

피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장 운동이 가슴호흡과 배호흡을 보이는 대상자의 가로막 움직임 및 안정시폐활량에 미치는 영향

<https://doi.org/10.32337/KACPT.2026.14.1.33>

대한심장호흡물리치료학회지 제14권 제1호 2026, PP.33-39

■한동욱^{1*}, 박재완¹, 심여진¹

■¹신라대학교 물리치료학과

Effects of Feedback-Assisted Lower Rib Cage Expansion Exercise on Diaphragmatic Excursion and Slow Vital Capacity in Individuals with Thoracic and Abdominal Breathing Patterns

Dong-Wook Han^{1*}, Jae-wan Park¹, Yeo-Jin Shim¹

¹Department of Physical Therapy, Silla University

Purpose: This study aimed to investigate the effects of feedback-assisted lower rib cage expansion exercises on diaphragmatic excursion and slow vital capacity in individuals exhibiting thoracic and abdominal breathing patterns.

Methods: This study included undergraduate students in their 20s enrolled at S University in Busan. They were assigned to either the thoracic breathing group (n=10; 5 men and 5 women) or the abdominal breathing group (n=10; 6 men and 4 women). To examine the effects of the feedback-assisted lower rib cage expansion exercise, diaphragmatic excursion was assessed using an ultrasound scanner (MicrUs, TELEMED, Lithuania), and slow vital capacity was measured using a digital spirometer (Pony FX, COSMED, Italy). To strengthen the diaphragm, a lower rib cage expansion exercise was performed using a dip belt. **Results:** Diaphragmatic excursion showed a nonsignificant increase in the thoracic breathing group, whereas it significantly increased in the abdominal breathing group. As regards slow vital capacity, the tidal volume significantly increased in both groups. The inspiratory reserve volume showed no change in the thoracic breathing group but significantly decreased in the abdominal breathing group, reflecting different patterns of change between the groups. Inspiratory capacity significantly increased in the thoracic breathing group but exhibited a nonsignificant decrease in the abdominal breathing group, demonstrating different patterns. The expiratory reserve volume remained unchanged in both groups. Vital capacity significantly increased in the thoracic breathing group but significantly decreased in the abdominal breathing group, reflecting divergent patterns between the groups. **Conclusion:** Feedback-assisted lower rib cage expansion exercises were more effective in improving diaphragmatic excursion and slow vital capacity in the thoracic than in the abdominal breathing group. These findings indicate that feedback-assisted lower rib cage expansion may serve as a useful intervention for improving pulmonary function in individuals exhibiting a thoracic breathing pattern.

Key words: Lower rib cage expansion exercise, diaphragmatic excursion, slow vital capacity, thoracic breathing, abdominal breathing

Received: September 27, 2025 / **Revised:** October 14, 2025 / **Accepted:** October 21, 2025

I. 서론

폐는 오른쪽에 3개 엽, 왼쪽에 2개 엽으로 구성되어 있고, 앞면을 기준으로 볼 때 위엽은 1번 갈비뼈에서 4번 갈비뼈까지 존재하며, 중간엽은 4번 갈비뼈에서 6번 갈비뼈까지 위치한다. 반면 아래엽은 앞면에서는 6번 갈비뼈에서 뒷면 10번 갈비뼈까지 사선형의 모양으로 부착되어 있고, 옆면에서는 8번 갈비뼈, 뒷면에는 4번 갈비뼈에서 10번 갈비뼈에 부착되어 있기 때문에 다른

폐엽에 비해 부피가 가장 크다고 할 수 있다(김호봉 등, 2019). 이러한 해부학적 구조로 인해 위쪽 가슴우리의 확장은 폐의 위엽을 팽창시키고, 가운데 가슴우리의 확장은 중간엽의 팽창과 관련이 있으며, 아래 가슴우리의 확장은 폐의 아래엽의 팽창을 유도할 수 있는 것으로 알려져 있다(Glenny 와 Robertson, 2011).

