J Korean Soc Phys Med, 2015; 10(4): 113-121
http://dx.doi.org/10.13066/kspm.2015.10.4.113
Online ISSN: 2287-7215
Print ISSN: 1975-311X

Research Article

Open Access

어깨관절 가쪽돌림이 팔을 올리는 동안 어깨뼈 위쪽돌림근의 근활성도에 미치는 영향

정도영 · 원종혁†
중부대학교 물리치료학과, 운동병리 과학 연구소

Effect of Shoulder External Rotation on EMG Activity of the Scapular Upward Rotators during Arm Elevation

Do-Young Jung, PT, PhD · Jong-Hyuck Weon, PT, PhD†
Kinesiopathologic Science Institute, Department of Physical Therapy, Joongbu University

Received: October 13, 2015 / Revised: October 13, 2015 / Accepted: October 27, 2015
ⓒ 2015 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to determine the effect of shoulder external rotation on muscle activities of the scapular upward rotators during arm elevation.

METHODS: Nineteen healthy subjects with no medical history of shoulder pain or upper extremity disorders were recruited for this study. Electromyography (EMG) was used to measure the muscle activities of the serratus anterior (SA), upper trapezius (UP), lower trapezius (LT) and infraspinatus (IS) muscles during arm elevation. The EMG activities were recorded while the subjects performed 90° arm elevation with three different arm positions; palm down (PD), neutral position (NP), and palm up (PU). While seated in a chair, the subject was asked to raise the upper extremity in the sagittal plane in random order. Subjects performed 90° arm elevations in three trials at each arm position. The mean EMG activity normalized by the maximal voluntary isometric contraction was analyzed across three arm positions. Repeated measures one-way ANOVA and the post hoc Bonferroni tests were used to determine the differences in muscle activities among the three arm positions.

RESULTS: The EMG activities of the SA and IS were significantly greater in the PU condition than in the other conditions during arm elevation. No significant difference was noted between the NP and PD conditions during arm elevation.

CONCLUSION: These results suggest that shoulder external rotation (palm up position) can be used to activate the SA. Therefore, we recommend a scapular protraction exercise in the palm up position for strengthening the SA.

Key Words: Eelectromyography, Shoulder External Rotation, Scapular Upward Rotator, Serratus Anterior

†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.

Ⅰ. 서 론

위팔뼈(humerus)를 위쪽으로 180° 올리기 위해서는 위팔어깨관절(glenohumeral joint)에서 120°의 굽힘(flexion)이 일어나고 동시에 어깨뼈의 60° 위쪽돌림(upward rotation)이 일어나야 한다(Inman 등, 1944). 어깨뼈의 위쪽돌림은 앞톱니근(serratus anterior)과 위등세모근(upper trapezius), 아래등세모근(lower trapezius)의 수축에 의해 이루어지며, 위쪽돌림근 사이에 불균형이 있거나 어깨뼈의 위쪽돌림이 부족한 경우에는 어깨의 기능부전(shoulder dysfunction)이나 충돌증후군(impingement syndrome), 운동이상(scapular dyskinesis) 등의 여러 가지 문제들이 발생할 수 있다(Hallstrom과 Karrholm, 2006; Lukasiewicz 등, 1999; McClure 등, 2006; Warner 등, 1992).

어깨뼈 위쪽돌림근들 사이의 불균형은 주로 앞톱니근의 근 활성도 저하와 이를 보상하기 위한 위등세모근의 근 활성도 증가로 나타나며(Cools 등, 2004; Cools 등, 2005; Ludewig 등, 1996), 이러한 문제점을 해결하기 위하여 많은 연구들에서 앞톱니근의 근력을 강화시키기 위한 운동방법들을 고안하였다(Decker 등, 1999; Hardwick 등, 2006; Lear와 Gross, 1998; Ludewig 등, 2004; McClure 등, 2004; Moseley 등, 1992). 푸쉬-업 운동(push-up exercise)과 푸쉬-업 플러스 운동(push-up plus exercise)은 앞톱니근의 근 활성도를 유의하게 증가시킬 수 있는 운동 방법으로 보고되었고(Decker 등, 1999, Ludewig 등, 2004), 벽 쓰다듬어 올리기(wall slide exercise), 팔 앞으로 밀기(forward reach) 등의 운동방법도 앞톱니근의 근력을 강화시킬 수 있는 방법으로 소개되었다(Hardwick 등, 2006; Jung 등, 2013). 또한 임상에서도 여러 연구에서 근 활성도를 증가시킬 수 있는 운동방법으로 소개된 퓌쉬-업 운동이나 좁은 공간에서 쉽게 적용할 수 있는 팔 앞으로 밀기 등의 운동을 많이 활용하고 있다.

