Korean Journal of Sport Biomechanics
Vol. 22, No. 2, June 2012, 193-199

ISSN 1226-2226(Print), ISSN 2093-9752(Online)
http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2012.22.2.193
http://www.kssb.or.kr

어깨뼈 내밈 운동 시 운동 자세와 어깨관절 굽힘각도에 따른 앞 톱니근과 위 등세모근의 근 활성도 비의 비교

고은경[1]·원종혁[2]·정도영[2]
[1] 마산대학교 물리치료과·[2] 중부대학교 관광보건대학 물리치료학과

The Comparison of Electromyographic Ratio of Serratus Anterior and Upper Trapezius According to Exercise Position and Shoulder Flexion Angle during Scapular Protraction Exercises

Eun-Kyung Koh[1]·Jong-Hyuck Weon[2]·Do-Young Jung[2]
[1]*Department of Physical Therapy, Masan University, Changwon, Korea*
[2]*Department of Physical Therapy, College of Tourism & Health, Joongbu University, Geumsan, Korea*
Received 30 April 2012; Received in revised form 14 June 2012; Accepted 22 June

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the activities of the serratus anterior (SA) and upper trapezius (UT) muscles during scapular protraction exercise with a dumbbell. Twenty-one healthy subjects with no medial history of shoulder pain or upper extremity disorders were recruited for this study. Subjects performed scapular protraction at 90° and 130° shoulder flexion with a dumbbell in supine and standing positions. The activities of the SA and UT were measured via surface electromyography (EMG) during 4 scapular protraction exercises. A 2 (angle) × 2 (position) repeated-measures analysis of variance (ANOVA) was used to compare the normalized activities of the SA and UT and the UT/SA ratio. The results showed that activities of both the SA and UT were the highest for the scapular protraction exercise at 130° shoulder flexion in the standing position. However, the UT/SA ratio was the lowest for the exercise at 90° shoulder flexion in supine position. Therefore, for selective activation of the SA muscle, we recommend performing the scapular protraction exercise with a dumbbell in the supine position at 90° shoulder flexion.

Keywords : Scapular Protraction Exercise, Serratus Anterior, Upper Trapezius

Ⅰ. 서 론

위 등세모근(upper trapezius), 아랫 등세모근(lower trapezius), 그리고 앞 톱니근(serratus anterior)은 어깨뼈의 위쪽 돌림근들(upward rotators)로써 기능을 한다(Levangie & Norkin, 2011). 따라서 이러한 근육들은 어깨-위팔뼈 리듬(scapulohumeral rhythm)을 유지하는데 있어 필수적인 역할을 한다(Bagg & Forest, 1988). 특히, 앞 톱니근은 일상생활 중 머리 위로의 팔 움직임 시 어깨뼈 위쪽 돌림뿐 만 아니라 어깨 뼈 내밈(protraction) 역할을 함으로써 어깨가슴관절(scapulothoracic joint)의 안정성에 기여를 한다.

Corresponding Author : Do-Young Jung
Department of Physical Therapy, College of Tourism & Health, Joongbu University, 101 Daehak-ro, Chubu-myeon, Kumsan-gun, Chungnam, Korea
Tel : +82-41-750-6764 / Fax : +82-41-750-6416
E-mail : ptsports@joongbu.ac.kr

어깨-위팔뼈 리듬은 위 등세모근과 앞 톱니근의 협동움직임으로 180 °의 위팔뼈 위쪽 올림(humeral elevation) 즉, 굽힘(flexion) 또는 벌림(abduction) 시 120 °는 위팔어깨관절(glenohumeral joint)에서 움직이고 60 °는 어깨가슴관절에서 위쪽 돌림의 움직임으로 기여한다(Levangie & Norkin, 2011). 따라서 위팔어깨관절에서 2 ° 움직임에 대해 어깨가슴관절에서 1 °의 비율로 움직인다. 또한 위팔뼈 위쪽 올림 시 초기 30 °~60 °에서는 위팔뼈의 다양한 움직임에 대해서 어깨뼈의 안정성을 유지하기위해 어깨뼈의 위쪽 돌림 움직임이 거의 일어나지 않는다(Inman, Saunders, & Abbott,

1994). 위팔뼈 올림 시 중간범위인 80 °~140 ° 동안에는 상당한 양의 어깨뼈 위쪽 돌림이 발생하며 140 °이상인 경우에는 위쪽 돌림 움직임이 감소된다(Bagg & Forest, 1988).

