

A Comparison Analysis of EMG on Arm and Trunk Muscle Between Elastic and Inelastic Bar During The Overhead Press Exercise

오버헤드 운동 중 탄성 바와 비탄성 바의 팔과 몸통 근육에 대한 근전도 비교 분석

Il Bong Park

Department of Sports Rehabilitation, Busan University of Foreign Studies, Busan, South Korea

Received : 09 December 2022

Revised : 19 December 2022

Accepted : 26 December 2022

Corresponding Author

Il Bong Park

Department of Sports Rehabilitation,
Busan University of Foreign Studies,
B214, 65, Geumsaem-ro 485-gil,
Geumjeong-gu, Busan, 46234,
South Korea

Email : fnjboss@bufs.ac.kr

Objective: This study was executed to compare and analyze shoulder muscle activation while using an inelastic bar and elastic bar during overhead press exercise. The stability and coordination of shoulder joints will be investigated by measuring and analyzing the EMG of the upper and lower arm muscles.

Method: A total of 20 university male students were recruited by dividing into 2 groups; 10 elastic bar participants (age: 20.17 ± 0.41 yrs, height: 174.31 ± 3.34 cm, weight: 74.68 ± 5.65 kg) and 10 inelastic bar participants (age: 20.09 ± 0.23 yrs, height: 173.53 ± 4.11 cm, weight: 75.32 ± 3.31 kg) participated in this study.

Results: The EMG analysis results of the four muscles measured in this study showed that there was no difference between the left and right muscles between the groups in Upper Trapezius muscle. In Deltoid, Infraspinatus, and Rectus Abdominis muscles, the elastic bar group was significantly higher than the inelastic bar group between groups, and there was no difference between left and right.

Conclusion: Among the four muscles measured in this study, there was no difference between left and right in Deltoid, Infraspinatus, and Rectus Abdominis, but the elastic bar showed significantly higher muscle activity than the inelastic bar. Therefore, it was found that the elastic bar increases muscle activation during exercise than the inelastic bar, and in particular, it further increases muscle activation of the arms and torso, and exercise using the elastic bar can increase neuromuscular stabilization.

Keywords: EMG, Elastic bar, Overhead press, Sports specific training

INTRODUCTION

어깨는 팔과 몸통이 서로 연결된 복합적인(Shoulder Complex) 구조로서 어깨의 4개의 관절(Acromioclavicular, Sternoclavicular, Glenohumeral, Sternoclavicular Joint)은 개별적으로 작용하지 않고, 관절 주변에 위치한 각 근육들이 협응(Coordination, 코디네이션)하여 함께(Synergist) 작용한다(Neuman, 2002). 이러한 어깨 복합체는 자유도가 크고 불안정한 구조로 되어있으며, 스포츠관련 손상의 7%가 어깨에서 발생하는 것으로 보고되고 있다(Wallace, 1990). 어깨관절의 안정성을 위한 근력 및 근기능 향상 훈련과 관련된 연구는 꾸준히 증가하고 있으며(Cools, Johansson, Borms & Maenhout, 2015), 어깨 복합체의 향상을 위한 방법으로는 근력, 근지구력 향상 및 부상 예방과 회복을 위한 저항 운동방법이 전통적으로 사용되어왔다(Escamilla, Yamashiro, Paulos & Andrews, 2009). 그러나 최근에는 불안정성이 적용된 저항 운동방법

이 전통적인 저항 운동방법보다 신경근(Neuromuscular) 시스템에 대한 스트레스에 보다 더 적응 및 향상시킬 수 있는 방법으로 새롭게 제시되고 있다(Behm & Anderson, 2006). 특히 스포츠 선수들에게는 신경근 안정화(Neuromuscular Stabilization) 운동에 대한 연구는 선수들의 경기력 향상이나 상해 예방에 중요한 요인이 될 수 있다고 보고하였다(Park, Park, Kim & Cha, 2021).

