

# 운동면과 어깨 관절 굽힘 각도가 어깨뼈 내뺌 운동 시 어깨뼈 위쪽 돌림근에 미치는 영향

정성대 · 원종혁<sup>†</sup> · 정도영<sup>1</sup>

연세대학교 물리치료학과, <sup>1</sup>중부대학교 물리치료학과

## Effect of Movement Plane and Shoulder Flexion Angle on Scapular Upward Rotator During Scapular Protraction Exercise

Sung-dae Choung, PT, BSc, Jong-hyuck Weon, PT, PhD<sup>†</sup>, Do-young Jung, PT, PhD<sup>1</sup>  
Department of Physical Therapy, Yonsei University, <sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Joongbu University

Received: September 26, 2012 / Revised: November 2, 2012 / Accepted: December 12, 2012

© 2013 Journal of the Korean Society of Physical Medicine

### | Abstract |

**PURPOSE:** This study was to determine the effect of the plane of movement (sagittal plane vs. scapular plane) and shoulder flexion angle (90° vs. 130°) during scapular protraction exercises in healthy subjects by investigating the electromyographic (EMG) activities of the serratus anterior (SA), upper trapezius (UT), and pectoralis major (PM).

**METHODS:** Twenty-one healthy subjects participated in this study. Subjects performed maximal scapular protraction at the 90° or 130° shoulder flexion angles in the sagittal or scapular planes. Surface EMG was recorded from the SA and UT, and PM muscles. Dependent variables were examined by 2 (plane) × 2 (angle) repeated measures of analysis of variance (ANOVA).

**RESULTS:** Significantly increased EMG activities in the

SA and UT were found during scapular protraction exercise at the 130° shoulder flexion angle in the sagittal and scapular plane. Also, EMG activity of the PM significantly decreased at the 130° shoulder flexion angle in the sagittal plane and the 90° and 130° shoulder flexion in the scapular plane.

**CONCLUSION:** we recommend scapular protraction exercise at the 90° shoulder flexion in the sagittal plane to selectively strengthen the SA muscle with limitation of upper trapezius activity and at the 130° shoulder flexion in the scapular plane to selectively strengthen the SA muscle with limitation of pectoralis major activity.

**Key Words:** EMG, Scapular plane, Serratus anterior

### I. 서론

어깨뼈(scapula)의 위쪽 돌림근(upward rotator)들의 불균형은 어깨의 기능부전(shoulder dysfunction)과 통증의 주요 원인이다(Lehman 등, 2006; Lukaszewicz 등, 1999). 어깨뼈의 위쪽 돌림은 앞톱니근(serratus anterior)과

†Corresponding Author : jhweon@joongbu.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

위등세모근(upper trapezius), 아래등세모근(lower trapezius)의 수축에 의해 이루어지며, 어깨-위팔뼈 리듬(scapulohumeral rhythm)의 원리에 따라 위팔뼈를 위쪽으로 180° 올리는 동안 어깨뼈에서는 60°의 위쪽 돌림이 이루어진다(Levangie 등, 2011). 그 중에서도 앞톱니근이 어깨뼈의 위쪽 돌림에 중요한 역할을 담당한다는 것은 이미 여러 연구를 통해 밝혀진 사실이다(Cools 등, 2004; Cools 등, 2005; Lehman 등, 2006).

팔을 들어 올리는 동안 어깨뼈의 위쪽 돌림이 부족하거나 위쪽 돌림근들의 근활성도가 균형을 이루지 못하는 경우, 어깨충돌증후군(impingement syndrome)을 비롯한 다양한 어깨 질환의 원인이 되는 운동이상(scapular dyskinesis)이 발생할 수 있다(Hallström과 Kärholm, 2006; Lehman 등, 2006; MacDonell과 Keir, 2005; Warner 등, 1992). 위쪽 돌림근들의 불균형은 대개 앞톱니근의 근활성도의 저하와 위등세모근의 근활성도 증가로 나타나며, 위등세모근의 근활성도 증가는 앞톱니근의 근활성도 저하를 보상하기 위한 것으로 설명된다(Cools 등, 2004; Cools 등, 2005; Ludewig 등, 1996).

