

■ 김요한¹, 한동욱^{2*}

■¹파크사이드재활의학병원, ^{2*}신라대학교

Effect of Breathing Patterns on Changes in Chest Expansion, Diaphragmatic Excursion, Respiratory Muscle Strength, and Slow Vital Capacity During Curl-Up Exercise

John Kim PT, MsC¹, Dong-Wook Han PT, PhD^{2*}

¹Parkside Rehabilitation Hospital

^{2*}Silla University

Purpose: This study investigated the effects of breathing patterns on changes in chest expansion, diaphragmatic excursion, respiratory muscle strength, and slow vital capacity during curl-up exercise. **Methods:** 15 female students attending S University in Busan participated in this study. Based on the Hi-Lo test, eight were classified as abdominal breathers and seven as thoracic breathers. Chest expansion was measured using a tape measure (Portable one-touch mini tape measure 150 cm, Goyo Global, China), and diaphragmatic excursion was assessed via ultrasound (MicrUs, TELEMED, Lithuania). Respiratory muscle strength and pulmonary function tests were evaluated using a digital spirometer (Pony FX, COSMED, Italy). The intervention consisted of performing the curl-up exercise. **Results:** In the abdominal breathing group, diaphragmatic excursion significantly increased during both quiet and deep breathing, and maximal inspiratory pressure (MIP) also showed significant improvement. In the thoracic breathing group, significant increases were observed in diaphragmatic excursion and MIP during deep breathing. However, between-group comparisons revealed no significant differences in any of the measured variables. **Conclusion:** The curl-up exercise effectively enhanced diaphragmatic excursion and inspiratory muscle strength, irrespective of the breathing pattern. These findings support the inclusion of the curl-up exercise as a beneficial intervention for improving pulmonary function.

Key words : Chest expansion, respiratory muscle strength, diaphragmatic excursion, slow vital capacity, breathing pattern

Received: November 13, 2025 / **Revised:** November 30, 2025 / **Accepted:** December 04, 2025

I. 서론

몸통 안정화 운동은 척추와 골반의 정적 및 동적 안정성을 유지하거나 향상시키기 위해 개발된 운동법으로, 재활 및 스포츠 의학 분야에서 중요한 개념으로 자리잡고 있다(Hodges와 Richardson, 1996). 이러한 운동은 심부 근육의 선행적 활성화(feed-forward activation)를 통해 척추를 중립 상태로 유지하고, 다양한 움직임이나 외부 부하 상황에서도 몸통의 안정성을 확보하는 것을 목표로 한다(Urquhart 등, 2005). 몸통 안정화를 담당하는 주요 근육으로는 배가로근, 뒀갈래근, 가로막, 골반바닥근 등이 있으며, 이들 근육은 배 속 압력 조절과 분절 안정화(segmental stabilization)에 중요한 역할을 한다(Kisner와

Colby, 2007). 특히 배가로근과 뒀갈래근은 심부 안정화 근육들 가운데 척추의 안정성을 유지하고, 움직임 시 몸통의 균형과 조절을 가능하게 하는 핵심 요소라고 할 수 있다(Hodges와 Richardson, 1996). 따라서 이러한 심부 근육들은 자세 유지와 움직임의 효율성 향상, 허리 통증의 예방 및 재활과 밀접한 관련이 있다(Donatelli, 2011). 이와 일치하게 선행 연구는 몸통 안정화 운동이 만성 요통 환자의 기능적 수행 능력을 향상시키고 통증을 감소시키는 효과가 있다고 알려준다(May와 Johnson, 2008). 이에 따라 몸통 안정화 운동은 임상 및 트레이닝 현장에서 근거 기반 중재 전략으로 널리 활용되고 있다.

일반적으로 임상에서 많이 사용되고 있는 몸통 안정화 운동으로 컬업 운동이 있는데, 컬업 운동은 배 근육, 특히 배곧은근

교신저자: 한동욱

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

(rectus abdominis)을 강화하기 위한 대표적인 코어 운동 중 하나로 알려져 있다(Oliva-Lozano와 Muyor, 2020). 하지만 다른 연구들은 컬업 운동이 배곧근뿐만 아니라 배가로근 등 깊은 곳에 있는 근육들 역시 강화한다는 점을 알려준다(McGill, 1998; Vera-Garcia 등, 2000). 컬업 운동은 흔히 윗몸일으키기(Sit-up)와 혼동되기도 하지만, 허리를 완전히 일으키지 않고 상체를 바닥에서 살짝 들어 올리는 동작에 중점을 두기 때문에 허리에 가해지는 부담이 적어 안전하게 배 근육을 단련할 수 있다는 장점이 있다(Axler와 McGill, 1997; McGill, 1998). 따라서 컬업 운동과 관련된 연구는 주로 몸통 근육 활성화도에 미치는 영향에 대한 것이 대부분이었다(Kim & Oh, 2015; Lim과 Cho, 2020). 반면 몸통 안정화에 기여하는 근육인 배가로근, 골반바닥근 및 가로막은 호흡을 조절하는 주요한 근육이기(김호봉 등, 2019) 때문에, 컬업 운동이 호흡 기능에 미치는 영향에 대한 연구들이 진행되고 있으며, 일부 연구들은 컬업 운동이 호흡 기능을 향상시킨다고 보고하였다(한동욱, 2024; Cavaggioni 등, 2015; Hodges와 Richardson, 1996; May와 Johnson, 2008).