정적인 어깨뼈의 비정상적인 위치와 어깨뼈의 역동적인 조절의 상실인 어깨뼈 운동이상(scapular dyskinesis)은 어깨충돌증후군(impingement symptoms), 회전근개이상(ratator cuff dysfunction) 그리고 불안정성(instability)과 같은 다양한 어깨 질환과 관련이 있다고 하였다(Lukasiewicz, McClure, Michiner, Pratt, & Sennet, 1999; McClure, Bialker, Neff, Williams, & Karduna, 2004). 위팔뼈 위쪽 올림 시 정상적인 어깨-위팔뼈 리듬을 유지하는데 앞 톱니근의 적절한 활동이 중요하다는 것은 잘 알려져 있는 사실이다(Cools, Witvrouw, Declercq, Vanderstraeten, & Cambier, 2004; Cools, Witvrouw, Mahieu, & Danneels, 2005; Ludewig, Cook, & Nawoczenski, 1996). 위팔뼈 위쪽 올림 시 앞 톱니근은 어깨뼈의 위쪽 돌림과 뒤쪽 기울림 하는데 도와주며 어깨뼈가 가슴에 붙어 유지함으로써 어깨뼈가 익상(winging) 되지 않도록 한다. 어깨뼈의 운동형상학적 변화와 관계가 있는 손상된 앞 톱니근의 활동은 어깨충돌증후근의 주요 원인이 되며, 협력근인 위 등세모근의 보상작용으로 인한 근 활성도 증가를 일으킨다(Cools et al., 2004; Cools et al., 2005; Ludewig et al., 1996). 이것은 결국 어깨뼈의 과도한 올림현상과 같은 비정상적인 어깨뼈의 움직임을 일으켜 어깨충돌증후군을 유발시키는 원인이 되는 하나의 기전으로 설명된다(Ludewig & Cook, 2000; Moseley, Jobe, Pink, Perry & Tibone, 1992).

현재까지 재활운동 분야에서 정상적인 어깨-위팔뼈 리듬의 회복을 위한 앞 톱니근의 다양한 근력강화 운동방법들이 연구되어 왔다(Decker, Hintermeister, Faber & Hawkins, 1999; Kamkar, Irrgang & Whitney, 1993; Lear & Gross, 1998; Ludewig, Hoff, Osowski & Meschke, & Rundquist, 2004; McClure et al., 2004; Moseley et al., 1992). 최근 연구자들은 어깨손상 환자에게 과활동성(hyperactive) 근육들의 활성도를 감소시킴과 동시에 약화된 근육의 선택적 수축을 통해 어깨 근육 불균형을 감소시키는 운동방법들을 제시하였다(Cools, Dewitte, Lanszweert, Notebaert & Roets et al., 2007; Ludewig & Cook, 2000). 따라서 위 등세모근/앞 톱니근 비(ratio of upper trapezius / serratus anterior)가 낮은 운동은 앞 톱니근의 높은 활성도와 동시에 위 등세모근의 낮은 근 활성도를 나타내는 것이 추천된다(Ludewig et al., 2004). 또한 최근 연구에서 아령을 이용하여 등척성 어깨 굽힘 운동 시 어깨 굽힘 각도에 따른 위쪽 돌림근들의 근 활성도를 알아본 연구는 있었지만(Weon et al., 2009), 어깨뼈 내밈 운동 시 운동자세와 어깨 굽힘 각도에 따른 앞 톱니근과 위 등세모근의 근 활성도 비를 알아봄으로써 효과적인 운동방법을 알아본 연구는 아직까지 없었다. 따라서 본 연구의 목적은 다양한 운동자세에서 아령을 이용한 어깨내밈 운동 시 위 등세모근과 앞 톱니근의 근 활성도의 비를 비교하고 위 등세모근과 앞 톱니근의 근 활성도 비를 통해 어깨근육의 불균형이 있는 어깨환자에게 효과적인 운동 방법을 제시해보고자 한다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 대상자

본 연구의 대상자는 M대학교 재학생 중 21명 (남성 14명, 여성 7명)의 건강한 20대 성인을 대상으로 하였다. 대상자의 평균 연령은 22.40±2.22 year, 신장은 174.70±6.00 cm, 그리고 체중은 65.90±8.88 kg이다. 과거 혹은 현재 어깨 및 팔꿉관절의 통증 및 기능이상이 있는 대상자와 최근 6개월 내에 척추 및 상지의 수술을 받은 대상자는 제외시켰다. 각각의 대상자들에게 실험 전 실험 동의서의 내용을 알려주고 서명하도록 하였다.

