

호흡을 동반한 푸쉬업 플러스 운동이 어깨 주위 근육의 활성화에 미치는 영향

박찬현¹, 이태규¹, 손호희²

¹부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과 대학원

²부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

The Effect of Push-Up Plus Exercise With Respiration On Muscle Activation of Around Shoulder

Chan-Hyun Park¹, Tae-Gyu Lee¹, Ho-Hee Son^{*2}

¹Catholic University of Pusan, College of Health Sciences, Department of Physical Therapy

^{*2}Catholic University of Pusan, College of Health Sciences, Department of Physical Therapy

Purpose The purpose of this study was to investigate the effect of the push-up plus(PUP) exercise with respiration on the activity of the muscles around the shoulders. **Methods** Twenty subjects were performed three types of respiration that forced inspiration(FI), forced expiration(FE), general respiration(GR) in the each posture of wall PUP and knee PUP. Prior to the initiation of the study, subjects were clearly informed of the posture of PUP exercise and three types of respiration. The six types of exercise were randomly selected by numbering card. Each type of exercise was performed three times, and after the exercise, the subjects had a rest of 5minutes. Surface EMG of serratus anterior(SA), upper trapezius(UT), middle trapezius(MT), deltoid(DT) muscles were recorded. **Results** There was no statistically significant difference in each types of exercise, but in the wall PUP exercise, SA and UT muscle showed highest activity at the FE, and the FI higher than GR. MT showed highest muscle activity at the FI, and the DT showed the highest muscle activity in GR. In the knee PUP exercise, SA, UT, MT and DT showed highest muscle activity in FE. In addition, there was no interaction between the posture of the PUP exercise and the respiration types. **Conclusion** This study showed there was no statistically significant difference in the activity of the muscles around the shoulders when PUP exercise with respiration. However, higher muscle activity was shown when FE in the measured muscles. Therefore, it is suggested to control respiration for more efficient exercise.

Key words push-up plus, respiration, shoulder muscle, EMG

Corresponding author Son hohee(sonhh@cup.ac.kr)

Received date 27 March 2017

Revised date 14 April 2017

Accepted date 13 June 2017

1. 서론

어깨관절의 가동성과 안정성은 일상생활의 중요한 요소이며 여러 관절들의 조화로운 상호작용으로 발생한다.¹⁾ 그렇지만 어깨 관절은 넓은 가동성에 비해 낮은 안정성을 가지고 있어 과도한 움직임으로 인해 뼈, 근육, 힘줄, 인대, 윤활주머니 등에 상해를 일으키기 쉽다.^{2),3)} 어깨의 움직임은 어깨뼈의 움직임을 바탕으로 일어나고 어깨뼈의 정상적인 움직임은 팔 운동의 중요한 요소이다. 어깨뼈의 움직임은 어깨 주위 근육의 안정성을 바탕으로 일어나는데, Wilk 등⁴⁾은 어깨 안정성을 위해서는 등세모근, 어깨밑근, 마름근, 작은원근, 앞톱니근과 같은 어깨가

슴우리 근육들이 어깨관절을 위한 일정하면서도 효율적인 길이-장력 관계를 유지시켜주어야 한다고 하였다. 이 중에서 등세모근과 앞톱니근은 어깨뼈의 주된 운동 및 안정화 근육으로서^{5),7)} 위등세모근 활성화 증가와 앞톱니근 활성화 감소로 인한 어깨뼈의 비정상적인 움직임은 어깨관절 통증을 유발시키는 원인으로 알려져 있다.⁸⁾ 앞톱니근은 어깨뼈의 안쪽모서리와 아래각을 가슴우리에 견고하게 고정시켜 위팔의 움직임을 안정적으로 유도하며, 위등세모근 또한 어깨뼈를 가슴우리에 고정시키는 역할을 하게 되는데, 이 두 근육의 활성화에 균형이 깨어지게 되면 위팔을 움직일 때 어깨뼈의 위쪽 돌림을 감소시켜 비정상적인 움직임을 유발하게 되고 그 결과 안정성을 떨어뜨리게 된다.⁵⁾

어깨관절의 운동프로그램은 어깨의 안정성, 즉 어깨뼈와 안

doi : <http://dx.doi.org/10.17817/2017.04.26.5627>

정근 사이의 균형을 중요하게 고려해야 하는데, 이를 위하여 닫힌 사슬 운동을 이용하는 경향이 많다.^{8),9)} 닫힌 사슬 운동은 근력과 지구력을 증가시키고, 관절 주변의 구심성 수용체를 자극하여 더 많은 고유수용성 감각을 제공하기에, 관절의 동적 안정성과 자세유지를 위한 운동 프로그램에서 자주 이용되고 있다.¹⁰⁾ 닫힌 사슬 운동 방법으로는 벽 밀기 운동¹¹⁾, 등척성 볼 운동¹²⁾, 등척성 운동¹³⁾, 푸쉬업 플러스 운동^{8), 14)}, 등이 있다. Uhl 등¹⁵⁾은 닫힌 사슬 운동을 시행하여 체중부하와 어깨 근육들의 활성도 관계를 밝힌 연구에서 체중부하의 변화에 따라 어깨 근육들에서 요구되는 활동량이 다르다는 것을 증명하였다. 또한 Ludewig 등⁸⁾은 앞뒹니근의 활성도에 따라서 재활 과정의 초기에는 벽에서 푸쉬업 플러스 운동 그리고 순차적으로 팔꿈치 푸쉬업 플러스 운동, 네발기기 푸쉬업 플러스 운동 그리고 마지막에 일반적인 푸쉬업 플러스 운동을 추천하였다.