호흡은 크게 배와 가슴을 함께 쓰는 정상호흡(normal breathing), 배를 주로 사용하는 배호흡(abdominal breathing), 가슴을 주로 사용하는 가슴호흡(thoracic breathing)으로 나눌 수 있다(김호봉 등, 2019). 배호흡은 가로막을 주요 들숨 근육으로 사용하여 배가 수축하고 팽창하면서 숨을 들이쉬고 내쉬는 호흡 방식이다. 따라서 배호흡은 가슴의 움직임은 적고, 주로 가로막의 수직 이동을 통해 가슴속 공간이 증가한다(Hamasaki, 2020). 반면 가슴호흡은 가슴우리가 바깥쪽과 위쪽으로 확장하면서 숨을 들이쉬고 내쉬는 호흡 방식이다. 이 과정에서 바깥갈비사이근과 목갈비근 등과 같은 들숨 보조 근육들이 사용된다(Aliverti, 2016). 따라서 몸통 깊은 근육을 강화하는데 유용한 컬업 운동이 두 호흡 패턴에 미치는 영향은 다를 것으로 예측할 수 있다. 그럼에도 불구하고 컬업 운동이 배호흡과 가슴호흡에 미치는 영향을 알아보는 연구는 거의 없는 상황이다. 따라서 본 연구는 가로막 기능을 향상시키는 것으로 알려진 컬업 운동이 배호흡과 가슴호흡 모두에서 효과적인지를 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 부산 S 대학교에 재학 중인 여학생 15명이었다. Helsinki 선언에 부합하게 연구 대상자들에게 본 연구의 목적, 과학적 근거, 위험 요인 및 위험 최소화 방안, 개인 정보 보호, 연구참여의 자발성 등을 충분히 설명하였고, 대상자 모두가 기꺼이 참여하겠다고 서면 동의하였다. 연구 대상자 총 15명 가

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

(단위)

변인	배호흡군 (8명)	가슴호흡군 (7명)	t	p
연령(세)	20.75±0.71 ^a	20.29±0.49	1.457	0.169
신장(cm)	162.75±4.62	167.00±4.36	-1.824	0.910
체중(kg)	54.63±5.73	60.29±5.25	-1.983	0.690

^a평균±표준편차

운데 배호흡을 보인 대상자는 8명, 가슴호흡을 보인 대상자는 7명이었다. 대상자 모두 연구에 방해될 줄 수 있는 신경계, 근골격계, 호흡기계 질환은 없었다. 연구 대상자들의 일반적인 특성은 <표 1>과 같았다.

2. 측정 도구 및 방법

1) 호흡 패턴 검사

본 연구에서 호흡 패턴(breathing pattern)을 확인하기 위하여 Hi-Lo 검사를 사용하였다. Hi-Lo 검사는 배의 움직임이 없이 위가슴의 움직임이 있거나 배의 움직임에 비해 위가슴의 움직임이 과도하면 가슴호흡으로 평가하고, 가슴의 움직임이 없거나 적은 반면 배의 움직임이 더 크면 배호흡으로 평가한다(Badr 등, 1993; Enright와 Sherrill, 1995). 검사 자세는 한동욱 등(2025)의 검사 자세를 이용하였다. 먼저 Hi-Lo 검사를 위해 대상자에게 다리를 어깨너비로 벌려 서도록 하였다. 이어서 선 자세에서 대상자의 한 손은 가슴에 대고 다른 한 손은 배에 대도록 시킨 다음 측정자가 대상자의 손 위로 자신의 손을 위치시켜 평상시 호흡을 하는 동안 가슴과 배의 움직임을 관찰하고 측정하였다. 본 연구는 가슴이 움직이지 않고 배가 움직이거나 배가 먼저 움직이고 가슴이 나중에 작게 움직이는 경우를 배호흡이라고 판정하였고, 반대로 배가 움직이지 않고 가슴만 움직이든지 가슴이 움직이고 배가 나중에 작게 움직이는 경우를 가슴호흡으로 판단하였다.

2) 가슴 확장 검사

가슴 확장(chest expansion) 정도를 측정하기 위해 줄자(휴대용 원터치 미니 줄자 150cm, 고요 글로벌, 중국)를 사용하였다. 측정을 위한 자세는 다리를 어깨너비로 벌려 선 자세이었다. 위가슴 확장은 바로 선 자세에서 머리와 체간이 일직선이 되도록 한 다음, 앞쪽에서 양쪽 빗장뼈 중간선과 세 번째 갈비사이 공간이 만나는 지점과 뒤쪽에서 다섯 번째 등뼈 가시돌기를 기준으로 가슴둘레를 측정하였다(그림 1). 아래 가슴 확장은 앞쪽에 칼돌기와 뒤쪽에 열 번째 등뼈 가시돌기를 기준으로 가슴둘레를 측정하였다(그림 2). 측정은 최대 날숨 후와 최대 들숨 후에 실시하였다. 분석을 위한 측정값은 최대 들숨 후 가슴둘레 수치에서 최대 날숨 후 가슴둘레 수치를 뺀 값이었다. 측정은 컬업 운동 전과 후 각각



그림 1. 위가슴 확장검사



그림 2. 아래가슴 확장검사



그림 3. 초음파 측정 위치

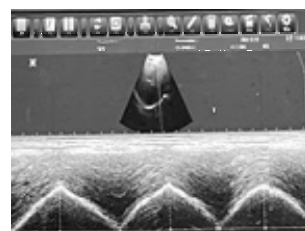


그림 4. 초음파 영상



그림 5. 호흡근 측정 장비



그림 6. 호흡근 측정 자세



그림 7. 폐활량 측정 장비



그림 8. 폐활량 측정 자세

3회씩 측정하였으며, 그 평균값을 분석에 사용하였다.

