

■한동욱

■신라대학교 물리치료학과

The Effects of Curl-up Exercise with Abdominal Hollowing on Slow Vital Capacity (SVC)

Dong-Wook Han PT, PhD

Department of Physical Therapy, Silla University

Purpose : This study aimed to investigate the effect of curl-up exercises with abdominal hollowing on the slow vital capacity (SVC). **Methods :** The participants were 16 university students (12 females, 4 males) without any neurological, musculoskeletal, and cardiopulmonary dysfunction. They were randomly assigned to an experimental group (n = 8) and a control group (n = 8). The SVC was measured before and after curl-up exercises with abdominal hollowing. The experimental group performed 10 sets of curl-up exercises with abdominal hollowing. The control group performed 10 sets of sit-up exercises with abdominal bracing. Each set included three times of the exercise. **Results :** After curl-up exercises with abdominal hollowing, the inspiratory reserve volume (IRV), inspiratory capacity (IC), and vital capacity (VC) significantly improved in the experimental group. However, no change was noted in the control group after sit-up exercises with abdominal bracing. **Conclusion :** The results show that curl-up exercises with abdominal hollowing can improve IRV, IC, and VC among SVC parameters.

Key words: Curl-up exercise, abdominal hollowing, slow vital capacity

Received: August 4, 2024 / **Revised:** August 17, 2024 / **Accepted:** August 26, 2024

I. 서론

몸통 안정화와 관련된 척추 주위의 근육 활동은 크게 대근육(global muscle)과 국소근육(local muscle)으로 구분되며 대근육과 국소근육이 상호작용하여 척추의 안정성을 제공한다(Marshall과 Murphy, 2005; Stevens 등, 2007). 특히 국소근육군에 포함되는 배가로근, 가로막, 골반밑근육, 못갈래근과 같은 안쪽 근육들은 척추 움직임의 미세한 조절 및 분절간 안정성을 제공하여 팔다리의 움직임에 관계없이 척추의 안정성에 기여한다(Akcuthota와 Nadler, 2004; Bergmark, 1989). 반면 배곧은근과 배바깥빗근과 같은 대근육은 국소근육과 함께 몸통 안정성에 기여하기도 하지만 주로 힘을 생성하고 몸통과 골반의 큰 움직임을 만드는 작용을 하는(Bergmark, 1989) 것으로 보고되고 있다. 따라서 몸통 안정화 운동은 주로 몸통 깊숙한 곳에 있는 국소근육의 기능을 향상시키는데 초점이 맞추어져 있으며, 다양한 운동 방법들이 제시되고 있다.

그 가운데 몸통 안정화를 강화하는 대표적인 운동이 컬업

(curl-up) 운동이다. 컬업 운동은 척추에 가해지는 힘을 최소화하면서 배근력을 강화하는 몸통 안정화 운동의 하나이기(McGill, 1998) 때문에 많이 사용되고 있다. 또 다른 몸통 안정화 운동으로는 깊은 곳에 있는 국소 배근육을 특화해 활성화시킬 수 있는 배부 할로잉(abdominal hollowing) 운동이 있다. 배부 할로잉 운동은 배꼽을 천천히 아래와 머리 방향으로 당겨 수축하는 운동으로 몸통에 있는 국소근육을 강화하는 운동이라고 할 수 있다(Richardson과 Jull, 1995). 배부 할로잉 운동은 표면의 대근육의 수축을 줄이면서 국소근육의 수축을 강하게 유도하기 위해 고안되었기 때문에 정확한 할로잉 운동은 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근 보다 배가로근을 더 선택적으로 강화할 수 있다(Neumann과 Gill, 2002; 문현주 등, 2013).

그리고 많은 연구들은 컬업 운동(Vera-Garcia 등, 2000; Gluppe 등, 2023; Alavi 등, 2023)이나 배부 할로잉 운동(Tsartsapakis 등, 2023; Lee 등, 2020)이 배가로근의 두께를 증가시키는 것을 확인하였다. 따라서 컬업 운동과 배부 할로잉 운동은 몸통 안정화와 요통 치료를 위한 주요한 치료 방법으로

교신저자: 한동욱

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

여겨지고 있다.