푸쉬업 플러스 운동은 푸쉬업 운동을 수정한 것으로 일반적인 푸쉬업 동작에서 팔꿈관절을 최대한 편 뒤, 어깨뼈를 최대한 앞으로 내미는 것을 추가한 닫힌 사슬형태의 운동이며⁸⁾,¹⁰⁾ 이는 어깨관절 주위 안정근들의 근활성도를 증가시킬 뿐 아니라 재활운동에서 고유수용기를 통한 균형 증진에도 효과적인 운동이다.¹⁶⁾

지금까지 많은 연구에서 푸쉬업 플러스 운동의 자세를 수정하여 무릎-팔꿈치 지지 자세^{8), 17)}, 네발기기 자세^{18), 19)}, 벽에 기댄 자세²⁰⁾ 등 다양한 자세에서의 어깨뼈 주변근육의 활성도의 변화를 살펴보았다. 또한 어깨관절의 회전각도 차이²¹⁾, 팔꿈치 각도에 따른 차이²²⁾, 목의 위치 차이²³⁾, 부하의 양에 따른 차이²⁴⁾ 등에 대해서도 다양하게 연구되고 있으며, 최근에는 스위스 볼이나 슬링, 발란스 패드와 진동기구 등을 이용하여 불안정한 지지면에서의 푸쉬업 플러스 운동^{16), 25-27)}에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다.

일상생활에서 사용되는 팔의 움직임은 척추 안정근의 활성화가 되어있는 상태에서 효율적으로 일어나며, 이는 팔의 움직임이 일어나기 전에 활성화 되어 척추 안정화가 되어야 한다. 안정화된 척추는 팔의 움직임과 조절이 자유롭게 이루어 지도록 지지하는 역할을 한다.⁴³⁾ 이같은 팔의 움직임은 척추의 굽힘뿐 아니라 몸통의 회전과 같이 일어나며 몸통의 회전은 가슴 부위와 밀접한 관련을 가진다.²⁸⁾ 가슴부위와 연관된 비정상적인 어깨뼈의 움직임과 위치는 봉우리밑 끼임, 어깨돌림근 찢김, 봉우리밑공간 불안정과 같은 다양한 어깨 질환을 일으킬 수 있다.^{29),30)} 가슴우리의 운동성은 호흡기전의 중요한 요소이기에 호흡기능과 가슴우리의 운동성은 밀접한 상관관계를 가진다.³¹⁾

호흡운동은 개념은 요통 환자를 위한 안정화 운동으로서 적용되기 시작하였으며⁵⁰⁾, 최근 선행연구에서도 호흡운동을 통한 몸통 안정화³²⁾, 폐기능 증진과 호흡근의 활성도 증가 및 지구력 증가³³⁾, 운동수행능력 증가³⁴⁾ 등의 호흡운동과 관련된 연

구가 활발히 이루어지고 있으며 국내에서도 호흡운동을 통해 호흡근육을 강화시키고 가슴우리의 움직임이 증진되었다는 연구가 이루어지고 있다.³⁵⁾ 호흡근육을 강화시키는 방법으로는 노력성호흡을 많이 사용하고 있다. 노력성호흡은 폐활량 중 1회 호흡량을 제외한 들숨 예비량과 날숨 예비량 내에서의 부가적인 근 수축을 동반한 능동적 강화호흡이라고 할 수 있으며, 노력성 들숨에는 위뒹니근, 아래뒹니근, 넓은등근, 척추세움근, 허리네모근, 큰가슴근, 작은가슴근, 목빗근 등의 부가적인 동원이 필요하고, 노력성날숨에는 배가로근, 배바깥빗근, 배속빗근, 배곧은근, 가슴가로근, 속갈비사이근 등의 능동적 수축이 필요하다.⁵¹⁾ 이러한 노력성 호흡은 체간 안정화에 가장 중요하고 기본적인 요소가 되는 근육들의 동시 수축과 협응을 직접적으로 유도할 수 있다.⁵¹⁾ 또한 호흡근력 증진을 위해 팔 저항운동을 실시하는 연구도 진행되었는데, Moreno 등³⁶⁾은 고유수용성신경근축진법(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, PNF)을 적용하여 호흡근력이 향상되었으며, Areas 등³⁷⁾은 고유수용성신경근축진법에 추가적으로 탄성 밴드를 이용하여 팔의 저항 운동을 적용하기도 하였다.

이처럼 팔 운동을 통해 호흡근력을 강화시키거나 호흡훈련을 통해 몸통의 안정화를 살펴본 연구는 활발하게 진행되고 있으나 호흡방법과 자세에 따른 어깨근육 활성도에 대한 연구는 많이 부족하다. 따라서 이 연구의 목적은 호흡을 동반한 푸쉬업 플러스 운동이 어깨 주위 근육의 활성도에 미치는 영향을 알아봄으로써 호흡과 어깨 근육의 직접적인 관련성에 대하여 연구하고 나아가서는 좀 더 효율적인 어깨관절 안정화 운동을 제안하고자 함에 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구의 목적과 방법을 충분히 이해하고 자발적으로 참여 동의 의사를 밝힌 부산광역시에 살고 있는 25세~35세 사이의 남성 20명으로 2015년 9월부터 2015년 10월까지 진행하였다. 대상자는 연구자의 지시를 따르는데 문제가 없으며, 연구의 운동을 진행하기에 충분한 근력을 가지고 있으며, 운동 범위 내에서 관절 범위의 제한을 가지지 않는 이들로 선정하였다. 측정 전 6개월간 어깨관절 및 가슴우리에 통증이 있거나 호흡과 관련된 문제가 있는 자, 신경 정신과적 문제가 있는 자는 본 연구의 선정과정에서 제외되었다.

