푸시업 운동 시 위팔뼈 벌림 각도에 따른 어깨주변근육의 활성화도

홍 용 · 김용권*

전주대학교

Abstract

Hong, Yong, Kim, Yong-Kweon. Peri-Scapular Muscle Activity during Push-Up Exercise with Different Angles of Humerus Abduction. *Exercise Science*, 23(4): 323-329, 2014. The purpose of this study is to investigate peri-scapular muscle activity during push-up exercise with different angles (15° and 45°) of the humerus abduction. Eight male college students were recruited without any history of shoulder injury or pathology. The subjects were instructed to perform three trials of a push-up exercise with the shoulders abducted to either 15° or 45° in a random order. EMG activity of 8 peri-scapular muscles was recorded during two phases of exercise: push-down and push-up. The 8 muscles were upper trapezius, lower trapezius, middle trapezius, serratus anterior, anterior deltoid, posterior deltoid, pectoralis major and infraspinatus. Separate independent *t* tests found that the exercise with the shoulders abducted to 15° significantly activate lower and middle trapezius muscles more than the other exercise with shoulders abducted to 45° in the push-up phase. However, these similar findings were not found in the phase of the push-down. These results suggest that the push-up exercise with shoulders abducted to 15° in the push-up phase would be more effective when considering strength of the lower and middle trapezius muscles.

Key words : push-up, push-down, humerus abduction, periscapular muscle, EMG

초 록

홍용, 김용권. 푸시업 운동 시 위팔뼈 벌림 각도에 따른 어깨주변근육의 활성화도. 운동과학, 제23권 제4호, 323-329, 2014. 이 연구는 푸시업 운동 시 위팔뼈의 벌림 각도에 따라 어깨주변근육의 활성화도에 어떠한 차이가 있는지를 알아보는데 목적이 있다. 어깨관절의 통증이 없는 남자 대학생 8명을 대상으로 하여 위팔뼈를 15° 와 45° 벌린 자세에서 푸시다운과 푸시업 동작을 각각 하도록 하였다. 어깨주변근육의 활성화도를 알아보기 위하여 표면 근전도를 이용하여 위등세모근, 아래등세모근, 중간등세모근, 앞톱니근, 앞세모근, 뒤세모근, 큰가슴근, 가시아래근의 활성화도를 분석하였다. 자료분석은 PASW 18.0을 이용하였으며, 집단 간 차이를 알아보기 위하여 독립 *t* 검정을 실시하였다. 푸시업 동작에서는 위팔뼈 벌림 각도 15° 집단이 45° 집단보다 아래위세모근과 중간위세모근이 유의하게 활성화 되는 것으로 나타난 반면 푸시다운 동작에서는 유의한 차이가 없었다. 연구결과를 토대로 볼 때 푸시업 동작 시 위팔뼈를 몸에 붙여서 하는 것(15° 위팔뼈 벌림)이 45° 로 자연스럽게 벌려서 하는 것보다 아래등세모근과 중간등세모근의 더 큰 활성화도를 보이기 때문에 이 근육들만을 활성화시키고자 할 때에는 위팔뼈를 몸에 붙인 자세에서 푸시업 운동을 하는 것이 더 효과적인 것으로 사료된다.

주요어 : 푸시업, 푸시다운, 위팔뼈 벌림, 어깨주변근육, 근전도

I. 서론

푸시업 운동은 일상생활 속에서 상지 근력을 강화시킬 수 있는 대표적인 단힌사슬운동이다(Lehman et al., 2008). 또한 푸시업 운동은 상지의 근력평가를 위해 주로 사용되고 있으며(Ebben et al., 2011), 어깨손상환자를 위한 재활운동프로그램에도 사용이 된다(Lippit et al., 1993; Dillman et al., 1994; Rogol et al., 1998; Uhl et al., 2003).

