

탄력밴드와 아령에 의한 저항이 다양한 어깨관절 외전 각도에서 중간 어깨 세모근의 등척성 수축에 미치는 영향

박민철 · 이상열^{1†}

부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과, ¹경성대학교 이과대학 물리치료학과

Deltoid Middle Fiber of the Isometric Contraction According to Elastic Band and Dumbbell on Various Shoulder Abduction Angle

Min-Chull Park, PT, PhD · Sang-Yeol Lee, PT, PhD^{1†}

Dept. of Physical Therapy, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

¹Dept. of Physical Therapy, College of Science, Kyungsoo University

Received: April 12, 2016 / Revised: April 14, 2016 / Accepted: April 18, 2016

© 2016 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to compare isometric contraction of deltoid middle fiber between elastic band and light dumbbell on various shoulder abduction angle. And this study intends to examine the compare with isometric contraction on deltoid middle fiber in various abduction angle of shoulder joint.

METHODS: The participants of this study were Korean healthy adult in their 20s (n=60). The 8 channel surface electromyography was used to measure activity of the deltoid middle fiber at isometric contraction on various abduction angle: 0°, 30°, 60°, 90°, 120° of shoulder joint using elastic band: red color Theraband and dumbbell: 2kg. The data used in the analysis of the present study was the root mean square.

RESULTS: The deltoid middle fiber activation was not significantly different between elastic band and dumbbell at each abduction angle. The deltoid middle fiber activation significantly increased as more to increased shoulder abduction angle in elastic band and dumbbell.

CONCLUSION: The elastic band and dumbbell was to provide the similarly load to the deltoid middle fiber isometric contraction on all of the shoulder abduction angle. The deltoid middle fiber activation increased as more to increased shoulder abduction angle in elastic band and dumbbell. These results may be an important reference in development of exercise on shoulder joint.

Key Words: Dumbbell, Deltoid middle fiber, Elastic band, Shoulder abduction

†Corresponding Author : sjslh486@hanmail.net

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. 서론

어깨관절은 구조적 불안정성을 다양한 근육의 작용을 통하여 보완하는 대표적인 관절이다(Kronberg

등, 1990; Hess, 2000). 이와 같은 어깨관절의 구조적인 특징 때문에 근육의 약화와 잘못된 협응은 어깨관절에 다양한 질병을 발생시킨다. 이러한 구조적인 형태로 인하여 근육의 약화와 불안정을 동반하게 되면 다양한 질병이 발생시킨다.

선행 연구들은 불안정성이 높은 어깨 관절의 수술 전과 후 그리고 손상 전과 후의 빠른 기능 회복을 위해 어깨 관절 안정성 운동이 필요하다고 제시하였다(John과 Brems, 2007). 어깨 관절은 구조적으로 불안정하여 근육의 강화를 통하여 안정성을 높일 수 있다. 어깨 관절 안정화를 위한 근력 강화 운동은 어깨 관절 주변의 근육들이 조화로운 움직임을 증가시키기 위한 닫힌 사슬 운동(Lee 등, 2011)과 단일 근육의 강화를 위한 다양한 자세와 각도에서의 열린 사슬 운동을 대표적인 어깨 관절 강화를 위한 운동이라고 할 수 있다(Antony와 Keir, 2010). 또한 주변 관절을 이용한 어깨 관절의 안정성을 높임으로써 해당 관절의 근활성을 높일 수 있는 방법 등을 제시하고 있다(Lee 등, 2011; Lee, 2013).

어깨 관절의 근력 강화를 위해 다양한 저항 도구를 사용하고 있다. 대표적인 예로 탄력밴드와 아령이다. 탄력밴드는 관절의 움직임에 따라 다양한 각도의 저항을 제공하며 각도의 변화에 따라 고정 부위에서 움직임 부위가 멀어지면서 저항력이 점차 증가한다(Brill 등, 1998). 아령은 저항이 항상 중력 방향으로 고정되어 있고 저항의 양이 고정되어 있다. 즉, 탄력 밴드는 점진적 저항을 밴드의 탄력으로 제공하는 특징을 가지고, 아령은 모멘트 팔에 의존하여 저항의 양이 변화되는 특징을 가진다. 이와 같이 두 가지 도구는 저항양의 결정에 있어 다른 특징을 가지고 있지만 구분 없이 많은 운동에서 활용되고 있다(Treiber 등, 1998).