2. 실험장비

각 조건에서의 운동과 각 근육의 최대 수의적 등척성 수축(Maximal voluntary isometric contraction: MVIC) 시 근 활성도를 측정하기 위해 표면근전도 MP150 WSW (BIOPAC System Inc. CA, USA)를 이용하였고 Acqknowledge 3.73 (BIOPAC System Inc. Santa Babara, USA) 소프트웨어를 이용하여 근 활성도를 수집 및 분석하였다. 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1000 Hz로 하였고 밴드 패스 필터(band pass filter)는 20~500 Hz를 사용하였으며 노치필터(notch filter)는 60 Hz를 사용하였다.

3. 실험방법

아령을 이용한 어깨뼈 내밈 운동 시 근 활성도를 측정하기 위해 근전도 전극(T246H, BioProtech. Wonju, Korea)을 위 등세모근과 앞 톱니근에 부착하였다. 근전도 두 개의 활성전극(active electrode)은 위 등세모근 어깨봉우리 돌기 후방 모서리 사이의 중간에 나란히 위치하도록 하여 부착하도록 하였으며 앞 톱니근의 근전도 활성전극은 넓은 등근 앞쪽과 겨드랑 아래 사이와 앞 톱니근의 평행근에 부착하도록 하였다(Cram, Kasman & Holtz, 1998) (Figure 1). 위 등세모근과 앞 톱니근의 기준전극(reference electrode)은 각 각 7번 목뼈의 가시돌기와 자뼈머리 부착하였다. 두 개의 근육들의 최대 수의적 등척성 수축 시 근 활성도를 측정하기 위해 도수근력검사(manual muscle testing) 시 자세를 이용하였다. 앞 톱니근은 앉은 자세에서 어깨를 130 °로 굽히도록 하고 검사자의 한 손은 대상자의 위팔뼈에 폄(extension)방향으로 그리고 다른 한 손은 어깨뼈의 외측에 아래쪽 회전 방향으로 저항을 제공되어 최대한 등척성 수축하도록

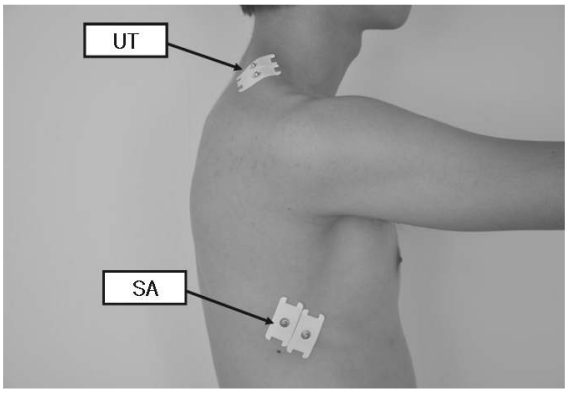


Figure 1. Attachment sites of surface EMG electrodes for UT and SA

하였다. 위 등세모근은 앉은 자세에서 고개를 반대쪽으로 회전한 상태에서 검사자는 어깨뼈가 하강되는 방향으로 저항을 제공하였고 다른 한 손으로는 대상자의 후두부에 앞쪽 굽힘 방향으로 저항을 제공하여 최대한 수축되도록 하였다(Kendall, McCreary & Provance, 2005).

운동방법들은 도수근력검사 후에 무작위 순으로 수행되었다. 대상자들은 선 자세와 바로 누운 자세에서 어깨 관절 굽힘은 90 °와 130 ° 각도 자세를 취하였다. 위팔뼈 위쪽 올림 각도는 각도계(goniometer)를 이용하여 측정한 후 목표지점을 중력선(plumb line)에 위치한 후 운동 시 목표 지점을 향해 어깨 내밈 운동을 실시하였다. 선 자세와 바로 누운 자세에서의 어깨 내밈 운동 시 팔꿈치는 완전히 펴고 우세 팔로 아령을 들고 위팔뼈 위쪽 올림 90 ° 또는 130 ° 각도에서 시작자세를 취하였다(Figure 2).