어깨와 관련된 불안정한 환경과 안정한 환경에서의 저항 운동 시 근육 활성화는 운동과 근육에 따라 더 높거나 비슷하거나 때로는 더 낮은 것으로도 보고되고 있으며(Anderson & Behm, 2004; Goodman, Pearce, Nicholes, Gatt & Fairweather, 2008; Marshall & Murphy, 2006; McBride, Cormie & Deane, 2006; Norwood, Anderson, Gaetz & Twist, 2007; Saeterbakken, van den Tillaar & Fimland, 2011), 어깨와 관련된 운동방법에 대한 불안정성을 이용하기 위한 연구는 지속적으로 시도되고 있다. 안정적인 지면 대신 불안정한 지면(Behm, Anderson &

Curnew, 2002; Behm, Leonard, Young, Bonsey & MacKinnon, 2005; Kohler, Flanagan & Whiting, 2010), 기구사용이 아닌 체중부하(Schick et al., 2010; Schwanbeck, Chilibeck & Binsted, 2009), 바벨 대신 아령(Welsch, Bird & Mayhew, 2005), 양측 운동이 아닌 편측 운동(Saeterbakken & Fimland, 2012), 누운 자세가 아닌 서 있는 자세(Santa, Vera-Garcia & McGill, 2007) 등과 같이 선행연구에서 저항 훈련의 불안정성을 유도하기 위해 여러 방법이 사용되고 있지만, 워블 보드, 스위스 볼, 보수 볼, 슬링 등을 이용한 이러한 불안정한 표면에서의 운동은 스포츠 종목으로의 전이를 바탕으로 하는 스포츠 특이성의 부분은 고려되지 못한 연구들이 많았다. 스포츠 특이적 훈련(Sports Specific Training) 원리에 따르면, 스포츠 선수들의 안정성 향상이나 코디네이션 훈련에 지면의 불안정성을 이용하는 방법보다는 다른 방법을 사용하여 불안정성 구성 요소를 훈련에 적용하는 것이 더 효과적이라고 보고하고 있다(Morrissey, Harman & Johnson, 1995).

한편, 기존의 올림픽 바를 대체하여 탄성을 가진 탄성 바(Elastic Bar)가 발명되어 저항 훈련을 위해 현장에서 사용되고 있다. 이러한 탄성 바는 기존의 올림픽 바가 철이나 쇠로 만들어진 것과는 다르게 플라스틱 재질의 PVC 소재로 제조되어, 바 자체에 탄성을 가지고 있는 특성이 있다. 이러한 특성 때문에 운동 시 탄성 바의 속도 및 바에 체결된 중량에 따라 탄성을 통한 동요(perturbation)가 발생되고, 이러한 동요는 움직임이 발생하는 해당 관절을 중심으로 안정화 및 코디네이션이 활성화되는 것으로 보고되고 있다(Mansfield, Wong, Bryce, Knorr & Patterson, 2014). Randolph, Hutchison, Anthony와 Caterisano는 아메리칸 풋볼 선수들을 대상으로 올림픽 바와 탄성 바를 이용한 스쿼트 동작에서 탄성 바 그룹이 하지 근육 EMG에서 더 높은 근육 활성도를 보인 것으로 나타났으며, 지면반력(Ground Reaction Force, GRF)에서도 더 높은 값을 보인 것으로 보고하였다. 또한 표면 근전도(Electromyography, EMG)는 스포츠 동작에서 근육의 활성도를 직접적으로 확인할 수 있는 측정방법으로서 인체의 움직임에 대한 힘의 발생과 그리고 근피로와 관련된 정보를 획득할 수 있기 때문에(U.S. Department of Health and Human Service, 1992), 이러한 EMG를 통한 근육의 직접적인 활성도를 측정, 분석하는 것은 스포츠 특이적 훈련에 따른 연구에 더욱 효과적이라고 보고되었다(Park & Kim, 2007; Park, Yeo & Kim, 2008).

최근 탄성 바를 통한 훈련이 스포츠 선수들에게 안정성, 코디네이션 및 파워 훈련 목적으로 많이 적용되고는 있지만, 현장에서 사용되는 것에 비해 그 연구는 아직 미흡한 실정이다. 특히 이러한 탄성 바는 주로 직접적으로 하지에 적용되는 것보다 손을 통한 리프팅(lifting)이나 밀기(push) 및 당기기(pull)의 동작에 적용되는 경우가 많기 때문에 상지에 적용되었을 때의 연구가 더욱 필요할 것으로 사료된다. 따라서 본 연구는 팔을 통한 어깨관절의 안정성 및 코디네이션을 위한 오버헤드 프레스(Overhead Press: OP) 운동 시 비탄성 바와 탄성 바 사용에 따른 어깨 근육 활성화를 EMG를 통해 비교 분석하여 스포츠 훈련이나 운동 시 그 적용효과에 대해 알아보고자 실시하였다.

