

급성과 만성 편타성-관련 손상 환자의 상지 거상과 하강 동작시 상승모근과 하승모근의 근활성도 비교

김상수 · 김선엽¹⁾

한국정형외과 물리치료실, 대전대학교 보건스포츠과학대학 물리치료학과¹⁾

Abstract

Comparison of Upper and Lower Trapezius Activity During Shoulder Elevation and Depression for Acute and Chronic Whiplash-associated Disorder Patients

Sang-Su Kim¹⁾, Suhn-Yeop Kim²⁾

Dept. of Physical Therapy, Hankook Orthopedics¹⁾

Dept. of Physical Therapy, College of Health Sports Science, Daejeon University²⁾

Purpose: The study compared the muscle activity and ratio of upper trapezius (UT) to lower trapezius (LT) activity between acute and chronic whiplash-associated disorder (WAD) patients. **Methods:** Twelve healthy (male: 7), 14 acute WAD (male: 7), and 11 chronic WAD (male: 3) volunteers participated in this study. Electromyography using a surface EMG recorded the activity of the upper trapezius and lower trapezius of both shoulders (dominant and non-dominant) during 120° elevation when standing and shoulder depression when sitting. The testing order was selected randomly. Subjects were asked to maintain each experimental position for 5 seconds at end range. EMG activity was normalized using the maximal voluntary isometric contraction (MVIC) elicited using a manual muscle-testing technique. One-way repeated measures analysis of variance (ANOVA) was used to compare the average root mean square (RMS) value of EMG activity for each condition. **Results:** The EMG activity of the dominant UT for chronic WAD subjects was significantly higher than for acute WAD subjects during 120° elevation ($p < .05$). The EMG activity of the dominant LT for acute WAD subjects was significantly lower than for the control group ($p < .05$) during 120° elevation. The EMG activity of the dominant LT for WAD patients was significantly lower than for the control group during shoulder depression ($p < .05$), and the chronic WAD patients scored significantly the lowest ($p < .01$). The dominant UT/LT for chronic WAD patients was significantly higher than the ratio for acute WAD subjects during shoulder depression ($p < .05$); this result was higher than for the control group ($p < .01$). The non-dominant UT/LT (ratio) for chronic WAD patients was significantly higher than the ratio for acute WAD subjects during shoulder depression ($p < .05$). **Conclusion:** The UT for chronic WAD subjects was hyperactive when compared to the acute WAD subjects, and the was hypoactive for both acute and chronic patients, therefore intra-trapezius imbalance was more prevalent during shoulder depression.

Key Words: Whiplash injury; Trapezius, Shoulder elevation, Shoulder depression, Muscle ratio

교신저자 : 김선엽(대전대학교 보건스포츠과학대학 물리치료학과, 010-2530-0619, E-mail: kimsy@dju.kr)

I. 서론

최근 들어 교통량의 증가와 교통수단의 다양화, 그리고 차량의 고속화로 인하여 교통사고가 증가 추세에 있으며(Sterling, 2004), 최근의 사고율은 100,000명당 약 100~150명 정도로서 그들 중 28%는 1년 이상 지속적인 증상을 호소한다(Rodriquez 등, 2004). 가속-감속성 외상으로 정의되는 편타성-관련 손상(whiplash-associated disorder; WAD)은 차량 충돌과 유사한 손상에 의해 두부와 경부가 순간적으로 과신전 또는 과굴곡되고 연이은 굴곡 또는 신전으로 인해 경부 주위의 근육과 전방 종인대의 파열 그리고 견갑골 주위의 통증을 유발할 수 있으며(대한정형외과학회, 1993), 이 손상을 받은 사람의 47~88%에서 경부 주위의 통증을 호소한다는 보고가 있다(Obelieniene 등, 1999). 일반적으로 경부와 어깨에 통증을 호소하는 환자에게서 과도한 활동을 보이는 상승모근과 감소된 활동을 보이는 하승모근과 전거근이 흔히 관찰되며(Cools 등, 2007; Holtermann 등, 2010; Ludewig과 Cook, 2000), 최근 여러 연구에서 만성 WAD와 작업 관련성 근골격계 질환(work-related muscular skeletal disorder) 등과 같이 그 원인이 다른 질병일지라도 병리학적으로 유사한 기전을 갖은 경우 유사한 결과를 나타낸다고 하였다(Falla 등, 2004; Nederhand 등, 2002). 따라서 만성 WAD와 작업 관련성 근골격계 질환의 경우 근력의 강화보다는 경부와 어깨의 기능과 관련된 견갑골 주위근의 균형이 더욱 중요한 요소라 할 수 있다(Cools, 2007; Lin 등, 2007; Ludewig 등, 2004).