푸시업 운동은 푸시다운 과정(Descending phase)에서는 편심성 수축을 하고 푸시업 과정(Ascending phase)에서는 구심성 수축을 한다. 운동을 하는 동안 구심성 수축을 할 때보다 편심성 수축을 할 때 더 많은 에너지가 사용되어지기 때문에 훈련을 하거나 재활과정에서 강도 높은 훈련을 위해 편심성 수축을 하는 경우도 있다(Donkers et al., 1999; Park & Yoo, 2011). 선행 연구를 보면 손을 짚는 부위가 안정적인 경우와 불안정적인 경우에 어깨주변근 활성화에 어떠한 차이가 있는지에 대해 연구(Martins et al., 2008; Park & Yoo, 2011)와 푸시업 운동 시 발의 높이를 조절하여 어깨주변근 활성화에 어떠한 차이가 있는지에 대해 연구(Ebben et al., 2011), 어깨뺨 익상 여부와 어깨주변근의 관련성(신윤아, 2013; Burkhart et al., 2003)에 관한 연구 등이 보고된 바 있다.

푸시업 운동은 손의 위치에 의해 동원되는 근육의 활성화가 달라지기 때문에 위팔뺨의 벌림 각도를 어떻게 해야 하는지의 여부는 매우 중요한 요소라 할 수 있다. 그러나 푸시업 운동과 관련한 최근까지의 연구들에서는 이와 관련한 연구들은 거의 없는 실정이다. Donkers et al.(1993)은 푸시업 운동 시 손의 위치를 일반적인 위치와 벌려서 짚는 경우, 모아서 짚는 경우, 위쪽에 짚는 경우, 아래쪽에 짚는 경우를 구분하여 팔꿈치관절에 미치는 영향을 연구한 결과에서 손을 가슴보다 아래쪽에 짚는 자세에서 팔꿈치의 부하가 가장 큰 것으로 보고하였지만, 위팔뺨의 벌림 각도에 대해서는 전혀 언급을 하지 않고 있다. 특히 어깨관절 환자를 위한 재활운동프로그램이나 어깨주변 근육을 강화시키기 위한 훈련프로그램을 제공할 때 위팔뺨의 벌림 각도가 환자의 재활 기간이나 경기력에 매우 중요하게 작용할 것이다.

이에 본 연구에서는 어깨 통증이 없는 대학생을 대상으로 푸시업 운동 시 가장 일반적으로 실시하고 있는 위팔뺨를 몸에 붙인 상태(약 15° 벌림)와 편안하게 위팔뺨를 벌린 상태(약 45° 벌림)에서 어깨뺨 주변 근육의 활성화도에 어떠한 차이

가 있는지를 규명함으로써 푸시업 운동에 대한 효과적인 위팔뺨의 벌림 각도를 제시하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 최근 6개월 이내에 어깨관절의 통증이 없으며(VAS 0), 수술병력이 없는 남자 대학생 10명을 대상으로 하였다. 이들은 선수경험이 없는 일반 체육학과 대학생으로 사전에 실험계획을 설명한 후 참여동의서를 작성하게 하였다. 실험 중 통증발생을 예방하기 위해 사전에 어깨관절 주변근육을 20분 동안 스트레칭 하였으며, 검사 순서는 무작위로 실시하였다. 그러나 실험 중 1명은 가시위근 부위에서 통증을 호소하여 제외시켰으며, 또 다른 1명은 근피로를 호소하였기에 실험에서 제외하였다. 따라서 피검자는 총 8명을 대상으로 하였으며, 피검자의 신체적 특징은 <Table 1>에 제시한 바와 같다.

Table 1. Characteristics of subjects

Variables	Mean±SD
Age (yrs)	20.5±1.77
Height (cm)	173.25±3.88
Body weight (kg)	72.15±8.36
Percent body fat (%)	18.00±5.54

2. 실험 설계 및 절차

모든 연구 대상자는 무작위 순서에 의해 위팔뺨를 몸에 붙인 자세(15° 위팔뺨 벌림)에서 푸시업과 푸시다운 운동을 하면서 어깨주변근육 근전도 실험을 먼저 실시하였으며, 피검자 1번부터 8번까지 무작위로 검사하였다. 그 다음에는 위팔뺨를 45°로 자연스럽게 벌린 자세에서 동일하게 푸시업과 푸시다운 검사를 실시하였다. 초기 실험설계에서는 위팔뺨를 90° 벌린 자세도 푸시업과 푸시다운 검사를 실시할 계획이었지만, 사전 검사에서 피검자가 어깨통증을 호소하였기 때문에 푸시업과 푸시다운 운동은 위팔뺨 15°와 45° 벌린 자세에서만 실시하기로 결정하였다.