Figure 2. Scapular protraction exercise with dumbbell in supine and standing position

이 때, 몸통이 한쪽으로 회전되지 않도록 하고 어깨뼈만 최대한 내밀도록 하였다. 아령의 무게는 4 kg으로 하였으며 각각의 운동은 5초 동안 3번 반복 측정하였다. 근육의 피로를 예방하기 위해 각 조건 마다 5분간의 휴식을 취하도록 하였다.

4. 자료분석

각각의 운동방법에 따른 등세모근과 앞 톱니근의 근 활성도를 정규화하기 위해 최대 등척성 수의적 수축 시 근 활성도를 측정하여 평균평방근(root mean square: RMS)으로 처리된 각 근육의 근 활성도를 백분율(%MVIC)로 분석하였다. 또한 각각의 운동방법에 따른 위 등세모근/앞 톱니근 근 활성도 비를 알아보기 위해 각 조건에서의 위 등세모근의 근 활성도를 앞 톱니근의 근 활성도로 나누어 계산하였다.

$$\%MVIC = \frac{\text{운동방법에 따른 각 근육의 RMS}}{\text{각 근육의 최대 근수축 시 RMS}} \times 100$$

5. 통계방법

통계 프로그램은 SPSS version 12.0을 이용하여 반복 측정된 개체 내 이요인 분산분석(repeated-measures *ANOVA*s with 2 within-subject factors)을 실시하였다. 위 등세모근과 앞 톱니근의 근 활성도와 위 등세모근/앞 톱니근의 비는 운동 자세(바로 누운자세 / 선 자세)와 어깨관절 굽힘각도(90 ° / 130 °)에 따라 4개의 수준(2 x 2)으로 분석하였다. 분산분석에서 유의한 효과가 발견되었을 때 본훼로니 *t*-검정 교정(paired-sample *t*-tests with Bonferroni correction)을 이용한 사후검정을 실시하였으며 유의수준 α= .0125(.05/4)로 하였다.

Ⅲ. 결 과

운동 자세와 어깨관절 각도에 따른 위 등세모근과 앞 톱니근의 근활성도와 위 등세모근/앞 톱니근의 비는 <Table 1>에 제시하였다.

어깨관절 각도에 따른 위 등세모근의 근 활성도는 통계학적으로 유의한 차이가 있었으며(p= .001), 운동 자세에 따른 근 활성도는 통계학적으로 유의한 차이가 있었고(p= .001), 교호작용에 대해 통계학적 유의한 차이가 있었다(p= .087). 어깨관절 각도에 따른 앞 톱니근의 근 활성도는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며(p= .087), 운동 자세에 따른 근 활성도는 통계학적으로 유의한 차이가 있었으며(p= .001), 교호작용에 대해 통계

학적으로 유의한 차이가 있었다(p= .087).

Table 1. Muscle activities of the SA and UT, and ratio of UT/SA (unit: %MVIC)

Muscle	Position	Angle	*Mean±SD*
UT	Supine	90 °	11.86±7.88
		130 °	10.48±7.00
	Standing	90 °	25.62±16.09
		130 °	46.05±26.16
SA	Supine	90 °	38.19±13.54
		130 °	36.38±18.45
	Standing	90 °	57.43±20.57
		130 °	71.86±19.96
Ratio of UT/SA	Supine	90 °	.33±.23
		130 °	.36±.35
	Standing	90 °	.52±.41
		130 °	.75±.63

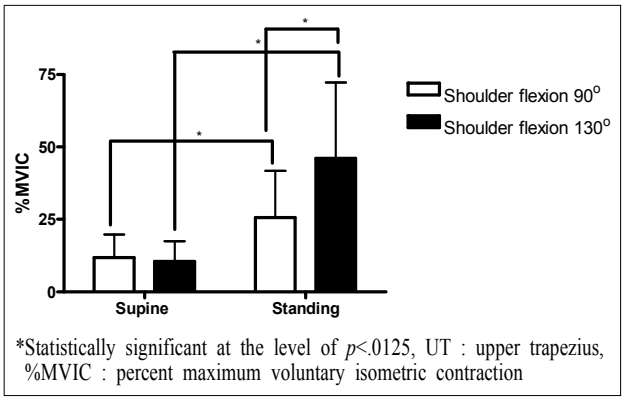
Note. UT : upper trapezius, SA : serratus anterior