견갑골의 상방회전은 상지의 거상에 있어 필수적인 구성 요소이며, 견갑상완과 관절의 안정성은 뼈의 적합성에 의한 것이 아니라 관절주위 결합조직들에 의해 생산된 수동장력과 근육에 의해 생산된 능동적인 힘에 주로 의존하는 형태이다(Neumann, 2002). 완전한 상방회전을 수행하기 위해 승모근과 전거근이 전 과정을 거치는 동안 협력해야 하며(Ebaugh 등, 2005), 견갑골의 주요 상방회전근은 상승모근(upper trapezius: UT), 하승모근(lower trapezius: LT), 전거근(serratus anterior: SA)이며, 근력의 절대적인 결핍보다는 견갑대 근육들 사이의 불균형이 견갑골의 동적 역학에 많은 영향을 미친다(Cools 등, 2003; Ludewig 등, 2000). 견흉관절의 불균형은 안정시 관절의 위치와 견갑골의 동선, 그리고

견갑대 근육의 동원 정도에 따라 결정되며 정상적인 어깨 기능에 많은 영향을 미치게 된다(Kibler 등, 1998; Kibler 등, 2008). 비교적 작은 견갑골의 변위일지라도 견갑상완관절의 정렬과 수반되는 힘의 변화에 영향을 주게 되고(Cools 등, 2007), 승모근들 중 하나의 불충분으로 인해 발생된 불균형은 상승모근에 지속적인 긴장을 요구하게 되고 이러한 불균형은 결국 회전근개(rotator cuff)에 과도한 부하를 야기시켜 충돌증후군이나 회전근개 파열, 오십견으로 발전될 수 있다(Mell 등, 2005; Su 등, 2004).

상지의 거상(elevation)은 일상생활을 영위하는데 있어 필수적인 구성 요소로 견갑골 주위근의 근활성도를 측정하는데 많이 사용되는 동작으로, 약 120도 거상 시 상승모근과 하승모근이 최대 활성화된다(김덕화 등, 2004; Wickham 등, 2010; Yoshizaki 등, 2009). Hinterwimmer 등(2003)은 수술 후 또는 급성 어깨 손상 등의 재활과정 초기에 상승모근과 하승모근, 전거근이 견갑골의 안정화에 결정적인 역할을 하며, 견갑골 하강(depression)을 일으키는 닫힌 사슬(closed kinetic chain) 운동 형태의 견갑골 하강 운동은 관절가동범위의 제한이나 관절 부하량의 조절이 용이해 재활 초기에 안전하게 이용될 수 있다고 하였다. 또한 Kibler 등(2008)도 견갑골 하강 운동이 상승모근의 활동을 최소화한 상태에서 하승모근과 전거근의 반응을 이끌어내는 데 효과적인 운동방법이라고 하였다. 이러한 손상의 급성기 증상은 경부의 연부조직 손상으로 인해 발생된다고 여겨진다(Brattberg 등, 1998). 또한 WAD로 인한 만성 통증 및 기능부전이 연부조직 손상의 단독 결과인지는 명확치 않으나 다만 통증과 근육간 불균형이 만성화에 기여한다는 이론은 일반적으로 받아들여지고 있다(Nederhand 등, 2002). 급성기와 만성기의 구분은 명확하지 않으나 일반적으로 WAD으로 인한 증상과 장애가 6개월 이상 지속된 상태를 만성 WAD이라고 정의한다. Spitzer 등(1995)은 손상 후 대부분 증상이 3개월 이전에 자연스럽게 치유된다고 하였고, Sterling 등(2004)은 WAD 환자를 대상으로 통각과민 검사를 실시한 결과 1개월째는 모든 환자에게 양성반응이 나타나며, 6개월째에는 중등도 이상의 지속적인 증상이 있는 환자에서만 나타났다고 하였다. 또한 Nederhand 등(2002)은 손상 후 6개월이 경과해서 상승모근의 과활동이 나타나는 경향이 있다고 하였고, Treleven 등(2004)은 목의 통증과 긴장이 6개월 이상 지속된 WAD 환자에게서 자세동요가 정상인에 비해 크다고 하