물론 몸통 안정화 운동이 배가로근의 기능 증진에 효과적이긴 하지만 그 효과가 배가로근과 같이 척추의 국소근육에만 미치지 않고, 호흡과 관련이 있는 가로막 수축에도 영향을 미친다는 연구가 있다(Allison 등, 1998). 또한 배부 할로잉 운동은 골반밑근의 수축을 유도하며(Norris, 2005) 이러한 골반밑근의 수축은 동시에 가로막의 수축을 유도하게 된다(Park과 Han, 2015). 이러한 관점에서 컬업 운동과 배부 할로잉 운동은 호흡에 주요 근육인 가로막의 기능을 향상시킬 수 있으며, 가로막의 기능 증진은 폐 기능을 증진시킬 것으로 판단할 수 있다. 이와 유사하게 Kim과 Lee(2013)는 척추 주위에 있는 깊은 속 근육인 국소근육에 대한 근력증진 운동이 폐 기능에 긍정적인 효과가 있다고 보고하였다. 그럼에도 불구하고 여전히 몸통 안정화에 기여하는 컬업 운동과 배부 할로잉 운동이 폐 기능에 미치는 영향에 대한 연구는 매우 부족한 상태이다.

따라서 본 연구는 배부 할로잉 운동을 동반한 컬업 운동이 폐 기능 특히 안정시폐활량(slow vital capacity; SVC)에 미치는 영향을 알아보고 폐 기능이 저하되어 있는 환자들의 폐 기능 증진에 도움을 주고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 연구대상자는 부산시의 S대학교에 재학 중인 대학생 20명이었다. 모든 대상자에게 본 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명하였으며, 대상자들 모두 Helsinki 선언의 윤리규정에 따라 작성된 참여 동의서에 자발적으로 서면 동의하였다. 대상자 모두 실험에 영향을 줄 수 있는 신경계, 근골격계, 심호흡계에 대한 과거병력은 없었다. 본 연구를 위해 연구대상자들을 무작위로 실험군 10명과 대조군 10명으로 나누었지만, 실험군 2명과 대조군 2명이 불참하여 최종적으로 본 연구에 참여한 대상자는 실험군 8명과 대조군 8명이었다. 연구대상자의 일반적인 특성은 <표 1>과 같았다.

표 1. 실험군과 대조군의 일반적인 특성 (단위)

변수	실험군(N=8)	대조군(N=8)	χ^2/U	p
성별	남자(%)	3(37.5)	1.333	0.569
	여자(%)	5(62.5)		
연령(세)	20.75±1.17 ^a	20.63±1.19	32.00	0.835
신장(cm)	166.00±9.35	163.13±5.11	27.50	0.458
체중(kg)	63.75±13.79	60.25±10.03	27.00	0.571

^a평균±표준편차

2. 측정 도구 및 방법

1) 측정 도구

안정시폐활량(slow vital capacity; SVC) 측정은 디지털 폐기능 측정기(Pony FX, COSMED inc, Italy)를 사용하였다. 세부 측정항목은 1회호흡량(tidal volume; TV), 들숨예비용적(inspiratory reserve volume; IRV), 들숨량(inspiratory capacity; IC), 날숨예비용적(expiratory reserve volume; ERV), 폐활량(vital capacity; VC) 이었다.

