart failure. *J Card Fail*, 16(10);835-842, 2010.