였다.

WAD 환자에게서 견갑골의 움직임과 안정성을 제공 하는데 관여하는 상·하승모근이 우세측과 비우세측에서 어떠한 패턴으로 작용하는가와 급성과 만성 WAD 환자간에 차이가 있는가를 확인하는 것도 의미가 있을 것이다. 이와 관련된 연구들은 국외에서 일부 이루어진 바 있으나, 국내에서는 아직 급성과 만성 WAD 환자를 대상으로 양측 견갑골 주위근 특히 상승모근과 하승모근의 특성과 특정 동작 시에 근육의 작용을 비교한 연구를 찾아 볼 수 없었다. 이에 본 연구의 목적은 급성과 만성 WAD군간에 상지의 거상과 하강 동작 시 상·하승모근의 근활성도 수준을 비교하고, 두 근육간 균형 상태를 비교해 봄으로써 WAD 환자의 적절한 치료 방향을 설정하는데 이용하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자와 연구기간

본 연구는 대전광역시에 위치한 H정형외과에서 교통사고 손상으로 인한 WAD 진단을 받고 치료를 받고 있는 환자들을 대상으로 2009년 12월부터 2010년 2월까지 실시하였다. 연구대상자는 정상군과 급성 WAD군 그리고 만성 WAD군으로 구분하였다.

연구대상자의 선정 기준은 다음과 같다. 정상군은 최근 3개월 이내에 목-어깨에 손상을 입거나 통증을 경험하지 않았으며, 1주일에 4일 이상 규칙적으로 상지에 운동하고 있지 않는 자로 하였다. 급성 WAD군은 정형외과 전문의로부터 급성 WAD 진단을 받고 치료 중인 환자 중 손상 전 3개월 이내에 목이나 어깨 부위에 특별한 손상 병력을 가지고 있지 않은 자로 하였다. 만성 WAD군은 WAD 진단을 받은 후 1년 이상 경과하였고 지속적인 신체 증상을 호소하여 현재 병원 치료를 받고 있는 자로 하였다.

연구대상자의 제외 조건은 다음과 같다. 중추신경 또는 말초신경성 병변을 가진 자, 과거 전정기관의 병변 진단을 받은 자, 골절상을 받은 자, 고관절이나 무릎, 발목관절의 병변이 있는 자, 빈혈이 있는 자, 정신장애나 본 연구에서 실시하는 실험동작을 이해하지 못하는 자, 임신한 여성은 본 연구의 대상자에서 제외하였다 (Treleven 등, 2004).

위 기준에 해당되는 대상자 중 본 연구의 목적과 내용을 충분히 이해하고 실험에 참여하기로 동의한 자를

대상으로 실험하였다. 본 연구에 총 대상자 수는 총 40명이었고, 정상군은 12명, 급성 WAD군은 16명, 만성 WAD군은 12명이었다. 실험과정 중 급격한 견관절부의 통증 발생으로 인해(급성 WAD군 2명, 만성 WAD군 1명) 중도 포기하여, 최종 37명의 자료를 분석에 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 통증 수준 평가

급성과 만성 WAD군 환자들을 대상으로 시각적 상사 척도(visual analog scale, VAS)를 이용하여 경부 통증의 수준을 평가하였다. 이 도구는 매우 높은 신뢰도(intraclass correlation coefficient: ICC =.99)를 가지는 평가 방법으로(Scott 등, 1979), 자신이 인식하는 통증 정도를 통증이 전혀 없는 상태인 0mm에서, 참을 수 없을 정도로 매우 극심한 통증인 100mm까지 표현하였다. 통증 강도 평가는 100mm의 눈금 선을 1mm간격으로 표기한 평가지에 대상자가 자신의 통증 강도 또는 불쾌감에 해당된다고 생각하는 위치에 “✓”표시를 하도록 하였다.