그 외에 앞톱니근을 비롯한 어깨뼈 위쪽돌림근들의 근 활성도에 영향을 미칠 수 있는 여러 가지 요인들에 대한 연구들도 있었다. 선행 연구들에 따르면, 어깨뼈 위쪽돌림근들의 근 활성도는 머리와 목의 자세에 따라서 영향을 받는 것으로 조사되었는데, 전방머리자세(forward head posture)를 취하면 중립자세(neutral position)에 비해 앞톱니근의 근 활성도가 감소하고 상대적으로 위등세모근의 근 활성도가 증가하는 것으로 밝혀졌다(Weon 등, 2010). 또한, 손에 가해지는 무게와 쥐는 힘의 정도에 따라서도 어깨 주위 근육들의 근 활성도가 영향을 받는다는 보고도 있었다(Antony와 Keir, 2010).

하지만 어깨관절(shoulder joint)의 돌림(rotation)과 관련되어 어깨뼈 위쪽돌림근들의 근 활성도 변화를 조사한 연구는 없었다. 선행 연구들을 살펴보면, 푸쉬-업 운동은 손바닥이 아래를 향하게 하므로 어깨관절이 안쪽돌림(internal rotation)이나 중립자세를 취하게 되는 운동이고, 벽 쓰다듬어 올리기 운동은 시작자세가 팔꿈관절(elbow joint)을 굽히고 아래팔(forearm)은 벽에 붙이는 자세이므로 어깨관절을 가쪽돌림(external rotation)하는 자세이다. 또한 팔을 앞으로 미는 운동이나 위로 들어 올리는 운동은 대부분의 연구에서 중립자세를 취하고 있다(Jung 등, 2013; Ha 등, 2012; Ludewig 등, 2004; Park 등, 2013). 이와 같이 어깨뼈 위쪽돌림근을 강화시키기 위한 운동방법들마다 어깨관절의 자세는 안쪽돌림이나 중립자세, 혹은 가쪽돌림으로 다양한 자세를 취하도록 하고 있으며, 이러한 사정은 임상에서도 유사할 것이다.

어깨뼈 위쪽 돌림근들의 근력강화운동을 하는 동안 어깨관절을 안쪽돌림이나 가쪽돌림 자세로 취하는 것은 가시아래근 등의 근육둘레띠(rotator cuff)나 어깨세모근(deltoid)을 비롯한 어깨뼈위팔뼈 근육(scapulohumeral muscle)들의 근 긴장도를 변하게 하므로 위팔어깨관절의 운동에 영향을 미칠 것이고, 이러한 영향은 어깨뼈 위쪽돌림근들의 근 활성도에까지 이어질 것이다. 그러나 현재까지 앞톱니근을 비롯한 어깨뼈 위쪽돌림근들의 근 활성도를 증가시키기 위한 운동방법들을 조사한 연구들에서는 푸쉬-업 운동과 같이 운동방법의 특성상 다른 자세를 취할 수 없는 경우를 제외하고는 대부분 어깨관절을 중립자세로 취하게 하였다. 임상에서 앞톱니근을 강화시키기 위해 자주 사용되고 있는 팔 앞으로 밀기와 같이 운동의 경우에도 어깨관절은 대개 중립자

세나 팔짱을 낀(cross-armed) 자세를 취하도록 하고 있어 어깨관절의 회전에 따른 어깨뼈 위쪽돌림근들의 근활성도의 변화에 대한 연구가 시급한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 어깨관절의 돌림 자세에 따른 어깨뼈 위쪽돌림근들과 가시아래근의 근 활성도의 변화를 알아보고자 하였다.

