

유착성 관절낭염 환자의 어깨벌림 각도에 따른 중간어깨세모근의 최대근활성도 비교

송일규 · 이한숙¹⁺ · 박선욱²

을지대학교 물리치료학과 보건과학대학원, ¹을지대학교 물리치료학과, ²삼성서울병원

Comparison of the Maximal Muscular Activities of the Deltoid During Shoulder Abductions in Patients with Adhesive Capsulitis

Il-Gyu Song, PT · Han-Suk Lee, PT, Ph.D¹⁺ · Sun-Wook Park, PT, Ph.D²

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Eulji University

¹Department of Physical Therapy, Eulji University

²Samsung Medical Center

Received: August 22, 2016 / Revised: August 25, 2016 / Accepted: September 19, 2016

© 2016 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study aimed to compare the electromyography (EMG) activity for the middle deltoid (MD) and upper trapezius (UT) muscles in various shoulder abduction angles in patients with adhesive capsulitis (AC).

METHODS: A total of 15 subjects participated in the study: 6 without AC (control group) and 9 with AC (AC group). The muscle activities of the UT and MD were measured using EMG during maximal static shoulder abductions in both groups. Each subject performed three repetitions of horizontal abduction at 0°, 30°, 60°, and 90° of the shoulder abduction angle in a sitting position. The measurement data from the middle 3-seconds of the 5-second

periods were used. The mean value of three separate sets of measurements was used in the data analysis. For each muscle, independent t-tests were performed to determine group differences. A measured repeated-measures ANOVA was performed using Bonferroni's post-hoc test.

RESULTS: The muscle activity of the UT was significantly greater in the AC group; than in the control group ($p < .05$). The muscle activity of the MD was significantly lower in the AC group; than in the control group ($p < .05$). The greatest level of muscle activity for both the MD and UT was demonstrated at the 0-60° and 0-90° of shoulder abduction angles in the AC group.

CONCLUSION: These findings showed that low muscle activation of the MD may contribute to hyperactivity of the UT during shoulder abduction in AC patients.

Key Words: Electromyography, Middle deltoid, Upper trapezius, Adhesive capsulitis

†Corresponding Author : leehansuk21@naver.com

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 우리 신체에서 가장 넓은 가동범위를 가지며(Kim 등, 1993) 이로 인한 어깨관절의 통증은 7~36%의 높은 발병률을 보이는 임상에서 흔히 관찰할 수 있는 질환 중 하나이다(Han과 Kim, 2011). 근골격계의 퇴행성 변화로 인한 질환 가운데 유착성 관절낭염은 주로 50대에서 어깨관절에 통증과 운동 장애를 일으키는 흔한 질환이라 하여 오십견이라고 하였으나 현재는 유착성 관절낭염 또는 동결견(frozen shoulder)이라고 일컬어진다(Choi, 2013). 조직의 퇴행성 변화나 다른 선행 질환에 의해 관절낭의 비후와 관절강 용적의 감소를 일으키는 질환으로(Murnaghan, 1988) 수면장애, 운동장애, 일상생활의 동작 장애를 가져오며 어깨관절 동통 및 운동 제한을 주 증상으로 하고 있다(Yoon과 Jung, 2013).

유착성 관절낭염의 증상은 각각의 환자마다 다양하나 주로 팔을 옆으로 올리거나 뒤로 젖힐 때 어깨 주변에서 심한 통증을 느끼며 주로 옷을 입거나 벗는 동작에서 어려움을 호소하고 있다. 처음에는 어깨세모근 정지부 주위에 동통이 나타나고 돌림과 벌림의 관절가동범위가 눈에 띄게 감소하며 어깨관절이 점차적으로 굳어지면서 일상생활에 어려움을 호소하고 수면에 곤란을 겪게 된다(Parker, 1989).

유착성 관절낭염의 치료목적은 통증을 감소시키고 증상을 느끼는 시간을 단축시켜 최대한의 운동범위를 회복하는데 있다고 한다(Grubbs, 1993; Hamdan과 Al-Essa, 2003). 그 때문에 일반적으로 유착성 관절낭염 환자의 회복의 기준을 주로 관절가동범위의 증가와 통증의 감소에만 초점을 맞추고 치료해 왔고, 실제적으로

특정 근육의 약화나 효율적인 근육의 사용에 대해 크게 관심을 기울이지 못하였다. 팔을 옆으로 들어올릴 때 오목위팔관절의 벌림과 어깨가슴관절의 위쪽올림이 동시에 일어나기 때문에 이 동작의 주동근인 어깨세모근과 등세모근의 효율적인 근육의 사용이 일어나야 한다(Weon과 Jung, 2012). 하지만, 유착성 관절낭염 환자의 경우 통증으로 인하여 어깨 벌림 동작이 제한되기 때문에 근육의 사용이 정상인과 차이가 있을 것이다. Lin 등(2005)의 연구에 따르면, 유착성 관절낭염 환자의 어깨 벌림 동작시 등세모근의 근활성도가 높게 나타난다고 하였다. 하지만 위등세모근의 높아진 근활성도에 비해 중간어깨세모근의 근활성도를 알아본 연구는 부족하다.