3) 가로막 움직임 검사

가로막 움직임(diaphragmatic excursion)을 측정하기 위해 사용한 도구는 초음파 측정장비(MicrUs scanner, TELEMED, Lithuania)이었다. 측정을 위한 기본자세는 한동욱 등(2025)이 사용한 자세로서 다리를 편 상태에서 바로 누운 자세이었다. 측정 부위는 오른쪽 배 부위로 빗장뼈 정중앙에서 아래로 수직선을 그어 12번째 갈비뼈와 만나는 지점의 바로 아래 배 부위로 하였다(그림 3). 가로막 측정은 평상 호흡(quiet breathing)과 깊은 호흡(Deep breathing)을 하는 동안 움직인 거리를 측정하였다. 측정은 각각 컵업 운동 전과 후에 실시하였으며, 측정값은 평상 호흡과 깊은 호흡을 하는 동안 발생한 들숨의 고점값에서 날숨의 저점값을 뺀 값이었다. 초음파 영상에서 3개의 그래프를 선정하여 측정값을 확인한 후 그 평균값을 분석에 사용하였다(그림 4).

4) 호흡근 근력 검사

호흡근 근력(respiratory muscle strength)은 디지털 폐 기능 측정기(Pony FX, COSMED Inc, Italy)를 이용해 측정하였다(그림 5). 디지털 폐 기능 측정기는 호흡근의 근력을 최대들숨압(MIP)과 최대날숨압(MEP)을 이용해 간접적으로 측정할 수 있도록 고안된 것으로 들숨근과 날숨근의 근력을 측정하기 위해 사용된다.

측정은 의자에 똑바로 앉은 자세에서 실시하였다. 코 집게로 코를 막은 다음 항균필터가 있는 마우스를 입에 물은 상태에서 한 손으로 측정장비를 잡도록 하였다. 들숨압 측정은 측정자가 최대한 빠르고 강하게 들숨하도록 지시하였으며, 측정 완료로 알리는 측정음이 들리면 멈추도록 하였다. 날숨압 측정은 측정자가

최대한 빠르고 강하게 날숨하도록 지시한 후 측정음이 들리면 멈추도록 하였다(그림 6). 결과값은 들숨압과 날숨압을 1초 이상 유지한 압력의 값으로 표시되며, 각 측정은 3회씩 실시하였고, 최대값을 측정값으로 분석에 사용하였다.

5) 안정시 폐활량 검사

안정시 폐활량(slow vital capacity) 검사는 디지털 폐 기능 측정기(Pony FX, COSMED Inc, Italy)를 사용하였으며(그림 3), 측정 항목은 일회호흡량(TV), 들숨예비용적(IRV), 들숨량(IC), 날숨예비용적(ERV), 폐활량(VC)이었다. 측정은 한동욱 등(2025)의 연구 방법을 이용하였으며, 기본자세는 연구 대상자가 의자에 바로 앉아 발을 편하게 놓고, 허리와 어깨를 편 상태이었다. 기본자세에서 측정기의 마우스피스를 입에 물도록 하고, 코로 들숨과 날숨이 발생하지 않도록 코마개를 사용하였다(그림 4). 안정시 폐활량 측정은 평상 호흡을 3-4회 실시하는 동안 측정기에서 시작 지시가 나오면 천천히 최대로 들숨 한 후 이어서 천천히 최대로 날숨 한 다음 평상 호흡을 2-3회 진행한 후 종료하였다.

3. 컵업 운동

컵업 운동은 김요한(2024)이 사용한 방법을 응용하였으며, 기본자세는 바로누운자세에서 무릎을 90° 굽힘하고 어깨너비로 벌린 자세이었다. 운동 방법은 다음과 같았다. 숨을 들이마시고 배에 압력을 가한 상태에서 머리를 말아서 들고, 이어서 어깨를 만다는 느낌으로 들어 올려 위몸통이 약간 굽힘되도록 하였다. 컵업 운동이 완성된 자세에서 10초 동안 멈춘 후 다시 천천히 날숨을 하면서 기본자세로 돌아오도록 하였다(그림 9). 3회를 한 세트로 하여 총 10세트를 실시하였으며, 세트와 세트 사이에 30

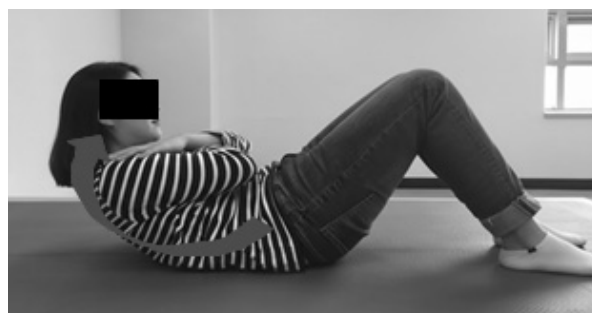


그림 9. 컬업 운동

초의 휴식 시간을 주었다. 운동은 일주일에 5일, 2주간 총 10회를 실시하였다.

4. 자료 분석

본 연구는 컬업 운동이 배호흡근과 가슴호흡근의 가슴 확장, 가로막 움직임, 호흡근 근력 및 폐 기능에 미치는 영향을 알아보 고자 하였다. 먼저 정규성을 확인하기 위하여 샤피로-윌크 검정 (Shapiro-Wilk test)을 실시하였고, 정규성이 나타나 모수 통계를 이용해 분석하였다. 먼저 두 집단 간의 동질성을 확인하기 위하여 일반적인 특성에 대해 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였다. 이어서 각 군의 운동 전과 후에 가슴 확장, 가로막 움직임, 호흡근 근력 및 폐 기능에 변화가 있는지를 알아보기 위하여 대응표본 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 또한 군 간에 측정 항목들의 변화양상에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 공분산분석(ANCOVA test)을 실시하였다. 본 연구에 사용된 통계 프로그램은 SPSSWIN(ver. 29) 이었으며, 유의수준 $\alpha=0.05$ 이었다.