호흡에서 중요한 기능을 가지고 있는 것으로 알려진 가로막은 폐의 아래엽에 부착되어 있어 수축하게 되면 폐의 아래엽을 아래 방향으로 잡아당겨 폐 용적을 넓히고, 폐 속 압력을 대기압보다

교신저자: 한동욱

주소: 부산광역시 사상구 백양대로 700번길, 140, 신라대학교, E-mail: dwhan@silla.ac.kr

낮추어 대기 중의 공기가 폐 속으로 들어가는 들숨을 유발한다. 반면에 가로막이 이완하면 가슴공간으로 올라가 폐 속 압력을 높여 폐 속 공기가 대기로 나가는 날숨을 일으킨다(김호봉 등, 2019). 뿐만 아니라 가로막이 수축할 때 아래 가슴우리가 확장되는 것으로 알려져 있다(Hamasaki, 2020). 따라서 가로막 수축으로 인해 아래 가슴우리가 확장되는 배호흡이 폐의 위압을 확장시키는 가슴호흡에 비해 폐활량이 클 것으로 예상할 수 있다. 이와 일치하게 Sikora 등(2024)은 가로막 수축에 의해 발생하는 배호흡패턴이 가슴우리의 확장과 위쪽 이동을 보이는 가슴호흡 패턴에 비해 폐활량이 더 크다는 것을 확인하였다. 따라서 폐활량을 향상시키기 위해서는 가로막 수축에 의해 발생하는 배호흡패턴을 강화할 필요가 있다.

이러한 배호흡을 강화하는 한 가지 방법이 피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장 운동이다. 일반적으로 배호흡을 위한 피드백 훈련을 위해 덤벨트를 사용하는데, 덤벨트는 가로막 수축시 발생하는 배부의 압력을 확인하여 환자 스스로 가로막을 수축하고 있는지 확인할 수 있도록 고안된 장비이다(이재석, 2019). 그리고 이재석과 강태욱(2022)은 덤벨트를 이용한 들숨강화 훈련이 폐 기능의 향상에 효과적이라는 것을 확인하였다. 그럼에도 불구하고 피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장 운동이 가슴호흡군과 배호흡군 모두에게 효과가 있는지를 알아보는 연구는 부족한 상황이다. 따라서 본 연구는 피드백을 이용한 가로막 기능 강화 운동이 가슴호흡군과 배호흡군의 가로막 움직임과 안정시폐활량에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구 대상자는 부산 S 대학교에 재학 중인 20대의 대학생이었다. 참여 의사를 밝힌 모든 대상자들에게 연구의 목적과 절차에 대해 설명하였고, 대상자들은 설명을 들은 후 연구에 참여하겠다고 자발적으로 서면 동의하였다. 먼저 연구에 참여하기로 동의한 연구대상자들 가운데 심혈관계, 호흡기계, 근골격계 및 신경계 질환 등 폐 기능에 영향을 줄 수 있는 질환이 있는 대학생은 제외하였다. 이어서 본 연구에 참여하겠다는 의사를 밝힌 연구대상자

에게 호흡패턴 검사를 실시하였다. 호흡패턴 결과에 따라 연구대상자를 가슴호흡군 10명(남자 5명, 여자 5명)과 배호흡군 10명(남자 6명, 여자 4명)으로 나누었다. 연구대상자들의 일반적인 특성은 표 1과 같았다.

2. 측정 도구 및 방법

1) 호흡패턴 검사

연구대상자의 호흡패턴이 가슴호흡패턴인지 배호흡패턴인지를 확인하기 위하여 Hi-Lo 검사를 실시하였다. Sikora 등(2024)은 배의 움직임 없이 가슴우리가 위로 이동하거나 어깨가 상승하는 경우를 가슴호흡패턴으로 평가하였다. 반면 Bradley 등(2014), Boulding 등(2016)의 연구를 보면 가슴우리의 움직임이 크고 배의 움직임이 작거나 지연되면 가슴호흡패턴으로 분류하고 있다. 반대로 Vieira 등(2014)은 배의 움직임이 우세한 경우를 배호흡으로 분류하였다. 따라서 본 연구에서는 가슴우리가 우세하고 배의 움직임이 작거나 지연되는 경우를 가슴호흡패턴으로 분류하였고, 배의 움직임이 우세하고, 가슴우리의 움직임이 작거나 지연되는 경우를 배호흡패턴으로 분류하였다.

검사자세는 한동욱 등(2025)의 검사 자세를 이용하였다. 연구대상자에게 다리를 어깨너비로 벌려 서도록 한 다음 한 손은 가슴에 대고, 다른 한 손은 배 위에 대도록 하였다. 이어서 측정자가 대상자의 손 위에 자신의 손을 위치시킨 뒤 평상시 호흡을 하는 동안 배와 가슴우리의 움직임을 측정하였다. 평상시 호흡을 통해 정확한 움직임이 느껴지지 않을 경우에는 깊은 호흡을 지시한 후 관찰하였다.