2) 경부 기능장애 수준 평가

급성과 만성 WAD군의 환자를 대상으로 경부 통증으로 인한 기능장애 수준을 평가하였다. 본 연구에서는 높은 신뢰도를 가진 한국어판 경부 기능장애 지수(Korean version of neck disability index; KNDI)를 이용하였다. 이 도구의 신뢰도(ICC=.90)는 높은 수준이며, 신체적 장애 정도를 평가하기 위한 세부 항목으로 통증의 강도, 개인 관리, 물건 들기, 책읽기, 두통, 집중력, 일하기, 운전하기, 수면, 여가활동 등 10가지로 분류되어 있다(이은우, 2007). 본 연구에서는 운전하기 항목을 제외한 9개 항목을 평가하였다. 각 세부 항목의 점수 범위는 0~5점이며, KNDI의 총점 범위는 0~45점이며, 점수가 높을수록 장애 수준이 높은 것을 의미한다. 평가 방법은 대상자가 스스로 평가지를 작성하도록 되어 있다.

3) 상지의 거상과 하강 동작

정상군과 급성 WAD군, 만성 WAD군에게 두 가지의 상지 동작을 하는 동안 상·하승모근의 근활성도를 측정하였다. 상지 거상 동작 시에 근활성도의 정도를 알아보고자 Wickham 등(2010)의 방법을 수정하여 이용하였다. 대상자의 체중을 측정하고 체중의 1/30에 해당

하는 무게(아령)를 양 손에 들게 한 다음, 바로 선 자세에서 허리를 곧게 펴고 시선은 전방을 향하게 하였다. 손바닥은 바닥을 향하게 하고, 양 발은 어깨넓이 만큼 벌린 상태에서 상지를 120도 거상한 자세로 5초 동안 들고 있도록 하여 상지 거상 근육들에 등척성 수축이 일어나도록 하였다(그림 1).



그림 1. 상지 거상 동작 자세

상지 하강 동작은 Kibler 등(2008)의 방법을 수정하여 이용하였다. 동작 자세는 대상자를 의자에 바로 앉은 자세에서 허리를 곧게 펴고 시선은 전방을 주시하도록 하였다. 그 다음 견관절을 90도 외전하고 양 주먹을 꼭 쥐 상태로 손바닥이 전방을 향하도록 하였다. 그리고 양 손과 손목부위를 하방으로 5초간 최대 힘으로 누르도록 하였다(그림 2).



그림 2. 상지 하강 동작 자세

위의 두 가지 동작을 실시하기 전에 3번의 예비동작을 통해 익숙해지도록 한 다음, 1분간 휴식 후 각 동작을 3번 반복 측정하였고 그 평균값을 측정값으로 정하였다. 두 동작의 순서는 무작위로 정하여 순서에 의한 측정의 혼란을 배제하였다. 각 동작 간에 5분의 휴식을 갖도록 하였다.