2. 연구 도구

푸쉬업 플러스 동작에 관여하는 어깨 주위 근육의 근활성도를 측정하기 위해 표면근전도 장비 QEMG-4(LXM3204, LAXTHA



Figure 1. Surface EMG Device QEMG-4

Inc., Korea)를 사용하였다. 수집된 표면 근전도 아날로그 신호는 디지털 신호로 전환한 다음 개인용 컴퓨터에서 Telescan Ver. 2.0 소프트웨어를 이용하여 자료 처리를 하였으며, 측정 전 알코올 솜을 이용하여 전극 부착 지점의 이물질질을 제거하고 3극으로 구성된 표면 전극을 부착하였다(Figure 1).

3. 측정 방법

표면근전도 장비를 사용하여 4채널을 동시에 사용하였으며, 세 번째 기계음과 네 번째 기계음 간의 5초의 근활성도는 RMS(root mean square)방법으로 처리한 후, 처음과 끝 1초를 제외한 3초간의 근활성도 평균값을 사용하였고, 3번의 측정 평균값을 사용하였다. 근육의 활동전위를 정량화하기 위하여 각 근육에 대한 맨손 근력 검사를 통해 최대 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC)동안 근활성도를 측정하고, 최대 등척성 수축에 대한 5초 동안의 각 근육별 근활성도 신호는 RMS방법으로 처리 한 후 처음과 마지막 1초를 제외한 중간 3초 동안의 근활성도 평균 신호량을 사용하였고, 운동 중 측정된 근활성도 평균값과 최대 등척성 수축 후 측정된 근활성도 평균값을 활용하여 %MVIC를 산출하였다. 주파수 대역통과 필터는 80~480 Hz로 하였으며, 60 Hz의 노치 필터를 사용하여 신호를 처리하였다.

4. 연구 절차

1) 근전도 전극 부착 부위

푸쉬업 플러스 동작에 관여하는 어깨 주위근의 근육의 활성도를 측정하기 위해 모든 연구 대상자의 우세 팔의 앞뽐니근과 위등세모근, 중간등세모근, 어깨세모근에 전극을 부착하였으며, 부착 부위의 과도한 털은 면도하고 알코올솜으로 가볍게 닦아낸 후 전극을 부착하였다. 각 근육의 전극 부착 부위는 앞뽐니근은 겨드랑이 아래, 넓은등근 앞 쪽 4~6번 갈비뼈, 위등세모근은 목뼈 7번과 어깨뼈봉우리 뒷부분 사이의 가운데 1/2지점, 중간등세모근은 어깨뼈 가지부와 동일 수평면 등뼈 가지돌기 1/2지점, 어깨세모근은 어깨뼈봉우리와 어깨세모근 조면 사이

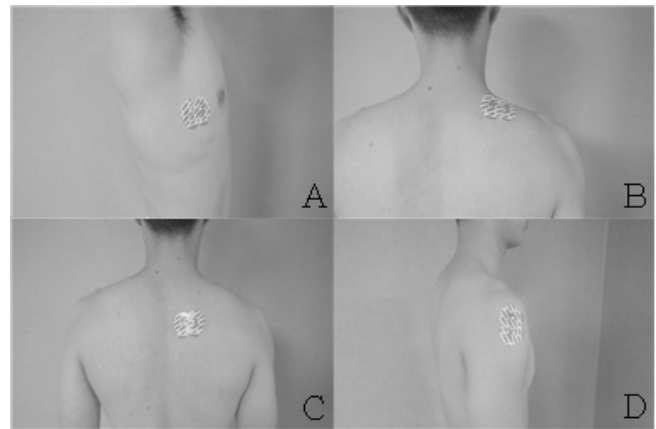


Figure 2. Attaching electrodes
A: Serratus Anterior B: Upper Trapezius C: Middle Trapezius D: Deltoid

의 중간 부위에 부착하였다³⁸⁾(Figure 2).

2) 운동 방법

대상자로 선정된 20명에게 노력성들숨, 노력성날숨, 일반호흡 세 가지 호흡을 벽 푸쉬업 플러스, 네발기기 푸쉬업 플러스 각각의 자세를 실시하는 동안 시행하였다. 시행하기에 앞서 대상자들에게 자세별 푸쉬업 플러스 운동과 각각의 호흡을 명확하게 설명하였고, 대상자들은 이를 이해하고 숙지하였다. 6가지의 운동은 순번이 적힌 카드를 뽑아 무작위로 순서를 정하였으며, 한 운동은 3번씩 시행하였고, 각각의 운동 후 5분의 휴식을 가졌다.

(1) 벽 푸쉬업 플러스 (wall push-up plus)

바로 선 자세에서 양손을 어깨 넓이로 벌려 양쪽 어깨 관절을 90도로 굽힘하여 벽을 짚고 팔꿈치관절을 완전히 편 상태에서 벽을 밀어 어깨뼈가 완전하게 내미되도록 한다(Figure 3).

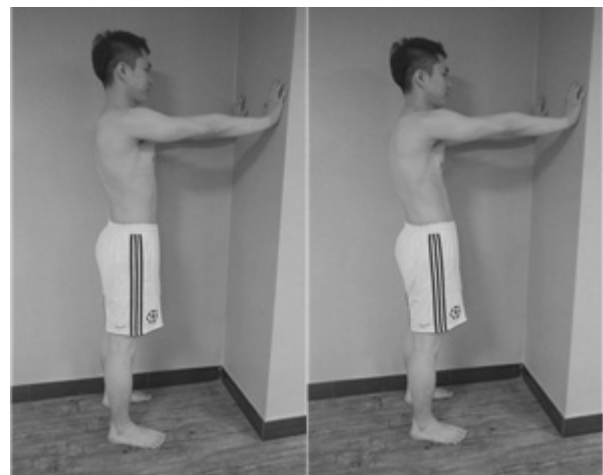


Figure 3. Wall push-up plus



Figure 4. Knee push-up plus

(2) 네발기기 푸쉬업 플러스 (knee push-up plus)

엉덩관절과 무릎관절을 각각 90도 굽힘하여 양쪽 무릎과 발이 바닥에 닿은 상태에서 양손을 어깨 넓이로 벌리고 양쪽 어깨 관절을 90도로 굽힘하여 바닥을 짚고 팔꿈관절을 완전히 편 상태에서 바닥을 밀어 어깨뼈가 완전하게 전인되도록 한다 (Figure 4).