2) 가로막 움직임 검사

가로막 움직임은 초음파(MicrUs scanner, TELEMED Lithuania)를 이용해 측정하였다. 측정을 위한 기본자세는 한동욱 등(2025)이 사용한 자세로서 다리를 편 상태에서 바로 누운 자세이었다. 측정 부위는 오른쪽 배 부위였으며, 빗장뼈 중간선과 가슴우리 하단과 만나는 지점의 바로 아래 배 부위에 탐색 프로브를 위치시켰다(그림 1). 하지만 가로막의 움직임이 잘 보이지 않을 때는 측정 부위 주변을 이동하며 가로막의 움직임이 잘 보이는 위치를 찾아서 측정하였다. 측정은 운동 전과 운동 종료 후 5분 뒤, 편안한 호흡을 하는 동안에 실시하였으며, 측정된 그래프에서 선명하게 보이는 그래프 3개를 선정하여 평균값을 분석에 사용하였다. 가로막의 움직임은 들숨 시 가장 높은 지점 값에서 날숨 시 가장 낮은 지점 값을 뺀 값이었다(그림 2).

3) 안정시폐활량 검사

안정시폐활량 검사는 한동욱(2022)의 연구를 참고하였다. 측정은 디지털 폐기능측정기(Pony FX, COSMED Inc, Italy)를

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

(단위)

변수	가슴호흡군	배호흡군	t	p
연령(세)	21.30±1.83 ^a	22.70±5.17	-0.808	0.430
신장(cm)	169.40±8.51	171.80±9.74	-0.587	0.565
체중(kg)	68.30±7.17	72.60±18.83	-0.675	0.508

^aMean±SD



그림 1. 초음파 측정 위치

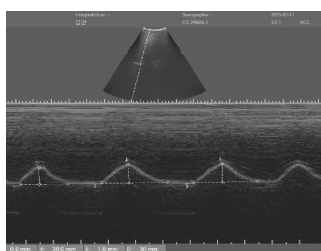


그림 2. 초음파 영상



그림 3. 폐활량 측정 장비

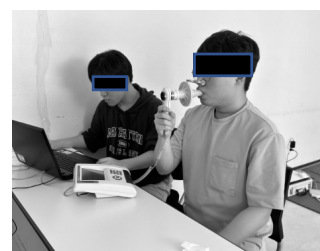


그림 4. 폐활량 측정 자세

사용하였으며(그림 3), 측정항목은 일회호흡량, 들숨예비용적, 들숨량, 날숨예비용적, 폐활량이었다. 안정시폐활량 측정은 아래 가슴우리 확장 운동 전과 운동 종료 후 5분 뒤에 각각 3회씩 실시하였으며 3회의 평균값을 분석에 사용하였다. 기본 측정 자세는 연구 대상자가 의자에 바로 앉아 발을 편하게 놓고, 허리와 어깨를 편 자세이었다. 기본자세에서 측정기의 마우스피스를 공기가 새어 나오지 않도록 입에 물도록 하고, 코마개를 사용해 코를 통해 호흡이 발생하지 않도록 하였다(그림 4). 안정시폐활량 측정은 3-4회 정도 평상시 호흡을 진행한 후에 측정기의 지시 문구가 나오면 천천히 최대로 들숨 한 후 다시 천천히 최대로 날숨 한 다음 다시 2-3회 정도 평상시 호흡을 하는 방식으로 진행하였다.

3. 아래 가슴우리 확장 운동

아래 가슴우리 확장 운동을 하기 위해 딥벨트(Dip Belt: Diaphragmatic Pressure Belt)를 이용하여 진행하였다. 딥벨트는 고정 벨트 중간 안쪽에 압력 커프가 삽입되어 있어 압력계를 통한 압력 변화를 확인할 수 있는 피드백 운동 장비이다. 먼저 딥벨트 2개를 바로 앉은 자세에서 오른쪽과 왼쪽의 빗장뼈 중간 선(middle line)을 따라 내려와 L2 허리뼈와 평행한 가상의 선과 만나는 각각의 교차점에 두고 2개의 압력 커프를 몸통에 고정하였다. 이어서 운동 전 대상자가 편안하게 호흡을 하는 동안에 들숨 압력이 20mmHg가 될 수 있도록 커프 압력을 조정하였다. 이후 아래 가슴우리 확장 정도를 알 수 있도록 연구대상자들이 압력계를 두 손으로 들어 압력 상승 정도를 확인할 수 있도록 한 후 들숨하는 동안 아래 가슴우리를 확장하여 딥벨트를 밀어

40mmHg 이상의 압력이 발생하도록 하였다(그림 5). 아래 가슴우리 확장 운동은 최대 들숨 후 5초 유지한 다음, 다시 천천히 날숨 하도록 하는 방식이었으며, 이 과정을 1세트에 10회씩 총 5세트를 실시하였다. 세트와 세트 사이에는 피로를 방지하기 위하여 1분간의 휴식 시간을 주었다.