2) 근활성도 측정 방법 및 신호처리

상·하승모근의 근활성도를 측정하기 전에 알코올로 부착부위의 피부를 닦아 피부 저항을 최소화하였고, 필요할 경우 제모를 실시하였다. 근전도 측정은 표면 근전도(QEMG-4 System, LXM 3204; Laxtha, Daejeon, Korea)를 이용하였고, 양측 어깨의 상승모근과 하승모근의 특정 부위에 전극간 거리 2cm로 표면 전극을 부착하였다. 표면 전극(Electrode 2237; 3M, Ontario, Canada)은 Ag/AgCl의 재질로 된 일회용 전극을 이용하였고, 접지 전극은 쇄골 위에 부착하였다. 신호의 표본 수집률(sampling rate)은 1024Hz로 고정하였고, 잡음을 최소화하기 위해 대역통과(band-pass) 필터는 20~450Hz로 하였고, 노치필터(notch filter)는 60Hz를 이용하였다. 본 실험에서 근전도 신호 측정 시간은 5초이며, 초기 1초와 마지막 1초 값을 제외한 중간 3초 동안의 근전도 신호의 평균값을 자료값으로 이용하였다. 모든 실험에서 수집된 근전도 신호는 평방제곱근(root mean square: RMS)을 이용하여 평균으로 정량화한 후 구간 비교를 위해 %MVIC(최대수의적 등척성 수축)로 표준화하였다. 두 근육의 근활성도 측정을 위한 MVIC 측정 자세 및 전극 부착 위치는 표 1과 같다.

표 1. 상·하 승모근의 표면 전극 부착 위치 및 MVIC 측정 자세(Kibler 등, 2008)

측정 근육	전극의 부착 위치	측정자세
상승모근	일곱번째 경추의 극돌기와 견봉돌기 위쪽 끝의 중간지점	앉은 상태에서 양쪽 어깨를 움츠릴 때 (shrugged) 측정자는 견봉에 최대 저항을 가한다.
하승모근	일곱번째 흉추의 극돌기와 견갑극을 이은 상방-사선의 중간지점	엎드린 상태에서 180도 거상하고 머리위로 들 어 올린다. 이때 측정자는 주관절 상부에 최대 저 항을 가한다.

MVIC: 최대 수의적 등척성 수축

3) 분석방법

연구대상자의 일반적 특성은 교차분석과 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 이용하였고, 두 WAD 군의 통증 및 기능장애 정도를 비교하기 위해 독립 t-검정을 사용하였다. 정상군과 급성 WAD군 그리고 만성 WAD군 간에 상지 거상과 하강 시 상승모근과 하승모근의 근활성도 값을 비교하기 위해 일원배치 분산분석을 이용하였다. 사후검정을 위해 다중비교 Bonferroni 검정을 실시하였다. 수집된 모든 자료는 통계프로그램인 윈도우용 SPSSWIN ver. 12.0 프로그램을 이용하였다. 유의성을 검증하기 위해 유의수준은 .05로 정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자 중 정상군은 12명이었고, 급성 WAD군은 14명, 만성 WAD군은 11명으로 총 37명을 대상으로 실시하였다. 평균 연령은 정상군이 30.1세였고 만성 WAD군이 정상군에 비해 평균 7.4세 더 높았다($p<.05$). 체질량지수(body mass index: BMI)는 세 군간에 유의한 차이가 없었다. 사고 후 평균 경과일은 급성 WAD군과 만성 WAD군이 각각 32.6일과 920.9 일이었다. 경부 통증 수준(VAS)은 두 군이 각각 4.9와 6.1이었고, 경부장애 수준(KNDI)은 두 군이 13.4점과 18.3점으로 두 군간에 유의한 차이는 없었다(표 2).

표 2. 연구대상자의 일반적 특성

변 수	정상군 (n ₁ =12)	급성 WAD군 (n ₂ =14)	만성 WAD군 (n ₃ =11)	$\chi^2/F/t$
인원수(남자)	12(7)	14(7)	11(3)	2.378
연령(만)	30.08±3.99 ^a	33.71±6.34	37.45±6.51	4.724*
키(cm)	168.50±9.48	167.43±5.03	162.00±6.20	2.782
체중(kg)	59.25±7.70	60.64±8.94	56.82±6.93	.711
BMI(kg/m ²) ^b	20.81±1.43	21.55±2.25	21.60±1.81	.652
사고 후 경과일(일)	-	32.64±31.08	920.91±453.99	33.712
경부 통증 강도 ^c	-	4.93±1.38	6.05±0.94	1.537
경부기능장애지수 ^d	-	13.36±7.19	18.27±5.04	.062

^a평균±표준편차, ^b신체질량지수(body mass index), ^cvisual analog scale(range; 0~10),

^dKorean version of Neck Disability Index(range; 0~45)

*p<.05

2. 상지 거상 동작 시 세 군간에 상·하승모근의 근활성도 비교

상지 거상 시 우세측의 상·하승모근 모두 세 군간의 근활성도는 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 사후검정

결과, 급성 WAD군에 비해 만성 WAD군에서 상승모근의 근활성도가 유의하게 더 컸다($p < .05$). 우세측 하승모근은 정상군에 비해 급성 WAD군에 근활성도가 유의하게 작았다($p < .05$)(표 3).

