

어깨관절별림 각도에 따른 어깨주변 근육들의 참여 비율에 대한 연구

박민철¹ · 이상열^{2‡}

¹부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과, ^{2‡}경성대학교 이과대학 물리치료학과

The Study of Participation Ratio on Shoulder Abductor Muscle Activities According to Shoulder Abduction Angle

Park Minchull, PT, Ph.D¹ · Lee Sangyeol, PT, Ph.D^{2‡}

¹Department of Physical Therapy, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

^{2‡}Department of Physical Therapy, College of Science, Kyungshung University

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to determine the muscle activity ratio according to the shoulder abduction angle by identifying the mean muscle activities and calculating the muscle ratios for use in developing strengthening methods.

Methods: The participants were healthy adults in their 20s (n=19). The activity of the deltoid middle, upper trapezius, middle trapezius, and lower trapezius muscles was measured by 8-channel surface electromyography. Muscle activity was measured during 4 conditions of angle of shoulder abduction: 30°, 60°, 90°, and 120°. The data used in the analysis were the root mean square and % total muscle activity values.

Results: The root mean square values for the deltoid middle, upper trapezius, middle trapezius, and lower trapezius muscles showed significant differences. No significant differences were detected in the % total muscle activity of the deltoid middle, upper trapezius, middle trapezius, or lower trapezius muscles.

Conclusion: Future studies aimed at developing selective shoulder abductor muscle strengthening methods are likely to provide more effective results by using muscle activity ratios.

Key Words : electromyography, muscle activity ratio, shoulder abduction

‡교신저자: 이상열 sjslh486@hanmail.net

논문접수일 : 2017년 04월 10일 | 수정일 : 2017년 04월 26일 | 게재승인일 : 2017년 05월 01일

※ 이 논문은 2015년도 부산가톨릭대학교 교내 연구비에 의하여 연구되었음.

I. 서론

어깨 관절은 구조적으로 매우 불안정한 관절이며 인체에서 가장 큰 운동성을 가진 관절로서 관절 주변 연부조직의 능동적 안정성과 수동적 안정성에 의한 의존도가 높으며 정교한 근육의 협응이 요구되는 관절이다. 따라서 관절 주변 근육의 불균형은 다양한 어깨관절 관련 기능장애의 원인이 될 수 있으며(Cheng 등, 2015), 근골격계 질환뿐만 아니라 신경계 질환이 있는 환자들에서도 근육의 불균형적인 사용이 나타날 수도 있다(Cools 등, 2007; Tucker 등, 2010).

근육의 불균형적인 사용은 잘못된 근육동원의 개시 시간 또는 수축량의 불균형에 의한 것으로 볼 수 있다. 이에 선행 연구에서 많은 연구자들은 표면근전도를 이용하여 특정 동작을 수행할 때 개별 근육의 근활성도를 측정하고 이를 토대로 근육의 활성도를 높일 수 있는 중재 프로그램을 제시하거나 치료의 효과를 검증하는 연구들을 수행하였다(이승준 등, 2015; Lee 등, 2013; Arab 등, 2011; Hug, 2011). 근전도를 통하여 측정된 자료는 여러 가지 방법으로 표준화되고 있다. 그 중 최대 수의적 등척성 수축을 기준으로 근육의 활동값을 비율로 나타내는 % MVIC 방법, 특정 동작에서 발생한 개별 근육의 근활성도를 기준값으로 설정한 후 이 값에 대한 비율을 나타내는 % RVC 방법이 가장 흔히 사용되는 개별 근육의 근활성도를 표준화하는 방법이다(Al-Qaisi & Aghazadeh, 2015). 그러나 이러한 방법은 특정 동작에 관여하는 다수의 근육들의 협응 동작에 대한 분석이 용이하지 못하다. Lee(2016)의 연구에 따르면 내외측 경사에서 한발 서기 시 근육의 RMS값은 경사 각도에 따라 차이가 나지만 전체 근육의 활성 비율은 차이가 나지 않는다고 하였으며, 이러한 특정 동작에 관여하는 주요 근육 전체에 대한 개별 근육의 참여 비율을 % TA(total activity)라고 명명하였다. 이러한 결과는 경사 각도에 따라 특정 근육의 활성을 높인다고 보고할 수도 있지만 전체적인 근육의 활성이 높아지지만 각 근육간의 참여비율에는 관계가 없다는 것을 의미한다.