가. 노력성들숨

(1), (2)의 운동에서 5초마다 올리는 기계음에 따라 처음 기계음은 일반 호흡으로 대기, 두 번째 기계음은 최대로 호흡을 내뿜으며 대기, 세 번째 기계음에서 최대한 호흡을 들이 마시며 어깨뼈를 완전하게 전인하여 네 번째 기계음이 들릴 때까지 자세를 유지한다.

나. 노력성날숨

(1), (2)의 운동에서 5초마다 올리는 기계음에 따라 처음 기계음은 일반 호흡으로 대기, 두 번째 기계음은 최대로 호흡을 들이 마시며 대기, 세 번째 기계음에서 최대한 호흡을 내뿜으며 어깨뼈를 완전하게 전인하여 네 번째 기계음이 들릴 때까지 자세를 유지한다.

다. 일반호흡

(1), (2)의 운동에서 5초마다 올리는 기계음에 따라 처음 기계음과 두 번째 기계음은 편안한 호흡으로 대기, 세 번째 기계음에서 편안하게 호흡을 하며 어깨뼈를 완전하게 전인하여 네 번째 기계음이 들릴 때까지 자세를 유지한다.

5. 분석방법

각 운동방법에 따른 근육별 근전도 신호량은 해당근육의 MVIC 값을 이용하여 %MVIC로 정량화하여 3회 측정된 값의 평균값을 이용하였다. 각 자세와 호흡의 교호작용을 알아보기 위하여 이원배치 분산분석(two-way analysis of variance)을 사용하였다. 통계학적 유의수준을 검정하기 위하여 유의수준(α)은 0.05로 하였고, 각 자세에서의 호흡별 근활성도의 변화에

대한 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 하였다. 자료의 통계처리를 위해 윈도우용 SPSS ver. 22.0 프로그램을 사용하였다.

III. 결 과

1. 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 20명의 남성이며, 평균 연령은 29.30 ± 2.72 세(20대 11명, 30대 9명)이며, 평균 키는 172.45 ± 6.01 cm, 평균 몸무게는 71.75 ± 10.18 kg이었다<Table 1>.

2. 운동 자세와 호흡방법의 교호작용

앞뚱니근, 위등세모근, 중간등세모근, 어깨세모근에서 푸쉬업 플러스 운동의 자세와 호흡방법의 교호작용은 나타나지 않았다 (Figure 5).

3. 호흡방법과 벽 푸쉬업 플러스

벽 푸쉬업 플러스 운동에서는 통계적으로 유의한 차이는 없었으나($p > .05$), 앞뚱니근과 위등세모근이 노력성날숨 때 가장 높은 근활성도를 보였고, 노력성들숨과 일반호흡 비교는 노력성들숨이 높게 나타났다. 중간등세모근은 노력성들숨 때 높은 근활성도를 보였으며, 어깨세모근은 일반호흡에 가장 높은 근활성도를 보였다<Table 2>.

Table 1. General characteristics of subjects (N=20)

Variable	Total
Gender(male/female)	20/0
Age(year)	29.30±2.72
Height(cm)	172.45±6.01
Weigh(kg)	71.75±10.18