표 3. 상지 거상 동작 시 세 군간 상·하승모근의 근활성도 비교

측정부위	상지 거상 동작 시 근활성도			F	post-hoc	
	정상군 ^a (n ₁ =12)	급성 WAD군 ^b (n ₂ =14)	만성 WAD군 ^c (n ₃ =11)			
UT	우세측	61.84±29.77 ^d	41.08±28.19	70.08±18.14	4.147*	b<c
	비우세측	72.29±21.74	58.23±21.30	66.98±22.75	1.376	
LT	우세측	54.66±22.42	31.39±10.63	53.27±30.88	4.581*	a>b
	비우세측	50.75±24.26	38.94±13.39	51.63±28.98	1.291	

^d평균(%MVIC)±표준편차, UT: upper trapezius, LT: lower trapezius

* $p < .05$

3. 상지 하강 동작 시 세 군간에 상·하승모근의 근활성도 비교

상지 하강 시 우세측 하승모근의 근활성도는 세 군간에 유의한 차이를 보였다($p < .01$), 사후검정 결과, 정

상군이 만성 WAD군 간에 비해 유의하게 더 컸고($p < .01$), 급성 WAD군에 비해서도 유의하게 더 컸다($p < .05$). 하승모근은 상지 하강 동작 시 만성 WAD군에서 가장 낮은 근활성도를 나타내었다(표 4).

표 4. 상지 하강 동작 시 세 군간 상·하승모근의 근활성도 비교

측정부위	상지 하강 시 근활성도			F	post-hoc	
	정상군 (n ₁ =12)	급성 WAD군 (n ₂ =14)	만성 WAD군 (n ₃ =11)			
UT	우세측	18.70±14.51	17.80±12.70	27.94±16.73	1.737	
	비우세측	20.21±9.06	16.94±10.68	28.33±20.28	2.155	
LT	우세측	65.97±17.84	45.90±12.38	39.40±19.45	8.289*	a>b,c
	비우세측	50.57±16.93	48.70±14.08	41.39±14.61	1.164	

평균(%MVIC)±표준편차, UT: upper trapezius, LT: lower trapezius

* $p < .01$

4. 상지의 거상과 하강 동작 시 세 군간의 상·하승모근 근력비(muscle ratio)

상지 120도 거상 동작과 상지 하강 시 상승모근과 하승모근의 균형 상태를 알아보기 위하여 상승모근에 대한 하승모근의 근력을 비교하였다. 수치가 1을 넘어 갈수록 하승모근에 비해 상승모근의 근활성도가 더 높

은 것을 의미한다. 상지 120도 거상 시 우세측과 비우세측 모두에서 세 군간에 근력비의 유의한 차이는 없었다. 반면에 상지 하강 시에는 우세측에서 세 군에 근력비는 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 사후검정 결과, 정상군에 비해 만성 WAD군($p < .01$)이, 그리고 급성군에 비해 만성 WAD군($p < .05$)이 유의하게 더 높았다. 비우세측에서도 세 군의 근력비에서 유의한 차이가 있었다

($p < .05$). 사후검정 결과 만성 WAD군이 급성 WAD군에 비해 근력비가 유의하게 더 컸다($p < .05$)(표 5).