2) 측정 방법

안정시폐활량(SVC) 측정은 한동욱(2022)의 연구를 참고하여 실시하였다. 기본자세는 다리를 어깨 넓이로 벌리고 허리와 어깨를 곧게 펴서 의자에 똑바로 앉은 자세이었다. 기본자세에서 코 집게로 피험자의 코를 막은 다음, 한 손은 디지털 폐기능 측정기를 잡고 마우스를 물도록 하였다. 마우스를 물 때 공기가 새어나오지 않도록 입술을 최대한 마우스에 밀착하도록 하였다. 이후 3~4회 정도 평상시 호흡을 하다가 지시사항에 따라 천천히 최대한 깊게 들숨 한 다음 폐 용적 곡선이 고원부를 이루면 천천히 최대로 날숨을 한 후 2~3회 평상시 호흡을 하도록 하여 측정하였다. 측정은 운동 전에 3회 실시 한 후 평균값을 구하였고, 운동 후에 동일한 방법으로 3회 측정한 후 평균값을 산출하였다. 사전 측정 후 5분 휴식을 취한 후에 운동을 실시하였으며, 운동이 종료된 후 5분 휴식 후에 재측정을 실시하였다.

3. 운동 방법

실험군은 배부 할로잉(Abdominal hollowing)을 동반한 컬업(Curl-up) 운동(이하 컬업 운동)을 다음과 같이 실시하였다. 먼저 무릎 관절을 굽힘하여 바로 누운자세를 기본자세로 한 후 들숨한 다음 천천히 날숨을 하면서 머리를 굽힘하고 이어서 어깨를 들면서 위몸통이 약간 굽힘되도록 하였으며, 이때 배꼽을 아래와 머리 쪽으로 당기는데 동시에 골반밑근을 수축하여 배쪽으로 당기도록 하였다. 배부 할로잉을 동반한 컬업 운동이 완성된 자세에서 10초간을 멈춘 후 다시 천천히 들숨을 하면서 기본 자세로 돌아오도록 하였다. 3회를 한 세트로 하여 총 10세트의 컬업 운동을 실시하였으며, 세트와 세트 사이에 30초의 휴식 시간을 주었다. 반면 대조군은 일반적으로 수행하는 배부 브레이싱(abdominal bracing)을 동반한 윗몸일으키기 운동(이하 윗몸일으키기)을 실시하였다. 먼저 컬업과 동일한 기본자세에서 들숨 후 숨을 참은 상태에서 상체를 들어올리고 10초를 유지한 후 다시 기본 자세로 돌아오도록 하였다. 3회를 한 세트로 하여 총 10세트의 윗몸일으키기를 실시하였으며, 세트와 세트 사이에 30초의 휴식 시간을 주었다.

4. 자료 분석

본 연구는 컬업 운동이 안정시폐활량(SVC)에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 본 연구대상자가 적었기 때문에 연구 결과에 대한 분석은 비모수통계를 사용하였다. 먼저 실험군과 대조군 간에 동질성 검사를 위하여 일반적 특성과 안정시폐활량(SVC) 차이에 대해 χ^2 -검정(Chi-square test)과 맨-휘트니 검정(Mann-Whitney u test)을 실시하였다. 이어서 실험군의 컬업 운동 전과 후에 발생한 안정시폐활량(SVC)의 변화를 확인하기 위하여 윌콕슨의 부호순위 검정(Wilcoxon sign rank test)을 실시하였다. 또한 대조군 역시 윗몸일으키기 운동 전과 후에 발생한 안정시폐활량(SVC)의 변화를 알아보기 위하여 윌콕슨의 부호순위 검정(Wilcoxon sign rank test)을 실시하였다. 본 연구에 사용된 통계프로그램은 SPSSWIN(ver 27.0)이었고 유의수준 $\alpha=0.05$ 이었다.

Ⅲ. 연구결과

1. 두 군 간의 운동 전 안정시폐활량(SVC)의 차이

실험군과 대조군의 운동 전 안정시폐활량(SVC)의 차이를 알아본 결과, 1회호흡량은 실험군이 0.54ℓ, 대조군이 0.52ℓ이었고,

표 2. 실험군과 대조군의 운동 전의 안정시폐활량 비교 (단위: ℓ)

변수	실험군(n=8)	대조군(n=8)
1회호흡량	0.54±0.04 ^a	0.52±0.05
들숨예비용적	1.75±0.60	1.50±0.46
들숨량	2.28±0.62	2.06±0.41
날숨예비용적	1.32±0.32	1.20±0.36
폐활량	3.60±0.86	3.26±0.53