3. 측정항목 및 방법

1) 근전도 검사

근전도 검사를 위해 무선근전도(Laxtha, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 전극은 위등세모근, 아래등세모근, 중간등세모근, 앞톱니근, 앞세모근, 뒤세모근, 큰가슴근, 가시아래근에 부착하였다. 먼저 피부저항을 줄이기 위해 피부를 알코올 솜으로 깨끗하게 닦은 후 알코올이 마른 후에 전극을 검사하고자 하는 근육의 피부에 부착하였다. 각 측정근육의 전극 부착부위는 <Table 2>와 <Fig. 1>에 제시하였다(Hermens et al., 1999). 한편 모든 전극은 근육의 방향과 일치되도록 부착하였으며, 양극성 이중전극을 사용하였다. 전극을 부착한 후에는 약간의 움직임을 통하여 전극 부착상태를 확인하였다. 또한 푸시업 운동 시 근육의 활성도를 표준화하기 위하여 최대등척성수축을 실시하였다. 측정하고자 하는 근육이 최대로 발휘할 수 있는 등척성 수축을 시킨 상태에서 maximal voluntary isometric contraction(MVIC)을 측정하였다(Gram et al., 1998). 등척성근력 측정은 총 5초 동안 실시하면서 평균 근전도 신호량을 RMS 처리한 후 처음 1초 값과

마지막 1초 값을 제외한 중간 3초 동안의 평균 근전도 신호량을 100% MVIC로 정량화시켜 평균값을 통계분석에 사용하였다. 총 3회를 실시한 후 평균값을 산출하였다.

2) 위팔뼈 벌림 각도 및 근육의 활성화도 검사

푸시다운과 푸시업 자세에서 위팔뼈를 몸에 붙인 상태와 위팔뼈를 편안하게 벌린 상태를 구분하여 사전 각도를 측정 한 결과는 <Table 3>에 제시하였다. 측정 결과 위팔뼈를 몸에 붙인 경우에는 위팔뼈 벌림 각도가 약 15°였으며, 자연스럽게 벌린 경우에는 위팔뼈 벌림 각도가 약 45°로 나타났다.

Table 3. Angles of humerus abduction by groups

Group	Angle (degree)
Narrowing Humerus Abduction	14.9±2.49
Comfortable Humerus Abduction	44.3±2.76

Values are M±SD

측정자세에 있어서 푸시다운 시 위팔뼈 벌림 각도가 15°에서는 위팔뼈가 몸에서 떨어지지 않은 상태에서 푸시다운 하도록 하였으며, 위팔뼈 벌림 각도 45°의 경우에는 자연스럽게 푸시다운이 되도록 하였다. 두 동작 모두 팔꿈치가 90° 굽혀진 각도에서 몸통과 위팔뼈의 벌림 각도를 측정하였으며, 이때 등척성 수축을 하는 동안 근육의 활성화도 값을 채택하였다. 푸시업 시 위팔뼈 벌림 각도 15°의 경우에는 손의 너비를 어깨너비와 동일하게 지면을 짚게 한 다음 손바닥을 몸의 방향과 일치되도록 똑바로 짚게 하였다. 그러나 위팔뼈 벌림 각도 45°의 경우에는 손의 너비는 동일하게 적용한 후 손바닥을 지면에 댈 때 손목을 약간 안쪽돌림 한 상태에서 지면을 짚도록 하였으며, 이때의 근육의 활성화도 값을 채택하였다. 위팔뼈 벌림 각도 15°와 45° 모두 푸시다운 단계에는 날숨을 쉬도록 지시하였고, 푸시업 단계에서는 들숨을 쉬도록 하였다(Fig. 2-5).