Mean±standard deviation; *: $p < .05$

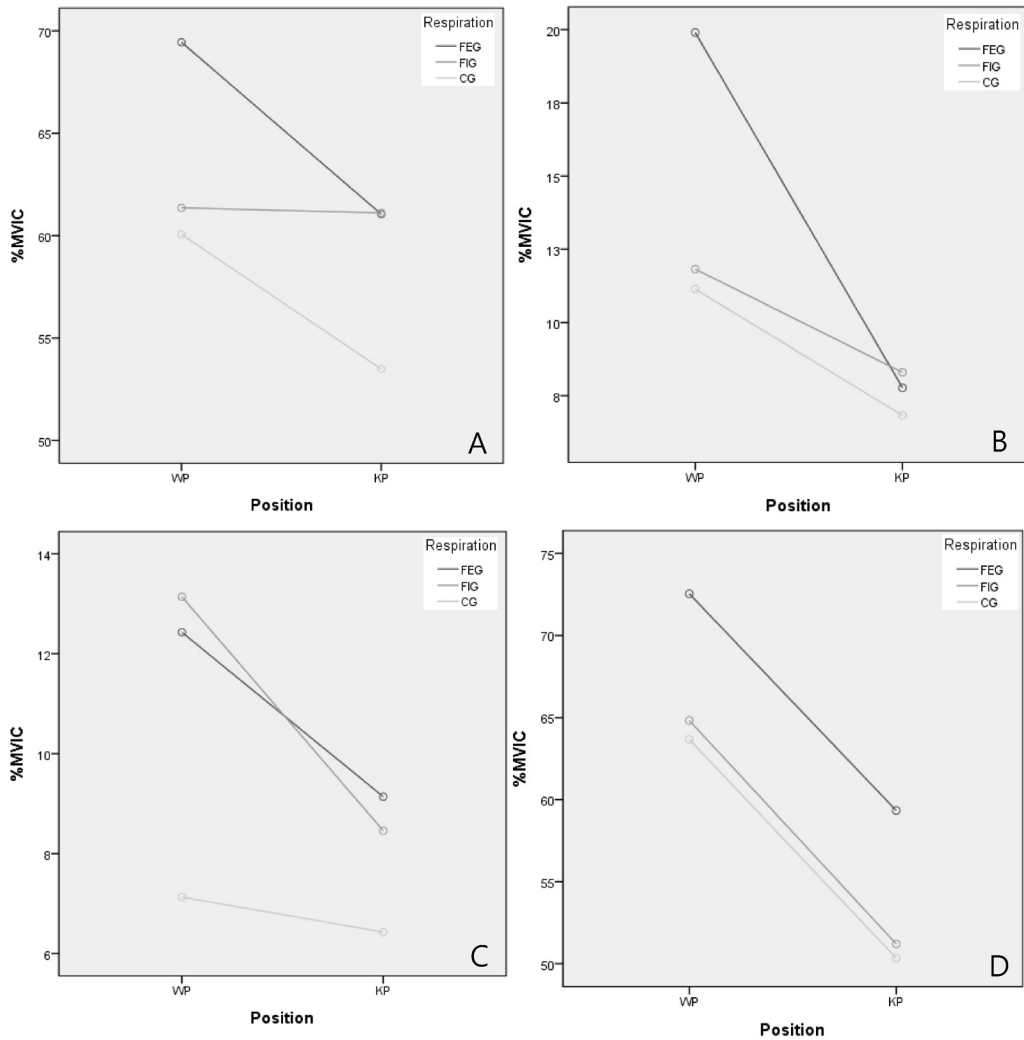


Figure 5. Interaction among of position and respiration
A: Serratus Anterior B: Upper Trapezius C: Middle Trapezius D: Deltoid
 FEG; Forced Expiration Group(push-up plus with forced expiration), FIG; Forced Inspiration Group(push-up plus with forced inspiration), CG; Control Group(push-up plus with discretionary breathing control), WP; wall push-up plus, KP; knee push-up plus,

Table 2. Comparison of muscle activation on wall push-up plus with variable respiration (Unit: %MVIC)

	FEG (n=20)	FIG (n=20)	CG (n=20)	F	p
SA	66.30±4.24	58.17±3.66	58.11±4.15	1.37	.26
UT	8.34±1.50	5.68±0.59	5.57±1.04	2.01	.14
MT	6.97±1.30	7.03±1.38	5.06±0.70	.93	.40
DT	17.30±3.87	18.39±4.11	21.23±4.75	1.75	.18

FEG; Forced Expiration Group(push-up plus with forced expiration), FIG; Forced Inspiration Group(push-up plus with forced inspiration), CG; Control Group(push-up plus with discretionary breathing control), SA; Serratus Anterior, UT; Upper Trapezius, MT; Middle Trapezius, DT; Deltoid

4. 호흡방법과 네발기기 푸쉬업 플러스

네발기기 푸쉬업 플러스 운동에서는 통계적으로 유의한 차이는 없었으나($p>.05$), 앞뿔니근과 위등세모근, 중간등세모근에서 노력성날숨 때 가장 높은 근활성도를 보였고, 그 뒤로 노력성 들숨과 일반호흡 순이었으며, 어깨세모근 역시 노력성날숨 때 가장 높은 근활성도를 보였고, 다음으로 일반호흡, 노력성들숨 순으로 근활성도가 높게 나타났다<Table 3>.

IV. 고 찰

일상생활에서 광범위하게 사용되는 팔이음뼈의 근육은 자세뿐만 아니라 호흡에도 관여하고 있으나 팔 근육의 활성이 호흡에 미치는 영향에 대해서는 거의 알려져 있지 않다.³⁹⁾ 최근 연구에서도 동적 팔 운동을 동반한 호흡기법이 호흡 기능과 호흡근 근력에 어떠한 영향을 주는지 알아보는 연구는 미비한 실정이라고 하였다.⁴⁰⁾

본 연구는 호흡을 동반한 푸쉬업 플러스 운동이 어깨 주위 근육의 활성도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다. 푸쉬업 플러스 운동의 자세와 호흡의 상관성을 확인하기 위하여 벽 푸쉬업 플러스 운동과 네발기기 푸쉬업 플러스 운동을 적용하였으며, 호흡 방법에 따른 차이를 비교하기 위하여 노력성날숨, 노력성들숨, 일반적 호흡을 적용하였다. 어깨 근육의 활성도는 앞뿔니근과 위등세모근, 중간등세모근, 어깨세모근의 표면근전도를 통해 알아보았다.

본 연구의 결과 벽 푸쉬업 플러스 운동에서 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 앞뿔니근과 위등세모근은 노력성날숨 시 가장 높은 근활성도를 보였으며 중간등세모근은 노력성들숨 시 높은 근활성도를, 어깨세모근은 일반호흡 시 가장 높은 근활성도를 보였다. 네발기기 푸쉬업 플러스 운동에서도 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 측정된 모든 근육이 노력성날숨 때 가장 높은 근활성도를 보였다. Moreno 등³⁶⁾은 최대호흡압의 변화를 알아보기 위하여 팔의 PNF운동을 4주간 적용한 연구를

하였다. 그 결과, 팔의 PNF운동을 적용하지 않은 그룹 측정 전, 후 최대들숨압과 최대날숨압의 유의한 차이가 없었으나 팔의 PNF운동을 적용한 그룹에서 중재 전, 후 최대들숨압과 최대날숨압이 유의한 증가를 보였다. 또한 Areas 등³⁷⁾의 팔에 PNF기법과 탄력밴드 저항운동을 함께 중재하여 4주간 후 최대호흡압의 변화를 알아보았는데, 팔의 운동을 적용하지 않은 대조군에서는 측정 전, 후 최대들숨압과 최대날숨압의 유의한 차이가 나타나지 않았지만 팔의 운동과 탄력밴드 저항운동을 같이 한 그룹에서는 중재 전, 후 통계적으로 유의한 증가가 나타났다. 위 두 연구의 결과에서 팔에 적용한 운동과 호흡간의 관련성을 확인할 수 있었으며 이는 본 연구의 결과를 이해하는 근거를 제공한다.