Ⅲ. 연구결과

1. 호흡 패턴이 컬업 운동 시 가슴 확장에 미치는 영향

위 가슴 확장을 보면 배호흡근의 경우 운동 전에 4.56cm에서 운동 후에 4.89cm로 증가하였지만 통계적인 차이는 없었다. 가슴 호흡근은 운동 전에 6.52cm에서 6.94cm로 역시 증가하였지만 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 아래 가슴 확장을 보면 배호흡근은 운동 전에 4.81cm에서 운동 후 4.99cm로 증가하였지만 통계적인 차이는 없었다. 또한 가슴호흡근도 운동 전에 6.09cm에서 운동 후에 6.80cm로 증가하였지만 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 두 군 간에 변화양상을 비교한 결과 위 가슴 확장과 아래 가슴 확장 모두 군 간에 통계적인 차이는 없었다 (표 2).

표 2. 호흡 패턴이 컬업 운동 시 가슴확장에 미치는 영향 (단위: cm)

변인	운동 전	운동 후	t	F
위 가슴				
배호흡	4.56±1.47 ^a	4.89±1.80	-0.842	0.649
가슴호흡	6.52±1.70	6.94±1.61	-0.670	
아래 가슴				
배호흡	4.81±1.74	4.99±2.21	-0.292	0.958
가슴호흡	6.09±1.63	6.80±1.59	-1.570	

^a평균±표준편차

2. 호흡 패턴이 컬업 운동 시 가로막 움직임에 미치는 영향

평상 호흡을 하는 동안 가로막 움직임을 보면 배호흡근의 경우 운동 전에 18.68mm에서 운동 후에 24.93mm로 증가하였으며 통계적으로도 유의미한 차이가 있었다($p<0.05$). 반면 가슴호흡근은 운동 전에 15.76mm에서 운동 후에 21.76mm로 증가하였지만 통계적인 차이는 없었다. 깊은 호흡을 하는 동안 가로막 움직임을 보면 배호흡근은 운동 전에 33.33mm에서 운동 후 58.65mm로 유의미한 증가가 있었다($p<0.05$). 또한 가슴호흡근도 운동 전에 35.11mm에서 운동 후에 57.87mm로 증가하였으며 통계적인 차이가 있었다 ($p<0.05$). 두 군 간에 변화양상을 비교한 결과 평상 호흡과 깊은 호흡 모두 가로막의 움직임이 두 군 모두 증가하는 양상을 보였으며 군 간에 통계적인 차이는 없었다(표 3).

표 3. 호흡 패턴이 컬업 운동 시 가로막 움직임에 미치는 영향 (단위: mm)

변인	운동 전	운동 후	t	F
평상 호흡				
배호흡	18.68±6.28 ^a	24.93±6.22	-3.905**	0.323
가슴호흡	15.76±6.10	21.76±8.44	-1.436	
깊은 호흡				
배호흡	33.33±13.27	58.65±10.52	-4.654**	0.058
가슴호흡	35.11±14.61	57.87±21.14	-4.025**	

^a평균±표준편차

** : $p<0.01$

3. 호흡 패턴이 컬업 운동 시 호흡근 근력에 미치는 영향

최대들숨압을 보면 배호흡근의 경우 운동 전에 69.00mmH₂O에서 운동 후에 80.75mmH₂O로 통계적으로도 유의미하게 증가하였다($p<0.05$). 또한 가슴호흡근도 운동 전에 73.86mmH₂O에서 운동 후에 93.14mmH₂O로 증가하였으며 통계적으로 차이가 있었다 ($p<0.05$). 최대날숨압을 보면 배호흡근은 운동 전에 59.38mmH₂O에서 운동 후 60.63mmH₂O로 증가하였지만 통계적인 차이는 없었다. 또한 가슴호흡근도 운동 전에 70.14mmH₂O에서 운동 후에 72.14mmH₂O로 증가하였지만 통계적인 차이는 없었다. 두 군 간

표 4. 호흡 패턴이 컬업 운동 시 호흡근 근력에 미치는 영향 (단위: mmH₂O)

변인	운동 전	운동 후	t	F
최대들숨압				
배호흡	69.00±19.26a	80.75±21.84	-2.807*	1.387
가슴호흡	73.86±31.15	93.14±38.10	-4.774**	
최대날숨압				
배호흡	59.38±20.24	60.63±22.06	-0.765	0.353
가슴호흡	70.14±35.62	72.14±30.65	-0.756	

a평균±표준편차

*:p<0.05

**: p<0.01

에 최대들숨압과 최대날숨압의 변화 양상을 비교한 결과 두 군 모두 증가하는 양상을 보였으며, 두 군 간에 변화 양상에 통계적으로 유의미한 차이가 없었다(표 4).

4. 호흡 패턴이 컬업 운동 시 안정시 폐활량에 미치는 영향

안정시 폐활량을 보면 배호흡군의 경우 일회호흡량은 운동 전에 0.48ℓ에서 운동 후에 0.81ℓ로, 날숨예비용적은 0.97ℓ에서 0.98ℓ로 증가하였지만 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 반면 들숨예비용적은 운동 전에 1.56ℓ에서 운동 후에 1.37ℓ로, 들숨량은 2.06ℓ에서 1.87ℓ로, 폐활량은 2.86ℓ에서 2.78ℓ로 감소하였지만 역시 통계적인 차이는 없었다. 가슴호흡군을 보면 일회호흡량은 운동 전에 0.50ℓ에서 운동 후에 0.50ℓ로 변화가 거의 없었던 반면 통계적인 차이는 없었지만 들숨예비용적은 운동 전에 1.58ℓ에서 운동 후에 1.68ℓ로, 들숨량은 2.08ℓ에서 2.17ℓ로, 날

