

하승모근 등척성 운동방법에 따른 근두께 변화량 비교 및 초음파 영상의 신뢰도 연구

송우리¹, 김선엽², 장현정³

¹대전대학교 보건스포츠대학원 물리치료학과, ²대전대학교 자연과학대학 물리치료학과,
³대전대학교 대학원 물리치료학과

Abstract

A Comparison of Change in Thickness for Lower Trapezius Muscle During Lower Trapezius Muscle Isometric Exercise and Reliability of Ultrasound Imaging

Woo-ri Song¹, BHSc, PT, Suhn-yeop Kim², PhD, PT, Hyun-jeong Jang³, MSc, PT

¹Dept. of Physical Therapy, The Graduate School of Health Sports, Daejeon University,

²Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University,

³Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Daejeon University

The lower trapezius muscle is an important stabilizer and primary mover of the scapula. The potential use of ultrasound imaging to evaluate scapular muscle function warrants investigation. The purpose of this study is to use ultrasound imaging for determining the effectiveness of 4 different isometric exercises for maximally activating the lower trapezius muscles in healthy subjects. Twenty-eight (14 men and 14 women) volunteers were recruited for this study. Thickness measurements of the lower trapezius muscles were recorded during 4 exercises: latissimus pulldown (LP), prone V-raise (PV), prone row (PR), and modified prone cobra (MP). Lower trapezius muscle thickness was measured 3 times by 2 investigators at a point 3 cm lateral to the lateral edge of the T8 spinous process. The order of 4 exercise execution was randomized for each participant. To identify statistical significance, one-way ANOVA with repeated measures was used with the significance level of .05. Intraclass correlation coefficient (ICC) for intra-reliability was .86~.98 and inter-rater reliability .83~.96 for the lower trapezius, respectively ($p < .01$). Thickness changes in the lower trapezius muscles between the relaxed and contracted states in men were as follows: LP (7.37 ± 2.68 mm, 182%), MP (4.69 ± 1.74 mm, 167%), PV (4.52 ± 1.47 mm, 149%), and PR (3.84 ± 1.72 mm, 133%). In women the values were as follows: LP (4.64 ± 1.24 mm, 163%), MP (2.79 ± 0.81 mm, 131%), PV (2.78 ± 0.85 mm, 129%), and PR (2.21 ± 1.26 mm, 100%). Thickness of the lower trapezius muscles significantly differed between exercises in both the gender ($p < .01$). The LP was the most effective exercise for increasing the activation of the lower trapezius muscle in both the gender. We recommend performing the LP exercise for strengthening the lower trapezius muscles.

[Woo-ri Song, Suhn-yeop Kim, Hyun-jeong Jang. A Comparison of Change in Thickness for Lower Trapezius Muscle During Lower Trapezius Muscle Isometric Exercise and Reliability of Ultrasound Imaging. Phys Ther Kor. 2012;19(3):31-39.]

Key Words: Isometric exercise; Lower trapezius; Muscle thickness; Ultrasound imaging.

I. 서론

견갑골은 상완와관절(glenohumeral joint)의 안정성과

움직임에 중요한 역할을 하며, 상지의 정상적인 기능유지를 위하여 견갑골의 움직임 조절과 위치 조정능력이 필요하다(Cools 등, 2007a; Cools 등, 2005; Mottram,

1997). 견갑골의 움직임 조절에 있어 승모근과 전거근은 중요한 역할을 하며, 특히 견갑골 상방회전 시 두 근육은 회전근개와 함께 짝힘(force couple)으로 작용한다(Lear와 Gross, 1998). 또한 견갑골의 안정성과 움직임은 승모근과 전거근에 매우 의존적이고, 특히 하승모근의 수행 능력이 중요하다(Cools 등, 2007b; Cools 등, 2002; Ebaugh 등, 2005). De Mey 등(2009)은 하승모근과 중승모근의 약화는 견관절의 불안정성을 증가시키고 충돌 증후군과 같은 질환을 야기시키며 기능손상에 관여한다고 하였고, 견관절의 병리학적 소견을 악화키는 원인 기전으로 작용한다고 보고하였다(Cools 등, 2007a; Cools 등, 2007b; Lin 등, 2005; Ludewig과 Cook, 2000).

한편 동결견(frozen shoulder), 어깨충돌증후군(shoulder impingement syndrome)과 같은 임상에서 흔히 볼 수 있는 견관절 관련 질환을 지닌 환자들에게서 상승모근의 과활성화와 하승모근의 약화현상과 같은 승모근 섬유 불균형이 나타나며(Chester 등, 2010; Lin 등, 2005; Ludewig과 Cook, 2000), 이는 운동패턴을 변화시키고 가동범위의 제한을 야기시킨다(Kibler, 1998). 이에 약화된 하승모근을 조절하여 정상적 운동패턴을 유도하는 것은 견관절 질환 환자 관리에 있어 필수적이다(Lin 등, 2005; Ludewig과 Cook, 2000; Matias과 Pascoal, 2006).