METHOD

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 B광역시, 대학생 남자 20명을 탄성 바군 10명,

비탄성 바군 10명으로 나누어 선정하였으며, 선정기준은 최근 6개월 내 부상이 없는 자로 본 연구의 목적을 이해하고 연구에 참여하기를 희망하는 사람으로 선정하였다. 연구대상자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같고, 모든 참여자로부터 본 연구에 참여 전 동의서를 받았다.

Table 1. Characteristics of subjects

N=20

Groups	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)
Elastic bar group (N=10)	20.17±0.41	174.31±3.34	74.68±5.65
Olympic bar group (N=10)	20.09±0.23	173.53±4.11	75.32±3.31

Values are Mean ± SD

2. EMG 측정방법 및 도구

본 연구를 위해 근육별 EMG 측정을 통한 근육 활성도를 분석하였으며, EMG 측정은 QEMG8 (Laxtha. Korea, gain = 1,000, input impedance > 1,012 Ω, CMRR > 100 dB) 무선 근전도를 이용하였으며 이때 샘플링 주파수는 1,024 Hz로 설정하였다. 근육은 배곧은근(Rectus Abdominis), 어깨세모근(Deltoid), 가시아래근(Infraspinatus), 위 등세모근(Upper Trapezius), 네 부위의 근육을 선정하였으며, 어깨세모근은 측면(Medial)으로 설정하였다. 또한 근육 양쪽에 표면전극을 부착하였으며, 측정 시 모션캡처 장비(Vicon, USA)를 EMG 시스템과 동조하였다. EMG 분석은 최대 수의적 등척성수축(Maximum Voluntary Isometric Contraction, MVIC)을 측정하여 그에 따른 %MVIC 값으로 설정하였다. 실험장비는 <Table 2>와 같다.

Table 2. EMG Measurement device

Equipments	Model	Manufacture
3D Motion analysis		Vicon. USA
EMG equipment	QEMG8	Laxtha. Korea
EMG analysis software	Telescan	Laxtha. Korea
Surface electrode collar	AG/AgCl 2223	3M. Korea
Sync instrument		Laxtha. Korea

3. EMG 자료처리

1) EMG 자료 수집 구간

본 실험을 수행하기 위해 탄성 바와 비탄성 바 <Figure 1>를 이용하여 OP 동작을 실시하였으며, OP 반복 동작은 8회를 연속으로 실시하였다. 비탄성 바는 일반적으로 사용되는 철로 만들어진 스틸(Steel) 재질의 바로 설정하였다. 동작 시 시작시점(어깨관절 90도 벌림, 팔꿈치관절 90도 굽힘)에서 끝 시점(어깨관절 180 펴, 팔꿈치관절 0도 펴)까

지 3초의 주기로 설정하였으며(Figure 2), 3초의 주기에 따른 신호음은 컴퓨터에 내장된 메트로놈(Metronome)의 신호음으로 설정하였다. 또한 연구대상자들이 본 신호음에 대한 템포에 적응할 수 있도록 사전에 안내하였다. 데이터 수집 구간은 시작 시점에서 끝 시점을 수집하였고, 시작시점에서 끝 시점까지는 2초, 끝 시점에서 1초 후 다시 제자리로 돌아오는 것으로 설정하였다. 따라서 데이터 평균 값은 2초의 끝 시점에서 1초의 정지 시점까지 설정하여 3초의 데이터 값으로 설정되었다. 이때, 다시 시작 시점으로 돌아가는 구간은 제외하였다. 데이터는 평균 EMG 값을 측정하기 위해 1회와 8회의 데이터를 제외한 나머지 회수의 평균 값을 수집하였다(Hutchison & Caterisano, 2019).