본 연구의 가설은 다음과 같다. 첫째, 앞톱니근의 근 활성도는 위팔어깨관절의 돌림 자세에 따라 유의한 차이를 보일 것이다. 둘째, 가시아래근(infraspinatus)의 근 활성도는 위팔어깨관절의 돌림 자세에 따라 유의한 차이를 보일 것이다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 00대학교에 재학 중인 19명의 건강한 성인남성을 대상으로 하였다. 평균 연령은 23.37±2.64세이었고, 평균 신장은 168.64±8.59 cm, 평균 체중은 58.91±10.45이었다. 모든 대상자들은 정상적인 의식수준을 가지고 있어서 실험을 수행하는데 문제가 없었으며, 신체에 기능적인 제한도 없었다. 관절제한이나 통증 등의 근골격계 문제가 있어서 연구 결과에 영향을 줄 수 있는 대상자는 실험에서 제외시켰다. 모든 대상자들에게 실험의 취지를 잘 설명하였으며, 대상자들은 자발적으로 실험에 참여하였다. 또한 대상자들은 미리 설명해 준 동의서에 스스로 서명하였다.

2. 실험도구

1) 표면 근전도(Surface Electromyography)

각 근육들의 근 활성도를 측정하기 위해 표면근전도 Noraxon TeleMyo 2400 system (Noraxon Inc, Scottsdale, AZ, USA)을 사용하였다. 또한 Noraxon MyoResearch 1.06 XP 소프트웨어를 이용하여 각 근육들의 근 활성도를 수집하고 분석하였다. 근전도 신호의 표본 추출률은 1000Hz로 설정하였고, 밴드 패스 필터는 10~450Hz로, 노치 필터는 60Hz와 120Hz로 각각 설정하였다.

3. 실험방법

어깨관절의 돌림 자세에 따른 어깨뼈 위쪽돌림근들의 근 활성도를 측정하기 위해서 앞톱니근과 위등세모근, 아래등세모근에, 그리고 근육돌림띠의 근 활성도를 측정하기 위해서 가시아래근에 근전도 전극(Ag/AgCl surface electrodes)을 부착하였다. 부착 전에 미리 부착할 부위를 면도하고 알코올 솜으로 잘 닦은 후에 전극을 부착하였다. 앞톱니근의 전극은 겨드랑 아래 부위의 넓은등근(latissimus dorsi) 앞쪽 부분에서 어깨뼈의 아래각(inferior angle)과 같은 높이에 있는 앞톱니근의 평행근에 부착하였고, 위등세모근의 전극은 7번 목뼈의 가시돌기와 어깨뼈의 뒤쪽-가쪽 봉우리(posterolateral acromion) 사이의 중간 지점에 근육과 평행하게 부착하였다. 아래등세모근의 전근은 어깨뼈의 아래각에서 55° 각도로 위치한 근육의 중간 부분에 부착하였고, 가시아래근의 전극은 가시아래오목(infraspinatus fossa) 중간지점에 근육과 평행하게 부착하였다(Cram 등, 2011; Criswell 2010).

실험은 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 함께 약 3분간의 예비 실험을 실시하였다.

측정은 앉은 자세에서 실시하였으며, 이 때 대상자들이 미리 설치된 수직선(plumb line)에 몸의 중심선이 일치되도록 하였다. 대상자들은 앉은 자세에서 손에 2kg의 덤벨을 들고, 측정자의 지시에 따라 시상면(sagittal plane)에서 미리 측정된 90°의 높이까지 팔을 들고 5초간 유지하도록 하였다. 측정은 손바닥이 아래를 향하는 Palm Down (PD) 자세와 중립자세인 Neutral Position (NP) 자세, 그리고 손바닥이 위를 향하는 Palm Up (PU) 자세의 세 가지 자세에서 각각 3회씩 실시하였다(Fig. 1.). 데이터 수집을 위해 각각의 조건마다 5초씩 3회 측정한 후, 중간 3초간의 근전도 신호를 이용하여 평균값을 구하였다. 측정 순서는 무작위로 정하였고,