약화된 하승모근을 선택적으로 강화시키는 방법으로 다양한 운동방법들이 제시되고 있으며, 견관절 외전 90도~145도 사이의 운동이 하승모근을 활성화시킨다고 보고되고 있다(Ekstrom 등, 2003; Hislop, 2002; Tucker 등, 2010). 실제 특정 근육의 선택적 강화 훈련을 위해서는 근육의 적절한 길이-장력 관계가 필요하며, 최적의 근육 길이, 근력, 움직임을 유도하기 위하여 적절한 자세가 요구된다(Chang 등, 1999). 이에 하승모근을 활성화 시킬 수 있는 동작으로 Moseley 등(1992)은 견갑상완관절의 외전상태에서 노젓기(rowing) 운동을 실시했을 때와 90도와 150도 외전 상태에서 팔에 저항을 주었을 때 하승모근의 근활성도가 높게 나타난다고 보고하였다. Arlotta 등(2011)은 하승모근을 선택적으로 강화시키기 위해 등척성 운동방법을 제시하였으며, 짝힘을 이루는 근육의 불균형이 나타난 경우에는 안정성을 제공하는 등척성 훈련이 정상 위치 회복에 효과적인 운동방법이라 하였다(Mottram, 1997).

최근에 초음파 영상(ultrasound imaging)은 근육의

형태를 정량화하고 근육의 수축을 비침습적인 방법으로 평가할 수 있어 많은 연구에 사용되고 있다(김창용 등, 2011). 근육의 기능을 평가하고 분석하는 방법으로 근전도 측정법도 많이 사용되고 있지만, 근육간의 선택적인 분리가 어렵고(O'Sullivan 등, 2007), 수축기에 근두께 변화를 확인하는데 초음파 영상이 보다 유용하다고 보고되고 있다(Hodges, 2003). 이와 같이 재활 초음파 영상(rehabilitation ultrasound imaging; RUSI)은 근육의 두께(Critchley과 Coutts, 2002; McMeeken 등, 2004; Miyatani 등, 2002), 단면적(Bemben, 2002; Hides 등, 1995; Reeves 등, 2004; Stokes 등, 2005), 면적(Esformes 등, 2002; Miyatani 등, 2002)을 포함하여 근육 형태학의 측정을 위해 성공적으로 사용되어져 왔다.

근육의 선택적 활성화를 위해 도수 근육검사에 대해서는 기초적인 원리가 있지만(Kendall 등, 2005), 하승모근의 근력 평가와 선택적 활성화를 위한 방법에 대한 기존 연구는 부족하고, 하승모근이 운동을 통해 최적으로 활성화 시킬 수 있는 최선의 운동방법에 대한 연구가 미흡한 실정이다. Arlotta 등(2011)의 근전도를 이용한 연구에서 하승모근 등척성 운동방법을 비교한 연구가 있었지만, 초음파 영상을 이용하여 근두께 변화를 직접적으로 비교한 연구는 없었다. 또한 근력 측정관련 연구에 의하면 성별에 따라 특정근육의 근력 및 근두께의 차이가 있는 것으로 보고되고 있다(Nordgren과 Bäckström, 1971). 이에 본 연구의 목적은 건강한 성인을 대상으로 초음파 영상을 이용하여 Arlotta 등(2011)이 제시한 하승모근 등척성 운동방법 중 선택된 4가지 운동 시에 하승모근의 두께변화를 알아보고, 4가지 등척성 운동방법 중에 하승모근을 목표로 선택적으로 최대 수축시키는 운동방법을 제시하기 위해 실시하였다. 이 연구를 위해 다음과 같은 가설을 설정하였다. 첫째, 선택된 4가지 하승모근 등척성 운동을 하는 동안 하승모근의 근두께의 차이가 있을 것이다. 둘째, 선택된 4가지 하승모근 등척성 운동 간에 근두께 변화량의 차이가 있을 것이다. 셋째, 선택된 4가지 하승모근 등척성 운동 시 하승모근의 근두께 변화량의 성별 간 차이가 있을 것이다. 넷째, 안정 시와 수축 시에 초음파 영상을 이용한 하승모근의 근두께 측정에 대한 측정자간, 측정자내 신뢰도는 높을 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

연구대상자는 대전시에 거주하는 20대의 건강한 성인 28명을 대상으로 하였다. 각 대상자들에게 이 연구의 목적과 방법, 절차를 설명하였고, 대상자들은 실험 참여에 동의하였다. 대상자의 제외 기준은 신경학적 증상을 지니고 목과 어깨, 팔에 외상이나 통증, 수술 경험이 있는 자, 임신 중인 자, 체내에 금속 이식을 한 자, 최근에 견갑골 주위 근육에 훈련적인 활동을 받았던 자를 제외하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

2. 측정도구 및 절차

가. 근두께 측정 장비

본 연구에서 안정 시와 운동 시에 하승모근의 근두께를 측정하기 위하여 초음파 영상 장비¹⁾를 사용하였다. 탐촉자는 13-4 MHz의 직선형 탐촉자²⁾를 이용하였다. 모든 대상자는 B-mode(brightness mode)에서 스캔하였고, 주파수 대역은 12 MHz로 하였다. 이 외의 깊이(depth), 밝기(total gain), 동적 구역(dynamic range)은 대상자의 이미지 특성에 맞춰 조절하였다.