^a평균±표준편차

표 3. 실험군과 대조군의 운동 전 안정시폐활량의 차이

변수	집단	평균순위	순위합	맨-휘트니 U	p
1회호흡량	실험군	9.50	76.00	24.000	0.423
	대조군	7.50	60.00		
들숨예비용적	실험군	9.31	74.50	25.500	0.523
	대조군	7.69	61.50		
들숨량	실험군	9.38	75.00	25.000	0.505
	대조군	7.63	61.00		
날숨예비용적	실험군	10.13	81.00	19.000	0.195
	대조군	6.88	55.00		
폐활량	실험군	9.50	76.00	24.000	0.442
	대조군	7.50	60.00		

들숨예비용적은 실험군이 1.75ℓ, 대조군이 1.50ℓ이었으며, 들숨량은 실험군이 2.28ℓ, 대조군이 2.06ℓ이었다. 날숨예비용적은 실험군은 1.32ℓ, 대조군이 1.20ℓ이었고, 폐활량은 실험군이 3.60ℓ, 대조군이 3.26ℓ이었다(표 2). 안정시폐활량(SVC)의 모든 항목에서 실험군과 대조군 간에 통계적으로 유의미한 차이는 없었다(표 3).

2. 실험군의 컬업 운동 후 안정시폐활량(SVC)의 변화

실험군에서 컬업 운동 후 안정시폐활량(SVC)의 변화를 알아본 결과, 1회호흡량은 운동 전에 0.54ℓ이었고, 운동 후에는 0.53ℓ이었다. 들숨예비용적은 운동 전에 1.75ℓ이었고, 운동 후에 1.93ℓ이었다. 들숨량은 운동 전에 2.28ℓ이었고, 운동 후에 2.47ℓ이었다. 날숨예비용적은 운동 전에 1.32ℓ이었고, 운동 후에 1.28ℓ이었다. 폐활량은 운동 전에 3.60ℓ이었고, 운동 후에는 3.74ℓ이었다(표 4). 컬업 운동 전과 운동 후의 변화를 비교한 결과, 들숨예비용적($p<.05$), 들숨량($p<.05$), 폐활량($p<.05$)은 통계적으로 유의미한 증가가 있었던 반면, 1회호흡량과 날숨예비용적은 통계적인 차이가 없었다(표 5).

표 4. 실험군의 운동 전과 운동 후의 안정시폐활량 (단위: ℓ)

변수	운동 전	운동 후
1회호흡량	0.54±0.04 ^a	0.53±0.04
들숨예비용적	1.75±0.60	1.93±0.54
들숨량	2.28±0.62	2.47±0.58
날숨예비용적	1.32±0.32	1.28±0.21
폐활량	3.60±0.86	3.74±0.73

^a평균±표준편차

표 5. 실험군의 운동 후 안정시폐활량의 변화

변수	집단	N	평균순위	순위합	W+	p
1회호흡량	음의순위	5	4.10	20.50	15.50	0.723
	양의순위	3	5.17	15.50		
	등순위	0				
들숨예비용적	실험군	1	1.00	1.00	35.00	0.017
	대조군	7	5.00	35.00		
	등순위	0				
들숨량	실험군	0	0.00	0.00	28.00	0.016
	대조군	7	4.00	28.00		
	등순위	1				
날숨예비용적	실험군	5	5.00	25.00	11.00	0.367
	대조군	3	3.67	11.00		
	등순위	0				
폐활량	실험군	1	3.50	3.50	32.50	0.047
	대조군	7	4.64	32.50		
	등순위	0				