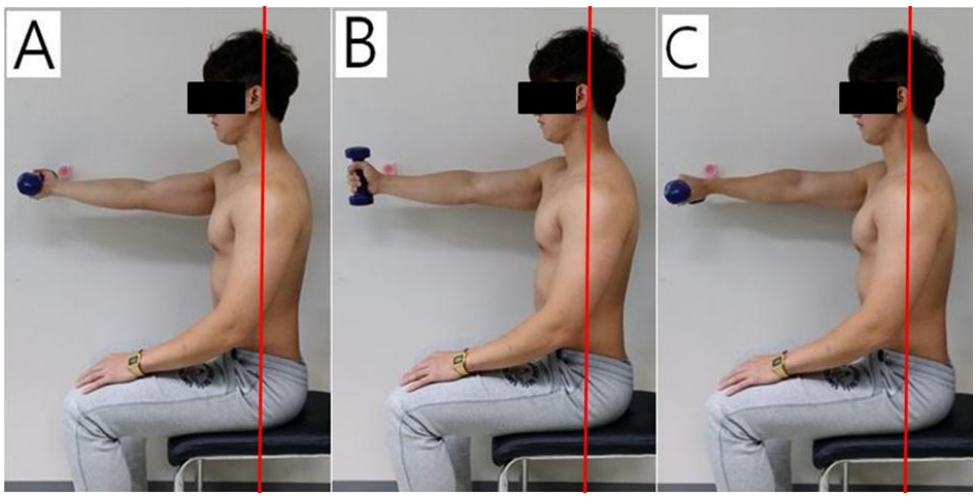

Fig. 1. Three arm positions during 90° arm elevation.
(A) Palm up position. (B) Neutral position. (C) Palm down position.

각 조건 사이에 2분씩의 휴식시간을 주어 피로를 예방하였다. 모든 측정이 끝난 후에 약 10분간의 휴식을 주었고, 이어서 수집된 근육들의 근 활성도를 정규화하기 위해 Kendall 등(2005)이 제시한 근력 평가 방법에 따라 각 근육들의 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC) 시 근 활성도를 측정하였다. 모든 측정된 근 활성도는 평균평방근(RMS)으로 처리한 후, 최대 수의적 등척성 수축 시 근 활성도에 대한 백분율로 계산하여 분석하였다.

4. 분석방법

위팔어깨관절의 돌림 자세에 따른 어깨뼈 위쪽돌림근들과 가사아래근의 근 활성도 차이를 비교하기 위해서 반복된 일요인 분산분석(one-way repeated ANOVA)을 사용하였고, 유의수준은 α=0.05로 하였다. 이 검증을 통해서 통계학적으로 유의한 차이가 발견되었을 때 본페로니 t-검정교정(paired-sample t tests with Bonferroni correction)을 이용하여 사후검증을 실시하였으며, 이 때의 유의수준은 α=0.017(0.05/3)로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

Table 1과 Fig. 2 에서 팔을 90° 들어 올려 유지하는

Table 1. Means values of EMG activities (%MVIC) of scapular upward rotators during arm elevation

Muscles	Arm position			F-value	p-value
	PD	NP	PU		
SA	35.88±9.26 *	32.98± 9.01	49.85±12.02	14.91	.000**
UP	25.67±14.80	24.46±13.10	31.10±13.65	1.29	.284
LT	48.69±19.87	49.89±20.18	51.51±22.82	.09	.918
IS	32.99±11.25	31.24± 9.90	47.67±17.04	9.02	.000**

*mean±standard deviation
**p<.05
Abbreviation: MVIC, maximum voluntary isometric contraction; SA, serratus anterior; IS, infraspinatus; PD, palm down; NP, neutral position; PU, palm up.