Table 2. Two-way ANOVA results with position and angle as factors in each muscle

Muscle	Source	F	Effect size	*p*
UT	Angle	21.520	.518	.001*
	Position	40.668	.670	.001*
	Angle × Position	38.131	.656	.001*
SA	Angle	3.237	.139	.087
	Position	103.944	.839	.001*
	Angle × Position	11.719	.369	.003*
Ratio of UT/SA	Angle	1.767	.081	.199
	Position	23.312	.538	.001*
	Angle × Position	6.587	.018	.248

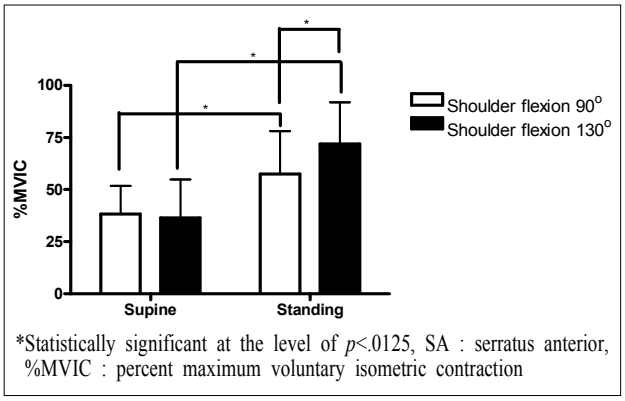
Note. *Statistically significant at the level of p<.05
UT : upper trapezius, SA : serratus anterior

어깨관절 각도에 따른 위 등세모근/앞 톱니근의 비는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며 운동 자세에 따른 비는 유의한 차이가 있었다(p=.001) <Table 2>. 사후 분석 결과, 위 등세모근과 앞 톱니근의 의 근 활성도모두, 바로 누운 자세의 어깨관절 90 °와 선 자세에서의 어깨관절 90 °, 바로 누운 자세에서의 어깨관절 130 °와 선 자세에서의 어깨관절 130 °, 그리고 선 자세에서의 어깨관절 90 °와 130 °에서 각각 통계학적으로 유의한 차이가 있었다<Figure 3, 4> (p<.0125). 위 등세모근/앞 톱니근의 비는 바로 누운 자세의 어깨관절 90 °에서 가장 낮았으며 선 자세에서의 모든 어깨관절 각도에 비해 통계학적으로 유의하게 낮았다(Figure 5) (p<.0125).



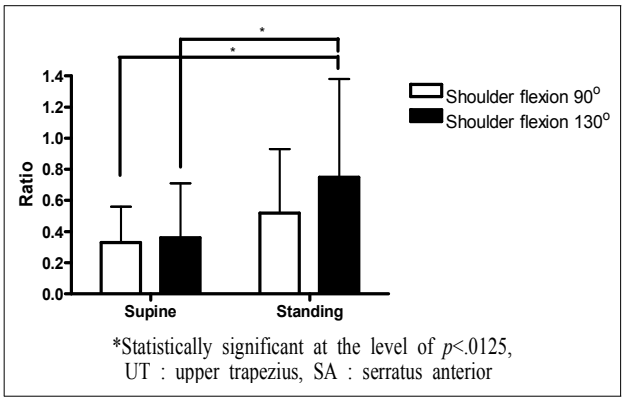
*Statistically significant at the level of p<.0125, UT : upper trapezius, %MVIC : percent maximum voluntary isometric contraction

Figure 3. Result of post hoc test in muscle activities of UT



*Statistically significant at the level of p<.0125, SA : serratus anterior, %MVIC : percent maximum voluntary isometric contraction

Figure 4. Result of post hoc test in muscle activities of SA



*Statistically significant at the level of p<.0125, UT : upper trapezius, SA : serratus anterior