중간 어깨 세모근은 편마비 환자의 이완성 마비 시 아탈구를 예방하고, 어깨의 움직임을 원활히 하며 안정성을 증가시키기 위해 중요한 근육이다.

따라서 본 연구는 다른 특징을 가진 아령과 탄력 밴드를 이용한 저항의 제공이 어깨관절 외전 시 각도에 따라 중간 어깨 세모근의 활성화에 미치는 영향을 밝혀 임상에서 환자에게 저항 제공의 방법 결정에 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 우측이 우세측인 신체 건강한 성인 60명(남: 35명, 여: 25명)을 대상으로 실시하였다. 대상자의 평균 연령은 21.10 ± 1.83 세이며, 평균 체중은 69.85 ± 12.42 kg, 평균 신장은 173.45 ± 4.17 cm이었다. 모든 대상자는 연구에 대한 상세한 설명을 듣고 자발적으로 연구 참여에 동의하였다.

2. 측정방법 및 연구 절차

본 연구는 어깨 외전 각도에 따른 중간 어깨 세모근의 근활성도를 측정하기 위하여 대상자를 벽면으로부터 10cm 떨어진 지점에 발끝을 위치시키고 벽을 마주 보고 서게 하였다. 선 자세에서 대상자의 어깨관절의 위치를 확인하고 시작자세(외전 0도)로부터 30도, 60도, 90도, 120도 외전각도를 측정하여 벽면에 표시하였다. 이후에 대상자에게 2kg의 아령과 붉은색 탄력밴드(Theraband, The Hygenic Corp., U.S.A)를 무작위로 제공하여 각각 3번씩의 외전동작을 수행하도록 하였다. 아령을 이용한 외전동작은 시작자세(외전 0도)에서 편안하게 아령을 손에 쥐도록 하였으며 탄력밴드를 이용한 어깨외전 동작은 대상자가 0도 외전자세에서 탄력밴드를 손에 쥐었을 때 지면과의 거리를 측정하여 탄력밴드의 장력이 발생하지 않는 길이를 제공하였다. 어깨외전 동작은 자동 설정된 신호음에 따라 0도, 30도, 60도, 90도, 120도에서 각각 5초간 유지하게 하였으며 표면근전도를 이용하여 각각의 각도에서 근활성도를 측정하였다(Fig. 1). 모든 대상자는 우세측에 아령과 탄력밴드를 제공하여 동작을 수행하였다.

근활성도 측정은 표면근전도 시스템(LXM3204, LAXTHA INC., Korea)을 사용하였으며, Telescan 프로그램을 이용하여 분석하였다. 표면 전극을 적용하기 전에 피부저항을 줄이고 전극이 피부에 잘 고정되도록 하기 위하여 필요에 따라 면도를 실시하고, 알콜 솜으로 닦아 청결함을 유지하도록 하였다(Hermens 등, 2000). 표면전극은 SENIAM(Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles)을 기준으로