나. 근두께 측정 방법 및 절차

하승모근의 등척성 운동 시 대상자들의 운동 순서에 따른 영향을 최소화하기 위해 제비뽑기 방법을 통해 무작위로 운동 순서를 정하였으며, 측정측은 모두 우세팔에서 측정하였다. 본 실험에 들어가기 전에 대상자들에게 4가지 하승모근 등척성 운동방법에 대한 사전 교육을 실시하였고, 충분한 연습 후 실험을 진행하였다. 근두께 측정은 선자세와 엎드린 자세에서 실시하였으며 두 가지 자세에서 휴식 시 근두께와 4가지 운동자세에서 근두께를 3회 반복 측정하였다. 4가지 등척성 운동

시 운동자세는 3초간 유지하도록 하였고, 근육의 피로를 최소화하기 위해 반복 측정 사이에 1분간의 휴식 시간을 주었으며, 각 운동 간에는 3분의 휴식시간을 주었다. 3초 수축 동안 가장 선명한 이미지 영상을 선택하여 최종영상으로 결정하였다.

측정하는 동안 다른 근육의 동원을 최대로 억제하기 위해 엎드린 자세에서 하는 운동(그림 1. B, C, D) 시에는 압박벨트로 대상자의 골반부를 검사대에 고정하였고, 등척성 수축에 대한 저항은 한 명의 물리치료사가 대상자들이 최대한의 힘을 발휘할 수 있도록 적합한 등척성 저항을 주었다.

하승모근의 초음파 영상 측정의 신뢰도를 알아보기 위하여 두 명의 검사자가 근두께 측정에 참여하였다. 제 1검사자(A)는 초음파 영상 측정의 임상경력을 3년 이상 가진 검사자였고, 제 2검사자(B)는 초음파 영상 측정에 대한 경험이 없고 단지 최근 3일동안 초음파 영상 측정에 관한 교육을 받은 검사자였다. 근두께 측정의 측정자내, 측정자간 신뢰도를 알아보기 위하여 4가지 운동의 근두께 측정시 측정자A-측정자A 또는 측정자A-측정자B로 나누어 2회씩 측정하였다. 측정자에 관한 두 가지 경우의 수는 대상자의 제비뽑기를 통해 결정되었다. 대상자가 제비뽑기를 통해 1번을 뽑을 경우 A 검사자가 먼저 첫 번째 측정을 실시하고 30분 후 A 검사자가 재측정을 실시하였고, 대상자가 2번을 뽑으면 A 검사자가 첫 번째 측정을 실시하고 30분 후 B 검사자가 측정을 실시하였다. 이러한 과정을 통해 안정 시와 수축 시의 측정자내 신뢰도(A-A)와 측정자간 신뢰도(A-B)를 분석하였다.

다. 하승모근 운동방법

하승모근의 등척성 운동방법은 선행 연구를 기초로 일반적으로 사용되는 운동법 4가지를 선정하였다. 운

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

(N=28)

변수	남자(n=14)	여자(n=14)	전체(n=28)
나이(세)	22.78±3.09 ^a	22.35±3.99	22.57±3.57
신장(cm)	173.85±3.73	160.92±4.36	167.39±7.63
체중(kg)	67.50±8.06	54.64±4.49	61.07±9.16
BMI ^b (kg/m ²)	22.30±2.38	21.10±1.54	21.70±2.09

^a평균±표준편차, ^b신체질량지수(body mass index).

1) MyLab25 Gold, Esaote, Indianapolis, U.S.A.

2) LA523, foot-print 5 cm, Esaote, Indianapolis, U.S.A.

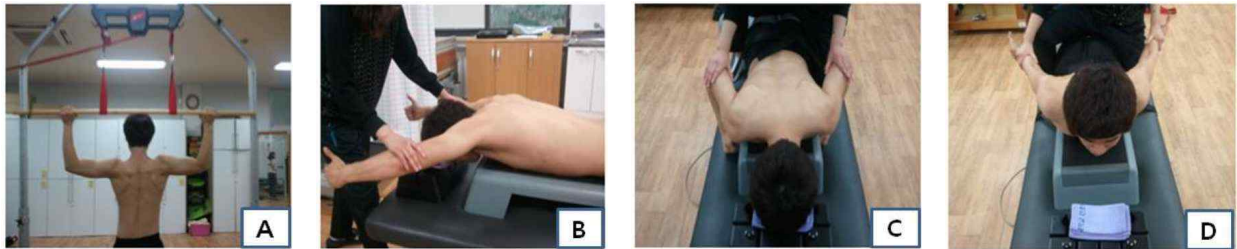


그림 1. 하승모근 등척성 운동법(A: 광배근 풀다운, B: 옆드려 V자 들기, C: 옆드려 팔꿈치 들기, D: 변형된 코브라 운동).