이에 본 연구는 유착성 관절낭염 환자가 어깨 벌림 동작을 할 때 중간어깨세모근과 위등세모근의 활성도 비율을 살펴봄으로써 중간어깨세모근의 약화를 보상하기 위하여 위등세모근을 동원시키는지 확인해보고자 한다

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 실험 목적과 방법에 대하여 연구대상자에게 충분히 설명한 후 실험 참여에 동의한 환자 중 유착성 관절낭염 진단을 받은 실험군 9명과 어깨관절이 정상인 대조군 6명을 대상으로 실시하였다. 탈락된 인원은 없었다(Table 1). 대상자는 유착성 관절낭염이라는 진단을 받은 환자 중 이외의 어깨관절에 영향을 줄 만한 신경학적 질환이 없으며 정형외과적 수술을 받지 않은 자로 어깨 관절 가동범위에 단축이 있지만 능동적 어깨

Table 1. General characteristics of subject

(Mean ± SD)

Group	Gender	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)
N (n=6)	Male : 3	26.50±4.41	166.83±6.22	61.50±6.64
	Female : 3			
AC (n=9)	Male : 4	50.11±7.14	162.18±5.81	63.29±7.51
	Female : 5			

* N : normal, AC : adhesive capsulitis

별림동작이 90도 이상 가능한 자로 선정하였다. 대조군은 어깨뼈의 움직임에 이상이 없으며 과거 6개월간 어깨 운동을 하지 않았고 근골격계 질환이 없는 자로 과거 수술의 병력이 없는 자로 선정하였다.

2. 실험기기 및 도구

근활성도 측정은 무선 표면 근전도 장비(BTS FreeEMG 1000, Italy)를 사용하였고, 근전도 신호의 표본 수집율은 1024Hz이며 잡음을 제거하기 위해 20~500Hz 대역 통과 필터를 사용하였다. 활성화전극은 일회용 접착식 전극으로 Ag/AgCl (2225 3M Inc) 재질을 사용하였고 전극 면적 4 cm X 3.5 cm, 전도면 직경 1 cm 그리고 전극간 거리는 2 cm로 유착성 전극 2개를 한 쌍으로 사용하였다. 근육에 대한 전극의 부착부위는 근육이 가장 활성화되는 부분인 힘살(muscle belly)에 평행이 되도록 부착하였고 전극 부착 전 피부저항을 최소화 하기 위해 부착부위를 면도한 후에 알코올 솜을 이용해 피부를 닦아내었다. 전극 부착 부위를 완전히 건조시킨 후 전극을 피부에 부착하였다.

3. 실험방법

모든 근활성도의 측정은 척추를 곧게 편 앉은 자세에서 실시하였으며 근전도 부착은 어깨뼈를 회전시키는 위등세모근과 어깨관절의 별림근인 중간어깨세모근으로 하였다. 10년 경력의 치료사가 관절각도계(goniometer)를 이용하여 어깨관절 별림 각도 0도, 30도, 60도 그리고 90도에서 최대수저항을 통해 5초간 등척성 수축을 실시하고 시작과 마지막 부분에서 오류를 줄이기 위해 처음 1초와 마지막 1초를 제외한 중간 3초 평균값을 사용하여 근 활성도 값으로 이용하였다. 3회 반복 측정을 한 후 두 각도에서의 측정 간격은 5분으로 충분히 휴식하고, 측정 간 실험의 오차를 줄이기 위하여 실험 내내 같은 부위에 부착하였다. 측정값에 대한 비교를 위해 실험군과 대조군 간의 위등세모근에 대한 중간어깨세모근의 최대수축값의 비율을 사용하였다. 모든 동작은 사전 연습을 통해 측정 전 동작을 충분히 연습하게 하였다. 양적인 평가를 하기 위하여 본 실험에서는 일반화를 위하여 퍼센트 차이방법(prevent

difference)를 사용하였으며 이에 대한 공식은 아래와 같다(Kasman과 Wolf, 2002).