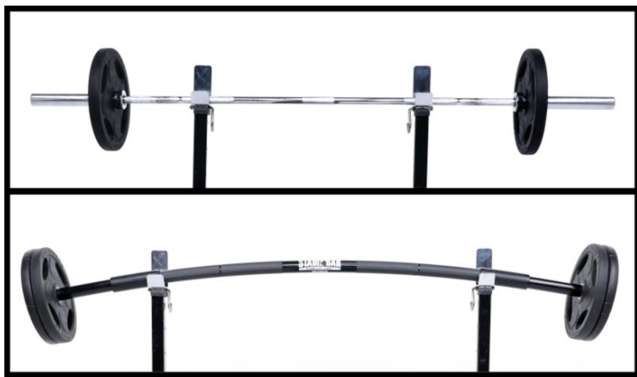


Figure 1. Elastic bar and non-elastic (steel) bar

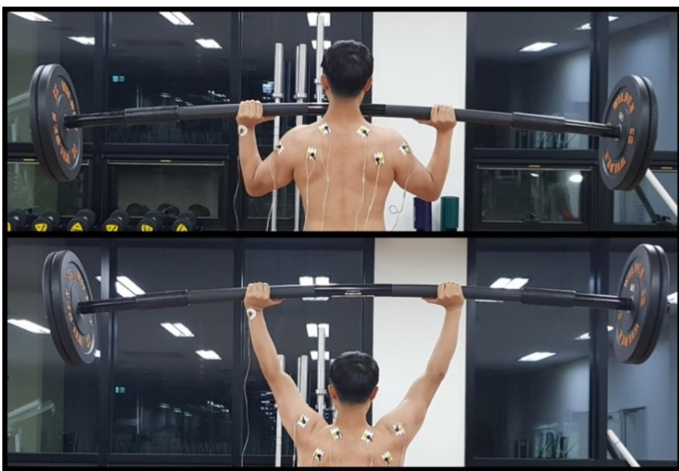


Figure 2. EMG during overhead press exercise

2) EMG 자료처리 및 절차

EMG 측정을 위해 지정된 근육의 전극부착 지점에 측정오류의 방지를 위하여 일회용 면도기를 사용하여 피부의 이물질을 제거한 후 알콜솜(ethanol swab)으로 깨끗이 닦아 내었다. 해당 근육의 이는 곳(organ)과 닿는 곳(insertion)의 중간부위, 근육이 가장 발달된 부위의 근복(belly of the muscle)에 전극(active electrodes)을 부착하고, 접지 전극(ground electrode)은 해당 근육에서 떨어진 지점에 부착하였다

(Cram, Kasman & Holtz, 1998). EMG 측정의 순서는 우선 10분간 준비운동을 실시하였으며, OP 동작을 바 없이 메트로놈의 박자에 맞춰 사전 동작 수행을 1분간 연습하였다. 네 부위 근육의 MVIC를 측정하기 위해 해당 근육의 최대 수의적 등척성 근력검사를 실시하였으며, 검사 방법은 Kendall, McCreary, Provance, Rodgers와 Romani (2005)에 의해 소개된 방법으로 실시하였다. 어깨세모근의 MVIC 측정은 팔꿈치를 90도로 굽힘시킨 상태에서 어깨관절은 벌림시킨 후 검사자는 위팔뼈 먼 쪽부분에 저항을 가하면서 측정하였다. 이때 피검자는 바로 앉은 자세에서 실시하였다. 가시라에근의 MVIC 측정은 피검자는 복부를 바닥에 누운 엎드린 자세(Prone position)에서 팔은 테이블 위에 놓은 후, 검사자는 피검자의 위팔 아래에 손을 넣어 테이블과 완충작용을 하며 모음 및 벌림을 방지하고 정확히 회전운동이 이루어지도록 위팔뼈를 안정시켰다. 이때 피검자는 앞팔을 바깥돌림하며, 검사자는 앞팔의 먼 쪽 부근에 저항을 가하면서 측정하였다. 위 등세모근의 MVIC 측정은 어깨뼈 아래각의 안쪽돌림을 동반한 어깨뼈의 모음과 올림자세에서 검사자는 한 손은 환자의 팔에 대고 어깨뼈의 벌림 및 아래각의 바깥돌림 방향으로 힘을 가하면서 측정하였다. 마지막으로 배곧은근은 피검자가 무릎을 굽힘상태에서 등이 바닥에 닿는 누운자세(Supine position)에서 윗몸일으키기 자세와 같이 손을 머리 뒤에 대고 몸통을 위로 올린 상태에서 피검자 자신이 가장 복부에 힘이 많이 들어가는 각도에서 검사자는 피검자의 몸통의 가슴부위에 저항을 가하면서 측정하였다. 모든 EMG 자료처리는 EMG 신호의 주파수 범위 10 Hz의 고역 통과 필터 및 350 Hz의 저역 통과 필터 사이를 사용하여 필터링 한 후 전파 정류하였다. 샘플링 주파수는 1,024 Hz로 설정하였다. MVIC 측정 후 5분간의 휴식을 거쳐 OP 동작 수행을 하도록 하였으며, OP 동작 시 바벨과 바의 무게는 사전에 검사된 1RM의 30%의 무게로 실시하였다(Kraemer & Ratamess, 2004).