어깨 관절의 벌림 시 벌림 각도에 따라 어깨뼈는 적절한 비율로 상방회전 된다. 어깨 세모근은 대표적인 어깨관절 벌림근이며, 등세모근은 대표적인 어깨뼈 상방 회전근

이다. 어깨관절 벌림 시 각도에 따른 어깨관절 주변 근육의 근활성도 차이를 본 연구들은 다수 있으나(Kronberg와 Kemeth, 1990; Wickham et al, 2010) 어깨관절 벌림과 어깨뼈 상방회전에 주된 기능을 하는 주요 근육에 대한 협응 비율을 확인한 연구는 없다. 이에 본 연구에서는 Lee (2016)의 근전도 자료 분석 방법을 토대로 어깨관절 벌림 각도에 따른 어깨세모근 가운데 섬유와 등세모근 위섬유, 가운데섬유, 아래섬유의 참여도를 분석하여 그 변화정도를 확인해보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 오른손잡이인 신체 건강한 20대 성인 남성 19명을 대상으로 실시하였다. 대상자 모두는 연구에 대한 절차와 목적에 대한 사전 설명을 듣고 자발적으로 참여에 동의하였으며 평균연령 23±2.1세, 평균 신장 172±3.2 cm, 평균 체중 68±4.5 kg이었다.

2. 연구방법

본 연구는 팔 벌림 동작에서 각도에 따른 어깨주변 근육의 근활성도 측정을 위해 벽면으로부터 10 cm 떨어진 지점에 발바닥 끝을 맞추어 서게 하였다. 시작자세는 어깨 벌림 0°에서 붉은색 테라밴드(Theraband, The Hygenic Corp., U.S.A)를 바닥에 고정하였으며 선 자세에서 손에 쥐었을 때 장력이 발생하지 않는 길이를 제공하였다. 어깨 벌림 각도는 선 자세에서 대상자의 어깨뼈 봉우리돌기 위치를 확인하여 벽면에 표시한 후 30°, 60°, 90°, 120°에 되는 지점으로 연결선을 그었다. 이후에 자동 설정된 신호음에 따라 테라밴드를 손에 쥐고 벌림동작을 수행하는 동안 벽면에 표시된 각도에서 팔을 5초간 유지하는 동안 근활성도를 측정하였다.

근활성도는 표면근전도 시스템(LXM3204, LAXTHA INC., 한국)을 사용하였으며, Telescan 프로그램을 이용하여 분석하였다. 표면전극은 어깨세모근 가운데 섬유, 등세

모근 위, 가운데, 아래섬유에 부착하였다. 근전도 신호의 표본 추출률은 1,024 Hz, 대역통과필터 20~500 Hz, 60 Hz 노치필터를 이용하여 필터링하였다. 수집된 신호는 RMS (Root Mean Square) 값으로 정량화 하였으며, RMS 값은 수집된 5초간의 신호 중 처음과 마지막 1초를 제외한 가

운데 3초간의 값을 사용하였고 3회 측정된 값의 평균을 이용하였다. 또한 별립 각도별 어깨주변 근육들의 참여도를 확인하기 위하여 각각의 각도에서 수집된 4개 근육의 RMS 총합에 대한 개별 근육의 RMS값의 비율을 산출하여 % TA를 산출하였다.

$$\frac{\text{Specific muscle activity}}{\text{Total muscle activity measured in the experiment}} \times 100 = \% \text{ total activity}$$

3. 통계처리

어깨별립 각도(30°, 60°, 90°, 120°) 변화에 따른 어깨세 모근 가운데섬유, 등세모근 위, 가운데, 아래섬유의 RMS 값의 변화와 % total activity의 변화는 SPSS win 12.0을 사용하여 일원배치분산분석(one-way ANOVA) 방법으로 통계처리 하였으며, 사후검정은 LSD를 실시하였다. 통계적 유의 수준(α)은 .05로 하였다.

Ⅲ. 결 과

어깨관절 별립 각도가 30°, 60°, 90°, 120°로 증가함에 따라 어깨 세모근 가운데섬유, 등세모근 위섬유, 가운데섬유, 아래섬유의 RMS값은 통계적으로 유의한 증가를 보였다(p<.05)(표 1). 그러나 각각의 각도에서 측정된 4개 근육의 총합에 대한 개별 근육의 비율은 각도 변화에 상관없이 일정한 비율을 나타내었으며 통계적인 차이를 보이지 않았다(p>.05)(표 2).