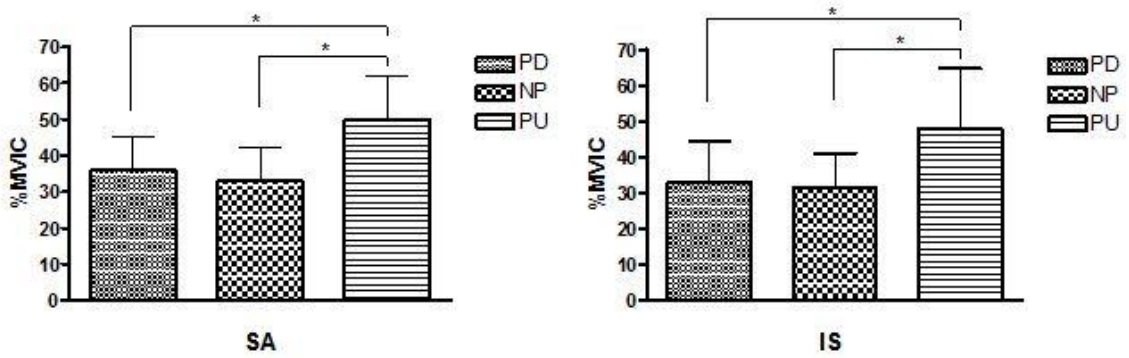

Fig. 2. Three arm positions during 90° arm elevation.
(A) Palm up position. (B) Neutral position. (C) Palm down position.
Abbreviation: SA, serratus anterior; IS, infraspinatus; PD, pa lm down; NP, neutral position; PU, palm up. *p<0.017

동안 팔의 돌림자세에 따른 어깨뼈 위쪽돌림근들과 가시아래근의 근활성도의 변화를 제시하였다. 연구 결과, 앞톱니근과 가시아래근의 근 활성도에서 유의한 차이를 보였으며, 사후분석 결과 손바닥을 위로 향하게 하는 PU 자세로 팔을 올렸을 때가 다른 두 자세에서 팔을 올렸을 때 보다 유의하게 높은 근 활성도를 나타내었다. 중립자세(NP)와 손바닥을 아래로 향하게 하는 자세(PD) 사이에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 위등세모근과 아래등세모근의 근 활성도는 팔의 돌림자세 사이에 유의한 변화를 보이지 않았다.

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 팔을 90° 들어 올려 유지하는 동안 팔의 돌림자세가 어깨뼈 위쪽돌림근들과 가시아래근의 근활성도에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위하여 정상 성인남성 19명을 대상으로 실시하였다. 연구 결과 앞톱니근과 가시아래근의 근 활성도는 팔의 돌림자세에 따라 유의한 차이를 보였고, 위등세모근과 아래등세모근의 유의한 차이를 보이지 않았다. 앞톱니근과 가시아래근의 근 활성도는 손바닥이 위로 향하게 하는 PU 자세에서 다른 두 자세에서보다 유의하게 높게 나타났다.

앞톱니근의 근 활성도 저하는 어깨뼈의 위쪽돌림을 부족하게 하여 어깨 충돌증후군을 일으키거나 어깨뼈 익상(scapular winging)을 발생시키는 등의 어깨 기능부전(shoulder dysfunction)을 일으키는 주요 원인이다(Lehman 등, 2006; Lopes 등, 2015). 앞톱니근의 근력이 약할 경우, 그 기능을 보상하기 위하여 위등세모근이 과활동성(hyperactivity)을 보이게 되고, 근육 통증의 원인이 되기도 한다. 그렇기 때문에 많은 연구자들이 앞톱니근의 근력을 증가시키기 위한 운동을 개발해왔다(Ellenbecker, 2006; Hardwick 등, 2006; Jung등, 2013; Ludewig 등, 1996; McClure 등, 2004).

본 연구는 팔의 돌림자세가 위쪽돌림근들의 근 활성도에 미치는 영향에 대해 처음 시도한 실험으로 팔을 세 가지 돌림자세로 90° 들어 올린 자세에서 어깨뼈 위쪽돌림근들과 가시아래근의 근 활성도를 각각 측정, 비교하였다. 연구 결과 팔을 가쪽돌림하는 PU 자세로 팔을 들어 올렸을 때가 팔의 안쪽돌림을 유도하는 PD 자세나 NP 자세에 비해 앞톱니근과 가시아래근의 근 활성도가 유의하게 높은 것으로 나타났다. 앞톱니근의 근 활성도가 유의한 차이를 보인 이유는 다음과 같이 생각할 수 있다.