4. 통계 처리

본 연구에서 얻은 자료는 SPSS for Window (21.0, SPSS, Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 사용하여 모든 값의 평균(M)과 표준편차(SD)를 구하였다. 좌, 우 근육별 그룹 간 차이검증을 위해 대응표본 *t* 검정(paired *t*-test)을 실시하였으며, 그룹 간 좌, 우 근육별 차이검증은 반복측정 분산분석(ANOVA with repeated measure) 방법을 이용하였다. 사후검증으로는 Scheffe 방법을 사용하였고, 모든 통계적 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

RESULTS

OP 동작에 따른 근육별 그룹 간 EMG 결과는 <Table 3>과 같다. 첫 번째, 위 등세모근의 결과에서는 먼저 탄성 바군의 우측을 살펴보면 $64.30 \pm 25.04\%$, 좌측은 $62.71 \pm 21.25\%$ 로 나타났으며, 좌, 우의 차이는 있지만 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 비탄성 바군에서의 우측은 $66.13 \pm 33.08\%$, 좌측은 $65.82 \pm 31.55\%$ 로 나타났으며, 좌, 우의 차이는 있지만 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 그룹 간 좌, 우측 간의 차이도 발생했지만, 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

두 번째, 어깨세모근의 결과에서는 먼저 탄성 바군의 우측을 살펴보면 $74.58 \pm 23.65\%$, 좌측은 $73.88 \pm 25.91\%$ 로 나타났으며, 좌, 우의 차이

Table 3. The result of EMG of left and right in each muscles between groups

Variable	Group	Right	Left	<i>t</i>	<i>F</i>
Upper trapezius	Elastic bar	64.30±25.04	62.71±21.25	1.407	2.011
	Steel bar	66.13±33.08	65.82±31.55	1.795	
	<i>t</i>	-0.986	-1.526		
Deltoid	Elastic bar	74.58±23.65	73.88±25.91	1.207	3.014*
	Steel bar	63.81±19.56	67.06±27.94	-1.840	
	<i>t</i>	2.565*	2.336*		
Infraspinatus	Elastic bar	81.23±33.23	78.59±31.27	2.001	8.962**
	Steel bar	58.33±24.75	56.25±20.30	3.206	
	<i>t</i>	6.389**	2.312**		
Rectus abdominis	Elastic bar	70.84±34.48	71.04±31.67	-0.907	6.168**
	Steel bar	41.79±15.36	39.18±11.81	1.364	
	<i>t</i>	4.541**	12.93**		

Values are Mean ± SD *: $p < .05$, **: $p < .05$

는 있지만 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 비탄성 바군에서의 우측은 63.81±19.56%, 좌측은 67.06±27.94%로 나타났으며, 좌, 우의 차이는 있지만 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 그룹 간 좌, 우측 간의 차이에서는 유의한($p < .05$) 차이가 있는 것으로 나타났다. 세 번째, 가시아래근의 결과에서는 먼저 탄성 바군의 우측을 살펴보면 81.23±33.23%, 좌측은 78.59±31.27%로 나타났으며, 좌, 우의 차이는 있지만 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 비탄성 바군에서의 우측은 58.33±24.75%, 좌측은 56.25±20.30%로 나타났으며, 좌, 우의 차이는 있지만 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 그룹 간 좌, 우측 간의 차이에서는 유의한($p < .01$) 차이가 있는 것으로 나타났다. 네 번째, 배곧근의 결과에서는 먼저 탄성 바군의 우측을 살펴보면 70.84±34.48%, 좌측은 71.04±31.67%로 나타났으며, 좌, 우의 차이는 있지만 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 비탄성 바군에서의 우측은 41.79±15.36%, 좌측은 39.18±11.81%로 나타났으며, 좌, 우의 차이는 있지만 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 그룹 간 좌, 우측 간의 차이에서는 유의한($p < .01$) 차이가 있는 것으로 나타났다.