3. 대조군의 운동 후 안정시폐활량(SVC)의 변화

대조군에서 윗몸일으키기 운동이 안정시폐활량(SVC)에 미치는 영향을 알아본 결과, 1회호흡량은 운동 전에 0.52ℓ이었고, 운동 후에는 0.52ℓ이었다. 들숨예비용적은 운동 전에 1.50ℓ이었고, 운동 후에 1.63ℓ이었다. 들숨량은 운동 전에 2.06ℓ이었고, 운동 후에 2.15ℓ이었다. 날숨예비용적은 운동 전에 1.20ℓ이었고, 운동 후에 1.14ℓ이었다. 폐활량은 운동 전에 3.26ℓ이었고, 운동 후에는 3.29ℓ이었다(표 6). 윗몸일으키기 운동 전과 운동 후의 변화를 비교한 결과, 1회호흡량, 들숨예비용적, 들숨량, 날숨예비용적, 폐활량 모두 통계적으로 유의미한 차이는 없었다(표 7).

표 6. 대조군의 운동 전과 운동 후의 안정시폐활량 (단위: ℓ)

변수	운동 전	운동 후
1회호흡량	0.52±0.05 ^a	0.52±0.04
들숨예비용적	1.50±0.46	1.63±0.50
들숨량	2.06±0.41	2.15±0.50
날숨예비용적	1.20±0.36	1.14±0.33
폐활량	3.26±0.53	3.29±0.54

^a평균±표준편차

표 7. 대조군의 운동 후 안정시폐활량의 변화

변수	집단	N	평균순위	순위합	W+	p
1회호흡량	음의순위	4	4.25	17.00	19.00	0.953
	양의순위	4	4.75	19.00		
	등순위	0				
들숨예비용적	실험군	3	2.00	6.00	27.00	0.234
	대조군	4	5.50	27.00		
	등순위	1				
들숨량	실험군	3	3.00	9.00	27.00	0.250
	대조군	5	5.40	27.00		
	등순위	0				
날숨예비용적	실험군	5	5.20	26.00	10.00	0.297
	대조군	3	3.33	10.00		
	등순위	0				
폐활량	실험군	4	3.63	14.50	21.50	0.672
	대조군	4	5.38	21.50		
	등순위	0				

IV. 고 찰

본 연구는 골반밑근과 배부 할로잉 운동을 동반한 컬업 운동이 폐 기능 특히 안정시폐활량(slow vital capacity: SVC)에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 그 결과 들숨예비용적, 들숨량 및

폐활량이 통계적으로 유의미하게 증가하였다.

일반적으로 호흡은 들숨과 날숨으로 나뉘어지며, 안정시 호흡을 하는 동안에 들숨 주요근육들인 가로막과 바깥갈비사이근이 수축하여 들숨이 발생하는 반면 날숨은 들숨근육들의 이완에 의해 발생한다(김호봉 등, 2019). 반면 운동할 때 거친 호흡, 기침, 재채기 등 노력이 필요한 호흡을 할 경우에 들숨은 들숨 주요근육과 목빗근, 목갈비근 등의 들숨 보조근육들이 함께 작용하여 발생하고, 날숨은 들숨근육의 이완과 배곧은근, 배바깥빗근 등의 날숨근육들의 수축에 의해 발생한다(김호봉 등, 2019). 따라서 들숨근육들과 날숨근육들의 근력이 호흡 기능에 밀접한 관련이 있다고 할 수 있으며, 이러한 관점에서 몸통 안정화 운동은 호흡 기능을 향상시키는데 유용한 운동이라고 할 수 있다.

몸통 안정화는 보통 코어근육으로 알려진 척추의 움직임에 영향을 주는 근육들의 협력 작용으로 발생한다고 알려져 있다(Desai와 Marshall, 2010). 또한 코어 근육은 다시 깊은 속에 있는 국소근육인 배가로근, 뒗갈래근, 가로막, 골반밑근 등(Miyake 등, 2014)과 보다 표면 쪽에 있는 대근육인 배곧은근, 배바깥빗근, 척추세움근 등(Farías와 Greenwood, 2007)으로 나누어진다. 따라서 몸통 안정화 운동은 이 두 근육군의 기능 증진을 목적으로 하고 있다.