먼저 길이-장력 관계(length-tension relationship)로 설명할 수 있다(Rack과 Westbury, 1969). PU 자세에서 팔을 들어 올리는 동안 위팔어깨관절의 가쪽돌림을 유지하기 위해 가시아래근이 수축하게 되고 그로 인해 위팔

어깨관절의 운동성이 제한되어 다른 두 자세(NP 자세, PD 자세)보다 어깨뼈의 아래각(inferior angle)이 더 내밀어지게(protraction) 된다. 결과적으로 PU 자세에서 앞톱니근은 다른 두 자세보다 더 단축된 범위(shortened range)에 위치하게 되어 더 높은 근 활성도를 보인 것으로 생각된다. Xavier 등(2015)의 연구에 의하면 Empty-can 운동 시보다 Full-can 운동 시에 어깨뼈의 위쪽돌림이 더 증가하는 것으로 나타났다. Xavier 등(2015)은 Empty-can 운동과 Full-can 운동을 하는 동안 어깨뼈와 위팔어깨관절의 운동성을 조사하였는데, Empty-can 운동에서는 Full-can 운동에서보다 운동 위팔어깨관절의 운동성이 증가하고 Full-can 운동에서는 Empty-can 운동보다 어깨뼈의 운동성, 즉 어깨뼈의 위쪽돌림이 증가하는 것으로 보고하였다. 이와 같이 어깨뼈의 가쪽돌림은 어깨뼈를 안쪽돌림 하였을 때보다 어깨뼈의 위쪽돌림이 증가하고 그로 인해 앞톱니근은 PU 자세어서 더 단축된 범위에 위치하였을 것이다. 또 다른 원인으로는 가시아래근의 수축으로 인한 위팔어깨관절의 가동성 제한이 팔을 올리는 운동에 대한 저항으로 작용했을 가능성을 들 수 있다. 가시아래근의 근 활성도도 유의한 차이를 보였는데, 그러한 이유는 가시아래근이 가쪽돌림의 작용근(agonist)이므로 팔의 돌림자세에 따라서 PU 자세에서 가장 높은 근 활성도를 보이게 되는 당연한 결과로 생각할 수 있다. Lee 등(2014)은 Empty-can 운동과 Full-can 운동 시의 근 활성도를 조사하였는데, 이들의 연구에서 가시아래근의 근 활성도는 두 가지 운동방법들 사이에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 본 연구의 결과와 다른 결과를 보였는데, 그것은 Full-can 운동을 하는 동안 위팔어깨관절의 자세가 본 연구에서 PU 자세와 다르기 때문일 것이다. Full-can 운동에서 보다 PU 자세에서 위팔어깨관절이 더 가쪽돌림 자세를 취하게 된다. 그로 인해 본 연구에서는 가시아래근의 근 활성도가 유의한 차이를 보였을 것이다.

본 연구에서 위등세모근의 근 활성도는 팔의 돌림자세에 따라 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이것은 가시아래근을 수축시키도록 하는 팔의 PU 자세가 어깨뼈의 높이 변화보다는 아래각의 내밈에 더 많은 차이를 발생시키기 때문인 것으로 추측할 수 있다. 또한 아래등세모근의 근 활성도 역시 팔의 돌림자세에 따라 유의한 차이가 없었다. 그러한 이유는 Bagg와 Forrest (1986)의 연구에서 나타난 것처럼 아래등세모근이 팔을 올리는 마지막 범위에서 주로 작용하기 때문에 90° 정도의 굽힘에서는 별다른 차이를 보이지 않았던 것으로 생각된다.

본 연구의 결과에서 앞톱니근의 근 활성도는 팔의 돌림자세가 PU 자세일 때, 다른 두 가지 자세보다 유의하게 높게 나타났지만, NP 자세와 PD 자세 사이에서는 유의한 차이가 없었다. 그 원인은 다음과 같이 설명할 수 있다. 첫째로는 NP 자세와 PD자세 사이에는 가시아래근의 근 활성도에 유의한 차이가 없었다는 점을 들 수 있다. 가시아래근의 근 활성도가 유의한 차이를 보이지 않았다는 것은 어깨뼈의 가동성에 차이가 없었다는 것을 의미하므로 NP 자세와 PD 자세에서의 근 활성도 사이에도 유의한 차이가 발생하지 않았다는 것이다. 둘째로는 실험방법에 문제가 있었을 수 있다. 본 연구에서 실시한 실험에서 팔의 3가지 자세의 목적은 위팔어깨관절의 돌림자세를 조작하기 위함이었다. PU 자세는 위팔어깨관절의 가쪽돌림을 유도하고, PD 자세는 위팔어깨관절의 안쪽돌림을 NP 자세는 중립자세를 취할 것으로 생각했다. 그러나 아래팔(forearm)에서도 엎침(pronation)과 뒤침(supination)이 발생하여 위팔의 안쪽돌림과 가쪽돌림을 상쇄하는 효과를 주었다. Pu 자세에서는 팔꿈 관절(elbow joint)의 구조상 위팔어깨관절의 가쪽돌림이 충분하게 발생하였지만, NP 자세와 PD 자세에서는 아래팔의 엎침이나 뒤침이 함께 발생하여 위팔어깨관절의 돌림자세를 정확하게 조작할 수 없었다. 그렇기 때문에 NP 자세와 PD 자세에서의 근활성도가 유의한 차이를 보이지 않았을 것으로 생각한다.