동은 모두 등척성 운동방법을 이용하였고, 각 운동들의 운동자세와 방법은 다음과 같다(그림 1).

광배근 풀다운(latissimus pull-down; LP) 운동은 양팔을 어깨넓이만큼 벌리고 서서 주관절을 90도로 굴곡하여 고정된 바를 잡고, 머리와 어깨의 움직임이 유도되지 않은 범위 내에서 아랫방향으로 최대한의 힘으로 잡아당긴다(Arlotta 등, 2011). 옆드려 V자 들기(posterior v-raise; PV) 운동은 검사대에 옆드린 자세에서 견관절을 180도 굴곡, 150도 외전한 상태에서 엄지가 천장 쪽을 향하게 하여 위쪽으로 들어올린다. 검사자는 대상자의 주관절에 저항을 준다(Ekstrom 등, 2003). 옆드려 팔꿈치 들기(prone row; PR) 운동은 대상자가 옆드린 상태에서 어깨를 중립자세로 하고, 양쪽 주관절은 90도로 굴곡하여 몸통 옆에 놓는다. 대상자는 검사자의 저항에 대항하여 윗 방향으로 팔을 최대한 힘을 주어 올린다(Lear과 Gross, 1998). 마지막으로 변형된 코브라(modified prone cobra; MP) 운동은 옆드린 자세에서 양팔을 외회전하여 엄지손가락이 천정을 향하게 하고, 가슴을 바닥에서 10 cm 정도 들어올린 자세에서 검사자에 대항하며 양팔을 최대 힘을 주어 위로 들어올린다(Kendall 등, 2005).

라. 하승모근 근두께 분석

O'Sullivan 등(2007)은 하승모근 초음파 영상 측정을 위한 측정위치로 흉추 8번 부위가 가장 적절하다고 제시하였다. 본 연구에서는 이 연구의 측정방법을 기초로 하여 하승모근의 근두께 측정위치를 결정하였다. 검사자는 경추 7번을 측지하고 그 아래로 흉추의 극돌기를 측지하였고 견갑골 하각 수준인 흉추 8번 부위의 피부에 표식을 하였다. 하승모근 두께측정을 위해 탐촉자는 근섬유 방향과 일치하도록 각도계를 이용하여 탐촉자를 약 55도 기울여 적용하였다. 흉추의 극돌기를 중심으로 탐촉자를 놓고 양쪽의 하승모근 영상이

나오면(그림 2) 우세 팔 쪽으로 탐촉자를 약간 이동하여 한쪽에는 극돌기의 영상이 남아있게 한다(그림 3). 이 영상에서 흉추 8번 극돌기 영상으로부터 3 cm 외측 위치에 수직 방향으로 근두께를 측정하였다(O'Sullivan 등, 2007).

4. 분석방법

연구대상자의 일반적인 특성은 기술분석을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다. 하승모근의 4가지 등척성 운동방법간의 근두께 변화량과 변화율에 비교는 반복측정 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 실시하였고, 운동자세에 따른 유의성 검정을 위하여 사후검정방법으로 Bonferroni 방법을 실시하였다. 성별에 따른 근두께 비교는 독립표본 t-검정(independent t-test)을 이용하여 분석하였고, 각 운동법에 따른 근두께 측정의 측정자내 신뢰도와 측정자간 신뢰도는 급간내상관계수(intraclass correlation coefficient; ICC)를 분석하였다. 모든 통계처리는 SPSS ver. 18.0 프로그램을 이용하였고, 유의수준 $\alpha=.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 하승모근의 등척성 운동방법 간에 근두께

하승모근의 등척성 운동 시의 근두께는 표 2와 같다. 남자의 경우 LP 운동이 가장 큰 두께를 보였고, 두께는 11.81 ± 3.09 mm였다. 여자의 경우에도 7.63 ± 1.29 mm의 두께를 보이며, LP 운동이 가장 두꺼운 하승모근 근두께를 보였다.

2. 하승모근 등척성 운동방법에 따른 성별 근두께 변화량 비교

하승모근의 등척성 운동법에 따른 안정 시와 수축

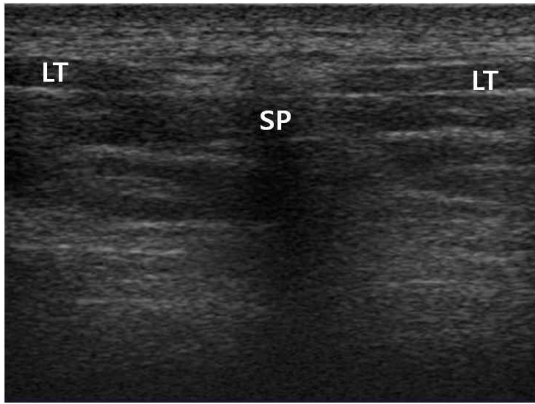


그림 2. 양측 하승모근 영상, 가운데 후방 음영을 가진 척추의 극돌기(spinous process; SP)가 보이고, 양쪽으로 고에코(hyper-echoic)의 근막층으로 나뉜 하승모근(lower trapezius; LT)이 보인다.