표 5. 호흡 패턴이 컬업 운동 시 안정시 폐활량에 미치는 영향(단위: ℓ)

변인	운동 전	운동 후	t	F
1회호흡량				
배호흡	0.48±0.07 ^a	0.81±0.08	-1.965	2.421
가슴호흡	0.50±0.05	0.50±0.04	0.504	
들숨예비용적				
배호흡	1.56±0.28	1.37±0.31	1.344	2.898
가슴호흡	1.58±0.26	1.68±0.45	-1.278	
들숨량				
배호흡	2.06±0.31	1.87±0.32	1.312	2.557
가슴호흡	2.08±0.27	2.17±0.48	-1.049	
날숨예비용적				
배호흡	0.97±0.32	0.98±0.19	-0.155	0.316
가슴호흡	0.88±0.06	1.02±0.06	-1.318	
폐활량				
배호흡	2.86±0.33	2.78±0.37	0.992	3.893
가슴호흡	2.96±0.34	3.19±0.47	-1.646	

a평균±표준편차

숨예비용적은 0.88ℓ에서 1.02ℓ로, 폐활량은 2.96ℓ에서 3.19ℓ로 증가하였다. 두 군 간에 안정시 폐활량의 변화양상을 보면 배호흡군은 일회호흡량과 날숨예비용적에서 증가하는 경향을 보이고 들숨예비용적, 들숨량, 폐활량 모두 감소하는 양상을 보인 반면, 가슴호흡군은 모든 항목에서 증가하는 양상을 보였지만 두 군 간에 변화양상에 통계적인 차이가 없었다(표 5).

IV. 고 찰

호흡은 가슴우리를 바깥 방향으로 당겨 가슴속 공간을 넓히는 데 관여하는 바깥갈비사이근과 폐를 아래로 끌어내려 가슴 속 공간을 확장하는 가로막 등의 들숨근육에 영향을 받는다(Macklem, 1998). 이러한 호흡은 들숨을 일으키는 부위에 따라 가슴호흡과 배호흡으로 구분할 수 있는데, 주로 가슴우리의 팽창에 의해 들숨이 발생하면 가슴호흡이라고 하고, 가로막의 수축에 의해 발생하면 배호흡이라고 정의하고 있다(Hamasaki, 2020). 일반적으로 폐는 여러 개의 엽으로 구성되는데, 오른쪽 폐는 위엽, 중간엽, 아래엽으로 구성되어 있고, 왼쪽 폐는 위엽과 아래엽으로 구성되어 있다(김호봉 등, 2019). 아래엽은 해부학적으로 표면적이 넓고 중력 및 가로막 운동의 영향을 크게 받아 위엽에 비해 환기량이 더 크다고 알려져 있다(West, 2012). 최근 영상 기반 연구에서도 호흡 시 각 폐엽의 용적 변화가 비동시적이며, 아래엽에서의 환기 변동이 상대적으로 더 크다고 하였다(Wu 등, 2022). 이러한 관점에서 폐 기능 향상을 위해 폐의 아래엽 확장과 밀접히 관련 있는 가로막을 훈련시키는 중재에 대한 연구들이 진행되고 있다(Niu 등, 2024; Yamaguti 등, 2012). 따라서 본 연구 역시 가로막의 기능을 향상시킬 수 있는 몸통 안정화 운동 가운데 하나인 컬업 운동이 호흡과 관련된 가슴 확장, 가로막 움직임, 호흡근 근력 및 폐 기능에 효과가 있는지를 알아보고자 하였다. 특히 폐의 아래엽을 확장시키는데 기여하는 가로막을 상대적으로 많이 사용하는 배호흡군과 상대적으로 적게 사용하는 가슴호흡군에서 컬업 운동의 효과가 차이가 있는지도 알아보고자 하였다.

본 연구 결과, 먼저 배호흡군과 가슴호흡군 모두에서 위와 아래 가슴 확장이 증가하긴 하였지만 통계적으로 유의미한 수준이 아니었음을 확인하였다. Sriessadarak 등(2022)은 견갑늑골증후군(scapulothoracic syndrome) 환자와 정상 성인을 대상으로 가로막의 기능과 가슴 확장을 비교하는 연구를 통해 가로막 기능이 저하되면 가슴 확장도 저하된다고 보고하였다. Cao 등(2022)은 가로막 기능장애의 기전부터, 평가, 재활 전략까지 광범위한 주제의 서술적 종합 고찰을 통해 가로막 기능 증진이 가슴 확장에 긍정적인 효과가 있다고 하였다. 따라서 기존의 연구들은 가로막의 기능과 가슴 확장이 관련성이 있다는 것을 알려주는데 본 연구

에서는 통계적으로 유의미한 변화가 없었다. 이러한 결과는 Lima 등(2014)의 연구에서 그 이유를 찾을 수 있다. 그들의 연구를 보면 가로막 호흡을 강조한 운동도 가로막의 움직임을 증가시키지만, 용적기준 동기유발 폐활량계(oriented-incentive spirometry)를 이용해 최대한 깊게 그리고 천천히 들숨하여 용적이 최대가 되도록 유도하는 호흡 훈련이 가로막 호흡법에 비해 가로막 이동성이 더 컸다는 점을 보고하였다. 다시 말해 가로막 이동성을 향상시키기 위해서는 가로막을 직접 움직이도록 유도하는 것과 더불어 가슴우리 역시 더 많이 팽창하도록 유도해야 한다는 것을 시사하고 있다. 이러한 관점에서 볼 때, 본 연구는 컬업 운동을 하는 동안 가슴우리의 팽창이 억제되었기 때문에 가로막의 움직임과 더불어 가슴우리 팽창이 일어나지 않았고, 그로 인해 가슴 확장이 더 적었을 것으로 판단할 수 있다. 따라서 가슴 확장을 목적으로 한다면 가슴우리의 팽창과 수축을 포함하는 운동이 병행되어야 하며, 이를 증명할 수 있는 연구가 추가로 진행되어야 할 것으로 사료된다.