그러므로, 어깨의 기능부전이나 통증을 해소하기 위한 치료과정에서도 앞톱니근의 근력을 강화시키는 것이 치료의 초점이 되어왔다(Decker 등, 1999; Kamkar 등, 1993; Ludewig 등, 1996; McClure 등, 2004; Moseley Jr 등, 1992). 앞톱니근의 근활성도를 선택적으로 증가시키기 위한 여러 가지 운동 방법들이 연구되었다. 푸쉬업 운동(push-up exercise)은 앞톱니근의 근활성도를 유의하게 증가시킬 수 있는 운동 방법으로 보고되었고(Ludewig 등, 1996), 푸쉬업 플러스 운동(push-up plus exercise)도 앞톱니근의 근활성도를 크게 증가시키는 것으로 나타났다(Decker 등, 1999). 또한 푸쉬업 운동처럼 엎드린 자세에서 수행하는 운동 외에도 벽 푸쉬업 운동(wall push-up exercise)이나 팔 앞으로 들기(shoulder forward flexion), 벽 쓰다듬어 올리기(wall slide exercise), 팔 앞으로 밀기(forward reach) 등과 같이 선 자세에서 할 수 있는 운동 방법들도 제시되었다(Ellenbecker, 2006; Ludewig 등, 1996; McCann 등, 1993). 특히 선 자세에서 하는 운동들은 좁은 공간에서도 수행 가능하고, 또한 임상에서 쉽게 적용할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

하지만 앞톱니근의 근력이 약할 경우에는 앞톱니근의 근력 강화 운동 시, 그에 대한 보상작용으로 다른 협력근들(synergists)의 근활성도도 함께 증가하는 문제점이 있다. Weon 등(2011)은 팔을 앞으로 드는 운동을 연구하였는데, 앞톱니근의 근활성도의 증가와 함께 위등세모근의 근활성도도 유의하게 증가하는 것으로 보고하였다. 또한 푸쉬업 운동이나 어깨 내밌 운동(shoulder protraction exercise) 등과 같은 운동을 하는 동안, 앞톱니근의 근활성도가 증가하는 것과 동시에 큰가슴근의 근활성도 역시 유의하게 증가되는 것으로 조사되었다(Kim 등, 2010). Decker 등(1999)은 어깨의 근육들을 효율적으로 운동시키기 위해서는 앞톱니근과 중간등세모근, 아래등세모근의 근활성도를 증가시키는 것과 동시에 위등세모근의 근활성도를 낮추는 것이 필요하다고 주장하였다.

앞톱니근의 근활성도를 조사한 선행 연구들을 살펴보면, 손으로 바닥을 짚고 엎드리거나(push-up position) 누운 자세, 앉은 자세, 선 자세 등의 여러 가지 자세에서 실험하였고, 팔의 움직임이 발생하는 운동면(movement plane)과 팔을 들어올리는 굽힘 각도(shoulder flexion angle)도 다양하게 적용되었다. 시상면(sagittal plane)에서 팔을 올리도록 한 연구가 있는가 하면(Weon 등, 2010; Weon 등, 2011), 어떤 연구에서는 어깨뼈면(scapular plane)에서 팔을 들어 올리도록 하였으며(Antony와 Keir, 2010; Ebaugh 등, 2005), 팔의 굽힘 각도도 다양하게 적용되었다. 또한 팔을 들어 올리는 운동은 어깨 충돌증후군의 발생 위험을 증가시킨다는 보고도 있었다(Roberts 등, 2002).