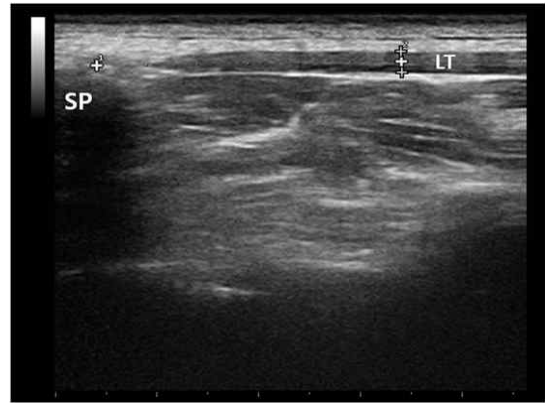


그림 3. 우세측 하승모근 영상, 왼쪽에 후방 음영을 가진 척추의 극돌기(spinous process; SP)가 보이고 고에코(hyper-echoic)의 근막층으로 나뉜 하승모근(lower trapezius; LT)이 그림의 오른쪽에 보인다.

시의 근두께의 변화량을 표 3에 제시하였다. 근두께의 변화량은 [수축시-안정시]의 공식을 이용하여 계산하였다(O'Sullivan 등, 2007). 근두께 변화량은 남녀 모두 운동방법 간에 유의한 차이를 보였다($p < .01$). 사후검정 결과 LP가 다른 운동방법과 비교하여 가장 큰 근두께 변화량을 나타냈고, 남자와 여자 모두에서 LP와 MP간에, LP와 PV, 그리고 LP와 PR간에 각각 유의한 근두께 변화량에 차이가 있었다($p < .01$).

3. 하승모근 근두께의 초음파 영상 측정의 신뢰도

하승모근 등척성 운동중의 초음파 영상 측정의 측정자내, 측정자간 신뢰도는 표 4와 같다. 측정자내 신뢰도는 LP가 .96, PV가 .98, PR이 .90, MP가 .86으로 높은 등급의 신뢰도를 나타냈다. 측정자간 신뢰도에서도 LP가 .96, PV가 .94, PR이 .94, MP가 .83으로 높은 수준의 신뢰도를 보였다.

IV. 고찰

본 연구는 하승모근 등척성 운동 시 하승모근 근두께 변화를 알아보기 위해 4가지의 등척성 운동을 선택하여 실시하였다. 그 결과 하승모근 근두께가 다른 3가지 운동방법에 비하여 LP에서 유의하게 증가함을 보이며 운동방법 간에 근두께에 유의한 차이가 있을 것이라는 연구의 가설이 지지되었다.

본 연구에 선택된 4가지 하승모근 등척성 운동은 LP, PV, PR, MP로 구성하였다. 연구에 적용된 4가지

운동은 일반적으로 하승모근 근력강화나 도수근력 검사 자세로 사용되고 있는 운동방법이다. 4가지 운동을 실시한 결과 본 연구에서는 LP이 다른 운동방법과 비하여 가장 큰 하승모근 근두께를 보였다. Arlotta 등(2011)이 본 연구에서 적용한 4가지 운동방법에 따른 근활성도를 근전도로 비교한 선행연구에서 MP와 PR이 하승모근의 가장 높은 활성도를 보였다고 하였다. 이는 Arlotta 등(2011)의 연구에서는 근전도를 이용하여 상승모근, 중승모근, 하승모근의 비를 비교하는 연구였지만, 본 연구에서는 초음파 영상을 이용하여 하승모근의 근두께를 측정하였으므로 평가 장비의 차이로 결과의 차이를 보인 것으로 여겨진다. 근전도는 신경세포가 전기적 자극을 받아 신호가 전달되어 간접적으로 근육의 활동정보를 얻어 근육의 활성 정도를 정량화하는 도구이다. 반면에 초음파 영상을 이용하여 측정된 근두께는 독립적인 근육의 형태학적 변화를 관찰함으로써 근육수축 시의 직접적인 힘의 지표라고 할 수 있다. 따라서 근전도 신호의 결과와 초음파 영상의 두께 측정 결과는 직접적으로 비교하기에는 한계가 있다고 사료된다.

본 연구에서 하승모근 등척성 운동방법으로 제시된 4가지 운동은 선 자세, 엎드린 자세로 실시되었다. 일반적으로 선 자세에서는 자세동요에 대한 신체조정을 위해 지표면을 넓게 지지하는 엎드린 자세보다 근육의 활성이 높게 나타난다. 또한 중력의 영향으로 하승모근과 같이 견갑골 하강에 관여하는 근육에서는 선 자세에서 근활성도가 높게 나타날 수밖에 없다. 그럼에도 불구하고 본 연구에서는 하승모근의 근력강화나 도수근력 검사에 자세로 나온 운동을 선택하여 실시하기 위해 혼합

된 자세에서의 운동법 4가지를 선택하였다. 이전의 연구들에서도 등척성 운동에 따른 하승모근의 근활성도를 비교하기 위한 운동자세로 선 자세와 엎드린 자세가 함께 포함되었고(Arlotta 등, 2011; Cools 등 2007b), 본 연구에서는 단순한 근두께의 비교가 아닌 근두께 변화량을 비교, 분석함으로써 자세에 따른 오류를 제한하였다.