DISCUSSION

다양한 운동방법이나 운동관련 도구를 통한 연구가 수행되고 있는 이유는 인간이 최적의 도구를 통한 운동으로 자신의 목적에 맞는 신체발달을 이룰 수 있기 때문일 것이다. 다양한 운동관련 현장에서 많은 도구들이 적용되고 있지만, 도구 사용에 대한 운동효과에 대한 연구는 때로는 미흡한 부분들이 존재할 수 있기 때문에 이런 도구를 통한 운동중재연구는 도구의 개발과 함께 빠르게 수행되어야 할 필요성도 있을 것으로 사료된다. 본 연구에서는 탄성 바를 이용한 운동의 근활성도를 살펴보았는데, 일반적으로 바를 이용한 운동은 손에 바를 쥐고(grasp) 행하는 동작들이 대부분이므로 운동 시 어깨 복합체에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 특징을 나타낸다. 어깨 복합체는 팔과 몸통

을 연결하는 다 관절 부위이며, 사실 우리가 흔히 말하는 어깨는 오목위팔관절(Glenohumeral Joint)을 많이 지칭하지만 이 관절은 인체에서 독립적으로 움직일 수 없는 관절이기 때문에 어깨는 복합적인 측면에서의 연구가 필요할 것으로 판단된다. 오버헤드 프레스 동작은 어깨를 발달시키는 저항 운동 중 흔히 수행되고 있으며, 많은 연구들이 다양한 형태로 수행되어 왔다(Welsch, Bird & Mayhew, 2005; Graham, 2008). Jeremy 등 (2018)은 덤벨과 케틀벨의 차이가 오버헤드 프레스 운동 시 덤벨이 어깨세모근에서 더 높은 근활성도를 보인 것으로 보고하였으며, 그 이유는 덤벨이 역학적으로 더 안정성을 부여하기 때문이라고 하였다. 하지만 본 연구에서는 어깨세모근이 더 안정성을 부여해주는 비탄성 바보다 운동 시 동요를 일으키는 탄성 바에서 더욱 높은 근활성도를 보여 서로 상반된 결과를 보였다. 이러한 결과는 앞선 Jeremy의 실험과 본 실험에서의 도구의 차이 때문이라고 판단된다. Jeremy의 실험은 동일한 재질로 만들어진 도구(덤벨과 케틀벨)의 형태적 차이가 존재하지만, 본 실험은 도구의 형태학적인 부분은 거의 동일하지만 재질의 차이가 존재하기 때문이라고 판단된다. 즉 도구가 가진 형태의 역학(Mechanical)적인 부분도 중요하지만, 재질(Material)의 차이에 바탕을 둔 역학적인 부분도 운동 시 중요한 변수(Variation)가 될 수 있을 것으로 판단된다. 본 실험에 사용한 탄성 재질의 바는 형태적으로는 일반적인 스틸 바와 거의 동일하지만 운동 시 속도에 따라 힘이 발생할 수 있는 탄성의 성질을 가진 PVC 파이프 재질로 만들어져 있기 때문에 특히 동작의 끝 범위에서 그 탄성에 따른 동요에 대항하기 위해서는 근육의 활성화가 더욱 요구된다고 할 수 있다. 따라서 운동 시 탄성 바의 동요는 근육의 활성화를 더욱 높일 수 있는 것으로 해석할 수 있으며, 향후 이러한 탄성 재질에 따른 후속연구가 또한 필요할 것으로 판단된다.

어깨관절은 인체에서 자유도(degree of freedom)가 가장 큰 관절이다. 그 중 돌림근띠(Rotate cuff) 근육들은 가시아래근(Supraspinatus), 가시아래근(Infraspinatus), 작은원근(Teres minor), 어깨밑근(Subscapularis),

이렇게 네 가지 근육으로 구성되어 있다. 이 근육군들은 어깨관절의 돌림(rotation) 운동에서 항상 함께 작용하며, 특히 스포츠와 관련된 동작에서는 가장 흔히 발생하는 부상 근육이다. 이 중 가시아래근은 오버헤드 동작에서 어깨세모근 수축의 힘을 일부 중화시키는 근육으로 작용한다(Paletta, Warner, Warren, Deutsch & Altchek, 1997). 즉 GH 관절의 어깨 벌림 시 어깨세모근의 과도한 활성화에 따른 GH 관절 내 충돌현상(Impingement)을 예방해 줄 수 있는 것이다(Reddy, Mohr, Pink & Jobe, 2000). 이러한 관점에서 오버헤드 프레스와 같은 운동에서 가시아래근의 역할은 운동학적인(kinematics) 관점에서 해당 운동이 발생하는 관절주위의 다른 근육들과의 협응이나 서로 협력작용(Synergist)하는 면에서 중요하다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 탄성 바군에서 가시아래근의 활성도가 비탄성 바군보다 유의하게 높게 나타난 것은 오버헤드 프레스 시 나타날 수 있는 어깨세모근의 과활성에 따른 GH 관절에서의 충돌현상을 예방할 수 있는 효과로 이어질 수 있을 것으로 판단된다. 이렇게 어깨 복합체는 다양한 움직임에 따라 관련된 근육들이 서로 협력작용을 해야 하는데 이것을 코디네이션 작용이라고 할 수 있으며, 자유도가 크고 복잡한 움직임이 많은 관절일수록 이러한 코디네이션 작용이 중요할 것으로 판단된다.