이와 같이 앞톱니근의 선택적 강화를 위한 연구들은 다양한 자세와 어깨의 굽힘 각도에서 여러 가지 근육들의 근활성도를 조사하였으며, 각각의 운동 방법들에 대해서 앞톱니근과 위등세모근, 아래등세모근, 큰가슴근 등의 근활성도의 변화를 연구하였다. 하지만, 운동면이나 어깨 굽힘 각도에 따른 어깨뼈 위쪽 돌림근들의 근활성도 변화에 대하여 체계적으로 실험한 연구는 없었으며, 보상근육들의 근활성도를 감소시키고 앞톱니근의 근활성도를 증가시키는 운동면 또는 어깨 굽힘 각도를 제시하지 못하였다. 따라서 본 연구에서는 어깨

내뿜 운동 시에 앞톱니근과 위등세모근, 큰가슴근의 근활성도가 운동면과 어깨 관절의 굽힘 각도에 따라 어떤 차이를 보이는지 알아보려고 하였다.

본 연구의 가설은 다음과 같다. 첫째, 어깨 내뿜 운동 시 앞톱니근의 근활성도는 운동면이나 어깨의 굽힘 각도에 따라 유의한 차이를 보일 것이다. 둘째, 어깨 내뿜 운동 시 위등세모근의 근활성도는 운동면이나 어깨의 굽힘 각도에 따라 유의한 차이를 보일 것이다. 셋째, 어깨 내뿜 운동 시 큰가슴근의 근활성도는 운동면이나 어깨의 굽힘 각도에 따라 유의한 차이를 보일 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 00대학교에 재학 중인 21명(남성 9명, 여성 12명)의 건강한 성인을 대상으로 하였다. 평균 연령은  $23.95 \pm 2.80$ 세이었고, 평균 신장은  $169.05 \pm 9.61$ cm, 평균 체중은  $59.79 \pm 11.20$ kg이었다. 대상자들은 모두 정상적인 의식수준을 가지고 있었으며, 신체에 기능적인 제한이 없었다. 어깨를 비롯한 팔의 어느 부위에 신경계통의 문제가 있거나 통증 등의 근골격계 문제가 있어서 연구 결과에 영향을 줄 수 있는 대상자는 실험에서 제외시켰다. 모든 대상자들은 실험의 취지를 알고 자발적으로 실험에 참여하였으며, 미리 설명해 준 동의서에 스스로 서명하였다.

### 2. 실험 도구

#### 1) 표면 근전도(Surface Electromyography)

각 근육들의 근활성도를 측정하기 위해 표면근전도 Noraxon TeleMyo 2400 system (Noraxon Inc, Scottsdale, AZ, 미국)을 사용하였고, Noraxon MyoResearch 1.06 XP 소프트웨어를 이용하여 각 근육들의 근활성도를 수집 및 분석하였다. 근전도 신호의 표본 추출율은 1000Hz로 하였고, 밴드 패스 필터는 10~450Hz로 하였으며, 노치 필터(notch filter)는 60Hz와 120Hz로 설정하였다.

### 3. 실험 방법

어깨 내뿜 운동 시의 근활성도를 측정하기 위해서 앞톱니근과 위등세모근, 큰가슴근의 근전도 전극(Ag/AgCl surface electrodes) 부착 부위를 미리 제모하고 알코올 솜으로 잘 닦은 후에 전극을 부착하였다. 앞톱니근의 전극은 겨드랑 아래 부위의 넓은 등근(latissimus dorsi) 앞쪽 부분에서 어깨뼈의 아래 각(inferior angle)과 같은 높이에 있는 앞톱니근의 평행근에 부착하였고, 위등세모근 전극은 7번 목뼈의 가시돌기와 어깨뼈의 뒤쪽-가쪽 봉우리(posterolateral acromion) 사이의 중간 지점에 근육과 평행하게 부착하였다. 큰가슴근의 전극은 겨드랑 주름(axillary fold) 안쪽 2cm 지점에 부착하였고(Cram 등, 2011; Criswell, 2010), 접지 전극(ground electrode)은 실험하는 쪽의 빗장뼈 위에 부착하였다.

실험은 전문지식을 가지고 있는 두 명의 측정자에 의해 이루어졌다. 한 명의 측정자는 컴퓨터를 조작하였고, 다른 한 명은 대상자의 자세와 실험과정을 조절하였다. 두 명의 측정자는 실험의 모든 절차들을 잘 숙지하고 있었으며, 측정자들과 실험에 참여한 모든 대상자들이 실험의 결과에 대한 예측과 의미를 알지 못하도록 하였다. 또한 대상자들이 실험 절차와 실험에 익숙해지도록 자세한 설명과 1회의 예비 실험을 실시하였다.