4. 자료 분석

본 연구는 피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장 운동이 가슴호흡패턴과 배호흡패턴의 가로막의 움직임 및 안정시폐활량에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 먼저 정규성을 확인하기 위하여 샤피로-윌크 검정(SHapiro-Wilk test)을 실시하였고, 그 결과 정규성이 만족되어 모수통계를 이용해 분석하였다. 먼저 두 집단 간의 동질성을 확인하기 위하여 일반적인 특성에 대해 독립표본t-검정(independent t-test)을 실시하였다. 이어서 피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장 운동 전과 운동 후의 가로막 움직임과 안정시폐활량의 변화를 알아보기 위하여 각 집단 별로 대응비교 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 또한 두 집단 간 변화 양상을 비교하기 위하여 공분산분석(ANCOVA test)을 실시하였다. 본 연구에 사용된 통계프로그램은 SPSSWIN(ver. 29)이었으며, 유의수준 $\alpha=0.05$ 이었다.

III. 연구결과

1. 피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장 운동이 가로막 움직임에 미치는 영향

딥벨트를 이용한 아래 가슴우리 확장 운동이 가로막의 움직임에 미치는 효과를 알아본 결과, 통계적인 차이는 없지만 가슴호흡군의 경우는 운동 전에 가로막의 움직임이 18.51cm에서 운동 후에 21.36cm로 증가하였다. 반면 배호흡군은 운동 전에 22.10cm에서 운동 후에 25.91cm로 통계적으로도 유의미한 증가가 있었다($p<0.05$). 결과적으로 가슴호흡군과 배호흡군 모두 가로막의 움직임이 증가하는 경향을 보였으며, 변화 양상 역시 두 군 간에 통계적인 차이는 없었다(표 2).



그림 5. A.운동 자세, B.시작 압력, C.확장 압력

표 2. 피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장 운동이 가로막 움직임에 미치는 영향 (단위: mm)

변인	운동 전	운동 후	t	F
가슴호흡	18.51±6.90 ^a	21.36±6.68	-1.968	0.410
배호흡	22.10±10.99	25.91±11.36	-2.553*	

^a평균±표준편차

*p<0.05

2. 피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장 운동이 안정시폐활량에 미치는 영향

덱벨트를 이용한 아래 가슴우리 확장 운동이 안정시폐활량에 미치는 영향을 알아본 결과는 표 3과 같았다.

먼저 일회호흡량(TV)의 경우, 가슴호흡군은 운동 전 0.67ℓ에서 운동 후 0.88ℓ로 증가하였으며, 통계적인 차이가 있었다(p<0.05). 또한 배호흡군 역시 운동 전 0.92ℓ에서 운동 후 1.07ℓ로 통계적으로 유의미한 증가가 있었다(p<0.05). 두 군 모두 일회호흡량이 증가하는 경향을 보였으며, 통계적으로 변화량에 차이가 없었다. 들숨예비용적을 보면 가슴호흡군은 운동 전에 2.02ℓ이었으나, 운동 후에 1.97ℓ로 감소하였지만 통계적으로 유의미한 차이가 없었던 반면, 배호흡군은 운동 전에 1.78ℓ에서 운동 후에 1.49ℓ로 통계적으로도 유의미하게 감소하였으며(p<0.05), 통계적으로도 배호흡군의 감소폭이 가슴호흡군에 비해 더 컸다. 들숨용량을 보면 가슴호흡군은 운동 전에 2.79ℓ에서, 운동 후에 2.85ℓ

표 3. 피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장 운동이 안정시폐활량에 미치는 영향 (단위: ℓ)