Figure 5. Result of post hoc test in muscle activity ratio of UT and SA

Ⅳ. 논 의

본 연구는 정상인을 대상으로 아령을 이용한 어깨뼈 내밈 운동 시 앞 톱니근과 위 등세모근의 근 활성도와 위 등세모근/앞 톱니근의 비를 운동자세(바로 누운 자세 × 선 자세)와 어깨관절 굽힘 각도(90 ° × 130 °)에 따라 비교하고자 하였다. 스포

츠 의학 및 재활 분야에서 어깨충돌증후군과 회전근개 이상과 같은 어깨뼈의 운동이상이 있는 환자들에게 다양한 운동방법들이 처방되고 수행된다. 어깨 손상으로 인한 어깨재활 시 위 등세모근 의 과도한 수축은 약화된 앞 톱니근을 보상하기 위해 작용되어 어깨뼈의 위쪽 전위(superior translation)가 일어나 비정상적인 어깨뼈의 움직임을 일으킨다. 감소된 어깨뼈의 위 돌림과 증가된 앞쪽으로의 경사를 동반하며 어깨 으쓱 움직임(shoulder-shrugging motion)으로 앞 톱니근과 위 등세모근의 근육 불균형이 나타나게 된다. 따라서 앞 톱니근을 선택적으로 강화하기 위해 어깨뼈 내밈 운동이 추천되고 있으나 아직까지 아령을 이용한 어깨뼈 내밈 운동 시 운동 자세와 어깨관절 굽힘 각도에 따른 근 활성도 분석을 통해 효과적인 운동방법을 제시한 연구는 없는 실정이다.

본 연구 결과, 운동 자세에 따른 근 활성도가 앞 톱니근과 위 등세모근 모두 바로 누운 자세보다 선 자세에서 유의하게 높았다. 그 이유는 아령에 의한 저항 힘에 의해 발생되는 외적인 모멘트 팔(external moment arm)의 길이가 바로 누운 자세보다 선 자세가 더 커서 이를 유지하기 위한 내적인 모멘트를 생성시키는 각 근육의 수축력이 증가했기 때문이라 사료된다. 또한 바로 누운 자세에서는 테이블이 체간의 지지대 역할을 하여 아령의 하중이 감소되는 효과를 일으켰기 때문이라고 사료된다. Ekstrom, Donatelli와 Soderberg(2003)의 연구결과, 선 자세에서 120 °이상으로 어깨 면에서의 어깨 벌림 운동(scaption) 시 위 등세모과 앞 톱니근의 근 활성도가 각각 79%MVIC와 96%MVIC였으며 바로누운 자세에서 어깨 관절 90 ° 상태로 한쪽 팔로 아령을 들어 어깨뼈 내밈 운동 시 72%MVIC, 62%MVIC였다. 본 연구결과와 유사하게 바로 누운 자세보다 선 자세에서 앞 톱니근과 위 등세모근 모두 근 활성도가 높았다.

어깨관절 굽힘 각도에 따른 앞 톱니근과 위 등세모근의 근 활성도는 바로 누운 자세에서는 유의한 차이가 없었으나 선 자세에서는 90 °보다 130 °에서 유의한 차이가 있었다. 그 이유는 90 °보다 130 °에서 어깨뼈의 위쪽 돌림근인 앞 톱니근과 위 등세모근의 길이가 짧아진 범위에서 수축하기 때문이다. 또한 바로 누운 자세에서 어깨관절 굽힘 130 ° 각도에서는 위팔 세갈래근(triceps brachii)이 저항에 대한 내적인 폄 모멘트(extension moment)를 일으키는 데 관여한다. 따라서 130 °에서는 앞 톱니근이 관여하기 보다는 위팔 세갈래근이 작용하여 어깨뼈의 아래 돌림 기능을 하기 때문에 90 °보다 앞톱니근의 근 활성도가 오히려 감소되었다고 사료된다.

Weon et al.(2009)의 연구에서 정상인을 대상으로 아령을 이용한 등척성 어깨 굽힘 운동 시 어깨 굽힘 각도 90 °와 120 °에서 위 등세모근은 각각 18%MVIC, 30%MVIC, 앞 톱니근은 각각 38%MVIC, 55%MVIC의 근 활성도를 보였다. 본 연구에 비해 각 근육의 근 활성도가 작았다. 그 이유는 첫 번째, 운동자세가 본 연구에서는 선 자세였으나 선행 연구에서는 앉은 자세였으며, 두 번째로는 아령의 무게가 선행 연구에서는 2 kg으로 본 연구에 비해 작았으며, 세 번째 본 연구에서는 어깨 내밈 운동을 하였고 선행연구에서는 등척성 어깨 굽힘 운동을 하였기 때문이라 사료된다.