측정은 대상자들이 미리 설치된 수직선(plumb line)에 몸의 중심선이 일치되도록 선 자세에서 실시하였다. 몸통이 한쪽 방향으로 회전되는 것을 방지하기 위하여 양쪽의 어깨 관절을 모두 각 조건에 따라 시상면이나 어깨뼈면(시상면에서 30° 수평 모음)에서 90° 혹은 130°로 올린 후, 최대한 어깨 내뿜 운동을 수행하도록 하였다(Fig 1). 본 연구에서는, 흔히 앞톱니근 강화를 위한 여러 운동에서 적용되는 어깨 굽힘 90°와 앞톱니근을 가장 효과적으로 활성화시키는 130°(Hislop과 Montgomery, 2002)를 어깨 굽힘 각도로 지정하였다. 각각의 각도로 양쪽 어깨를 구부린 후, 무작위로 선택된 한 쪽 어깨로부터 자료를 수집하였다. 데이터 수집을 위해 각각의 조건마다 5초씩 3회 측정 후, 중간 3초 동안의 근전도 신호를 이용하여 평균값을 구하였다. 측정 순서는 무작위로 정하였고, 피로를 예방하기 위해서 각 조건 사이에 5분씩의 휴식시간을 주었다. 모든 조건에서의 근활

성도 측정이 끝난 후에 약 10분간의 휴식을 주었고, 이어서 각각의 조건에서 수집된 근육들의 근활성도를 정규화하기 위해 Kendall 등(2005)이 제시한 근력 평가 방법에 따라 각 근육들의 최대 수의적 등척성 수축(MVIC) 시 근활성도를 측정하였다. 측정된 모든 근활성도를 평균평방근(RMS)으로 처리한 후, 각 근육의 조건별 근활성도를 최대 수의적 등척성 수축 시 근활성도에 대한 백분율로 계산하여 분석하였다.

4. 분석 방법

통계 분석을 위하여 SPSS version 12.0 프로그램을 사용하였다. 운동면과 어깨 굽힘 각도에 따른 앞톱니근과 위등세모근, 큰가슴근의 근활성도의 차이를 알아보기 위해 반복 측정된 개체 내 이요인 분산분석(repeated measures ANOVA with 2 × 2 within-subject factors)을 사용하였다. 두 가지 요인은 운동면(시상면, 어깨뼈면)과 어깨 굽힘 각도(90°, 130°)였고, 4개의 수준(2 X 2)으로 분석하였다. 유의수준은 α=0.05로 하였다.

III. 연구 결과

Table 1은 어깨 내밀 운동 시 운동면과 어깨 굽힘 각도에 따른 앞톱니근, 위등세모근, 큰가슴근의 활성도이다. 앞톱니근, 위등세모근과 큰가슴근의 근활성도 모두 운동면과 어깨 굽힘 각도의 상호작용 효과가 나타나지 않았다. 앞톱니근과 위등세모근의 근활성도는 운동면 사이에는 통계학적으로 유의하지 않았으나 어깨 굽힘 각도에서는 유의한 차이를 보였다. 큰가슴근의 근활성도는 운동면과 어깨 굽힘 각도에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 2).

IV. 고 찰

본 연구는 어깨 내밀 운동 시에 앞톱니근과 위등세모근, 큰가슴근의 근활성도가 운동면과 어깨 관절의 굽힘 각도에 따라 어떤 차이를 보이는지 알아보기 위하여, 정상 성인 21명을 대상으로 수행하였다.