표 1 . 어깨 별립 각도에 따른 RMS 값의 변화

(unit : μV)

	30°	60°	90°	120°	F	p
DM	95.71±36.37	173.22±63.94 ^a	260.19±107.79 ^{a,b}	314.74±146.07 ^{a,b}	18.283	.000
UT	55.77±39.50	84.20±53.19	122.93±72.37 ^a	158.58±89.53 ^{a,b}	8.682	.000
MT	45.67±23.47	76.78±37.60 ^a	103.30±54.88 ^a	127.94±63.17 ^{a,b}	10.582	.000
LT	31.23±14.08	57.94±31.37	125.51±65.42 ^{a,b}	166.31±94.19 ^{a,b,c}	20.244	.000

Mean±SD

DM : 삼각근 중부섬유, UT : 승모근 상부섬유, MT : 승모근 중부섬유, LT : 승모근 하부섬유

^a는 30°와의 유의한 차이

^b는 60°와의 유의한 차이

^c는 90°와의 유의한 차이

표 2. 어깨 별립 각도에 따른 %TA(total activity) 변화

(unit : % total activity)

	30°	60°	90°	120°	F	p
DM	42.22±9.97	44.27±11.78	44.71±10.42	44.26±10.53	.207	.891
UT	23.26±9.69	21.45±9.73	19.79±9.09	20.58±8.16	.499	.684
MT	20.32±6.31	19.46±6.15	17.46±5.76	16.72±6.17	1.450	.236
LT	14.18±3.99	14.80±6.01	18.05±6.56	18.43±6.51	2.628	.057

Mean±SD

IV. 고 찰

본 연구는 20대 건강한 성인 남성을 대상으로 어깨 관절 벌림에 작용하는 어깨세모근 가운데섬유와 어깨뼈를 상방회전 시키는 등세모근 위, 가운데, 아래섬유의 근활성도를 측정하여 근전도의 기본값인 RMS를 이용한 분석과 4개 근육의 활성도 총합에 따른 개별 근육의 비율을 확인하는 % TA(total activity) 단위를 이용하는 분석을 통해 어깨관절 벌림 각도에 따른 근육의 작용을 확인하기 위해 실시하였다.

본 연구에서 RMS값을 기준으로 각도별 근활성도를 분석한 결과, 어깨세모근 가운데섬유, 등세모근 위섬유, 가운데섬유, 아래섬유 모두 어깨관절 벌림 각도가 증가함에 따라 근활성도가 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 기존 개별 근육의 근활성도를 표준화하여 분석하는 연구의 관점으로 해석한다면, 본 연구에서 측정된 4개 근육은 각각 어깨관절 벌림 각도가 증가할수록 그 작용이 커지며, 어깨관절 벌림 각도가 120°일 때 가장 많은 활성도를 보이는 것으로 해석할 수 있다. 이를 토대로 하여 임상적으로 활용할 때, 4가지 근육은 각각 120° 부근에서 운동을 적용하는 것이 근력 강화에 효과적이라는 판단을 할 수 있다. 이와 같은 자료를 활용한 선택적 근육 강화 훈련은 어깨 관절에서 충돌증후군과 같은 질병 치료를 위한 중재 방법으로서 많은 연구자들에 의해 연구되어 왔으며 (Ludewig과 Braman, 2011), 벌림 각도에 따른 근육의 활성이 증가하는 것을 가중(summation) 근 활성도 패턴으로 해석하여 각도가 증가할수록 근육의 활성은 높아진다는 사전 연구와 동일한 결과를 보였다(곽두환, 2013). 그러나 이런 결과는 개별 근육 내에서의 활성도 변화에 대한 정보만 제공할 뿐 어깨관절 벌림 시 요구되는 주요 근육들 간의 활성도 변화에 대한 분석으로는 적합하지 않을 수 있다.

Lee(2016)에 의해 제시된 % TA방법으로 표준화하여 분석한 결과, 어깨관절 벌림과 어깨뼈 상방회전에 관여하는 어깨 세모근 가운데섬유와 등세모근 위, 가운데, 아래섬유는 벌림 각도에 따라 각각 근육의 근활성도는 증가하지만 % TA는 차이가 없이 일정한 비율을 나타내었다. 이러한 결과는 벌림 각도가 증가할수록 개별 근육 내에서의 활성

도는 높아지지만 특정 근육의 선별적 의존도가 높아지는 것이 아님을 의미한다. 그리고 어깨관절 벌림시 동반되는 어깨뼈의 상방회전에 대해 등세모근 위, 가운데, 아래섬유의 참여 정도가 벌림각도에 상관없이 일정하게 유지된다는 사실은 흥미로운 결과라 여겨진다. 또한 건강한 대상자가 아닌 어깨관절의 기능장애를 가진 환자를 대상으로 동일한 실험을 진행하였을 때 % TA값이 각도에 따라 차이를 나타낸다면 이는 근육의 불균형적 참여가 있다고 유추할 수 있을 것이다.