한지원⁴⁰⁾의 연구에서는 동적 팔운동을 동반한 호흡 기법 그룹과 단독적 호흡 기법 그룹 간의 근력을 비교하기 위하여 최대들숨압과 최대날숨압을 적용하였는데, 두 그룹 모두 중재 전, 후에 최대들숨압과 최대날숨압이 유의하게 증가하였다. 위 연구에서의 최대들숨압과 최대날숨압의 두 호흡이 모두 유의한 증가를 보인데 비하여 본 연구에서는 대부분의 근육에서 노력성날숨 시에 근활성도의 증가를 보인 것은 위 연구에서는 중재를 적용한 후에 측정을 하였지만, 본 연구에서는 운동을 적용하는 동안에 근활성도를 측정된 측정방법의 차이에 의한 것으로 사료된다. 또한 위 연구는 두 그룹 간 비교에서 최대들숨압은 증가하였지만 그룹 간 유의한 차이가 없었고 최대날숨압은 동적 팔운동을 동반한 그룹에서 단독적 호흡 기법 그룹보다 더욱 증가한 양상을 보여주었다. 본 연구에서는 노력성들숨 시와 일반호흡 시에서 근활성도의 차이가 크지 않았고 대부분의 근육이 노력성날숨 시에 근활성도가 높게 나타났다. 이는 본 연구에서의 단발적인 측정에 비하여 위 연구는 4주간의 중재를 적용하였기에 근육들의 적응에 충분한 시간이 주어졌다는 점이 결과적 차이를 가져온 것으로 사료된다.

몸통근육의 협응적인 활동이 척추안정화를 보장함을 밝혀낸 McGill 등⁴¹⁾의 연구에서 복부의 근육은 전체적인 근 수축에 의하여 몸통안정화를 이루고 그뿐 아니라 능동적 호흡에도

Table 3. Comparison of muscle activation on knee push-up plus with variable respiration (Unit: %MVIC)

	FEG (n=20)	FIG (n=20)	CG (n=20)	F	p
SA	64.69±4.12	64.41±4.78	59.63±4.25	.42	.66
UT	7.24±0.83	7.13±0.63	6.07±0.66	.83	.44
MT	7.87±1.13	6.78±0.53	5.96±0.58	1.45	.24
DT	60.81±4.93	48.91±4.53	52.35±4.48	1.77	.18

FEG; Forced Expiration Group(push-up plus with forced expiration), FIG; Forced Inspiration Group(push-up plus with forced inspiration), CG; Control Group(push-up plus with discretionary breathing control), SA; Serratus Anterior, UT; Upper Trapezius, MT; Middle Trapezius, DT; Deltoid

작용한다고 하였고, 코어 운동 프로그램을 적용하여 뇌졸중 환자의 흡기능력에 미치는 영향을 확인한 윤준원⁴²⁾의 연구에서도 코어 운동프로그램이 뇌졸중 환자의 몸통근 즉, 호흡근의 근력 및 협응성을 향상시켜 몸통의 안정성과 들숨능력 증진에 영향을 주었다고 하였다. 몸통 안정화를 통한 호흡근육의 개선이나 가슴우리 움직임의 증진에 대한 연구³¹⁾는 활발하게 이루어지고 있다. 이 같은 연구들은 몸통 근육이 호흡과 밀접한 관계를 가진다는 것을 증명해주고 있다. 본 연구는 팔의 안정화 운동인 푸쉬업 플러스 운동을 두 가지 호흡 방법을 통하여 호흡근의 활성화와 함께 실시하였다. 이는 호흡을 통한 가로막의 활성화 자세 안정화 근육의 활성화와 같은 경로를 통하여 조절되는 점과 사지의 갑작스럽고, 자발적인 운동에서도 자세 조절을 위해 가로막이 활성화 된다는 증거, 그리고 가로막과 배가로근의 활동이 일치한다는 것을 증명한 Hodges와 Richardson⁴³⁾의 연구 내용으로 미루어 보아 상호간에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다. 전운선⁴⁴⁾의 연구에서 배브레이싱과 함께 푸쉬업 플러스 운동을 하는 것은 푸쉬업 플러스 운동만 하는 것 보다 앞뿔니근의 근활성도가 높았고, 앞뿔니근에 대한 위등세모근의 근활성도 비율이 낮았다는 결과를 통하여 푸쉬업 플러스 운동에서 배브레이싱을 함께 수행하는 것은 앞뿔니근 강화에 보다 효과적이라고 하였다. 결론적으로 배브레이싱을 이용한 팔의 안정화 운동이 어깨 안정화에 더 효율적이라는 것이다. 배브레이싱이 몸통의 안정화를 시키기 위한 방법이라는 것과 본 연구의 호흡법을 이용한 몸통 안정화와 함께 푸쉬업 플러스 운동을 실시한 점에서 두 연구는 공통점을 보이며, 몸통의 안정화를 동반하여 팔의 운동을 하였을 때 어깨 안정화에 긍정적인 영향을 미친다는 결과도 일치하는 모습을 보였다. 팔의 움직임이 시작되면 가로막은 복압을 증가시키고 안정성을 구축하며, 복부근 활성화가 일어나 골반바닥 활동에 영향을 주며⁴⁵⁾, 동적이며 저항적인 팔 운동은 복부 심부근을 활성화시키는데 유효하고 골반 고정 시 복부근 활성도를 더욱 높일 수 있다는 연구⁴⁶⁾ 결과는 팔 운동과 몸통 안정화 즉, 호흡 운동을 동반하는 것이 더욱 효율적이라는 본 연구의 결과를 뒷받침해준다.