Table 2. Location of surface electrode

Muscle	Electrode location
Upper Trapezius (UT)	at 50% on the line from the acromion to the spine on vertebra C7
Lower Trapezius (LT)	at 2/3 on the line from the trigonum spinae to the 8th thoracic vertebra
Middle Trapezius (MT)	at 50% between the medial border of the scapula and the spine, at the level of T3
Serratus Anterior (SA)	between 5-6th ribs and anterior axillary, parallel to the muscle fibers
Anterior Deltoid (AD)	about one finger width distal and anterior to the acromion
Posterior Deltoid (PD)	about two finger widths posterior of the acromion
Pectoralis Major (PM)	placed horizontally on the chest wall over the muscle mass that arise (about merely 2 cm out from the axillary fold)
Infraspinatus (IS)	parallel to and approximately 4 cm below scapular spine, on the lateral aspect, over the infrascapular fossa of the scapula

Fig. 1. Surface electrode placement.

Fig. 2. Push-down with 15° abduction of humerus.

Fig. 3. Push-down with 45° abduction of humerus.

Fig. 4. Push-up with 15° abduction of humerus.

Fig. 5. Push-up with 45° abduction of humerus.

4. 자료 처리 방법

본 연구의 처리된 자료는 평균과 표준편차로 제시하였으며, 위팔뼈 벌림 각도에 따른 근활성도 차이를 비교분석하기 위해 독립표본 *t* 검정(independent *t* test)을 실시하였다. 모든 통계처리는 PASW 18.0 패키지를 이용하였다. 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 푸시다운 시 위팔뼈 벌림 각도에 따른 근활성도

푸시다운 자세에서 위팔뼈 벌림 각도 15° 집단과 위팔뼈 벌림 각도 45° 집단 간 연구결과는 <Table 4>와 같다. 위팔뼈의 벌림 각도에 관계없이 모든 근육에서 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$). 한편 푸시다운 동작 시에는 위팔뼈의 벌림 각도와 관련 없이 어깨 주변 근육들의 활성화도에 있어서는 앞세모근의 활성화도가 가장 높았으며, 다음으로 아래등세모근, 가시아래근, 앞뽐니근 순으로 나타났다. 반면 뒤세모근은 근활성도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

Table 4. Muscle activation during push-down stage with different humerus abduction (unit: %MVC)

Muscle	15° abduction	45° abduction	<i>t</i>	<i>p</i>
UT	10.49±8.13	9.26±6.67	.330	.747
LT	21.90±10.09	17.74±9.40	.854	.408
MT	13.36±5.88	14.29±6.35	-.302	.767
SA	19.99±11.87	18.13±9.36	.348	.733
AD	48.18±49.84	41.96±33.57	.292	.774
PD	4.81±2.23	5.04±3.32	-.159	.876
PM	14.13±7.38	12.65±9.69	.343	.737
IS	20.20±6.74	16.90±9.58	.682	.439

Values are Mean±SD

2. 푸시업 시 위팔뼈 벌림 각도에 따른 근활성도

푸시업 자세에서 위팔뼈 벌림 각도 15° 집단과 위팔뼈 벌림 각도 45° 집단 간 연구결과는 <Table 5>와 같다. 먼저 아래등세모근과 중간등세모근은 위팔뼈 벌림 각도 15° 집단이 45° 집단보다 근활성도가 유의하게 높은 것으로 나타났다($p<.05$).