본 연구에서 가장 큰 근두께 변화량을 보인 운동방법인 LP는 Arlotta 등(2011)이 제시한 운동으로 견갑골의 내전과 하강을 유도하는 등척성운동이다. 그러나 Hislop과 Montgomery(2002)는 하부 승모근의 근력측정을 위한 도수근력 검사자세를 견관절의 145도 외전자세로 보고하였고, Faria 등(2009)은 150에서 180도 사이에서 가장 큰 근활성도를 보인다고 하였으며, 연구자들 간에 약간의 차이가 있으나 대부분 큰 외전 각도에서의 평가를 제안하였다. 본 연구 결과 하승모근의 근두께의

큰 변화량을 보인 LP는 견관절 90도에서 등척성 수축을 실시하였으며 150도의 큰 외전 각도에서 실시한 PV와 비교하였을 때 더 큰 근두께의 변화량을 확인할 수 있었다($p<.01$). 이는 견관절 외전각도가 작은 운동이 상승모근의 활성을 최소로 하면서 하승모근의 최대 활성을 가져온다는 Arlotta 등(2011)의 선행연구 결과와 일치한다. 이러한 결과를 바탕으로 하승모근을 위한 도수 근력검사는 다양한 자세로 수정되어야 하며 하승모근의 최대 활성을 가져올 수 있는 운동방법에 대한 향후 연구가 더 필요하다고 생각한다.

본 연구에서 하승모근 등척성 운동 시의 남성의 하승모근 근두께가 여성에서 보다 2.51~4.18 mm 더 크게 나타났다. 또한 근두께 뿐만 아니라 근두께 변화량에서도 4가지 운동방법 모두에서 남녀의 차이가 통계적으로 유의한 결과를 나타냈다. 정진규 등(2004)의 연구에서

표 2. 안정 시와 등척성 운동방법에 따른 하승모근의 근두께 (N=28)

	선 자세		엎드린 자세			
	안정 시	LP ^a	안정 시	PV ^b	PR ^c	MP ^d
남자(n=14)	4.44±1.44 ^e	11.81±3.09	3.13±.92	7.66±2.05	6.98±1.92	7.72±1.67
여자(n=14)	2.99±.61	7.63±1.29	2.26±.58	5.04±1.09	4.47±1.53	5.06±.98

^a광배근 풀다운(latissmus pulldown), ^b엎드려 V자 들기(prone V-raise), ^c엎드려 팔꿈치 들기(prone row), ^d변형된 코브라 운동(modified prone cobra), ^e평균(mm)±표준편차.

표 3. 성별에 따른 하승모근의 등척성 운동방법 간에 근두께 변화량 비교 (N=28)

운동방법	근두께 변화량		
	남(n=14)	여(n=14)	t-값
LP ^a	7.37±2.68 ^e	4.64±1.24	3.447*
PV ^b	4.52±1.47	2.78±.85	3.823*
PR ^c	3.84±1.72	2.21±1.26	2.859*
MP ^d	4.69±1.74	2.79±.81	3.580*
F값	7.309*	14.528*	

^a광배근 풀다운(latissmus pulldown), ^b엎드려 V자 들기(prone V-raise), ^c엎드려 팔꿈치 들기(prone row), ^d변형된 코브라 운동(modified prone cobra), ^e평균(mm)±표준편차, * $p<.01$.

표 4. 하승모근 등척성 운동 시 초음파 영상 측정의 신뢰도(ICC)

운동방법	측정자내(95% CI)	측정자간(95% CI)
LP ^a	.96*(.87~.98)	.96*(.90~.99)
PV ^b	.98*(.96~.99)	.94*(.82~.98)
PR ^c	.90*(.68~.96)	.94*(.81~.98)
MP ^d	.86*(.58~.95)	.83*(.49~.94)

^a광배근 풀다운(latissmus pulldown), ^b엎드려 V자 들기(prone V-raise), ^c엎드려 팔꿈치 들기(prone row), ^d변형된 코브라 운동(modified prone cobra), * $p<.01$.

근두께와 최대 수의적 등척성 수축력을 초음파영상 장비와 근력계를 이용하여 측정한 연구에서 남녀 간에 통계적으로 유의한 차이를 나타냈고, Freulich 등(1995)의 연구에서도 성별 간 최대 수의적 수축과 근두께의 유의한 차이가 있었다고 보고하였다. 이러한 결과는 남성이 여성에 비해 단위 체중 당 근육의 크기가 크기 때문에 큰 근력을 낼 수 있는 것이라고 생각한다. 이에 초음파 영상을 이용한 근두께 측정에 관한 연구에서는 대상자 선정 시 남, 여의 차이를 고려해야 할 것이다.