외부의 큰 자극으로부터 일차적으로 몸통을 안정화시키기 위해서는 배곧은근과 같은 외재성 근육이 작용하며(Stephen, Vera-Garcia & McGill, 2006), 또한 배곧은근과 같은 외재성 근육들은 몸통 안정성에 대해 비교적 광범위한 조절작용을 하는 것으로 알려져 있다(Bergmark, 1989). 일반적으로 스포츠 선수들은 바를 이용한 무거운 저항을 이용하는 경우가 많으며, 이러한 운동 시에 몸통 안정성이 저하되면 운동 시 부상은 물론 그 운동에 대한 효과도 저하될 것이다. 본 연구에서 탄성 바 군에서 나타난 배곧은근의 활성도는 비탄성 바 군보다 유의하게 높게 나타나 바를 통한 중량 운동 시에 탄성 바를 이용하여 훈련하는 것이 더욱 효과적이라고 해석할 수 있을 것이며, 이와 같은 몸통 안정성은 운동 시 발생할 수 있는 부상에 대한 예방효과기전에도 연결될 수 있을 것으로 분석된다.

CONCLUSION

본 연구의 목적은 오버헤드 프레스 운동 중 탄성 바와 비탄성 바의 팔과 몸통을 통한 어깨 복합체 근육의 활성도를 비교 분석하여 바의 차이에 따른 운동이 어깨 복합체에 안정성과 코디네이션에 효과적인 방법인지를 규명하는데 있으며, 다음과 같은 결론을 얻었다. 측정된 네 부위의 근육 중 어깨세모근, 가시아래근, 배곧은근에서 좌, 우측에 따른 차이는 없었으나, 탄성 바가 비탄성 바보다 유의하게 높은 근육 활성도를 보였다. 따라서 탄성 바가 비탄성 바보다 운동 시 근육 활성화를 높이는 것으로 나타났으며, 특히 팔과 몸통의 안정화 근육의 활성화를 더욱 높이는 것으로 나타나 탄성 바를 이용한 운동은 신경근 안정화를 높일 수 있는 것으로 나타났다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the research grant of the Busan University of Foreign Studies in 2022.

REFERENCES

- Anderson, K. G. & Behm, D. G. (2004). Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18, 637-640.
- Behm, D. G., Anderson, K. & Curnew, R. S. (2002). Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16, 416-422.
- Behm, D. G., Leonard, A. M., Young, W. B., Bonsey, W. A. C. & MacKinnon, S. N. (2005). Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19, 193-201.
- Behm, D. G. & Anderson, K. G. (2006). The role of instability with resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 716-722.
- Bergmark, A. (1989) Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, Volume 60, 230, 1-54.
- Cools, A. M., Witvrouw, E. E., Mahieu, N. N. & Danneels, L. A. (2005). Isokinetic scapular muscle performance in overhead athletes with and without impingement symptoms. *Journal of Athletic Training*, 40(2), 104-110.
- Cram, I. R., Kasman, G. S. & Holtz, J. (1988). *Introduction to Surface Electromyography*. Gaithersburg: An Aspen Pub.
- Escamilla, R. F., Yamashiro, K., Paulos, L. & Andrews, J. R. (2009). Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports Medicine*, 39(8), 663-685.
- Goodman, C. A., Pearce, A. J., Nicholes, C. J., Gatt, B. M. & Fairweather, I. H. (2008). No difference in 1RM strength and muscle activation during the barbell chest press on a stable and unstable surface. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22, 88-94.
- Graham, J. F. (2008). Exercise: Dumbbell seated shoulder press. *Strength and Conditioning Journal*, 30, 54-55.
- Hutchison, R. E. & Caterisano, A. (2019). Comparison of Peak Ground Reaction Force, Joint Kinetics and Kinematics, and Muscle Activity Between a Flexible and Steel Barbell During the Back Squat Exercise. *Journal of Human Kinetics*, volume 68, 99-108.
- Jeremy, R., Michael, E., Kyle, T., Tyler, T., Shawn, D. & Chelsea, A. (2018). Stability of Resistance Training Implement alters EMG Activity during the Overhead Press. *International Journal of Exercise Science*, 11(1), 708-716.
- Kendall, F. P., McCreary, E. K., Provance, P. G., Rodgers, M. M. & Romani, W. A. (2005). *Muscles; Testing and Function with Posture and Pain 5/E*, Lippincott Williams & Wilkins, Inc.
- Kohler, J. M., Flanagan, S. P. & Whiting, W. C. (2010). Muscle activation patterns while lifting stable and unstable loads on stable and unstable surfaces. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24, 313-321.
- Kraemer, W. & Ratamess, N. (2004) *Fundamentals of resistance training*:

- progression and exercise prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 674-688.
- Mansfield, A., Wong, J. S., Bryce, J., Knorr, S. & Patterson, K. K. (2014). Does perturbation-based balance training prevent falls? Systematic review and meta-analysis of preliminary randomized controlled trials. *Physical Therapy*, May; 95(5), 700-709.
- Marshall, P. W. & Murphy, B. A. (2006). Increased deltoid and abdominal muscle activity during Swiss ball bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20, 745-750.
- McBride, J. M., Cormie, P. & Deane, R. (2006). Isometric squat force output and muscle activity in stable and unstable conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20, 915-918.
- Morrissey, M. C., Harman, E. A. & Johnson, M. J. (1995). Resistance training modes: specificity and effectiveness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27, 648-660.
- Neumann, D. A. (2002). Shoulder complex. In: Neumann D. A., kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundation for physical rehabilitation. St. Louis, Mosby, 91-132.
- Norwood, J. T., Anderson, G. S., Gaetz, M. B. & Twist, P. W. (2007). Electromyographic activity of the trunk stabilizers during stable and unstable bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21, 343-347.
- Paletta, G. A. Jr., Warner, J. J., Warren, R. F., Deutsch, A. & Altchek, D. W. (1997). Shoulder kinematics with two-plane x-ray evaluation in patients with anterior instability or rotator cuff tearing. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, Nov-Dec; 6(6), 516-527.
- Park, I. B. & Kim, J. T. (2007). The Effects of elastic resistance and pilates exercise on EMG in baseball pitcher. *Korean Journal of Sports Biomchanics*, 17(4), 127-139.
- Park, I. B., Yeo, N. H. & Kim, J. T. (2008). A Comparison Analysis of EMG according to Weight Class and Increase Record of Clean and Jerk Techniques Weightlifting in High School Female Weight Lifters. *Korean Journal of Sports Biomchanics*, 18(2), 105-114.
- Park, I. B., Park, C. H., Kim, K. T. & Cha, Y. J. (2021). The Effects of Dynamic Neuromuscular Stability Exercise on the Scoliosis and Pain Control in The Youth Baseball Players. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, Vol. 21, No. 9. DOI: 10.1142/S0219519421400303
- Reddy, A. S., Mohr, K. J., Pink, M. M. & Jobe, F. W. (2000). Electromyographic analysis of the deltoid and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, Nov-Dec; 9(6), 519-523.
- Saeterbakken, A. H. & Fimland, M. S. (2012). Muscle activity of the core during bilateral, unilateral, seated and standing resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 24, 1671-1678.
- Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R. & Fimland, M. S. (2011). A comparison of muscle activity and 1-RM strength of three chestpress exercises with different stability requirements. *Journal of Sports Sciences*, 29, 533-538.
- Santana, J. C., Vera-Garcia, F. J. & McGill, S. M. (2007). A kinetic and electromyographic comparison of the standing cable press and bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21, 1271-1277.
- Schick, E. E., Coburn, J. W., Brown, L. E., Judelson, D. A., Khamoui, A. V., Tran, T. T. & Uribe, B. P. (2010). A comparison of muscle activation between a Smith machine and free weight bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24, 779-784.
- Schwanbeck, S., Chilibeck, P. D. & Binsted, G. A. (2009). Comparison of free weight squat to Smith machine squat using electromyography. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23, 2588-2591.
- U.S. Department of Health and Human Service (1992). Selected Topics in Surface Electromyography for Use in the Occupational Setting: Expect Perspectives.
- Wallace, W. A. (1990). Sporting injuries to the shoulder. *Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh*, 35, 21-26.
- Welsch, E. A., Bird, M. & Mayhew, J. L. (2005). Electromyographic activity of the pectoralis major and anterior deltoid muscles during three upper-body lifts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19, 449-452.