여러 근전도 연구에서 오목위팔관절의 불안정성이 있는 던지기 운동선수, 어깨 충돌 증후군이 있는 건설 노동자, 그리고 어깨 통증이 있는 수영선수에게서 앞 톱니근의 근 활성도가 감소한다고 하였다(Glousman, Jobe, Tibone, Moynes, & Antonelli et al., 1988; ; Ludewing & Cook, 2000; Scovazzo, Browne, Pink, Jobe, & Kerrigan, 1991). 그러므로 위 등세모근/앞 톱니근 비가 앞 톱니근의 근 활성도 증가와 윗 등세모근의 근 활성도의 감소로 낮은 값을 보이는 운동들은 어깨재활 환자에게 운동 시 중요한 요소이다(Martins, Tucci, Andrade, Araújo, Bevilaqua-Grossi et al., 2008). 이전 근전도 연구에서 위 등세모근/앞 톱니근의 비를 통해 선택적으로 앞 톱니근의 활성도를 증가시키기 위한 효과적인 운동방법을 제시하였다(Cools et al., 2007; Ludewig et al., 2004; Martins et al., 2008). Martins et al.(2008)은 벤치프레스(bench press), 벽 푸쉬-업(wall push-up), 그리고 무릎 푸쉬-업(knee push-up)의 위 등세모근/앞 톱니근의 비가 각각 .14, .69, 그리고 .39로 벤치프레스가 앞 톱니근의 근 약화 혹은 위 등세모근과 앞 톱니근의 근 불균형이 있는 환자에게 효과적인 운동방법으로 제시하였다. 본 연구에서도 벤치 프레스와 유사한 자세인 바로 누운 자세에서 어깨관절 90 °의 어깨뼈 내밈 운동 시 위 등세모근/앞 톱니근의 비가 .33으로 가장 낮았다. 선행연구(Martins et al., 2008)의 벤치 프레스 운동 시 위 등세모근/앞 톱니근의 비가 .14로 본 연구 결과와 비교 시 비가 높은 이유는 본 연구에서는 아령을 4 kg으로 저항을 주어 운동한 반면에 이전 연구에서는 최대의 힘으로 운동하였기 때문이다.

위 등세모근/앞 톱니근의 비가 바로 누운 자세가 선 자세보다 낮은 이유는 바로 누운 자세에서의 앞 톱니근에 비해 위 등세모근의 근 활성도가 상당히 낮았기 때문이다. 따라서 앞 톱니근의 선택적인 근력강화훈련을 위해 아령을 이용한 어깨뼈 내밈 운동 시 다른 자세보다 바로 누운 자세에서 어깨관절 90 ° 굽힘 자세를 추천한다.

V. 결 론

본 연구는 아령을 이용한 어깨뼈 내밈 운동 시 운동자세와 어깨관절 굽힘 각도에 따른 앞 톱니근과 위 등세모근의 근 활성도를 알아보았다. 연구 결과, 위 등세모근과 앞 톱니근의 의 근 활성도모두, 바로 누운 자세의 어깨관절 90 °와 선 자세에서의 어깨관절 90 °, 바로 누운 자세에서의 어깨관절 130 °와 선 자세

에서의 어깨관절 130 °, 그리고 선 자세에서의 어깨관절 90 °와 130 °에서 각각 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p=.0125). 위 등세모근 / 앞 톱니근의 비는 바로 누운자세의 어깨관절 90 °에서 가장 낮았으며 선 자세에서의 모든 어깨관절 각도에 비해 통계학적으로 유의하게 낮았다(p=.0125). 따라서 위 등세모근의 과도한 수축 시 선택적인 앞 톱니근 강화목적으로 바로 누운 자세로 위팔뼈 위쪽 올림 각도 90 °에서 아령을 이용한 어깨뼈 내밈 운동을 추천한다. 향후 연구에서는 위 등세모근과 앞 톱니근의 근 불균형이 있는 어깨 질환 환자에게 장기적으로 아령을 이용한 어깨뼈 내밈 운동이 어깨 통증 및 어깨 기능향상에 미치는 효과를 알아보고자 한다.