컬업 운동이 가로막 움직임에 미치는 영향을 알아본 결과, 배호흡근의 경우 평상 호흡과 깊은 호흡 모두에서 가로막 움직임이 통계적으로도 유의미하게 증가하였다. 가슴호흡근 역시 평상 호흡과 깊은 호흡에서 모두 증가하였지만, 깊은 호흡에서만 통계적으로 유의미한 증가가 있었다. 이러한 결과는 컬업 운동을 통해 가로막 움직임이 향상될 수 있다는 것을 알려주는 것이다. 이와 일치하게 Sembera 등(2023)은 배 브레이싱(abdominal bracing) 상태에서 물건 들어올리기 시 가로막의 움직임이 증가했다고 보고하였다. 그러면서 몸통 안정화에 관여하는 근육을 강하게 조이는 동작이 관련 근육의 운동량을 바꾸기 때문에 가로막 역시 그 움직임이 증가한 것이라고 하였다. 다시 말해 브레이싱을 통해 배 속 압력이 높아짐에 따라 가로막이 더 강하게 수축해야 했고, 그로 인해 움직임이 증가했을 것으로 판단하였다. 따라서 본 연구에서도 컬업 운동이 가로막을 반복적으로 강하게 조였고, 그로 인해 가로막의 운동량을 증가시켜 움직임을 향상시킬 수 있었다고 판단할 수 있다. 반면 Dülger 등(2018)은 요통이 있는 환자에게 몸통 안정화 운동을 적용한 결과, 가로막의 두께는 유의미한 증가가 있었던 반면 가로막 움직임은 향상되지는 하였지만 통계적으로 유의미한 수준은 아니었다고 하였다. 이 두 연구 결과는 가로막의 두께가 증가할 때 가로막 움직임이 커질 수도 있지만 그렇지 않을 수도 있다는 점을 시사하는 것이다. 따라서 컬업 운동이 가로막 움직임을 향상시킬 수 있는지 또는 가로막 움직임을 향상시킬 수 있는 변형된 컬업 운동이 있는지 등에 대한 추가적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

일반적으로 가로막은 들숨근육이기 때문에 가로막의 기능이 증진되면 들숨근 근력이 향상될 것이라고 판단할 수 있다. 이와 일치하게 본 연구 결과를 보면 최대들숨압은 배호흡근과 가슴호흡근 모두에서 통계적으로 유의미한 증가가 있었다. 하지만 최대

날숨압은 두 군 모두 증가하기는 하였지만 통계적으로 의미있는 수준은 아니었다. 따라서 컬업 운동을 통한 가로막 기능 증진은 들숨근의 근력 증진에 효과적이라는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 Enright 등(2006)의 연구와 유사한 것으로, 그들은 건강한 성인을 대상으로 고강도 들숨근 훈련(IMT)을 시킨 결과, 가로막의 두께가 증가하였고, 최대들숨압(MIP)이 유의미하게 커졌다고 보고하였다. 또한 Ramsook 등(2016)도 가로막 기능 증진이 최대들숨압을 향상시키는 주요한 요인이라고 보고하였다. 그들은 연구를 통해 일반적인 들숨근 훈련에 비해 들숨근 훈련 시 가로막을 적극적으로 활용하도록 한 집단에서 가로막 기능과 최대들숨압이 더 크게 증가하였으며, 가로막 기능 증진이 최대들숨압 증가와 밀접한 관련이 있다고 하였다. 따라서 본 연구 결과, 몸통 안정화 운동을 통한 가로막 기능 증진이 최대들숨압을 증진시켰을 것으로 판단할 수 있다. 반면 본 연구에서 최대날숨압이 증가하긴 하였지만 통계적으로 유의미한 수준이 아니었는데, 이러한 결과는 다른 연구자들과 다소 차이가 있었다. DePalo 등(2004)은 16주간의 윗몸일으키기 운동이 포함된 배 근육 강화 운동이 가로막의 두께, 최대들숨압(MIP) 및 최대날숨압(MEP)을 증가시켰다고 보고하였다. Silapabanleng 등(2021)도 남자 대학생에게 배 근력 강화 운동을 8주 동안 시킨 결과, 배 근력과 최대날숨압이 증가하였다고 보고하였다. 이들의 연구는 배 근육의 근력 강화가 최대날숨압을 개선시킬 수 있다는 점을 알려준다. 따라서 컬업 운동이 날숨근 근력 증진에 효과가 적은 것으로 나타난 본 연구 결과는 컬업 운동 자체의 문제라기 보다는 운동 기간이 짧았기 때문이었을 가능성이 더 크다고 할 수 있다. 본 연구는 2주간의 컬업 운동이었고, Silapabanleng 등(2021)은 8주간, DePalo 등(2004)은 16주간의 운동이었기 때문이다. 따라서 차후로 컬업 운동의 장기적인 효과를 알아보는 연구가 추가로 진행되어야 할 것으로 사료된다.