비율계산 : 중간어깨세모근 활성도/(위등세모근 활성도+중간어깨세모근 활성도)*100

4. 분석방법

자료분석은 SPSS ver. 18.0 통계 프로그램을 이용하였고 정상군과 환자군 간의 위등세모근과 중간어깨세모근의 최대 근활성도 비율의 차이를 알아보고자 근활동도 변수에 대한 정규성 검정을 실시하였고 그 결과를 만족하여 독립표본 t-검정을 실시하였다. 별림 각도에 따른 위등세모근과 중간어깨세모근의 최대근활성도 비율을 비교하기 위해 반복측정 분산분석(repeated-measures ANOVA)을 실시하였고, 통계학적 유의수준은 .05로 하였다

III. 연구결과

본 연구에서는 환자군 9명과 정상군 6명을 대상으로 어깨관절 별림각도 0°, 30°, 60°, 90° 에서 위등세모근에 대한 중간어깨세모근의 최대근활성도 비율을 알아보기 위한 연구로 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 두 집단 간의 어깨관절 별림 각도에 따른 등세모근과 어깨세모근의 최대 근활성도 비율변화

어깨관절 별림 각도 0°에 대한 정상군 71.00±13.91%, 환자군 61.55±11.53% 으로 환자군이 정상군보다 근활성도가 낮았으나, 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 30°에서는 정상군 66.16±16.83%, 환자군 49.88±9.82%를 나타내었고 60°에서는 정상군 67.33± 16.97%, 환자군 43.33±12.06%, 90°에서는 정상군 68.66± 14.44%, 환자군 37.11±9.91%를 나타내어 0°를 제외한 나머지 30°, 60°, 90°에서는 유의한 차이가 나타났다(p<.05) (Table 2).

Table 2. Normalized EMG muscular activities of the upper trapezius and middle deltoid between two groups in the four testing positions

Degree	Group	Mean±SD	t	p
0°	N	71.00±13.91	1.43	.17
	AC	61.55±11.53		
30°	N	66.16±16.83	2.38	.03
	AC	49.88±9.82		
60°	N	67.33±16.97	3.21	.00
	AC	43.33±12.06		
90°	N	68.66±14.44	5.04	.00
	AC	37.11±9.91		

* N : normal AC : adhesive capsulitis

2. 각 집단 내의 어깨관절 벌림 각도에 따른 위등세모

근과 중간어깨세모근의 최대 근활성도 비율변화

어깨관절 0도에서 근수축시에 가장 높은 근활성도 비율을 보였고 90도 벌림에서 근수축시에 가장 낮은 근활성도 비율을 보였다(Table 3). 근활성도 비율의 일원배치 분산분석 결과 유착성 관절낭염 환자군에서 각도 간 유의한 차이를 보였고($p=.00$), 사후 검정 결과 0도-60도, 0도-90도 간에 유의한 차이를 보였다. 대조군에서 역시 어깨관절 0도에서 중간어깨세모근의 근수축시 가장 높은 근활성도 비율을 보였고 90도 벌림에서는 가장 낮은 근활성도 비율을 보였다(Table 4). 정상군에서는 각도간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p=.95$).

IV. 고 찰

본 연구는 어깨관절 벌림각도에 따른 위등세모근과 중간어깨세모근의 근활성도 비율을 알아보기 위해 정상 성인 6명과 어깨관절 유착성 관절낭염 환자 9명을 대상으로 각각 벌림 각도 0도 30도 60도 그리고 90도에서 집단간의 근활성도 비율의 차이점을 알아보고 각 집단내의 벌림 각도에 대한 근활성도 비율 차이를 알아 보았다.

본 연구의 결과, 어깨 벌림 각도에 따른 중간어깨세모근과 위등세모근의 근수축 비율은 0도를 제외한 나머지 각도에서 정상군과 환자군간의 유의한 차이를 보였으며 환자군 내에서는 0-60도와 0-90도 두각도 사이에서 유의한 차이를 나타내었다. 이는 팔을 벌리는 동작시 유착성 관절낭염 환자는 중간어깨세모근보다 위등세모근의 근활성도가 높게 나타나 비효율적인 근육

Table 3. Ratio of the middle deltoid to upper trapezius EMG muscular activities in adhesive capsulitis group

Abduction degree	0°	30°	60°	90°
Ratio of maximal muscle contraction (middle deltoid/upper trapezius)	61.56±11.53	49.89±9.82	43.33±12.06	37.11±9.91