일반적으로 많이 이용되는 몸통 안정화 운동으로는 배부 할로잉 운동, 배부 브레이싱 운동과 컬업 운동이 있다. 배부 할로잉 운동은 갈비뼈, 척추 그리고 골반의 움직임이 없는 상태에서 배꼽을 척추 방향과 머리 방향으로 천천히 부드럽게 당기는 운동으로서(Richardson과 Jull, 1995) 배가로근을 선택적으로 활성화시키는 운동이라고 할 수 있다. 반면 배부 브레이싱 운동은 척추 주위에 있는 대근육과 국소근육 및 엉덩이 근육 간의 협응 수축을 유도해 배 속 압력을 증진시키는 것으로 몸통의 안정성뿐만 아니라 골반부의 안정성을 증가시킨다(McGill, 2001) 유용한 운동이라고 알려져 있다.

이에 따라 몇몇 연구들은 배부 할로잉 운동과 배부 브레이싱 운동의 효과를 비교하는 연구를 진행하였는데, 문현주 등(2013)은 할로잉 또는 브레이싱을 적용한 교각 운동시 코어근육들의 근활성도 변화를 확인한 결과 할로잉을 적용한 군에서 배곧은근과 배바깥빗근 등의 근활성도가 낮았음을 보고하였다. 반면 브레이싱 운동이 할로잉 운동에 비해 척추 주위의 대근육이나 국소근육 모두에서 전반적으로 근활성도가 높았다고 보고하였다. McGill과 Karpowicz(2009) 역시 크런치(crunch) 운동을 할 때 배부 할로잉을 함께 적용하면 일반적인 크런치 운동을 할 때 보다 외부 부하에 견디는 힘이 더 약해지는 것을 확인했다. 보통 크런치는 전반적으로 척추 주위 근육들 모두의 수축을 유도하는 운동인데, 크런치에 할로잉을 추가하면 할로잉에 필요한 몇 개의 근육만이 활성화되어 외부 부하에 취약해질 수 있다고 설명하였다. Kavcic 등(2004)도 배가로근에 대한 선택적 운동이 환자들의

배곧은근과 배바깥빗근, 배속빗근의 근활성도를 저해시킨다고 하였다. 이러한 보고들은 배부 할로잉 운동이 척추 주위 근육들 가운데 배가로근과 같은 심부에 있는 국소근육을 선택적으로 운동시킬 수 있는 운동이라는 것을 보여주는 것이다.

반면 컬업 운동은 빠르게 누운 자세에서 어깨뼈가 떨어질 때까지 몸통을 굽힘 하는 운동으로서 허리뼈에 과도한 압박을 주지 않기(Akuthota 등, 2008) 때문에 척추에 부담을 주지 않으면서 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근을 활성화시켜(Yoon 등, 2014) 몸통 안정성에 기여하는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서 사용한 운동이 할로잉과 컬업을 포함하고 있었기 때문에 본 운동을 통해 배가로근 등의 국소근육에 대한 선택적 강화와 동시에 컬업 운동을 통해 대근육들 역시 강화되었을 것으로 예측할 수 있다.

또한 본 연구에서 사용한 운동은 골반밑근에 대한 의도적 수축과 날숨을 천천히 하면서 할로잉과 컬업 운동을 하는 것이 포함되어 있었다. Critchley(2002)는 정상 성인을 대상으로 할로잉 운동을 실시했을 때 보다 골반밑근을 함께 수축 시키면서 할로잉 운동을 했을 때 배가로근의 두께가 유의하게 커졌다는 연구 결과를 제시하였다. 또한 컬업 운동을 할 때 천천히 날숨을 하면서 컬업 운동을 하게 되면 배가로근과 배속빗근이 선택적으로 더 많이 활성화된다는 보고가 있다(Yoon 등, 2014). 따라서 본 연구에서 사용한 컬업 운동은 천천히 날숨하는 요소, 골반밑근의 의도적 수축, 배부 할로잉 운동의 요소가 포함되어 있었기 때문에 배가로근과 같은 척추 가까이에 있는 국소 근육과 배곧은근, 배바깥빗근 등 대근육을 동시에 강화할 수 있었을 것으로 판단할 수 있다.