폐 기능은 가로막 기능에 영향을 받는다(김호봉 등, 2019). 따라서 본 연구 결과, 컬업 운동이 가로막 움직임을 증진시키고, 들숨압을 증가시킴에 따라 폐 기능 역시 향상될 것으로 예상하였다. 하지만 본 연구를 보면 배호흡근과 가슴호흡근 모두에서 통계적으로 유의미한 변화가 없었다. 특히 배호흡근의 경우는 들숨예비용적, 들숨량, 폐활량이 감소하는 경향을 보이고, 일회호흡량과 날숨예비용적만 증가하는 경향을 보였다. 반면 가슴호흡근은 통계적인 차이는 없었지만 일회호흡량, 들숨예비용적, 들숨량, 날숨예비용적 및 폐활량 모두에서 증가하는 경향을 보여 통계적으로 유의미한 차이는 없었지만 배호흡근과는 다른 양상을 보였다. 본 연구 결과는 다른 연구자들과 다소 차이가 있었다. Enright 등(2006)은 들숨근 훈련이 가로막의 두께와 들숨압을 증가시켰고, 그로 인해 폐활량이 개선되었다고 보고하였다. 이러한 차이는 본 연구 결과인 가슴 확장에 변화가 적었기 때문이라고 판단된다. Nair 등(2021)은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 가슴 확장 저항운

동을 실시한 결과 강제폐활량(FVC)이 개선되었다고 보고하였다. 또한 Lee와 Kim(2024) 역시 뇌졸중 환자를 대상으로 가슴 확장 저항운동을 실시한 결과, 폐 기능이 향상되었다고 보고하였다. 이들의 연구는 가슴 확장이 폐 기능 개선에 중요한 요소가 된다는 점을 시사한다. 이러한 관점에서 본 연구 결과 가로막 움직임이 증가하였음에도 불구하고 가슴 확장이 유의미하게 커지지 않았기 때문에 폐 기능의 변화가 적었을 것으로 판단할 수 있다. 특히 본 연구를 보면 배호흡군의 경우는 들숨량과 폐활량이 오히려 감소하는 경향을 보인 반면, 가슴호흡군은 통계적인 차이는 없지만 들숨량과 폐활량 모두 증가하는 경향을 보였다. 일반적으로 배호흡군은 평상시에도 가로막을 사용하여 호흡을 하기 때문에 컬업 운동을 통해 가로막 움직임이 증가하였음에도 불구하고 유의미한 가슴 확장이 발생하지 않았기 때문에 폐 기능이 오히려 감소하는 경향을 보인 것이라고 생각할 수 있다. 반면 가슴호흡군은 평상시 가슴을 사용하여 호흡을 하다가 가로막의 움직임이 향상됨에 따라 호흡을 하는 동안 가슴우리 팽창에 더해 가로막의 움직임이 더해졌기 때문에 폐 기능이 통계적인 차이가 없었지만 그래도 증가하는 경향을 보였을 것으로 판단할 수 있다. 특히 평상시 호흡을 하는 동안 가로막의 움직임이 증가하였지만 통계적으로 차이가 없었던 점을 감안하면 가슴호흡군의 경우는 가로막의 움직임 향상이 폐 기능을 증진시킬 가능성이 있음을 시사하는 것이다. 따라서 차후에 좀 더 장기적으로 가슴호흡군을 대상으로 컬업 운동을 시킨 후 폐 기능이 향상되는지를 알아보는 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것으로 사료된다.

반면 본 연구는 중재 기간이 짧았고, 연구대상자가 적었으며, 여자 대학생만을 대상으로 하였기 때문에 본 연구 결과를 일반화하기에는 제한점이 있다. 따라서 앞으로 다양한 성별과 연령층을 대상으로 중재 기간을 늘려서 연구를 진행하는 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 컬업 운동의 효과가 호흡 패턴에 영향을 받는지를 알아보고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같았다.

배호흡군에서는 가슴 확장, 안정시 폐활량, 최대날숨압에서는 통계적인 차이가 없었지만, 가로막 움직임은 평상 호흡과 깊은 호흡 모두에서 유의미하게 증가했으며, 최대들숨압 역시 유의미하게 향상되었다. 반면, 가슴호흡군에서는 가슴 확장, 평상호흡 시 가로막 움직임, 최대날숨압, 안정시 폐활량 모두 통계적으로 유의미한 변화가 없었던 반면, 깊은 호흡 시 가로막 움직임과 최대들숨압은 통계적으로 유의미하게 증가하였다. 반면 가슴호흡군과 배호흡군에서 발생한 가슴 확장, 가로막 움직임, 호흡근 근력 및 안정시폐활량의 변화에 차이가 있는지를 알아본 결과,

두 군 간에 모든 변인에서 변화량은 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 이를 통해 컬업 운동이 호흡 패턴에 관계없이 가로막 움직임과 들숨근 근력을 증진시키는 데 효과적임을 알 수 있었다. 또한, 비록 통계적으로 유의미한 차이는 없었지만, 가슴호흡군에서 폐 기능이 전반적으로 증가하는 경향을 보였으므로, 장기적인 컬업 운동이 가슴호흡군의 폐 기능 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단할 수 있다.