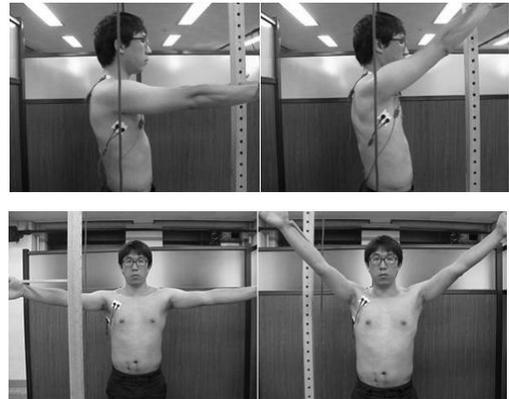


Fig. 1. Scapular protraction on sagittal and scapular plane

Table 1. EMG activity of three muscles on movement plane and sholdlder flexion angle during scapular protraction

Muscles	Sagittal plane		scapular plane	
	Shoulder flexion 90°	Shoulder flexion 130°	Shoulder flexion 90°	Shoulder flexion 130°
Serratus anterior	51.34±15.29*	60.71±13.76	49.37±12.90	68.81±13.77
Upper trapezius	15.86±9.13	34.12±27.61	21.32±19.81	33.65±17.73
Pectoralis major	30.33±13.58	18.03±11.84	11.95±8.25	7.43±2.94

\*최대 수의 등척성 수축(MVIC), 평균±표준편차

Table 2. Significance of EMG activity of three muscles on movement plane and shoulder flexion angle

Muscles	Effect	F-value	p-value
Serratus anterior	plane	1.013	.32
	angle	22.342	.00*
	plane × angle	2.734	.10
Upper trapezius	plane	2.315	.13
	angle	11.819	.00*
	plane × angle	.323	.57
Pectoralis major	plane	43.973	.00*
	angle	14.809	.00*
	plane × angle	3.167	.08

\*p<.05.

연구 결과 앞톱니근과 위등세모근의 근활성도는 어깨 관절의 굽힘 각도에 따라 유의한 차이가 있었고, 운동면 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 큰가슴근의 근활성도는 운동면과 어깨 굽힘 각도에 따라 모두 유의한 차이를 보였다.

앞톱니근의 근력 약화는 어깨뼈 익상(scapular winging)을 발생시키고 어깨뼈의 위쪽 돌림을 부족하게 하여 어깨 충돌 증후군이나 근육돌레띠(rotator cuff) 손상을 일으키는 주요 원인이다. 앞톱니근의 근력이 약할 경우, 그 기능을 보상하기 위하여 위등세모근이나 큰가슴근 등의 다른 협력근들이 과활동성(hyperactivity)을 보이게 되고, 근육 통증의 원인이 되기도 한다. 그렇기 때문에 많은 연구자들이 앞톱니근의 근력을 증가시키기 위한 운동을 개발하면서, 다른 근육들이 함께 과도한 수축을 하지 않고 앞톱니근만을 선택적으로 강화시킬 수 있는 방법을 모색하고 있다(Ludewig 등, 1996; Martins 등, 2008). Ludewig 등(1996)은 표준 푸쉬-업 운동(standard push-up exercise)이 변형된 푸쉬-업 운동이나 벽 푸쉬-업 운동(wall push-up exercise)에 비해 앞톱니근과 위등세모근의 근활성도의 비(ratio)가 잘 균형을 이루는 운동이라고 하였고, Martins 등(2008)도 벤치프레스 운동이 벽 푸쉬-업 운동이나 무릎 푸쉬-업 운동(knee push-up exercise)에 비해 앞톱니근의 근활성도가 낮고 위등세모근의 근활성도가 높은 환자들에게 효과적인 운동이라고 하였다.

본 연구에서 앞톱니근과 위등세모근의 근활성도는 어깨 관절의 굽힘 각도가 130°일 때가 90°일 때에 비해 유의하게 높았다. 이러한 결과는 어깨 관절의 굽힘 각도가 130°일 때 근육의 길이가 더 짧아진 상태에서 수축하기 때문인 것으로 생각되며, 어깨 관절의 굽힘 각도가 커짐에 따라 근활성도가 증가한다고 보고한 선행 연구들(Antony와 Keir, 2010; Ebaugh 등, 2005; Ludewig 등, 1996; MacDonell 등, 2005)의 주장과 일치하는 결과이다. 그러나 두 운동면에서 앞톱니근과 위등세모근의 근활성도는 차이가 없었다.