본 연구는 19명의 정상 성인을 대상으로 실시하였으며 어깨 관절의 벌림과 이와 연계된 어깨뼈의 상방회전에 관여하는 근육 중 4가지 근육에 제한적으로 적용되었으므로 어깨 벌림동작에 참여하는 전체적인 근육의 비율에 대한 분석연구로서의 제한점이 있다. 향후 이런 제한점들을 보완하고 어깨 관절의 기능장애를 가지고 있는 대상자 또는 다양한 동작과 근육군에서의 연구들이 이어져야 할 것으로 여겨진다.

V. 결 론

본 연구는 어깨관절 벌림각도에 따른 근활성도를 측정하고 분석함에 있어 기존의 RMS값을 이용하는 방법과는 다른 관점의 % TA를 활용한 분석방법에 대해 알아보고자 실시되었다. 그 결과 어깨관절 벌림각도가 증가함에 따라 각 근육의 RMS값 또한 커지는 것으로 나타났으나 % TA값은 일정하게 유지됨을 알 수 있었다. 따라서 % TA를 이용한 분석은 기존의 RMS값을 이용한 분석과는 다르게 특정 동작을 수행할 때 작용하는 근육들의 균형적인 협응 관계를 판단하는데 있어 유용한 방법이 될 수 있을 것이다. 향후 % TA의 타당성을 보완할 수 있는 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 또한 본 연구는 어깨관절 외전에 대한 근육의 참여도를 분석하였지만 모든 외전에 대한 주동근과 보조근을 측정하지 못하였고 대표적인 4개의 근육으로 한정되었다. 따라서 향후 연구에서는 동작에 관여되는 모든 근육을 측정하여 이에 대한 참여도를 다시 확인해야할 필요가 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- 곽두환(2013). 근전도를 기반으로 한 어깨관절 가동범위 분류 및 평가. 아주대학교 대학원, 석사학위 청구 논문.
- 이승준, 김태균, 이진철 등(2015). 열린사슬과 닫힌사슬운동에서 어깨 굽힘 각도에 따른 어깨안정화 근육의 근활성도 비교. 대한통합의학회지, 13(1), 81-90.
- Al-Qaisi S, Aghazadeh F(2015). Electromyography analysis: Comparison of maximum voluntary contraction methods for anterior deltoid and trapezius muscles. *Procedia Eng*, 3, 4578-4583.
- Arab AM, Ghamkhar L, Emami M, et al(2011). Altered muscular activation during prone hip extension in women with and without low back pain. *Chiropr Man Ther*, 19(1), 18.
- Cheng W, Cornwall R, Crouch DL, et al(2015). Contributions of muscle imbalance and impaired growth to postural and osseous shoulder deformity following brachial plexus birth palsy: a computational simulation analysis. *J Hand Surg Am*, 40(6), 1170-1176.
- Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, et al(2007). Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports*, 17(1), 25-33.
- Hug F(2011). Can muscle coordination be precisely studied by surface electromyography?. *J Electromyogr Kinesiol*, 21(1), 1-12.
- Kronberg M, Kemeth G(1990). Muscle activity and coordination in the normal shoulder. *Clin Orthop Relat Res*, 257, 76-85.
- Lee SK, Jung JM, Lee SY(2013). Gluteus medius muscle activation on stance phase according to various vertical load. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 26(2), 159-161.
- Lee SY(2016). Mean individual muscle activities and ratios of total muscle activities in a selective muscle strengthening experiment: the effects of lower limb muscle activity based on mediolateral slope angles during a one-leg stance. *J Phys Ther Sci*, 28(9), 2544-2546.
- Ludewig PM, Braman JP(2011). Shoulder impingement: Biomechanical considerations in rehabilitation. *Man Ther*, 16(1), 33-39.
- Tucker WS, Armstrong CW, Gribble PA, et al(2010). Scapular muscle activity in overhead athletes with symptoms of secondary shoulder impingement during closed chain exercises. *Arch Phys Med Rehabil*, 91(4), 550-556.
- Wickham J, Pizzari T, Stansfeld K, et al(2010). Quantifying 'normal' shoulder muscle activity during abduction. *J Electromyogr Kinesiol*, 20(2), 212-222.