그러나 다른 근육들에서는 푸시업 운동 시 팔의 몸통 붙임 각도에 따라 근활성도에 통계적으로 유의한 차이가 발견되지 않았다($p>.05$). 한편 푸시업 동작 시 어깨주변근육들의 활성화도는 앞뽐니근이 가장 높았으며, 다음으로 앞세모근, 가시아래근 순으로 나타났다. 반면에 위등세모근은 푸시업 자세에서 근활성도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

Table 5. Muscle activation during push-up stage with different humerus abduction (unit: %MVC)

Muscle	15° abduction	45° abduction	<i>t</i>	<i>p</i>
UT	3.25±6.38	4.51±1.80	1.594	.133
LT	21.19±9.63	12.41±5.42	2.246	.041*
MT	12.72±4.02	8.25±2.54	2.661	.019*
SA	60.71±44.02	66.59±38.35	-.285	.780
AD	56.56±53.55	45.86±42.44	.443	.665
PD	10.91±5.95	9.29±5.39	.572	.576
PM	11.54±5.14	12.39±6.65	-.286	.779
IS	34.71±12.73	24.34±8.06	1.948	.072

Values are Mean±SD. * $p<.05$

Ⅳ. 논의

이 연구의 목적은 푸시업 운동 시 위팔뼈의 벌림 각도에 따라 어깨 주변근 활성화도에 어떠한 차이가 있는지를 비교 분석함으로써 더 효과적인 푸시업 운동을 하기 위한 위팔뼈의 벌림 각도를 알아보는 데 있다.

연구결과에서 보듯이 푸시업 동작 시 위팔뼈를 몸에 붙였을 때(위팔뼈 벌림 15°)가 45°로 자연스럽게 벌린 경우보다 아래등세모근과 중간등세모근이 유의하게 활성화되는 것으로 나타났다. 그러나 다른 근육에서는 위팔뼈의 벌림 각도로 인한 근활성도의 유의한 차이가 없었다. 실험 계획에서는 위팔뼈를 90° 벌린 자세에서도 푸시업 검사를 하려했지만 일부 피검자가 가시위근 부위에 통증을 호소하였기 때문에 본 실험에서는 제외를 하였다. Cools et al.(2004)에 의하면

위팔뼈를 벌리게 되면 어깨뼈가 상방회전이 되면서 내밌음(protraction)이 되기 때문에 등세모근과 함께 앞톱니근과 가시아래근, 뒤세모근 등이 함께 수축을 하게 된다고 하였다. 따라서 위팔뼈의 90° 벌린 상태에서 푸시업 운동을 하는 것은 어깨관절의 충돌증후군을 유발시키는 위험요인이 될 수 있는 것으로 사료된다.

푸시업 동작 시 등척성 수축을 할 경우에는 위팔뼈를 몸에 붙인 자세가 자연스럽게 벌린 자세보다 아래등세모근과 중간등세모근을 유의하게 활성화하는 것으로 나타났다. Uhl et al.(2003)은 푸시업을 할 때 최대등척성근수축(MVIC)에 비해 가시아래근은 44%, 앞세모근은 31%, 뒤세모근 18%, 큰가슴근 33% 정도가 작용한다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 위팔뼈를 몸에 붙인 자세와 45° 벌림 시 가시아래근이 각각 34%, 24%, 앞세모근이 56%, 45%, 뒤세모근 10%, 9%, 큰가슴근 11%, 12%가 작용하는 것으로 나타나 선행연구보다 다소 낮은 것으로 나타났다. 앞톱니근은 어깨뼈 움직임을 조절하는 주된 역할을 하는데(Ludewig et al., 2004), 특히 이 근육은 어깨등뼈의 근육 중 하나로 팔을 들어 올리는 동안 흉곽 위에서 어깨뼈를 움직이도록 기여한다(Ludewig et al., 1996). 본 연구에서는 위팔뼈의 벌림 각도와 상관없이 푸시업 운동 시 앞톱니근의 활성화도가 높은 것으로 나타났다. 즉 위팔뼈를 몸에 붙인 경우 아래등세모근의 활성화(21.19%)보다 앞톱니근은 60.71%로 약 3배 정도가 활성화되는 것을 알 수 있었다. 위팔뼈를 45° 정도로 벌린 경우에는 아래등세모근이 12.41%, 앞톱니근은 66.59%로 약 5배 정도의 활성화가 되는 것을 알 수 있었다.