더불어 Allison 등(1998)은 몸통 안정화 운동을 통해 배가로근이 수축할 때 배 속 압력을 만드는데 가로막이 관여한다고 하였다. 그리고 McGill(2001) 역시 가로막이 몸통 안정화에 기여하는 근육이라고 하였다. Zachovajeviene 등(2019)은 골반밑근의 기능과 가로막의 기능이 밀접히 연관되어 있다고 하였다. 따라서 본 연구에서 사용한 컬업 운동을 통해 가로막의 기능이 향상될 수 있는데, 가로막이 들숨의 주요근육이기 때문에 호흡 기능 역시 향상될 수 있을 것으로 판단할 수 있다. 이러한 관점에서 보면 본 연구 결과 들숨예비용적과 들숨량 및 폐활량이 증가한 이유는 본 운동을 통해 배가로근, 골반밑근 등의 국소근육들의 근 기능 증진과 가로막의 기능이 향상되었기 때문에 나타난 결과라고 할 수 있다.

하지만 본 연구에서는 가로막의 움직임과 두께의 변화를 확인하지 않았기 때문에 본 연구결과가 가로막의 기능 증진에 의한 것이라고 단언하기에는 어려움이 있다. 따라서 차후에는 본 운동을 시킨 후에 몸통 안정성 검사와 가로막 기능 검사 및 폐 기능 검사를 실시해 이 변인들 간에 관련성을 보다 자세히 분석하는 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 또한 본 연구는 20대

성인이었고, 인원수가 적었으며, 운동의 즉각적인 효과를 알아보았기 때문에 그 결과를 모든 연령과 장기적인 효과로 확대해석하기에는 어려움이 있다. 따라서 차후로 다양한 연령층과 더 많은 인원을 대상으로하여 장기적인 운동의 효과를 알아보는 추가적인 연구들이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서 배부 할로잉 운동을 동반한 컬업 운동이 안정시폐활량에 미치는 영향을 알아본 결과 들숨예비용적, 들숨량, 폐활량이 증가하였다. 이러한 결과는 배부 할로잉을 동반한 컬업 운동이 안정시폐활량(SVC) 특히 들숨 기능을 증가시키는데 효과가 있다는 것을 알려주는 것이다. 따라서 안정시폐활량을 특히 들숨기능을 향상시키는 운동 프로그램에 할로잉을 동반한 컬업 운동 또한 의미있는 방법으로 추천될 수 있다고 사료된다.

참고문헌

- 김호봉, 김기송, 김난수 등. 심장호흡계물리치료중재학. 범문에듀케이션, 2019.
- 문현주, 조성학, 구봉오. 다양한 자세에 따른 복부 할로잉과 브레이싱 수축시 체간근 활성도의 차이. 대한물리학회지, 8(1);11-18, 2013.
- 한동욱. 큰가슴근에 대한 수동 신장이 폐 기능에 미치는 영향. 대한심장호흡물리치료학회지, 10(1);35-39, 2022.
- Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil, 85(3);S86-92, 2004.
- Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. Current sports medicine reports, 7(1);39-44, 2008.
- Alavi SF, Tahan N, Mikaili S, Baghban AA. The Effects of Curl-Up and Straight Leg Raising Exercises in Different Hip Joint Positions on Abdominal Muscle Thickness. J Chiropr Med, 22(3);173-179, 2023. doi: 10.1016/j.jcm.2023.04.005.
- Allison GT, Kendle K, Roll S, Schupelius J, Scott Q, Panizza J. The role of the diaphragm during abdominal hollowing exercises. Aust J Physiother, 44(2);95-102, 1998. doi: 10.1016/s0004-9514(14)60369-x.
- Bergmark A. Stability of the lumbar spine: a study in mechanical engineering. Acta Orthop Scand, 230;20-24, 1989.
- Critchley D. Instructing pelvic floor contraction facilitates