Antony와 Keir (2010)는 시상면과 어깨뼈면, 관상면에서 팔을 들어올릴 때 어깨 주위 근육들의 근활성도를 조사했는데 이들의 연구에서도 위등세모근의 근활성

도는 운동면에 따라 유의한 차이가 없는 것으로 보고되었다. 따라서 앞톱니근이나 위등세모근의 근력을 강화시키기 위해서는 운동면에 상관없이 어깨 관절의 굽힘 각도를 크게 하는 것이 도움이 될 것이다. 하지만 어깨 관절의 안정성을 고려하여 심부 근육을 활성화시키기를 원한다면 시상면보다는 어깨뼈면에서의 운동이 좋을 것으로 생각된다(Moseley 등, 1992).

본 연구에서는 큰가슴근의 근활성도도 함께 조사하였는데, 운동면과 어깨 관절의 굽힘 각도에 따라서 모두 유의한 차이를 보였다. 어깨뼈면에서의 운동 시보다 시상면에서의 운동 시 근활성도가 유의하게 높았고, 어깨 관절의 굽힘 각도가 90°일 때가 130°일 때보다 유의하게 높은 근활성도를 나타냈다. 이것은 큰가슴근이 위팔뼈(humerus)를 몸통의 안쪽 아래 방향으로 모으고(adduction) 돌리는(internal rotation) 기능을 하는 근육이기 때문에(Kendall 등, 2005) 이러한 모멘트와 반대되는 방향으로 운동이 발생할수록 근활성도가 낮아지는 것으로 생각된다.

큰가슴근은 위팔어깨관절(glenohumeral joint) 기능부전의 요인이 될 수 있는 근육이다. 만약 큰가슴근이 어깨 밑근(subscapularis)과 적절하게 맞균형(counterbalance)을 이루지 못하면, 위팔뼈의 머리(humeral head)가 앞으로 활주(anterior gliding)되거나 견갑대(shoulder girdle)가 하강(depression)하고 어깨뼈의 상승(elevation)이 어려워져 기능적인 제한을 초래할 수 있다(Sahrmann, 2001). 그렇기 때문에 큰가슴근의 근활성도가 너무 증가되지 않도록 것은 견갑대의 근육들을 운동시키는 데 중요하다. 하지만 선택적인 견갑대 근육들의 근력 강화를 위한 연구들에서 큰가슴근의 근활성도를 의미있게 조사한 연구는 거의 없었다. 단지 몇몇의 연구들에서 어깨뼈 주위의 근육들을 운동시키는 동안 앞톱니근과 함께 큰가슴근의 근활성도도 함께 증가하는 것으로 보고되었다(Decker 등, 1999; Hiengkaew 등, 2003; Hintermeister 등, 1998; Kim 등, 2010). 한편, 다른 분야의 연구들에서는 푸쉬-업 운동이 큰가슴근의 근활성도를 증가시키기 위한 방법으로 사용되기도 한다(Lehman 등, 2006; Uribe 등, 2010). 국내에서도 네발기 자세(quadruped position)에서 앞톱니근의 선택적인 근력 강화 운동을 하는 등

안, 근전도 되먹임 장치를 이용하여 큰가슴근의 활성도를 낮추는 연구가 있었다(Jeon 등, 2011). 이들의 연구 결과, 근전도 되먹임 장치를 이용하여 큰가슴근의 활성도를 낮추었을 때 상대적으로 앞뿔니근의 근활성도는 증가된 것으로 나타났다. 이것은 푸쉬업 운동 시 큰가슴근이 낮아진 앞뿔니근의 기능을 보상하는 역할을 할 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 앞뿔니근의 선택적인 강화 훈련을 위해서는 위등세모근 뿐만 아니라 큰가슴근의 근활성도도 낮은 상태로 유지하면서 앞뿔니근만의 근활성도를 높일 수 있는 방법을 찾는 것이 중요하다.