변인	운동 전	운동 후	t	F
1회호흡량				
가슴호흡	0.67±0.27 ^a	0.88±0.41	-2.906*	1.613
배호흡	0.92±0.54	1.07±0.68	-2.432*	
들숨예비용적				
가슴호흡	2.02±0.59	1.97±0.67	0.783	4.904*
배호흡	1.78±0.80	1.49±0.79	3.195*	
들숨량				
가슴호흡	2.79±0.69	2.85±0.75	-3.307**	10.599**
배호흡	2.67±0.72	2.57±0.77	1.643	
날숨예비용적				
가슴호흡	1.04±0.45	0.99±0.34	0.696	0.265
배호흡	0.97±0.62	0.98±0.55	-0.103	
폐활량				
가슴호흡	3.73±0.93	3.83±0.87	-2.283*	11.301**
배호흡	3.65±1.17	3.46±1.15	2.485*	

^a평균±표준편차

*p<0.05, **p<0.01

로 유의미하게 증가하였던(p<0.05) 반면, 배호흡군은 통계적인 차이는 없지만 감소하였으며, 두 군 간에 이러한 변화 양상의 차이는 통계적으로도 유의미한 차이가 있었다. 날숨예비용적은 가슴호흡군의 경우, 운동 전에 1.04ℓ에서 운동 후에 0.99ℓ로 감소하였지만 통계적인 차이는 없었다. 배호흡군은 운동 전에 0.97ℓ에서 운동 후에 0.98ℓ로 증가하였지만 역시 통계적인 차이는 없었다. 또한 두 군 간의 변화 양상 역시 통계적인 차이가 없었다. 폐활량을 보면 가슴호흡군은 운동 전에 3.73ℓ에서 운동 후에 3.83ℓ로 유의미하게 증가한(p<0.05) 반면, 배호흡군은 운동 전에 3.65ℓ에서 운동 후에 3.46ℓ로 오히려 유의미하게 감소하였으며(p<0.05). 두 군 간에 변화 양상에 통계적으로도 분명한 차이가 있었다.

IV. 고찰

가로막은 가슴과 배를 나누는 막이지만 들숨의 주요 근육으로 작용한다. 가로막은 복장뼈 가장 아래쪽 끝에 있는 칼돌기의 뒤쪽과 가슴우리의 아래쪽 갈비뼈 7번에서 12번의 안쪽, 허리뼈의 1-3번에서 시작하여 가운데 있는 힘줄에서 정지한다. 그리고 이 가로막은 돔 형태로 존재하다가 수축하게 되면 아래 방향으로 움직이며(김호봉 등, 2019; Frownfelter 와 Dean, 2012; Standing 등, 2020), 가로막이 수축하게 되면 아래 가슴우리가 확장한다(De Troyer 등, 2016).

가로막과 호흡과의 관련성과 관련하여 Kang 등(2021)은 폐기종 및 특발성폐섬유증(IPF) 환자와 정상인의 가로막 움직임을 확인한 결과 호흡기질환을 가진 환자들의 가로막 움직임이 감소하였다는 것을 확인하였다. 따라서 호흡은 가로막의 움직임에 영향을 받기(Teixeira-Salmela 등, 2005; Janssens 등, 2019) 때문에 가로막의 움직임을 향상시키는 운동은 호흡기능을 향상시킬 수 있을 것으로 예측할 수 있다.

폐의 해부학적 위치를 보면 가슴우리의 움직임에 따라 환기가 일어나는 폐엽 역시 달라질 것으로 판단할 수 있다. 일반적으로, 위쪽 가슴우리의 확장은 위엽으로 환기량을 증가시키고, 가운데 가슴우리의 확장은 중간엽, 아래쪽 가슴우리의 확장은 아래엽에 환기량을 증가시킬 것으로 판단할 수 있다. 그리고 위엽과 중간엽으로의 환기량 증가는 가슴호흡으로 나타나고 아래엽으로의 환기는 배호흡을 보이게 될 것으로 판단할 수 있으며, 위엽이나 중간엽에 비해 아래엽의 용적이 크기 때문에 가슴호흡군에 비해 배호흡군의 환기량이 더 클 것으로 예측할 수 있다(Glenny 와 Robertson, 2011; Jahani 등, 2015; Lumb 와 Nunn, 2016).