그러나 푸시다운 시에는 앞톱니근의 근활성도가 아래등세모근 수준과 비슷한 것으로 나타났다. 최근 어깨뼈와 위팔뼈의 리듬은 매우 중요한 어깨관절의 손상과 매우 밀접한 것으로 여겨지고 있다(Burkhart et al., 2003). 즉, 위팔뼈의 벌림 각도에 따라서 어깨뼈의 움직임이 작용을 해야 하지만, 어깨뼈 주변근육의 지나친 경직이나 위약감은 어깨뼈의 움직임을 제어하지 못하기 때문에 손상이 유발되는 것이다.

따라서 어깨뼈 주변근육을 강화시키기 위해서 푸시업 운동이 강조되고 있으며, 특히 어깨뼈 익상을 예방하기 위해서는 푸시업 플러스 운동으로 앞톱니근을 활성화시키는 것을 권장하고 있다(신윤아, 2013; Ellenbecker & Cappel, 2000). 이렇듯 어깨뼈 주변근육과 위팔뼈의 움직임에서 아래등세모근과 중간등세모근, 앞톱니근은 익상어깨뼈를 예방하고 어깨관절의 충돌증후군 및 어깨뼈의 정렬상태를 유지할 수

있는 매우 중요한 역할을 한다(신윤아, 2013; Ludewig & Cook, 2000; Burkhart et al., 2003; Uhl et al., 2003; Cools et al., 2004; Ludewig et al., 2004). 그러나 푸시업 운동을 할 때 위팔뼈의 벌림 각도를 작게 하는 것은 아래등세모근을 더욱 활성화시키기 때문에 어깨뼈 안정화에 더욱 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

Ebben et al.(2011)은 다양한 푸시업 동작을 하면서 손바닥의 지면반력을 연구한 결과 발을 60.96 cm 위에 올린 상태에서 푸시업 운동을 하는 것의 지면반력이 가장 컸으며, 다음은 일반적인 푸시업, 60.96 cm 위에 손을 짚고 실시하는 푸시업, 그리고 무릎을 굽힌 상태에서 하는 변형 푸시업의 순으로 지면반력에 차이가 있음을 보고하였다. 푸시업 운동 시 손바닥에서의 지면반력은 일반적인 푸시업 동작이 약 700 N일 때 무릎을 굽힌 자세에서의 푸시업 동작은 569 N으로 약 80% 수준임을 고려할 때 푸시업 운동은 자세에 따라서 어깨주변근육의 활성화에 영향을 미칠 수는 있는 것으로 생각된다. 또한 푸시업 운동을 하는 동안 팔꿈치 관절에 미치는 힘은 약 2305.9 Nm로 최대등척성수축력의 56% 수준이라고 보고하였다(Askew et al., 1987). 그러나 두 손으로 푸시업 운동을 하는 경우에는 지면반력이 29%이지만 한손으로 실시한 경우에는 71%로 보고되고 있다(Donkers et al., 1993).

한편 본 연구결과 위팔뼈의 벌림 각도에 따라 푸시업과 푸시다운 동작 시 어깨주변근육들의 활성화도에 차이가 있음을 알 수 있었다. 이와 관련하여 Lunden et al.(2010)은 벽을 짚고 푸시업을 하는 동안 어깨뼈의 움직임 각도를 연구한 결과 푸시다운 시 상방회전은 19.59°이지만 푸시업 작시에는 14.44°라고 하였으며, 안쪽회전은 푸시다운 시 16.87°이고 푸시업 시 36.73°라고 보고하였다. 즉, 이 결과는 푸시다운에 비해 푸시업 동작 시 어깨뼈가 상방회전은 작고 안쪽회전이 더 크다고 것을 제시하는 것이다. 따라서 어깨뼈의 회전은 어깨주변근육의 신장성수축을 유발시키기 때문에 근활성도와 깊은 관련이 있을 것으로 생각할 수 있다. 즉, 위팔뼈를 몸에 붙이는 경우에는 어깨뼈의 회전이 적고 뒤당김(retraction)이 유발되기 때문에 어깨뼈의 내측에 위치하고 있는 위등세모근과 중간등세모근, 아래등세모근의 활성화도가 큰 반면, 앞톱니근의 활성화도는 낮게 된다. 그러나 위팔뼈를 벌리게 되면 어깨뼈가 상방회전이 되면서 내밌음(protraction)이 되기 때문에 등세모근과 함께 앞톱니근과 가시아래근, 뒤세모근 등이 함께 수축을 하게 되고 이는 선행연구(Cools et al., 2004)와 일치하는 것이다. Freeman et