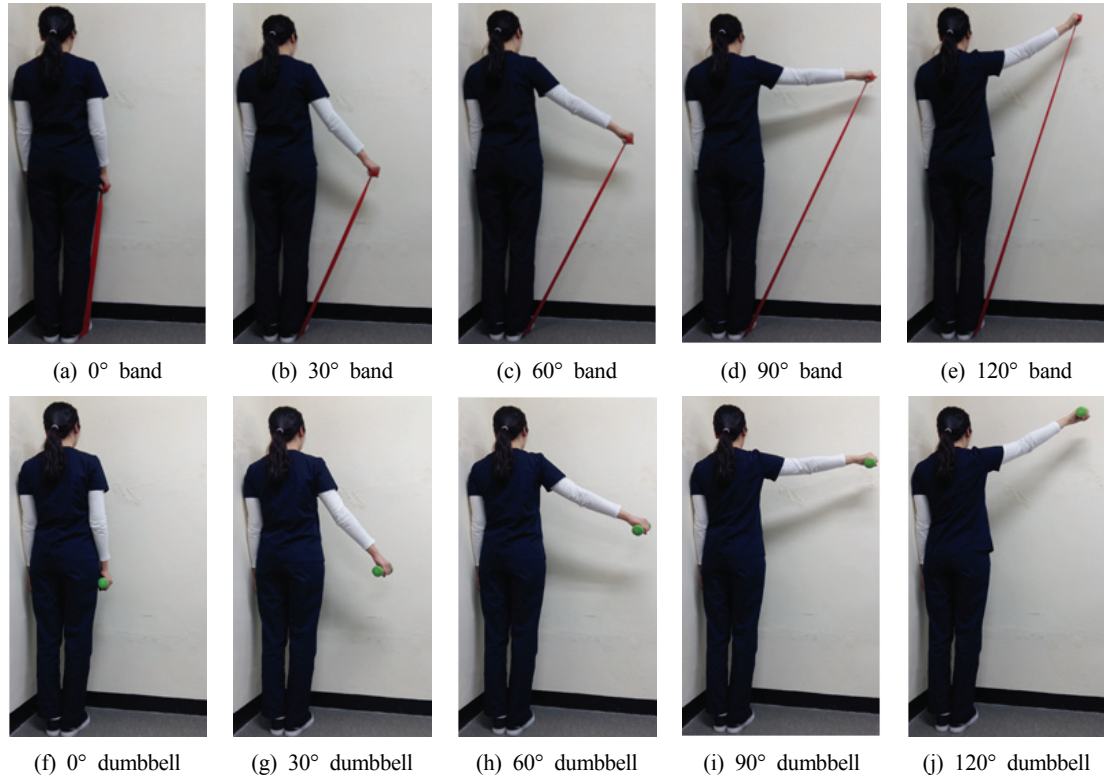


Fig. 1. The measuring position

중간 어깨 세모근에 부착하였다(SENIAM, 2011). 접지 전극(ground electrode)는 주두 돌기(olecranon process)에 부착하였으며, 모든 표면 전극은 Ag/AgCl 전극(3M Inc., Korea)을 사용하였다. 근전도 신호의 표본 추출률은 1,024Hz로 설정하였으며 대역통과필터 20~500Hz와 60Hz 노치필터를 이용하여 필터링하였다. 수집된 신호는 RMS (Root Mean Square) 값으로 정량화 하였다. RMS 값은 측정된 5초 중 처음과 마지막 1초를 제외한 3초간의 값을 사용하였으며 3회 측정된 값의 평균을 이용하였다.

3. 통계처리

본 연구에서 얻어진 데이터는 SPSS win 12.0을 사용하여 통계 처리하였다. 각각의 어깨관절 외전 각도에서 사용된 저항 제공 방법(아령, 탄력밴드)에 따른 중간 어깨 세모근의 활성도를 비교하기 위하여 대응표본 t검

정을 실시하였다. 그리고 다섯 가지의 각도에 따른 중간 어깨 세모근의 활성도를 비교하기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)를 사용하였다. 각각의 각도 사이에 활성도 차이를 알아보기 위하여 사후검정은 LSD를 사용하였다. 통계적 유의 수준 α 는 0.05로 하였다.

Ⅲ. 결과

각각의 어깨 외전 각도에서 탄력밴드와 아령의 부하가 미치는 영향을 알아본 결과, 모든 각도에서 아령과 탄력밴드 사이에 유의한 차이가 없었다($p \geq 0.05$). 탄력밴드의 사용 시 각각의 각도 간 근육 활성도는 유의한 차이를 보였다($F=127.22, p \leq 0.00$)(Fig. 2). 사후 분석 결과 탄력밴드 사용 시, 어깨 외전 0도, 30도, 60도, 90도, 120도 모든 각도 사이에 유의한 차이를 보였다. 아령의

Table 1. Compression of deltoid middle fiber activation according to elastic band and dumbbell on various shoulder abduction angle

| angle | elastic band | dumbbell | t | p |
|-------|-----------------|-----------------|-------|------|
| 0° | 23.12 ± 2.59 † | 23.14 ± 2.20 | -0.2 | 0.91 |
| 30° | 92.60 ± 37.38 | 93.39 ± 32.71 | -0.47 | 0.64 |
| 60° | 167.46 ± 66.20 | 162.89 ± 58.74 | 1.21 | 0.23 |
| 90° | 275.73 ± 117.69 | 271.98 ± 92.03 | 0.66 | 0.51 |
| 120° | 351.06 ± 148.67 | 343.69 ± 131.83 | 0.86 | 0.39 |