본 연구에서 큰가슴근의 근활성도를 가장 낮은 상태로 유지하면서 앞뿔니근의 근활성도를 증가시킬 수 있는 운동 방법은 어깨뼈면에서 어깨 관절을 130° 올린 상태에서 어깨 내밀 운동을 하는 것이었다. 어깨 관절에서 위팔뼈가 안쪽으로 모이거나 낮아질수록 큰가슴근의 근활성도가 증가되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 위등세모근의 근활성도를 낮은 상태로 유지하면서 앞뿔니근을 강화시키기 위해서는 시상면에서 어깨 관절을 90° 굽힌 자세로 어깨 내밀 운동을 하는 것이 좋을 것이다. 앞뿔니근이나 위등세모근 모두 운동면에 따라서 근활성도에 유의한 차이가 없었지만 시상면 90°에서 위등세모근의 근활성도가 가장 낮았기 때문이다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 먼저 본 연구에서는 선 자세에서 아무런 저항 없이 최대로 어깨 내밀 운동을 하는 동안의 근활성도를 평가하였다. 앞뿔니근의 근력을 강화시키기 위한 여러 가지 방법들 중에는 엎드린 자세에서 손으로 몸의 체중을 지지하도록 하여 부하(load)를 주거나, 똑바로 선 자세에서 팔을 들어올리는 동안 아령 등을 이용하여 저항을 주고, 여러 근육들의 근활성도를 측정할 연구들이 많다. 많은 저항을 주는 것은 오히려 다른 협력근들의 보상작용을 초래할 수 있기 때문에 본 연구에서는 아무런 저항을 주지 않은 채로 순수하게 어깨 내밀 운동 시의 근활성도를 조사하였다. 실제 임상에서는 고객의 상태에 따라 운동 자세나 저항의 정도를 결정해야 하기 때문에 본 연구에서의 운동 방법을 적용할 때에는 주의가 필요할 것이다. 또한 본 연구에서는 앞뿔니근과 위등세모근, 큰가슴근의 근활성도만을 측정하였다. 그것은 앞뿔니근의 근력 강

화 운동 시 보상작용을 하는 근육들을 연구하기 위함이었다. 마지막으로 본 연구는 평균 연령 23.95세의 젊은 정상 성인들을 대상으로 하였기 때문에 일반화시키는 데에는 제한이 있을 것이다.

## V. 결론

본 연구는 선 자세에서 어깨 내밀 운동을 하는 동안 앞뿔니근과 위등세모근, 큰가슴근의 근활성도를 조사하였다. 연구 결과, 앞뿔니근과 위등세모근의 근활성도는 어깨 관절의 굽힘 각도에 따라 유의한 차이가 있었고, 운동면에 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 그리고 큰가슴근의 근활성도는 운동면과 어깨 굽힘 각도에 따라 모두 유의한 차이를 보였다. 따라서 앞뿔니근의 선택적인 근력 강화를 위해서는 시상면보다 어깨 뼈면에서의 운동이 더 좋을 것으로 생각된다. 또한, 어깨 관절의 굽힘 각도는 보상작용을 더 많이 하는 근육이 큰가슴근일 경우는 높은 각도에서, 위등세모근일 경우에는 낮은 각도에서의 운동이 더 효율적인 것이다. 앞으로의 연구에서는 아령이나 탄력 밴드 등을 이용하여 저항을 주었을 때의 근활성도에 관한 연구와 앞뿔니근의 근력이 약해서 기능부전이 있는 사람들을 대상으로 한 연구가 필요할 것이다.