al.(2006)은 푸시업 운동 시 손을 지면이 아닌 볼 위에서 실시할 경우에는 배곧은근과 내외복사근이 활성화되어 요통을 예방할 수 있다고 보고하였다. 푸시업 운동은 상지 및 척추 주변의 근력강화에 깊이 관여하고 있기 때문에 그 자세에 따라서 근활성도는 큰 차이가 있는 것으로 보고되고 있다 (Cogley, 2005; Gouvali & Boudolos, 2005; Freeman et al., 2006; Ebben et al., 2011). 이와 관련하여 Cogley et al.(2005)은 푸시업 시 손을 넓게 벌린 집단(85.8 cm)과 손을 좁게 한 집단(66.3 cm) 간 큰가슴근과 위팔세갈래근의 활성도를 비교한 결과 좁게 한 집단에서 두 근육 모두 유의하게 근활성도가 높았다고 보고하였으며, Gouvali & Boudolos (2005)는 손의 위치를 6가지로 구분한 후 손바닥에 미치는 지면반력과 근활성도를 연구한 결과 손을 좁게 할 경우에는 큰가슴근의 활성화가 크고, 손의 위치를 가슴보다 더 아래쪽으로 위치시키면 큰가슴근 활성화는 높은 반면 상대적으로 위팔세갈래근의 활성화는 유의하게 감소하였다고 보고하였으며, 손을 가슴보다 위쪽으로 위치시키면 위팔세갈래근 활성화가 크고, 무릎을 굽힌 상태에서 푸시업을 할 때에는 큰가슴근과 위팔세갈래근의 활성화가 낮은 것으로 보고하였다. 이렇듯 푸시업 운동시 손의 다양한 위치에 따라 어깨주변근육이 활성화에 차이가 있었으며, 본 연구에서는 푸시업 운동을 할 때 위팔뼈의 벌림 각도에 따라 어깨주변 근육에서 아래등세모근과 중간등세모근의 활성화에 차이가 있었음을 알 수 있었다.

V. 결론

본 연구에서는 푸시업 운동을 할 때 위팔뼈의 벌림 각도에 따른 어깨주변근의 활성화에 어떠한 차이가 있는지를 조사한 결과, 등척성 푸시업 동작은 위팔뼈를 몸에 붙인 자세(15° 위팔뼈 벌림)에서 실시하는 것이 위팔뼈를 45° 자연스럽게 벌린 자세에서 운동하는 것보다 아래등세모근과 중간등세모근의 활성도를 유의하게 높이는 것으로 나타났다. 따라서 이 근육만을 선택적으로 강화시키고자 한다면 위팔뼈를 몸에 붙인 자세에서 푸시업 운동을 하는 것을 권장한다.