† mean±SD

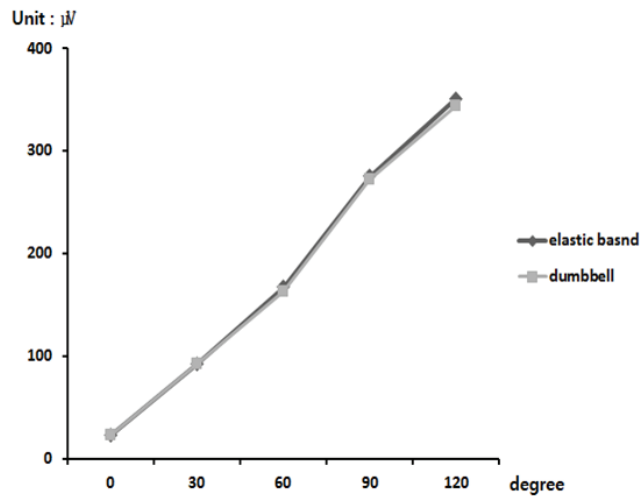


Fig. 2. Compression of deltoid middle fiber activation according to various shoulder abduction angle using elastic band and dumbbell

사용 시 각각의 각도 간 근육 활성화도는 유의한 차이를 보였다($F=167.00$, $p \leq 0.00$)(Fig. 2). 사후 분석 결과 아령의 사용 시, 어깨 외전 각도 0도, 30도, 60도, 90도, 120도 모든 각도 사이에 유의한 차이를 보였다.

IV. 고 찰

본 연구는 탄력밴드와 아령에 의해 제공된 저항이 5가지 어깨 외전 각도에서 중간 어깨 세모근의 등척성 수축 시 활성화도에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다.

어깨 관절의 각도가 증가할수록 두 가지 도구 모두에

적용되는 모멘트 팔은 90°까지 늘어나며 그 이후의 각도에서는 줄어드는 경향을 보이게 된다(Neumann, 2002). 예를 들어 어깨관절의 굴곡과 외전의 경우 이론적으로 90° 외전 또는 굴곡에서 모멘트 팔이 가장 긴 형태이므로 외적인 모멘트가 최고치에 이르는 각도이다(MacDonell과 Keir, 2005). 모멘트팔의 변화와 함께 아령은 항상 2kg의 무게로 고정되어 있지만 탄력밴드는 점진적으로 증가되는 저항을 유발한다. 탄력밴드의 점진적인 저항의 증가는 대상자마다 다르며 객관적으로 계산이 불가능하다. 탄력밴드의 경우 어깨관절 각도의 변화에 따라 제공되는 정확한 저항치를 계산할 수 없고 아령과 저항량을 절대적인 수치로 비교할 수는 없으며 저항의 방향 또한 아령과 동일하지 않다. 하지만 임상적으로 혼용하

여 사용하고 있는 저항 도구를 비교함으로써 각각의 특징을 가진 저항도구가 중간 어깨 세모근에 미치는 영향을 비교함으로써 임상에서 운동 적용 시 기초 자료를 제공하고자 실시되었다.

연구 결과, 탄력밴드와 아령을 사용한 저항의 제공에 따른 중간 어깨 세모근의 등척성 수축 시 활성화에서는 모든 각도에서 차이가 나타나지 않았다. 해당 근육에 가해진 부하의 양은 많은 조건들에 의해서 결정된다. 예를 들어, 손잡기 상태(DiDomizio, 2006), 근육의 수축 종류; 등척성, 등속성, 구심성, 원심성 수축 등, 수축 속도(Antony와 Keir, 2010) 등에 의해 결정된다. 하지만 본 연구에서는 다양한 조건을 감안하지 않고 각각의 각도에서 탄력밴드와 아령의 특징만을 비교하기 위해 실시된 연구로 두 가지 특징의 부하가 선 자세에서는 동일한 양의 부하를 중간 어깨 세모근에 가한 것으로 생각된다. 본 연구는 동적인 근육의 활동이 아닌 등척성 수축 시 나타난 값을 통계에 사용하였기 때문에 차후 연구에서 동적인 근육의 활동에서의 비교 또한 필요할 것으로 생각된다. 또한 주변 근육의 활성화로 인한 보상이 있었는지 또는 직접적인 저항의 양과 방향이 어떻게 변하고 있는지에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