- transversus abdominis thickness increase during low-abdominal hollowing. *Physiother Res Int*, 7(2);65-75, 2002.
- Desai I, Marshall WMP. Acute effect of labile surfaces during core stability exercises in people with and without low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 20;1155-1162, 2010.
- Faries MD, Greenwood M. Core training: stabilizing the confusion. *Strength Cond J*, 29(2);10-25, 2007.
- Gluppe SB, Ellström Engh M, Bø K. Curl-up exercises improve abdominal muscle strength without worsening inter-recti distance in women with diastasis recti abdominis postpartum: a randomised controlled trial. *J Physiother*, 69(3);160-167, 2023. doi: 10.1016/j.jphys.2023.05.017.
- Kavcic N, Grenier S, McGill SM. Determining the stabilizing role of individual torso muscles during rehabilitation exercises. *Spine*, 29(11);1254-65, 2004.
- Kim E, Lee HJ. The effects of deep abdominal muscle strengthening exercises on respiratory function and lumbar stability. *Phys Ther Sci*, 25(6);663-5, 2013. doi: 10.1589/jpts.25.663.
- Lee J, Jeon J, Lee D, Hong J, Yu J, Kim J. Effect of trunk stabilization exercise on abdominal muscle thickness, balance and gait abilities of patients with hemiplegic stroke: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation*, 47(4);435-442, 2020. doi: 10.3233/NRE-203133.
- Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(2);242-24, 2005.
- McGill SM. Low back exercises: evidence for improving exercise regimes. *Phys Ther*, 78;754-765, 1998.
- McGill SM. Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev*, 29(1);26-31, 2001.
- McGill SM, Karpowicz A. Exercises for spine stabilization: motion/motor patterns, stability progressions, and clinical technique. *Arch Phys Med Rehabil*, 90(1);118-26, 2009.
- Miyake Y, Nakamura S, Nakajima M. The effect of trunk coordination exercise on dynamic postural control using a Core Noodle. *J Bodyw Mov Ther*, 18(4);519-525, 2014.
- Neumann P, Gill V. Pelvic floor and abdominal muscle interaction: EMG activity and intra-abdominal pressure. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction*, 13(2);125-132, 2002. DOI : 10.1007/s001920200027
- Norris C. Functional load abdominal training: part 1. *Physical Therapy in Sport*, 2;29-39, 2005.
- Park H, Han D. The effect of the correlation between the contraction of the pelvic floor muscles and diaphragmatic motion during breathing. *J Phys Ther Sci*, 27(7);2113-2115, 2015. doi: 10.1589 /jpts.27.2113.
- Richardson CA, Jull GA(1995). Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe? *Man Ther*, 1(1);2-10, 1995. doi: 10.1054/math. 1995.0243.
- Stevens VK, Coorevits PL, Bouche KG, Mahieu NN, Vanderstraeten GG, Danneels LA. The influence of specific training on trunk muscle recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercises. *Man Ther*, 12(3);271-279, 2007.
- Tsartsapakis I, Pantazi GA, Konstantinidou A, Zafeiroudi A, Kellis E. Spinal Muscle Thickness and Activation during Abdominal Hollowing and Bracing in CrossFit® Athletes. *Sports (Basel)*, 11(8);159, 2023. doi: 10.3390/sports11080159.
- 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.
- Yoon TL, Kim KS, Cynn HS. Slow expiration reduces sternocleidomastoid activity and increases transversus abdominis and internal oblique muscle activity during abdominal curl-up. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(2);228-232, 2014.
- Zachovajeviene B, Siupsinskas L, Zachovajevas P, Venclovas Z, Milonas D. Effect of diaphragm and abdominal muscle training on pelvic floor strength and endurance: results of a prospective randomized trial. *Sci Rep*, 9(1);19192, 2019. doi: 10.1038/ s41598-019-55724-4.