참고문헌

- 신윤아 (2013). 어깨뼈 익상여부에 따른 재활운동 동작 시 근활성도 비교. *운동학 학술지*, 15(4): 141-153.
- Askew, L. J., An, K. N., Morrey, B. F., & Chao, E. Y. (1987). Isometric elbow strength in normal individuals. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (222): 261-266.
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., & Kibler, W. B. (2003). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapular, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy*, 19(6): 641-661.
- Cogley, R. M., Archambault, T. E., Fiberger, J. F., Koverman, M. M., Voudas, J. M. et al. (2005). Comparison of muscle activation using hand positions during the push-up exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3): 628-633.
- Cools, A. M., Witvrouw, E. E., Declercq, G. A., Vanderstraeten, G. G., & Cambier, D. C. (2004). Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *British Journal of Sports Medicine*, 38(1): 64-68.
- Cram, J. R., Kasman, G. S., & Holtz, J. (1998). Introduction to surface electromyography. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, 237-383.
- Dillman, C. J., Murray, T. A., & Hintermeister, R. A. (1994). Biomechanical differences of open and closed chain exercises with respect to the shoulder. *J. Sports Rehabilitation*, 3(3): 228-238.
- Donkers, M. J., An K. N., Chao, E. Y., & Morrey B. F. (1993). Hand position affects elbow joint load during push-up exercise. *J. Biomechanics*, 26(6): 625-632.
- Donkers, M. J., Hintermeister, R. A., Faber, K. J., & Hawkins, R. J. (1999). Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am. J. Sports Med.*, 27(6): 784-791.
- Ebben, W. P., Wurm, B., Vanderzanden, T. L., Spadavecchia, M. L., Durocher, J. J. et al. (2011). Kinetic analysis of several variations of push-ups. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10): 2891-2894.

- Ellenbecker T. S & Cappel K. (2000). Clinical application of closed kinetic chain exercises in the upper extremities. *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America*, 9(2): 231-246.
- Freeman, S., Karpowicz, A., Gray, J., & McGill, S. (2006). Quantifying muscle patterns and spine load during various forms of the push-up. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(3): 570-577.
- Gouvali, M. K., & Boudolos, K. (2005). Dynamic and electromyographical analysis in variants of push-up exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1): 146-151.
- Hermens, H. J., Freriks, B., Merletti, R., Stegeman, D., Blok, J. et al. (1999). *European Recommendations for surface Electromyography*. Enschede, The Netherlands: Roessingh Research and Development.
- Lehman, G. J., Gilas, D., & Patel, U. (2008). An unstable support surface does not increase scapulothoracic stabilizing muscle activity during push up and push up plus exercises. *Manual Therapy*, 13(6): 500-506.
- Lippit, S. B., Vanderhoof, J. E., Harris, S. L., Slides, J. A., Harryman, D. T. et al. (1993). Glenohumeral stability from concavity-compression: a quantitative analysis. *Journal of Shoulder & Elbow Surgery*, 2(1): 27-35.
- Ludewig, P. M., & Cook, T. M. (2000). Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys. Ther.*, 80(3): 276-291.
- Ludewig, P. M., Cook, T. M., & Nawoczenski, D. A. (1996). Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions of humeral elevation. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 24(2): 47-65.
- Ludewig, P. M., Hoff, M. S., Osowski, E. E., Meschke, S. A., & Rundquist, P. J. (2004). Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercise. *Am. J. Sports Med.*, 32(2): 484-493.
- Lunden, J. B., Braman, J. P., LaPrade, R. F., & Ludewig, P. M. (2010). Shoulder kinematics during the wall push-up plus exercise. *Journal of Shoulder & Elbow Surgery*, 19(2): 216-223.
- Martins, J., Tucci, H. T., Andrade, R., Araujo, R. C., Grossi, B. D. et al. (2008). Electromyographic amplitude ration of serratus anterior and upper trapezius muscle during modified push-ups and bench press exercises. *J. Strength and Conditioning Research*, 22(2): 477-484.
- Park, S. Y., & Yoo, W. G. (2011). Differential activation of parts of the serratus anterior muscle during push-up variations on stable and unstable bases of support. *J. Electromyogr. Kinesiol.*, 21(5): 861-867.
- Rogol, I. M., Emst, G., & Perri, D. H. (1998). Open and closed kinetic chain exercises improve shoulder joint reposition sense equally in healthy subjects. *Journal of Athletic Training*, 33(4): 315-318.
- Uhl, T. L., Carver, T. J., Mattacola, C. G., Mair, S. D., & Nitz, A. J. (2003). Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. *J. Ortho. Sports Phys. Ther.*, 33(3): 109-117.

논문투고일 : 2014. 08. 20
심사일 : 2014. 09. 15
심사완료일 : 2014. 11. 17