본 연구의 실험에서는 시상면에서 팔을 올리도록 하였다. 팔을 들어 올리거나 앞으로 미는 운동(protraction exercise)에 대한 연구들을 살펴보면, 시상면에서 팔을 올리도록 한 연구가 있고(Weon등, 2010; Weon 등, 2011), 어깨뼈면(scapular plane)에서 팔을 올리도록 한 연구가 있다(Antony와 Keir, 2010; Ebaugh 등, 2005). 그러나 Jung 등(2013)의 연구에 의하면 앞톱니근과 위등세모근의 근 활성도는 운동면에 따라 유의한 차이를

보이지 않는 것으로 밝혀졌다. 따라서 운동면은 본 연구의 결과에 별다른 영향을 주지 않았을 것으로 생각된다.

또한 본 연구에서는 팔을 올리는 각도를 90° 한 가지 각도에서 실험을 실시하였다. 팔을 올리는 각도가 증가하면 어깨뼈 위쪽돌림근들의 근 활성도가 유의하게 증가한다는 것은 이미 많은 연구에서 증명되었다(Antony와 Keir, 2010; Ebaugh 등, 2005; Jung 등, 2013; Ludewig 등, 1996; MacDonell 등, 2005). 본 연구는 팔의 돌림자세가 어깨뼈 위쪽돌림근의 근 활성도에 미치는 영향을 확인하기 위한 것으로 연구 결과를 명확하게 하기 위해 팔을 올리는 각도를 90° 한 가지로 설계하였다.

Antony와 Keir(2010)의 연구에 의하면 팔에 가해지는 무게는 어깨 근육들의 근 활성도를 증가시키는 것으로 나타났다. 본 연구에서도 2kg의 덤벨을 사용하였는데, 이것도 어깨 근육들의 근 활성도를 더 증가시키기 위함이었다. Weon 등(2010)은 팔을 올리는 동안 어깨뼈 위쪽돌림근들의 근 활성도를 조사한 연구에서 2kg의 무게를 사용하였는데, 그들은 2kg의 무게와 3kg의 무게를 적용한 예비연구에서 어깨 근육들의 피로를 방지하고 근 활성도를 증가시킬 수 있는 무게로 2kg이 타당하다고 하였다. 따라서 본 연구에서도 2kg의 덤벨을 사용하였다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 먼저 본 연구에서는 앉은 자세에서 2kg의 덤벨을 들고 팔을 90° 들어 올린 자세에서의 근 활성도를 측정하였으므로 임상에서 실시하는 여러 가지 운동에 적용하기에는 제한이 있을 것이다. 임상에서 앞톱니근 강화를 위해 운동을 적용할 때에는 단순히 팔을 들어 올리는 동작 외에 앞으로 밀게 하거나 저항을 주는 등의 여러 가지 방법이 동원될 것이다. 본 연구는 팔의 돌림자세가 어깨뼈 위쪽돌림근들의 근 활성도에 미치는 영향을 평가한 것이므로 앞톱니근을 비롯한 어깨뼈 위쪽돌림근들을 강화시키기 위한 여러 가지 운동방법에 대한 위팔어깨관절의 가쪽돌림의 효과는 앞으로의 연구를 통해 확인해나가야 할 것이다. 또한 본 연구에서는 어깨뼈 위쪽돌림근들과 가시아래근의 근 활성도만을 측정하였는데, 앞으로의 연구에서는 큰가슴근이나 어깨세모근 등의 위팔어깨관절 가쪽돌림에 영향을 받을 수 있는 다른 근육들에 대한 연구도 이루어져야 할 것이다. 마지막으로 본 연구는 정상 성인 남성들을 대상으로 하였으므로 일반화시키는 데에는 주의가 필요할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 정상성인을 대상으로 앉은 자세에서 2kg의 덤벨을 들고 PU 자세와 NP 자세, PD 자세의 세 가지 자세에서 팔을 90° 올리는 동안 앞톱니근과 위등세모근, 아래등세모근, 가시아래근의 근활성도를 조사하였다. 연구 결과 앞톱니근과 가시아래근의 근 활성도는 PU 자세에서 다른 두 자세보다 유의하게 높은 근활성도를 보였다. 그러므로 앞톱니근의 근력강화를 위해서는 위팔어깨관절을 가쪽돌림 한 자세에서 운동을 하는 것이 더 효과적일 것이다. 앞으로의 연구에서는 어깨뼈 위쪽돌림근 뿐만 아니라 어깨세모근과 큰가슴근, 근육둘레띠 등을 대상으로 한 여러 가지 무게와 다양한 운동방법을 적용하는 동안 팔의 자세가 근 활성도에 미치는 영향에 대한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