표 5. 상지 동작 시 상/하승모근의 근력비 비교

상지의 동작 및 측정 부위	상/하승모근의 근력비			F	post-hoc	
	정상군 ^a (n ₁ =12)	급성 WAD군 ^b (n ₂ =14)	만성 WAD군 ^c (n ₃ =11)			
상지 거상	우세측 UT/LT ^d	1.24±.63	1.27±.60	1.86±1.40	1.711	
	비우세측 UT/LT	1.73±1.02	1.58±.55	1.71±1.22	.090	
상지 하강	우세측 UT/LT	.29±.22	.39±.24	.78±.49	7.178**	a,b<c
	비우세측 UT/LT	.43±.20	.38±.28	.70±.41	3.767*	b<c

^a평균(근력비)±표준편차, ^dUT/LT: upper trapezius/lower trapezius

* $p < .05$, ** $p < .01$

IV. 고찰

표면근전도는 Inmann(1944)의 연구 이후로 근활성도 변화를 규명하는데 유용한 도구로서(Wickham 등, 2010) 견측과 환측 어깨의 신경근 활동 측정(Hancock와 Hawkins, 1996; Luca, 1997), 우세측과 비우세측 팔의 차이점을 규명하는데 사용된다(Bagesteiro 등, 2002; Yoshizaki 등, 2009). 일반적으로 경부와 어깨에 통증을 호소하는 만성 편타성손상 환자에게서 과도한 활동을 보이는 상승모근과 감소된 활동을 보이는 하승모근과 전거근이 흔히 관찰된다(Cools 등, 2003, 2007; Ludewig과 Cook, 2000). 승모근과 전거근은 정상적인 견갑골의 조절과 움직임에 대해 가장 큰 역할을 하며(Inman 등, 1944), 흉벽에 대한 견갑골 안정화에 우선 작용한다(Ebaugh 등, 2005). 그리고 WAD 환자와 작업관련 근골격계 질환(work-related musculoskeletal disorders; WMSD) 환자는 그 원인이 명확히 다름에도 목-어깨 부위의 긴장과 통증, 두통, 손과 팔의 저림 통증, 비정상적인 운동조절이 공통적으로 나타나며, 견갑골의 운동이상에서 보이는 가장 흔한 임상 증상은 견갑 내측연 또는 하각의 돌출이다(Nederhand 등, 2002; Voerman 등, 2007). 이러한 패턴은 전거근과 하승모근의 약화와 상승모근의 과도한 활동으로 인한 유기적인 연속성의 변화 때문이며(Cools 등, 2003; Kibler 등, 1998), 우세측과 비교하

여 비우세측에서 하승모근의 근력 약화가 더욱 명확하다고 하였다(Yoshizaki 등, 2009).

견갑골 주위근의 불균형을 겪는 환자에게 과도한 근활동을 최소화시키는 상태에서 약화된 근육의 선택적 측진이 필수 요소이기 때문에 상/하승모근, 상승모근/전거근이 중요하다(Decker 등, 1999; Ludewig 등, 2000; Kibler 등, 2008). Cools 등(2007)은 일반적으로 견갑골 기능이상에서 사용되는 재활운동이 최적화된 상/하승모근의 근력비를 보이는가를 연구하였다. 그 결과 대부분의 견갑골 주위근 재활 운동시에 상/하승모근 근력비가 최소화 되며, 그 중에서도 옆으로 누운 자세에서 견관절 외회전 운동과 전방 굴곡, 그리고 옆드린 자세에서 외회전을 동반한 수평외전 운동이 가장 낮은 상/하승모근을 보였다고 하였다. 반면에, 최적화된 상승모근/전거근은 일반적인 재활 운동에서 나타나지 않았으며, 유일하게 푸시업플러스에서 나타났다고 하였다. Ludewig 등(2004)은 벽 푸시업플러스(wall push-운동 plus), 팔꿈치 푸시업플러스(elbow하게 push-동에 plus), 무릎 푸시업플러스(knee push-동에 plus), 전거 푸시업플러스(standard push-동에 plus) 순으로 저항이 증가됨에 따라 전거근의 활성도도 증가되므로, 그에 따라 환자의 상태와 연령에 맞게 적절하게 적용할 것을 제안하였다. 그리고 김덕화 등(2004)은 척추를 충분히 이완된 자세로 구부정한 자세를 했을 때 상승모근의 활동은 유의한 변화가 없는 반면에 전거근의 활동은 유의하게

감소되어 견갑골의 위치를 변경시킬 수 있으므로 바른 기립자세가 중요하다고 강조하였다.