어깨 외전 각도가 증가함에 따라 아령과 탄력밴드의 사용 모두 근육의 활성화가 증가하는 것은 90° 외전이 발생하는 동안은 근육의 길이와 모멘트팔의 증가가 모두 작용하여 활성화도가 증가한 것으로 생각된다. 그러나 본 연구에서 지속적으로 근활성도가 증가한 것은 90° 이상에서 모멘트팔이 비록 감소하게 되지만 어깨 세모근의 길이 또한 감소하게 됨에 따라 팔의 위치를 유지하기 위한 기전에 의해 발생한 결과라 여겨진다. 근육의 길이가 줄어들면 발생시킬 수 있는 힘이 감소하며 이로 인하여 더욱 많은 운동 단위가 활성화되어야 저항에 대한 관절의 위치를 유지할 수 있기 때문이다(Antony와 Keir, 2010). 또한 외전 각도가 증가함에 따라 상완골두의 위치가 변화하여 안정성을 보완하기 위해 주변 근육의 활성화가 높아져야 하기 때문이다(Hughes와 An, 1996; Jarvholm 등, 1991; Kronberg 등, 1990). 단, 탄력밴드의 경우 외전 각도의 증가로 인한 저항력

의 점진적 증가 또한 근육의 활성을 높인 요소가 될 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 본 연구의 결과와 다른 결과를 제시한 선행 연구들도 있었다. 반대되는 연구 결과를 제시한 연구들은 등척성 수축이 아닌 구심성·원심성 수축을 유발하여 수축 속도와 힘의 발생에 대한 개념이 더해졌기 때문에 나타난 결과로 해석하고 있다(Komi 등, 2000). 향후 연구에서 모멘트팔의 변화와 근육의 길이 변화에 대한 상세한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

V. 결론

어깨관절 외전 각도에 따른 아령과 탄력밴드의 저항이 중간 어깨 세모근의 등척성근활성에 미치는 영향에 대한 연구 결과, 아령과 탄력 밴드는 모든 각도에서 동일한 중간 어깨 세모근의 등척성근활성을 보였으며, 어깨 외전 각도가 증가할수록 활성화도가 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 탄력밴드와 아령을 사용한 어깨 관절의 운동에 중요한 정보를 제공할 것으로 생각된다. 하지만 임상의 적용에 있어서는 저항의 방향이 중간 어깨 세모근 외에 주변 근육의 활성화에 미치는 영향에 대한 연구가 이루어진 후 신중하게 적용되어야 할 것으로 생각된다.

Acknowledgements

이 논문은 2014년도 부산가톨릭대학교 교내 연구비에 의하여 연구되었음.

References

- Antony NT, Keir PJ. Effects of posture, movement and hand load on shoulder muscle activity. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20:191-8.
- Brill PA, Probst JC, Greenhouse DL, et al. Clinical feasibility

- of a free-weight strength-training program for older adults. *J Am Board Fam Pract.* 1998;11(6):445-51.
- DiDomizio J. The effects posture and force coupling on upper extremity muscle activity. Masters thesis, York University. 2006.
- Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10(5):361-74.
- Hess SA. Functional stability of the glenohumeral joint. *Man Ther* 2000;5:63-71.
- John J, Brems MD. Rehabilitation after total shoulder arthroplasty: current concepts. *Seminars in Arthroplasty.* 2007;18(1):55-65.
- Kronberg M, Nemeth G, Brostrom L. Muscle activity and coordination in the normal shoulder. *Clin Orthop* 1990;257:76-85.
- Lee SY, Han JT, Park MC, et al. Comparison of shoulder stabilizer muscle activations during push up plus exercise by with cervical flexion and extension. *J Phys Ther Sci.* 2011;23(1):111-3.
- Lee SY. Application effects of various solidity of mouth guard on torque and power at isokinetic contraction in shoulder: A pilot study. *J Korean Soc Phys Med.* 2013;8(4):567-71.
- 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.
- Neumann DA. *Kinegiology of the musculoskeletal system: Foundations for Rehabilitation.* Elsevier. 2002.
- SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles), October 5, 2011.
- Treiber FA, Lott J, Duncan J, et al. Effects of Theraband and lightweight dumbbell training on shoulder rotation torque and serve performance in college tennis players. *Am J Sports Med.* 1998;26(4):510-5.