이와 일치하게 Sikora 등(2024)은 배호흡이 가슴호흡에 비해 폐활량이 더 컸음을 보고하였다. 따라서 이강이(1996)는 가슴호흡을 보이는 폐질환 환자의 환기량을 늘리기 위해 가슴호흡을

배호흡으로 바꾸는 호흡 운동과 교육이 중요하다고 하였다. 이러한 관점에서 본 연구는 딥벨트를 이용해 연구대상자가 직접 눈으로 아래 가슴우리가 확장되는지를 확인하면서 가로막을 수축시키는 운동이 실제 가로막의 움직임과 안정시폐활량에 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다. 또한 피드백을 이용한 아래가슴우리 확장운동이 가슴호흡군과 배호흡군의 가로막 움직임과 안정시폐활량에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

본 연구 결과 가로막의 움직임의 경우는 가슴호흡군은 통계적인 차이는 없지만 증가하였고, 배호흡의 경우는 통계적으로도 유의미하게 증가하였다. 이와 관련하여 Fernandes 등(2011)은 만성폐쇄폐질환이 있는 환자를 대상으로 가로막 호흡 운동을 시킨 결과 가로막의 움직임이 향상되었다고 보고하였다. 또한 Yamaguti 등(2012)도 만성폐쇄폐질환 환자를 대상으로 가로막 호흡훈련 프로그램을 적용한 결과, 가슴우리 대비 배의 움직임 비율과 가로막의 움직임이 증가하였다고 하면서 가로막 호흡 훈련이 들숨 과정에서 배의 움직임을 더 많이 사용하도록 유도하였기 때문에 가로막의 움직임이 향상된 것이라고 하였다. 앞에서 언급했듯이 De Troyer 등(2016)은 아래 가슴우리가 확장하는 것이 가로막의 수축에 의한 결과라고 하였는데, 본 연구에서는 딥벨트를 이용해 들숨할 때 아래 가슴우리를 확장하는지 직접 확인하면서 최대한 가로막을 사용해 들숨하도록 유도하였기 때문에 본 연구 결과 역시 딥벨트를 이용한 피드백 훈련이 가로막의 움직임을 향상시켰을 것으로 판단할 수 있다. 하지만 가슴호흡군은 가로막을 사용하지 않다가 호흡훈련을 통해 사용하려고 노력하였던 반면, 배호흡군은 평상시에도 호흡을 할 때 가로막을 잘 사용하였기 때문에 아래 가슴우리 확장 운동에 더 쉽게 적응하고 반응하였을 것으로 예측할 수 있다. 이에 따라 배호흡군에서의 가로막 움직임이 유의미하게 향상되었을 것으로 사료된다.

본 연구는 피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장운동이 안정시 폐활량에 영향을 주는지를 알아보고자 하였으며 그 결과, 안정시 폐활량의 항목 가운데 일회호흡량은 두 군 간에 변화 양상에 차이 없이 모두 통계적으로 유의미한 증가가 있었다. 일반적으로 선 자세와 앉은 자세에서 편안한 호흡을 할 때 들숨의 2/3가 가로막의 역할이라는 점을(Irwin 등, 2004; Lumb 과 Nunn, 2016) 감안하면 가로막의 움직임이 증가한 것이 일회호흡량의 증가에 긍정적인 영향을 주었을 것으로 판단할 수 있다. 이와 관련하여 Janssen 등(2023)은 침습적 기계환기 중인 환자와 건강한 사람을 대상으로 한 연구에서 가로막의 움직임과 일회호흡량이 높은 상관성이 있음을 확인하였다. Fernandes 등(2011) 역시 만성폐쇄폐질환이 있는 환자를 대상으로 가로막 호흡운동을 시킨 결과 가로막 움직임이 증가하고, 일회호흡량이 증가하였다고 보고하였다. 따라서 아래 가슴우리 확장 운동은 가로막의 움직임을 증가시키고 가로막의 움직임 증가는 일회호흡량의 증가에 긍정적 영향을 주었을 것으로 판단할 수 있다.

반면 가슴호흡군에 대한 연구 결과를 보면 들숨량과 폐활량이 통계적으로 유의미하게 증가하였음을 볼 수 있었다. 본 연구 결과와 일치하게 Nair 등(2019)은 가슴호흡을 가진 성인을 대상으로 가로막 기능 증진 운동이 가로막의 움직임과 폐활량을 증진시켰다고 보고하면서, 아래 가슴우리 확장 자극이 평소 가로막 사용이 적은 사람에게 가로막 움직임을 촉진하였고 그 결과로 들숨량과 폐활량이 증가하였다고 하였다. 또한 Doorduyn 등(2021)도 들숨 부하가 가로막의 움직임을 향상시켰고, 들숨량을 증가시켰다고 보고하면서 가로막의 활성도가 커질수록 들숨량이 증가한다고 하였다. 따라서 본 연구 결과 역시 가슴호흡군의 경우, 가로막을 사용하지 않는 호흡패턴을 가지고 있기 때문에 아래 가슴우리 확장 운동으로 인해 가로막 움직임이 증가하였고, 가로막의 움직임 증가는 호흡하는 동안 가슴우리의 움직임에 더해 가로막의 움직임이 합쳐져서 들숨량과 폐활량이 향상되었을 것으로 예상할 수 있다.