## 참고문헌

- Antony NT, Keir PJ. Effects of posture, movement and hand load on shoulder muscle activity. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20(2):191-8.
- Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA et al. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med.* 2004;38(1):64-8.
- Cools AM, Witvrouw EE, Mahieu NN, Danneels LA. Isokinetic

- scapular muscle performance in overhead athletes with and without impingement symptoms. *J Athl Train*. 2005;40(2):104-10.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Gaithersburg. Aspen. 2011.
- Criswell E. Cram's Introduction to Surface Electromyography. Sudbury. Jones and Bartlett Publishers. 2010.
- Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ et al. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med*. 1999;27(6):784-91.
- Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Three-dimensional scapulothoracic motion during active and passive arm elevation. *Clin Biomech*. 2005;20(7):700-9.
- Ellenbecker T. Shoulder rehabilitation: Non-operative treatment. Thieme Medical Publishers. 2006.
- Hallström E, Kärrholm J. Shoulder kinematics in 25 patients with impingement and 12 controls. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;448:22-7.
- Hiengkaew V, Wichaiwong K, Chaiyakul S et al. Concerning the pectoralis major in active reaching exercise. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 2003;43(3):157-63.
- Hintermeister RA, Lange GW, Schultheis JM et al. Electromyographic activity and applied load during shoulder rehabilitation exercises using elastic resistance. *Am J Sports Med*. 1998;26(2):210-20.
- Hislop HJ, Montgomery J. Daniels and Worthingham's muscle testing: Techniques of manual examination. 7th ed. Philadelphia PA. Saunders. 2007.
- Jeon YJ, Chung SD, Kim SH et al. Selective activation of serratus anterior using electromyography biofeedback during push-up plus. *Journal of the Korean Academy of University Trained Physical Therapists*. 2011; 18(1):1-8.
- Kamkar A, Irrgang JJ, Whitney SL. Nonoperative management of secondary shoulder impingement syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1993;17(5):212-24.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG et al. Muscle: testing & function, with posture and pain. 5th ed. Baltimore. Williams and Wilkins. 2005.
- Kim B, Gong W, Lee S. The effect of push-up plus exercise with visual biofeedback on the activity of shoulder stabilizer muscles for winged scapula. *J Phys Ther Sci*. 2010;22(4):355-8.
- Lehman GJ, MacMillan B, MacIntyre I et al. Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. *Dyn Med*. 2006;5(1):7.
- Levangie PK, Santasier AM, Stout NL et al. A qualitative assessment of upper quarter dysfunction reported by physical therapists treated for breast cancer or treating breast cancer sequelae. *Support Care Cancer*. 2011; 19(9):1367-78.
- Ludewig PM, Cook TM, Nawoczenski DA. Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions of humeral elevation. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1996;24(2):57-65.
- Lukasiewicz AC, McClure P, Michener L et al. Comparison of 3-dimensional scapular position and orientation between subjects with and without shoulder impingement. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1999; 29(10):574-86.
- MacDonell CW, Keir PJ. Interfering effects of the task demands of grip force and mental processing on isometric shoulder strength and muscle activity. *Ergonomics*. 2005;48(15):1749-69.
- 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.
- McCann PD, Wootten ME, Kadaba MP et al. A kinematic and electromyographic study of shoulder rehabilitation exercises. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(288):179-88.
- McClure PW, Bialker J, Neff N et al. Shoulder function and 3-dimensional kinematics in people with shoulder impingement syndrome before and after a 6-week exercise program. *Phys Ther*. 2004;84(9):832-48.
- Moseley JB Jr, Jobe FW, Pink M et al. EMG analysis of

- the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *Am J Sports Med* 1992;20(2):128-34.
- Roberts CS, Davila JN, Hushek SG et al. Magnetic resonance imaging analysis of the subacromial space in the impingement sign positions. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11(6):595-9.
- Sahrmann S. *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes.* New York. Mosby. 2001.
- Uribe BP, Coburn JW, Brown LE et al. Muscle activation when performing the chest press and shoulder press on a stable bench vs. a swiss ball. *J Strength Cond Res.* 2010;24(4):1028-33.
- Warner JJ, Micheli LJ, Arslanian LE et al. Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome: a study using Moire topographic analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;(285):191-9.
- Weon JH, Kwon OY, Cynn HS et al. Real-time visual feedback can be used to activate scapular upward rotators in people with scapular winging: an experimental study. *J Physiother.* 2011;57(2):101-7.
- Weon JH, Oh JS, Cynn HS et al. Influence of forward head posture on scapular upward rotators during isometric shoulder flexion. *J Bodyw Mov Ther.* 2010;14(4): 367-74.