Table 4. Ratio of the middle deltoid to upper trapezius EMG muscular activities in normal group

Abduction degree	0°	30°	60°	90°
Ratio of maximal muscle contraction (middle deltoid/upper trapezius)	71.00±13.91	66.17±16.83	67.33±16.97	68.67±14.44

의 사용을 보였으며 팔을 벌리는 각도가 증가할수록 위등세모근을 과사용하는 양상을 나타내었다. 팔을 옆으로 들어올릴 때 정상적인 어깨위팔리듬은 어깨뼈 상방 회전근의 적절한 활동이 요구된다(Bagg, 1988; Doody 등, 1970; Ekstrom 등, 2004). 오목위팔관절의 벌림과 어깨가슴관절의 위쪽올림이 동시에 일어나는데 벌림을 통해 팔을 올리는 일차적인 근육인 중간어깨세모근과 팔을 위쪽 돌림하는 주된 근육인 등세모근의 역할이 중요하다. 그러나 유착성 관절낭염 환자에서는 오목위팔관절의 제한으로 인해 보상작용으로 팔을 올리는 동안 비정상적 어깨동작과 어깨위팔리듬이 위등세모근의 불균형적 힘을 생산하게 된다. 특히 임상적 관찰에 기초하여 위등세모근의 근활성도가 증가된 것을 확인할 수 있었는데(Lin 등, 2005) 본 연구에서도 이와 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

Cools 등(2007)은 어깨뼈의 운동이상을 치료하기 위해서는 단순히 절대적인 근력만을 기본으로 하는 것이 아니라 근전도 분석을 통한 근육 균형의 비를 보아야 한다고 하였다. 어깨관절을 벌림하는 동안에도, 등세모근의 근섬유들은 어깨 벌림의 시기에 따라 다른 활성화를 보인다. 위등세모근은 어깨뼈의 상방회전과 올림을 위해 주로 벌림 초기에 활성화되고, 아래등세모근은 어깨뼈를 아래 방향으로 당겨 정렬을 유지해야 하므로 벌림 후기에 활성화된다(Neumann, 2011). 그러므로, 등세모근 중 하나의 근섬유라도 기능 부전이나 약화가 있으면 근 불균형이 나타나고 근 지구력이 감소하며 길이장력 관계(length-tension relationship)와 짝힘(couple-force)의 변화가 나타나고 어깨위팔리듬에 변화를 초래한다(Ebaugh와 Spinelli, 2010; Moseley 등, 1992; Lee 등, 2011).

오목위팔관절의 벌림을 통해 팔을 올림시키는 일차적인 근육들은 앞어깨세모근, 중간어깨세모근, 그리고 가시위근이다. 중간어깨세모근과 가시위근의 힘선은 어깨의 벌림 동안 유사한 비율로 증가한다. 두 근육은 올림의 시작 시 활성화되고, 거의 90도의 벌림에서 최대가 된다. 벌림 동안, 두 근육은 아래관절주머니에 의해 형성된 기능적 오목함 내에서 위팔뼈 머리를 안정화시키는데 도움이 된다(Neumann, 2011).

본 연구에서는 팔을 벌리는 동작을 수행할 때 각각의 각도에서 중간어깨세모근과 위등세모근의 근수축 비율을 비교해 보았다. 연구 결과 정상군에서는 팔을 벌림하는 동작 시 위등세모근에 대한 중간어깨세모근의 비율이 더 높게 나타났지만 환자군에서는 0도를 제외한 나머지 각도에서 모두 위등세모근에 대한 중간어깨세모근의 비율이 더 낮게 나타나는 결과를 보여주었다. 이는 팔을 벌리는 동안 유착성 관절낭염 환자들의 비정상적인 어깨위팔리듬과 근육의 불균형으로 인해 비효율적인 근수축이 일어남을 볼 수 있었고 두 근육이 최대로 활성화되는 90도 어깨 벌림 각도 동안 증가한 것을 볼 수 있었다. 따라서 유착성 관절낭염 환자군의 어깨 벌림 동작 동안 위등세모근의 근활성도를 낮추고 중간어깨세모근의 근활성도를 높일 수 있는 방안이 마련되어야 하겠다.