본 연구에서 하승모근의 근두께 측정을 위해 초음파 영상을 이용하였다. 초음파 영상은 가정 주파수 이상의 음파를 체내로 보내 구조물간의 임피던스(impedance) 차이를 이용하여 영상화 된다. 하승모근은 나오는 영상의 깊이가 약 .5~1 cm로 표재성에 있는 구조물이기 때문에 본 실험에서는 파장이 짧지만 분해능이 좋은 13 MHz 직선형 탐촉자를 사용하였다. 초음파 영상은 근육의 굵기를 정량화할 때 사용하기 좋은 간단한 도구이다(김수현 등, 2011). 또한 하승모근 안정 시 두께 측정에서 높은 신뢰도를 가지고 있을 뿐만 아니라(O'Sullivan 등, 2007), 정상인을 포함하여 어깨 통증이 있는 환자의 근력 차이를 알아보기 위한 연구에서도 하승모근 두께측정의 도구로써 성공적으로 사용되었다(O'Sullivan 등, 2012). 본 연구에서도 하승모근 두께 측정에 안정 시와 수축 시 측정자내 신뢰도 .86~.98, 측정자간 신뢰도 .83~.96으로 높은 수준의 신뢰도를 확인할 수 있었다. 4가지 운동 방법 중 MP 운동 시 신뢰도가 다른 운동방법에 비하여 낮게 측정되었으며, 이는 다른 운동과 달리 MP 운동이 상체를 들어올려야 하는 운동이므로 척추기립근이 우세하게 작용하여 하승모근의 두께 측정 시 탐촉자의 접촉에 약간의 어려움이 있었기 때문이라고 사료된다.

모두에서 높은 측정자내, 측정자간 신뢰도를 보이면서 이전의 연구 결과를 지지하였다. 이처럼 초음파 영상은 비침습적이고 실시간으로 근육의 변화를 관찰하고 측정할 수 있는 장점을 가지고 있고, 측정의 타당성이 있으며 신뢰할 수 있는 방법이다. 그럼에도 불구하고 초음파 영상을 이용한 근두께 측정 연구는 아직 부족한 편이다. 본 연구는 안정 시 뿐만 아니라 수축 시에 하승모근 근두께 측정에서 초음파 영상을 이용했다는 점에서 방법론적인 가치가 있을 것으로 생각되며, 근두께 측정에 새로운 방법으로 제안하는 바이다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 보인다. 첫째, 연구에 참여한 대상자의 수가 적기 때문에 일반화하기에는 어

려움이 있다. 둘째, 운동저항이 주관적이었다. 그러나 이를 보완하기 위해 저항을 적용하는데 경력이 많은 검사자가 참여하였고, 구두의 되먹임을 주면서 대상자에게 최대한의 수축을 이끌어 내도록 노력하였다. 셋째, 건강한 성인만을 대상으로 하였다. 건강한 성인 대상자만 본 연구에 참여하였기 때문에 환자에게 적용할 때의 제한점을 발견하지 못하였다. 따라서 본 연구 결과를 기초로 향후 연구는 상지의 기능부전을 경험하는 환자를 대상으로 하승모근의 선택적 운동방법을 적용하고 그 효과를 비교하는 지속적인 임상연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 20대의 정상인 28명을 대상으로 4가지 하승모근 등척성 운동방법 중에 하승모근의 두께 변화를 초음파 영상을 이용하여 측정 비교하였고, 근두께의 가장 큰 변화를 보이는 운동법을 알아보고자 실시하였다. 그 결과 남녀 모두에서 LP, MP, PV, PR 순으로 하승모근의 근두께 변화량을 나타내었다. 특히 LP은 다른 운동에 비해 근두께 변화량이 통계적으로 유의하게 높은 것으로 확인되었다($p < .01$). 안정 시와 수축 시에 초음파 영상 측정에 대한 측정자내, 측정자간 신뢰도는 각각 .86~.98과 .83~.96로 높은 수준의 신뢰도를 나타내었다($p < .01$).

위의 결과를 통해 하승모근의 근두께 변화가 가장 큰 운동법은 4가지 등척성 운동방법 중 광배근 풀다운 운동방법임이 확인되었다. 또한 초음파 영상을 이용한 근두께의 평가방법은 안정 시 뿐만 아니라 수축 시에도 하승모근의 근두께 변화를 객관적으로 평가할 수 있는 매우 유용한 도구라고 여겨진다.

인용문헌

- 김수현, 박미희, 심진아 등. 골반압박벨트가 정상인의 능동 하지직거상 시 복횡근 굵기에 미치는 영향. 대한정형도수물리치료학회지. 2011;17(1):15-23.
- 김창용, 최종덕, 김선엽 등. 외복사근과 다열근에 대한 초음파 영상과 표면 근전도 측정방법의 신뢰도와 타당도. 한국전문물리치료학회지. 2011;18(1):37-46.