Acknowledgements

이 논문은 2015년도 중부대학교 학술연구비 지원에 의하여 이루어진 것임.

References

Antony NT, Keir PJ. Effects of posture, movement and hand load on shoulder muscle activity. J Electromyogr Kinesiol. 2010;20:191-8.

Bagg SD, Forrest WJ. Electromyographic study of the scapular rotators during arm abduction in the scapular plane. Am J Phys Med. 1986;65:111-24.

Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, et al. Evaluation of isokinetic force production and associated

muscleactivity 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, et al. Isokinetic scapular muscle performance in overhead athletes with and without impingement symptoms. Athl Train. 2005; 40(2):104-10.

Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Gaithersburg. Apsen. 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 TS. Shoulder rehabilitation: Non-operative treatment. Thieme Medical Publishers. 2006.

Ha SM, Kwon OY, Cynn HS, et al. Comparison of electromyographic activity of the lower trapezius and serratus anterior muscle in different arm lifting scapular posterior tilt exercises. Phys Ther Sport. 2012;13(4):227-32.

Hardwick DH, Beebe JA, McDonnell MK, 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.

Hallström E, Kärrholm J. Shoulder kinematics in 25 patients with impingement and 12 controls. Clin Orthop Relat Res. 2006;448:22-7.

Inman VT, Saunders M, Abbortt LC. Observations on the function of the shoulder joint. J Bone Joint Surg. 1944;26A:1-32.

Jung SD, Weon JH, Jung DY. Effect of movement plane and shoulder flexion angle on scapular upward rotator durting scapular protraction exercise. J Korean Soc Phys Med. 2013;8(1):41-8.

Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, et al. Muscle: testing & function, with posture and pain(5th ed). Baltimore. Williams and Wilkins. 2005.

Lear LJ, Gross MT. An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during push-up progression. J Orthop Sports Phys Ther. 1998;28(3): 146-57.

Lee CK, Itoi E, Kim SJ, et al. Comparison of muscle activity in the empty-can and full can testing positions using F-FDG PET/CT. J Orthop Surg Res. 2014;9(1):85.

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.

Lopes AD, Timmons MK, Grover M, et al. Visual scapular dyskinesis: Kinematics and muscle activity alterations in patients with subacromial impingement syndrome. Arch Phys Med Rehabil. 2015;96(2):298-306.

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.

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):484-93.

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;48:1749-69.

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.

Park KM, Cynn HS, Yi CH, et al. Effect of isometric horizontal abduction on pectoralis major and serratus anterior EMG activity during three exercise in subjects with scapular winging. J Electromyogr Knesiol. 2013;23 (3):462-8.

Rack PMH, Westbury DR. The effect of length and stimulus rate on tension in the isometric cat soleus muscle. J Physiol. 1969;204(2):443-60.

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.

Xavier RL, Paul A, Veronique G, et al. Shoulder coordination during full-can and empty-can rehabilitation exercises. In press. J Athl Train. 2015[Epub ahead of print].