본 연구는 호흡 패턴이 컬업 운동의 효과에 영향을 미칠 것이라는 예상하에 진행되었지만, 본 연구 결과는 컬업 운동이 호흡 패턴에 관계없이 가로막의 움직임과 들숨근 근력에 효과적이라는 것을 보여주었다. 이러한 결과는 컬업 운동이 심부 코어 근육을 강화시키는데 유용한 운동이기 때문에 본 연구에서도 호흡 패턴에 관계없이 가로막 기능을 향상시켰고, 가로막 기능 증진은 호흡근 근력 증진으로 이어졌을 것으로 판단할 수 있다. 따라서 컬업 운동은 호흡 패턴과 무관하게 호흡 기능을 향상시키고자 할 때 적용할 수 있는 유용한 중재 방법이 될 수 있으며, 특히 폐 기능 향상을 목표로 하는 가슴호흡군에게는 장기적인 적용이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김요한. 할로잉과 브레이싱을 동반한 컬업 운동이 가슴우리 확장성, 가로막 움직임, 호흡근 근력 및 폐 기능에 미치는 영향. 신라대학교 대학원, 석사학위논문, 2025.
- 김호봉, 김기송, 김난수 등. 심장호흡계물리치료중재학. 범문에듀케이션, 2019.
- 한동욱. 큰가슴근에 대한 수동 신장이 폐 기능에 미치는 영향. 대한심장호흡물리치료학회지, 10(1);35-39, 2022.
- 한동욱. 할로잉을 동반한 컬업 운동이 안정시 폐활량에 미치는 영향. 대한심장호흡물리치료학회지, 12(3);63-68, 2024.
- 한동욱, 고진영, 박정준 등. 폐 분절 호흡운동이 가슴호흡군의 가슴우리 확장, 가로막 움직임 및 안정시폐활량에 미치는 영향. 대한심장호흡물리치료학회지, 13(2);7-12, 2025.
- Aliverti A. The respiratory muscles during exercise. *Breathe*, 12(2);165-168, 2016.
- Axler CT, McGill SM. Low back loads over a variety of abdominal exercises: Searching for the safest abdominal challenge. *Med Sci Sports Exerc*, 29(6); 804-811, 1997.
- Badr CE, Elshafie AM, ElKhatib MF. Evaluation of diaphragmatic and chest wall motion during tidal breathing: the Hi-Lo test. *Chest*, 104(3);787-790, 1993.
- Cao Y, Peijun L, Wang Y, et al. Diaphragm Dysfunction

- and Rehabilitation Strategy in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Front Physiol*, 13;872277, 2022.
- Cavaggioni L, Ongaro L, Zannin E, et al. Effects of different core exercises on respiratory parameters and abdominal strength. *J Phys Ther Sci*, 27(10);3249-3253, 2015.
- Donatelli RA. *Orthopaedic physical therapy*. Churchill Livingstone, 2011.
- Dülger E, Bilgin S, Bulut E, et al. The effect of stabilization exercises on diaphragm muscle thickness and movement in women with low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 31(2);323-329, 2018.
- Enright PL, Sherrill DL. Reference values for diaphragmatic movement assessment: implications for Hi-Lo testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 152(6 Pt 1);1990-1998, 1995.
- Enright SJ, Unnithan VB, Heward C, et al. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Phys Ther*, 86(3);345-354, 2006.
- Hamasaki H. Effects of diaphragmatic breathing on health: A narrative review. *Medicines (Basel)*, 7(10);65, 2020.
- Hodges PW, Richardson CA. Spinal stabilisation: The role of transversus abdominis and multifidus. *Man Ther*, 1(1);2-10, 1996.
- Kim MH, Oh JS. Effects of performing an abdominal hollowing exercise on trunk muscle activity during curl-up exercise on an unstable surface. *J Phys Ther Sci*, 27(2);501-503, 2015.
- Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise: Foundations and techniques*. FA Davis Company, 2007.
- Lee J, Kim J. Effect of chest expansion resistance exercise and respiratory muscle stretching on respiratory function and gait endurance in patients with stroke. *NeuroRehabilitation*, 55(4);513-520, 2024.
- Lim JH, Cho WS. The Effects of Curl-up Exercise with XCO on Trunk Muscle Activation in Healthy Adults. *J Kor Phys Ther*, 32(4);210-216, 2020.
- Lima INF, Fregonezi GAF, Melo R, et al. Acute effects of volume-oriented incentive spirometry on chest wall volumes in patients after a stroke. *Respir Care*, 59(7);1101-1107, 2014.
- Macklem PT. The mechanics of breathing. *Am J Respir Crit Care Med*, 157(4);S2-S8, 1998.
- May S, Johnson R. Stabilization exercise for low back pain: A systematic review. *Phys Ther*, 88(1);114-124, 2008.
- McGill SM. Low back exercises: Evidence for improving exercise regimens. *Phys Ther*, 78(7);754-765, 1998.
- Nair SP, Gardas SS, Mithaiwala R. Efficacy of chest expansion resistance exercise on respiratory function, trunk control and dynamic balance in patients with chronic stroke: A comparative study. *Bull Fac Phys Ther*, 26;23, 2021.
- Niu S, Zhang T, Li W, et al. Positive effect of deep diaphragmatic breathing training on gastroesophageal reflux-induced chronic cough: A clinical randomized controlled study. *Respir Res*, 25;169, 2024.
- Oliva-Lozano JM, Muyor JM. Core muscle activity during physical fitness exercises: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health*, 17(12);4306, 2020.
- Ramsook AH, Koo R, MolgatSeon Y, et al. Diaphragm recruitment increases during a bout of targeted inspiratory muscle training. *Med Sci Sports Exerc*, 48(6);1179-1186, 2016.
- Sembera M, Busch A, Kobesova A, et al. The effect of abdominal bracing on respiration during a lifting task: a cross-sectional study. *BMC Sports Sci Med Rehabil*, 15;112, 2023.
- Srijessadarak T, Arayawichanon P, Kanpittaya J, et al. Diaphragmatic mobility and chest expansion in patients with scapulocostal syndrome: A cross-sectional study. *Healthcare*, 10(5);950, 2022.
- Urquhart DM, Hodges PW, Allen TJ, et al. Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. *Man Ther*, 10(2);144-153, 2005.
- Vera-Garcia FJ, Grenier SG, McGill SM. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Phys Ther*, 80(6);564-569, 2000.
- West JB. *Respiratory Physiology: The Essentials*. Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
- Wu F, Lin C, Chen L, et al. Asynchronous changes of normal lung lobes during respiration: a quantitative computed tomography(CT). *Quant Imaging Med Surg*, 12(3);2018-2034, 2022.
- 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.