반면 본 연구 결과를 보면 배호흡군은 통계적인 차이는 없지만 들숨량이 감소하였고, 들숨예비용적과 폐활량이 통계적으로도 유의미하게 감소하였다. 이러한 결과는 본 연구의 실험설계와 연관이 있을 것으로 판단된다. 본 연구는 안정시폐활량을 검사하고, 이어서 가로막 수축을 유발하는 아래 가슴우리 확장 운동을 수행한 다음 재검사를 실시하는 1회 중재 효과를 알아보는 연구이었다. 따라서 검사와 중재를 하는 동안 가로막에 피로가 누적되었을 가능성이 있다. 이점과 관련하여 Mador 등(1996)은 건강한 성인 남성을 대상으로 고강도 자발성 과호흡이 가로막의 피로에 미치는 영향을 알아보는 연구를 진행한 결과 과호흡 직후 가로막의 수축력이 감소하는 것을 확인하였다. Geary 등(2019)은 체계적 문헌고찰 연구를 통해 가로막이 반복적이고 지속적인 수축에 의해 피로가 발생하며, 가로막의 피로는 호흡기능에 영향을 준다고 보고하였다.

선행 연구자들의 이러한 결과는 피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장 운동의 효과를 알아보는 본 연구 결과 일회호흡량은 증가한 반면 들숨예비용적과 폐활량이 감소한 이유를 이해하는데 도움을 준다. 일회호흡량은 편안한 호흡을 하는 동안 발생하는 가로막의 움직임에 영향을 받기 때문에 피로 누적에 영향을 크게 받지 않는 반면, 들숨예비용적은 가로막의 지속적이고 강한 수축을 필요로 하기 때문에 가로막의 피로 누적에 크게 영향을 받는다고 할 수 있다. 또한 들숨예비용적이 포함된 들숨량과 폐활량 역시 가로막의 피로 누적으로 감소할 가능성이 있다고 판단할 수 있다. 따라서 들숨예비용적이 유의미하게 감소한 것은 가로막의 강한 수축이 필요함에도 불구하고 누적된 피로로 인해 오히려 수축력이 저하된 결과라고 판단할 수 있다.

하지만 본 연구는 딥벨트를 이용한 아래 가슴우리 확장 운동에 대한 즉각적인 효과를 알아보았기 때문에 장기적인 아래 가슴우리 확장 운동의 효과로 확대해석하기에는 어려움이 있다. 따라서

차후 연구에서는 아래 가슴우리 확장 운동의 장기적인 효과를 알아보는 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장 운동이 가로막의 움직임과 안정시폐활량에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 그 결과 가슴호흡군은 통계적인 차이는 없지만 가로막의 움직임이 향상되었고, 들숨량과 폐활량은 통계적으로도 유의미하게 증가하였다. 배호흡군은 가로막의 움직임이 통계적으로도 유의하게 증가된 반면 들숨예비용적과 폐활량이 확연하게 감소하였다. 두 군 간에 변화양상에 차이를 보면 가슴호흡군의 경우 들숨량과 폐활량 모두 증가하는 경향을 보인 반면 배호흡군은 감소하는 경향을 보여 분명한 차이가 있었다. 들숨예비용적 역시 배호흡군의 감소폭이 더 컸음을 확인할 수 있었다. 따라서 피드백을 이용한 아래 가슴우리 운동의 즉각적인 효과는 가슴호흡군에서 더 좋았다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 가슴호흡군에 대한 폐 기능 증진 프로그램에 피드백을 이용한 아래 가슴우리 확장 운동이 꼭 포함되어야 한다는 것을 시사한다.

참고문헌

김호봉, 김기승, 김난수 등. 심장호흡계물리치료중재학. 범문에듀케이션, 2019.

이강이. 흉부물리요법. 대한간호, 34(5);11-22, 1996.