자세 변화에 따른 피드백 호흡훈련이 뇌졸중 환자의 폐기능에 어떠한 영향을 미치는지 연구한 서교철⁴⁷⁾의 연구에서 바로 누운 자세와 45도, 90도 앉은 자세에 적용된 피드백 호흡훈련이 실험 전, 후 노력성 폐활량, 1초간 노력성 날숨량, 1초간 노력성 날숨량에 대한 노력성 폐활량의 비율 모두 유의한 차이가 없었다는 결과는 푸쉬업 플러스 운동 자세와 호흡 방법 사이의 교호작용이 나타나지 않았다는 본 연구의 결과와 유사한 양상을 보인다. 또한 뇌성마비 아동을 대상으로 호흡 근력을 강화하기 위한 프로그램을 바로 누운 자세와 의자에 앉은 자세에서 적용한 김경 등⁴⁸⁾의 연구에서 프로그램 실시 후 EMG 측정에서 배곧은근의 근활동 정도는 유의하게 증가하였

지만, 호흡을 통한 가슴우리활동은 유의한 차이를 보이지 않았다는 결과와도 일치한다. 하지만 초음파 영상을 이용하여 누운 자세와 벽에 기대 선 자세에서 배꼽넣기 운동을 수행하는 동안 그립간 외복사근, 내복사근의 두께 변화에는 차이가 없었지만 배가로근의 두께 변화는 유의한 차이가 있었다는 Park과 Lee⁴⁹⁾의 연구와는 다른 결과를 보였다. 이는 강제성 호흡과 배꼽넣기라는 중재의 차이와 근전도를 이용한 어깨 근육의 활성화도 비교와 초음파 영상을 이용한 복부 근육의 두께 비교라는 점에서 측정 방법의 차이로 인하여 다른 결과를 보인 것으로 사료된다. 본 연구에서는 대상자들의 수가 적었다는 것과 우세 팔의 근육을 측정할 결과이기에 결과를 일반화하기 어렵고, 일반인들을 대상으로 하였기에 어깨 주위의 통증을 동반하거나 신경근 조절이 부족한 환자들에게 적용하기에 많은 주의가 필요하다는 제한점을 가지고 있다. 또한 선행연구들의 결과를 바탕으로 호흡을 동반한 팔 운동시에도 몸통근과 호흡근의 활성화가 정확하게 같이 시점에서 증가한다는 전제하에 실행한 연구이기에, 근육 군들의 활성화도 시점을 좀 더 명확하게 비교하여 볼 필요가 있을 것이다. 이 후에는 어깨 통증을 느끼는 환자들에게 일정한 중재시간을 설정하고 더 많은 대상자와 다양한 측정 방법을 통하여 호흡을 동반한 푸쉬업 플러스 운동의 최적화에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구에서 자세별 푸쉬업 플러스 운동에서 호흡을 달리 하였을 때 어깨 주위 근육의 활성화도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만 일반적인 호흡에 비해 노력성날숨을 적용하였을 때 어깨근육의 활성화도가 증가함을 확인할 수 있었다. 따라서 앞뿔니근의 활성화 증가시켜 어깨 관절을 안정화하기 위한 운동으로 많이 사용되고 있는 푸쉬업 플러스 운동을 더욱 효율적으로 시행하기 위하여 호흡조절, 특히 노력성날숨을 통한 몸통근과 호흡근의 선행적인 활성화를 함께 수행하는 것을 제안한다.

References

1. Hess S. Functional stability of the glenohumeral joint. *Manual Therapy*. 2000;5(2):63-71.
2. Magee DJ. *Orthopedic physical assessment*. 3rd ed, Philadelphia, WB Saunders; 1997. p.399.
3. de Oliveira AS, de Moraes Carvalho M, de Brum DPC. Activation of the shoulder and arm muscles during axial load exercises on a stable base of support and on a medicine ball. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008;18(3):

- 472-9.
4. Wilk KE, Arrigo CA, Andrews JR. Current concepts: the stabilizing structures of the glenohumeral joint. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997;25(6):364-79.
 5. Cools A, Declercq G, Cambier D, et al. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17(1):25-33.
 6. Ekstrom RA, Donatelli RA, Soderberg GL. Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(5):247-58.
 7. Lin JJ, Wu YT, Wang SF, et al. Trapezius muscle imbalance in individuals suffering from frozen shoulder syndrome. *Clin Rheumatol*. 2005;24(6):569-75.
 8. Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE, et al. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *Am J Sports Med*. 2004;32(2):484-493.
 9. Blackard DO, Jensen RL, Ebben WP. Use of EMG analysis in challenging kinetic chain terminology. *Medicine and Med Sci Sports Exerc*. 1999;31(3):443-448.
 10. Ellenbecker TS, Davies GJ. Closed kinetic chain exercise: a comprehensive guide to multiple joint exercise. *Human Kinetics: Leeds*; 2001.
 11. Hardwick DH, Beebe JA, McDonnell M, et al. A comparison of serratus anterior muscle activation during a wall slide exercise and other traditional exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36(12):903-10.
 12. Lehman GJ, MacMillan B, MacIntyre I, et al. Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. *Dynamic Medicine*. 2006;5(1):1.
 13. Smith J, Kotajarvi BR, Padgett DJ, et al. Effect of scapular protraction and retraction on isometric shoulder elevation strength. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(3):367-70.
 14. Liebenson C. Self-management of shoulder disorders-Part 1. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2005;9(3):189-97.
 15. Uhl TL, Carver TJ, Mattacola CG, et al. Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(3):109-17.
 16. Lehman GJ, Gilas D, Patel U. An unstable support surface does not increase scapulothoracic stabilizing muscle activity during push up and push up plus exercises. *Manual Therapy*. 2008;13(6):500-6.
 17. Maenhout A, Van Praet K, Pizzi L, et al. Electromyographic analysis of knee push up plus variations: what's the influence of the kinetic chain on scapular muscle activity? *Br J Sports Med*. 2009.
 18. Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med*. 1999;27(6):784-91.
 19. Gouvali MK, Boudolos K. Dynamic and electromyographical analysis in variants of push-up exercise. *J Strength Cond Res*. 2005;19(1):146-51.
 20. Lunden JB, Braman JP, LaPrade RF, et al. Shoulder kinematics during the wall push-up plus exercise. *J Strength Cond Res*. 2010;19(2):216-23.
 21. Cho SH, Baek IH, Cheon JY, et al. Effect of the Push-up Plus (PUP) Exercise at Different Shoulder Rotation Angles on Shoulder Muscle Activities. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(11):1737-40.
 22. San Juan JG, Suprak DN, Roach SM, et al. The effects of exercise type and elbow angle on vertical ground reaction force and muscle activity during a push-up plus exercise. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16(1):1.
 23. Lee SY, Han JT, Park MC, et al. Comparison of Shoulder Stabilizer Muscle Activations during Push Up Plus Exercise by with Cervical Flexion and Extension. *J Phys Ther Sci*. 2011;23(1):111-3.
 24. Vaseghi B, Jaberzadeh S, Kalantari KK, et al. The impact of load and base of support on electromyographic onset in the shoulder muscle during push-up exercises. *J Bodyw Mov Ther*. 2013;17(2):192-9.
 25. Martins J, Tucci HT, Andrade R, et al. Electromyographic amplitude ratio of serratus anterior and upper trapezius muscles during modified push-ups and bench press exercises. *J Strength Cond Res*. 2008;22(2):477-84.
 26. Kim ER, Oh JS, Yoo WG. Effect of vibration frequency on serratus anterior muscle activity during performance of the push-up plus with a redcord sling. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(8):1275-76.
 27. Kim SH, Kwon OY, Kim SJ, et al. Serratus anterior muscle activation during knee push-up plus exercise performed on static stable, static unstable, and oscillating unstable surfaces in healthy subjects. *Phys Ther Sport*. 2014;15(1):20-5.
 28. Oliver GD, Keeley DW. Pelvis and torso kinematics and