참고문헌

Bagg, S. D., & Forrest, W. J.(1988). A biomechanical analysis of scapular rotation during arm abduction in the scapular plane. *The American Journal of Sports Medicine,* 67(6), 238-245.

Cools, A. M., Witvrouw, E. E., Declercq, G., Vanderstraeten, G., & Cambier, D.(2004). Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a production-retraction movement in overhead athletes with impingement syndromes. *The British Journal of Sports Medicine*, 38, 64-68.

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.

Cools, A. M., Dewitte, V., Lanszweert, F., Notebaert, D., Roets, A., Soetens, B., Cagnie, B., & Witvrouw, E. E.(2007). Rehabilitation of scapular muscle balance: which exercises to prescribe?. *The American Journal of Sports Medicine,* 35(10), 1744-1751.

Cram, J. R., Kasman, G. S., & Holtz, J.(1998). *Introduction to surface electromyography*. Gaithersburg: Apsen.

Decker, M. J., Hintermeister, R. A., Faber, K. J., & Hawkins, R. J.(1999). Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *The American Journal of Sports Medicine,* 27(6), 784-791.

Ekstrom, R. A., Donatelli, R. A., & Soderberg, G. L.(2003). Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscle. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy,* 33(5), 247-258.

Glousman, R., Jobe, F., Tibone, J., Moynes D., Antonelli D., & Perry J.(1988). Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. *Journal of Bone & Joint Surgery,* 70(2), 220-226.

Inman, V. T., Saunders, J. B., & Abbott, L. C.(1996). Observations of the function of the shoulder joint. 1944. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 330, 3-12.

Kamkar, A., Irrgang, J. J., & Whitney, S. L.(1993). Nonoperative management of secondary shoulder impingement syndrome. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 17(5), 212-224.

Kendall, F. P., McCreary E. K., Provance, P. G., Rodgers, M. M., & Romani, W. A.(2005). *Muscle: Testing & function, with posture and pain*. 5th edition. Baltimore: Williams and Wilkins.

Lear, L. J., & Gross, M. T.(1998). An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during a push-up progression. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy,* 28(3), 146-157.

Levangie, P., & Norkin, C.(2011). *Joint structure and function: A comprehensive analysis*. 5th edition. Philadelphia: F. A. Davis Company.

Liu, J., Hughes, R. E., Smutz, W. P., Niebur, G., & Nan-An, K.(1997). Roles of deltoid and rotator cuff muscles in shoulder elevation. *Clinical Biomechanics,* 12(1), 32-38.

Ludewig, P. M., Cook, T. M., & Nawoczenski, D. A.(1996). Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions of humeral elevation. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy,* 24(2), 57-65.

Ludewig, P. M., & Cook, T. M.(2000). Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Physical Therapy,* 80(3), 276-291.

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 exercises. *The American Journal of Sports Medicine,* 32(2), 484-493.

Lukasiewicz, A. C., McClure, P., Michener, L., Pratt, N., & Sennett, B.(1999). Comparison of 3-dimensional scapular position and orientation between subjects with and without shoulder impingement. *The American Journal of Sports Medicine,* 29(10), 574-583.

Martins, J., Tucci, H. T., Andrade, R., Araújo, R. C., Bevilaqua-Grossi, D., & Oliveira, A. S.(2008). Electromyographic amplitude ratio of serratus anterior and upper trapezius muscles during modified push-ups and bench press exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 22(2), 477-484.

McClure, P. W., Bialker, J., Neff, N., Williams, G., & Karduna, A.(2004). Shoulder function and 3-dimensional kinematics in people with shoulder impingement syndrome before and after a 6-week exercise program. *Physical Therapy,* 84(9), 832-848.

Moseley, J. B., Jobe, F. W., Pink, M., Perry, J., & Tibone, J. (1992). EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *The American Journal of Sports Medicine,* 20(2), 128-134.

Scovazzo, M. L., Browne, A., Pink, M., Jobe, F. W., & Kerrigan J.(1991). The painful shoulder during freestyle swimming. An electromyographic cinematographic analysis of twelve muscles. *The American Journal of Sports Medicine,* 19(6), 577-582.