이재석. 가로막 수축력 측정 및 가로막호흡 유도를 위한 디벨트(DiP Belt)의 유용성 연구. 신라대학교, 박사학위논문, 2019.

이재석, 강태욱. 디벨트를 이용한 일회성 가로막 호흡운동이 가로막 움직임과 노력성 폐활량에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지, 29(2);57-65, 2022.

한동욱. 큰가슴근에 대한 수동 신장이 폐 기능에 미치는 영향. 대한심장호흡물리치료학회지, 10(1);35-39, 2022.

한동욱, 고건영, 박정준 등. 폐 분절 호흡운동이 가슴호흡군의 가슴우리 확장, 가로막 움직임 및 안정시폐활량에 미치는 영향. 대한심장호흡물리치료학회지, 13(2);7-12, 2025.

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.

Bradley P. Breathing pattern disorders and functional breathing. Prim Care Respir J, 23(2);89-92, 2014.

De Troyer A, Boriek AM. Mechanics of the respiratory

muscles. Compr Physiol, 1(3);1273-1300, 2011.

Doorduyn J, Roesthuis L, Jansen D, et al. Respiratory muscle effort and tidal volume are associated with diaphragm thickening during inspiratory loading. Front Physiol, 12;678, 2021.

Fernandes M, Cukier A, Feltrim MIZ, et al. Efficacy of diaphragmatic breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Rev Port Pneumol, 17(2);71-76, 2011.

Frownfelter D, Dean E. Cardiovascular and pulmonary physical therapy: evidence to practice, 5th ed. Mosby, 2012.

Geary CM, Welch JF, McDonald MR, et al. Diaphragm fatigue and inspiratory muscle metaboreflex in men and women matched for absolute diaphragmatic work during pressure-threshold loading. J Physiol, 597(18);4797-4808, 2019.

Glenny RW, Robertson HT. Spatial distribution of ventilation and perfusion: mechanisms and regulation. Compr Physiol, 1(1);375-395, 2011.

Hamasaki H. Effects of diaphragmatic breathing on health: a narrative review. Medicines (Basel), 7(10);65-83, 2020.

Irwin SA, Tecklin JS, et al. Cardiopulmonary physical therapy: a guide to practice, 4th ed. Mosby, 2004.

Jahani N, Choi S, Choi J, et al. Assessment of regional ventilation and deformation using 4D-CT imaging for healthy human lungs during tidal breathing. J Appl Physiol, 119(10);1064-1074, 2015.

Janssens JP, Adler D, Iancu Ferfaglia R, et al. Assessing Inspiratory Muscle Strength for Early Detection of Respiratory Failure in Motor Neuron Disease: Should We Use MIP, SNIP, or Both? Respiration, 98(2);114-124, 2019.

Janssen ML, Jonkman AH, Wennen M, et al. Diaphragm excursions as proxy for tidal volume during spontaneous breathing in invasively ventilated ICU patients. Intensive Care Med Exp, 11(1);73-79, 2023.

Kang JH, Choi J, Chae KJ, et al. CT-derived 3D-diaphragm motion in emphysema and IPF compared to normal subjects. Sci Rep, 11;14923, 2021.

Lumb AB, Nunn JF. Nunn and Lumb's applied respiratory physiology, 9th ed. Elsevier, 2016.

Mador JM, Rodis A, Diaz J, et al. Diaphragmatic fatigue

- following voluntary hyperpnea. *Am J Respir Crit Care Med*, 154(1);63-67, 1996.
- Nair A, Khatri R, Gaur P, et al. Comparison of diaphragmatic stretch technique and incentive spirometry on diaphragmatic excursion and chest expansion. *J Clin Diagn Res*, 13(6);YC01-YC05, 2019.
- Sikora M, Mikołajczyk R, Łakomy O, et al. Influence of the breathing pattern on the pulmonary function of endurance-trained athletes. *Sci Rep*, 14;1113, 2024.
- Standring S. *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*, 42nd ed. Elsevier, 2020.
- Vieira DSR, Mendes LPS, Elmiro NS, et al. Breathing exercises: influence on breathing patterns and thoracoabdominal motion in healthy subjects. *Braz J Phys Ther*, 18(6);544-552, 2014.
- Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(10);1974-1978, 2005.
- Yamaguti WP, Claudino RC, Neto AP, et al. Diaphragmatic breathing training program improves abdominal motion during natural breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 93(4);571-577, 2012.