- their relationship to shoulder kinematics in high-school baseball pitchers. *J Strength Cond Res* 2010;24(12): 3241-46.
29. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Physical Therapy*. 2000;80(3):276-91.
 30. Ludewig PM, Reynolds JF. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(2): 90-104.
 31. Pryor JA, Prasad AS. *Physiotherapy for respiratory and cardiac problems: adults and paediatrics*. Elsevier Health Sciences; 2008.
 32. Sapsford R. Rehabilitation of pelvic floor muscles utilizing trunk stabilization. *Manual Therapy*. 2004;9(1): 3-12.
 33. Perret C, Spengler CM, Egger G, et al. Influence of endurance exercise on respiratory muscle performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(12):2052-58.
 34. Markov G, Spengler CM, Knöpfli-Lenzin C, et al. Respiratory muscle training increases cycling endurance without affecting cardiovascular responses to exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2001;85(3-4): 233-9.
 35. Kim JH. *The Effect of Improved Pulmonary Function in the Stroke Patients after Respiratory Physical Therapy*. Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University. Master's Thesis. 2000.
 36. Moreno MA, Silva Ed, Gonçalves M. O efeito das técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptiva-método Kabat-nas pressões respiratórias máximas. *Fisioter Mov*. 2005;18(2):53-61.
 37. Areas GPT, Borghi-Silva A, Lobato AN, et al. Effect of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation combined with elastic resistance bands on respiratory muscle strength: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Braz J Phys Ther*. 2013;17:541-6.
 38. Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation*. Elsevier Health Sciences; 2013.
 39. Couser Jr JI, Martinez FJ, Celli BR. Respiratory Response and Ventilatory Muscle Recruitment During Arm Elevation in Normal Subjects. *Chest*. 1992;101(2): 336-40.
 40. Han JW. *The Effect of Breathing Exercise with Dynamic Upper Extremity Exercise on Pulmonary Function and Respiratory Muscle Strength of Adults in Their 20's*. Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University. Master's thesis. 2015.
 41. McGill SM, Grenier S, Kavcic N, et al. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003;13(4):353-9.
 42. Yoon JW. *The effect of core stability exercise for inspiratory competence in patient with stroke*. Graduate school of Rehabilitation and Welfare, Yong-in University. Master's Thesis. 2013.
 43. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical Therapy*. 1997;77(2):132-42.
 44. Jeon YS. *Effects of Scapular Stabilizers During the Push Up Plus Exercise and the Push Up Plus Exercise with Abdominal Bracing*. Graduate School of Life Science, Catholic University of Pusan. Master's Thesis. 2013.
 45. Hodges PW, Richardson CA. Transversus abdominis and the superficial abdominal muscles are controlled independently in a postural task. *Neuroscience Letters*. 1999;265(2):91-4.
 46. Tarnanen SP, Siekkinen KM, Häkkinen AH, et al. Core muscle activation during dynamic upper limb exercises in women. *J Strength Cond Res*. 2012;26(12):3217-24.
 47. Seo KC. *The Effect of Pulmonary Function in the Stroke Patients after Feedback Breathing Exercise among position changes*. Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University. Master's Thesis. 2009.
 48. Kim K, Park RJ, Bae SS, et al. Effect of diaphragmatic breathing exercise on Activation of trunk muscle of patients with low back pain. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 2005;17(3):311-27.
 49. Park DJ, Lee HO. Activation of abdominal muscles during abdominal hollowing in four different positions. *J Phys Ther Sci*. 2010;22(2):203-07.
 50. Vera-Garcia FJ, Elvira JL, Brown SH et al. Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *J Electromyogr Kinesiol*. 2007;17(5):556-67.
 51. Ki C. *Effects of Forced Breathing Exercise on the Trunk Functions of Chronic Low Back Pain Patients*. Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University. Master's thesis. 2013.