- 정진규, 김양호, 김태열. 골격근에서 최대 수의적 등척성 수축력과 근두께와의 관계. 대한임상전기생리학회지. 2004;2(2):25-37.
- Arlotta M, Lovasco G, McLean L. Selective recruitment of the lower fibers of the trapezius muscle. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(3):403-410.
- Bemben MG. Use of diagnostic ultrasound for assessing muscle size. *J Strength Cond Res.* 2002;16(1):103-108.
- Chang YW, Su FC, Wu HW, et al. Optimum length of muscle contraction. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 1999;14(8):537-542.
- Chester R, Smith TO, Hooper L, et al. The impact of subacromial impingement syndrome on muscle activity patterns of the shoulder complex: A systematic review of electromyographic studies. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010;11:45.
- 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.* 2007a;17(1):25-33.
- Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, et al. Rehabilitation of scapular muscle balance: Which exercises to prescribe? *Am J Sports Med.* 2007b;35(10):1744-1751.
- Cools AM, Witvrouw EE, De Clercq GA, et al. Scapular muscle recruitment pattern: Electromyographic response of the trapezius muscle to sudden shoulder movement before and after a fatiguing exercise. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2002;32(5):221-229.
- Cools AM, Witvrouw EE, Mahieu NN, et al. Isokinetic scapular muscle performance in overhead athletes with and without impingement symptoms. *J Athl Train.* 2005;40(2):104-110.
- Critchley D, Coutts F. Abdominal muscle function in chronic low back pain patients: Measurement with real-time ultrasound scanning. *Physiotherapy.* 2002;88(6):322-332.
- De Mey K, Cagnie B, Danneels LA, et al. Trapezius muscle timing during selected shoulder rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(10):743-752.
- Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Three-dimensional scapulothoracic motion during active and passive arm elevation. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2005;20(7):700-709.
- Ekstrom RA, Donatelli RA, Soderberg GL. Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(5):247-258.
- Esformes JI, Narici MV, Maganaris CN. Measurement of human muscle volume using ultrasonography. *Eur J Appl Physiol.* 2002;87(1):90-92.
- Faria CD, Teixeira-Salmela LF, Gomes PF. Applicability of the coactivation method in assessing synergies of the scapular stabilizing muscles. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18(5):764-772.
- Freilich RJ, Kirsner RL, Byrne E. Isometric strength and thickness relationships in human quadriceps muscle. *Neuromuscul Disord.* 1995;5(5):415-422.
- Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Magnetic resonance imaging and ultrasonography of the lumbar multifidus muscle. Comparison of two different modalities. *Spine (Phila Pa 1976).* 1995;20(1):54-58.
- Hislop HJ, Montgomery J. Daniels and Worthingham's Muscle Testing: Techniques of Manual Examination, Philadelphia, W.B. Saunders, 2002:73-75.
- Hodges PW, Pempel LH, Herbert RD, et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve.* 2003;27(6):682-692.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, et al. Muscles: Testing and function with posture and pain. 5th ed. Baltimore, MD, Lippincott Williams & Wilkins, 2005:339-341.
- Kibler WB. Shoulder rehabilitation: Principles and practice. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(4 Suppl):(S)40-50.

Lear LJ, Gross MT. An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during a push-up progression. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28(3):146-157.

Lin JJ, Wu YT, Wang SF, et al. Trapezius muscle imbalance in individuals suffering from frozen shoulder syndrome. *Clin Rheumatol.* 2005;24(6):569-575.

Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther.* 2000;80(3):276-291.

Matias R, Pascoal AG. The unstable shoulder in arm elevation: A three-dimensional and electromyographic study in subjects with glenohumeral instability. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2006;21 Suppl 1:S52-58.

McMeeken JM, Beith ID, Newham DJ, et al. The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2004;19(4):337-342.

Miyatani M, Kanehisa H, Kuno S, et al. Validity of ultrasonograph muscle thickness measurements for estimating muscle volume of knee extensors in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2002;86(3):203-208.

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):128-134.

Mottram SL. Dynamic stability of the scapula. *Man Ther.* 1997;2(3):123-131.

Nordgren B, Bäckström L. Correlations between

muscular strength and industrial work performance in mentally retarded persons. *Acta Paediatr Scand Suppl.* 1971;217:122-126.

O'Sullivan C, Bentman S, Bennett K, et al. Rehabilitative ultrasound imaging of the lower trapezius muscle: Technical description and reliability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(10):620-626.

O'Sullivan C, McCarthy Persson U, Blake C, et al. Rehabilitative ultrasound measurement of trapezius muscle contractile states in people with mild shoulder pain. *Man Ther.* 2012;17(2):139-144.

Reeves ND, Maganaris CN, Narici MV. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91(1):116-118.

Stokes M, Rankin G, Newham DJ. Ultrasound imaging of lumbar multifidus muscle: Normal reference ranges for measurements and practical guidance on the technique. *Man Ther.* 2005;10(2):116-126.

Tucker WS, Armstrong CW, Gribble PA, et al. Scapular muscle activity in overhead athletes with symptoms of secondary shoulder impingement during closed chain exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(4):550-556.

논문 접수 일	2012년 5월 7일
논문 심사 일	2012년 5월 7일
논문 게재 승인 일	2012년 5월 21일