본 연구의 제한점으로는 첫 번째 어깨뼈 주위의 다양한 근육들의 근활성도를 측정하지 못하였다. 일부 근육의 근활성도만으로 어깨뼈의 움직임 분석하기에는 부족한 부분이 많았다. 두 번째는 검사자의 도수저항을 통해 최대근수축을 측정하였기 때문에 검사자의 주관 이 개입될 여지가 있었다. 세 번째는 실험군과 대조군 사이의 나이의 평균을 고려하지 못하였다. 추후 연구에서는 어깨뼈 주위의 다양한 근육의 근활성도 측정과 함께 어깨뼈 정렬을 좀 더 객관적으로 통제하여 유착성 관절낭염 환자의 비정상적인 팔 벌림 동작에 대한 근본적인 치료가 필요할 것이라 사료된다.

V. 결론

본 연구는 팔을 벌리는 동작에서 정상인과 유착성 관절낭염 환자의 중간어깨세모근과 위등세모근의 근활성도 비율을 비교하여 보았다. 그 결과 정상군에서는 팔을 벌리는 각도와 상관없이 중간어깨세모근의 근활성도 비율이 높았지만 환자군에서는 0도를 제외한 나머지 각도에서 위등세모근의 근활성도 비율이 더 높게 나타난 것을 알 수 있다. 그리고 환자군의 벌림 각도는 0에서 60도와 0에서 90도에서 유의하게 높은 차이를

나타내었다. 이는 어깨관절의 제한이 있는 환자에서 팔을 벌리는 동작 동안 위등세모근의 과사용이 일어나고 어깨를 벌릴 수록 비효율적인 근수축이 일어남을 볼 수 있다. 이에 유착성 관절낭염 환자의 치료시 위등세모근의 근활성을 줄이면서 중간어깨세모근의 근활성을 높일 수 있는 연구가 필요할 것이다.

References

- Bagg SD. A biomechanical analysis of scapular rotation during arm abduction in the scapular plane. *Am J Phys Med Rehabil.* 1988;67(6):238-45.
- Choi WH. The effects of the range of motion of joint with vibratory stimulation of the patients of adhesive capsulitis of the shoulder. Master's Degree. Daegu University. 2013.
- Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, et al. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(1):25-33.
- Doody SG, Freedman L, Waterland JC. Shoulder movements during abduction in the scapular plane. *Arch Phys Med Rehabil.* 1970;51(10):595-604.
- Ebaugh DD, Spinelli BA. Scapulothoracic motion and muscle activity during the raising and lowering phases of an overhead reaching task. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20(2):199-205.
- Ekstrom RA, Bifulco K, Lopau CJ, et al. Comparing the function of the upper and lower parts of the serratus anterior muscle using surface electromyography. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004;34(5):235-43.
- Grubbs N. Frozen shoulder syndrome a review of literature. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993;18(3):479-87.
- Kasman G, Wolf S. Surface EMG made EASY: A Beginner's Guide for rehabilitation clinicians. Noraxon USA. 2002.
- Hamdan T, Al-Essa K. Manipulation under anaesthesia for the treatment of frozen shoulder. *Int Orthop.* 2003;27(2):107-9.
- Han GS, Kim SY. The Initial Effect of Deltoid Inhibition Taping on Shoulder Pain, Function, Strength Level and Range of Motion in Patients With Shoulder Impingement Syndrome. *J Korean Soc Phys Med.* 2011;6(3):341-51.
- Kim MW, Han JW, Sun BK. Application to exercise program and training effect for frozen shoulder patients. *J of Sports Science.* 1993;4(1):127-38.
- Lee WH, Ha SM, Park KN, et al. A comparison of EMG activity for middle and lower trapezius muscle according to shoulder abduction angles. *Phys Ther Korea.* 2011;18(1):47-56.
- Lin JJ, Wu YT, Wang SF, et al. Trapezius muscle imbalance in individuals suffering from frozen shoulder syndrome. *Clin Rheumatol.* 2005;(24):569-75.
- 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.
- Murnaghan JP. Adhesive capsulitis of the shoulder: current concepts and treatment. *Orthopedics.* 1988;11(1):153-8.
- Neumann DA. *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation* (2nd ed). Korea. Mosby. 2011.
- Parker VM, Wade DT, Langton HR. loss of arm function after stroke: Measurement, frequency, and recovery. *Int Rehabil Med.* 1986;8(2):69-73.
- Weon JH, Jung DY. Comparison of the muscle activities of upper trapezius and middle deltoid between subjects with and without elevation of shoulder girdle during arm elevation. *J Korean Soc Phys Ther.* 2012;24(6):388-92.
- Yoon JS, Jung HI. The influence of treatment in patients with shoulder adhesive capsulitis for the proprioceptive neuromuscular facilitation and self-assistive ROM exercise. *J Korean Soc Phys Med.* 2013;8(2):219-29.