일상적인 생활에서 상지의 거상 동작은 필수적인 요소이며, 이것은 견흉관절과 상완관절과관절의 협응운동으로 이루어진다. 상지의 거상 각도에 따른 견갑골 주위근의 근활성도에 대해 Yoshizaki 등(2009)은 승모근과 전거근 모두 우세측은 120~130도, 비우세측은 110~120도에서 최대 근활성도를 보이며, 약 130도에서 양측 견관절의 하승모근에 유의한 차이가 있다고 하였다. 반면에 Wickham 등(2010)은 우세측 견관절의 상승모근은 약 90~110도, 하승모근은 약 110~130도에서 최대 활성화 된다고 하였다. 본 연구에서는 이러한 자료를 기초로 하여 상지 거상과 하강 동작의 각도를 정하였다.

Moseley 등(1992)은 건강한 군을 대상으로 덤벨을 이용하여 최대하 부하 상태로 거상했을 때 우세측의 상승모근과 하승모근은 각각 최대 수의적 등척성 수축의 52%와 68%를 보였다고 하였으며, Cools 등(2007)은 반복적으로 머리위로 손을 올리고 경기를 하는 운동선수들을 대상으로 최대 등척성 120도 거상하였을 때 정상군의 우세측에서 상승모근과 하승모근은 각각 최대 등척성 수축의 73.0±19.4%와 61.8±14.6%였으며, 비우세측은 73.7±18.1%와 62.3±24.6%였다고 하였다. 반면 충돌증후군을 가진 운동선수는 우세측에서 상승모근과 하승모근은 각각 94.7±27.0%와 47.7±14.6%였고, 비우세측은 74.4±20.5%와 55.7±23.6%이었다. 결국 정상군의 상/하승모근은 우세측과 비우세측이 각각 1.23±.36과 1.36±.59를 보인 반면, 우세측에 충돌증후군을 가진 선수는 각각 2.19±1.05와 1.56±.76이었다. 결론적으로 우세측에 충돌증후군을 가진 선수들은 정상군에 비해 우세측 상승모근의 과활성성을 보인다고 할 수 있다.

본 연구에서 120도 거상 동작 시 정상군은 우세측의 상승모근과 하승모근이 각각 MVIC의 61.8±28.2%와 54.7±10.7%이었고, 비우세측은 72.2±21.3%와 50.9±13.4%이었다. 근력비는 1.24±1.27과 1.73±1.58로 비우세측의 상승모근의 근활성도가 더 큰 경향을 보였으나, 통계학적으로 유의성을 없었다. 이러한 결과는 Yoshizaki 등(2009)의 연구와 유사한 결과를 보였다. 그리고 급성 WAD군은 두 실험의 측정 부위 모두에서 정상군에 비해 모든 부위에서 낮은 결과값을 보였으나 유의한 차이는 없었다. 반면에 만성 WAD군에서 우세측과 비우세측의 근력비는 각각

1.86±1.40과 1.71±1.22로 정상군에 비해 상승모근의 과활성성과 하승모근의 저활성성을 보였다. 비록 통계학적으로 유의한 차이는 없었지만, 이러한 경향은 만성 WAD 및 WMSD에 대한 기타 연구들(Cools 등, 2003, 2007; Voerman 등, 2007)과 유사한 결과를 나타내었다.

만성 WAD 및 WMSD의 재활 과정에 추천되는 운동 방법 중 상지 및 견갑골 하강 운동은 상승모근의 활동을 감소시키고 동시에 하승모근의 근동원력을 최대화시키는 운동으로, 상·하승모근의 패턴의 변화를 더욱 쉽게 일으킬 수 있다. Kibler 등(2008)은 상지 하강 운동이 최적화된 상승모근/하승모근, 상승모근/전거근의 관계를 보여, 단한 사슬 운동으로서 상지 재활 초기에 유용하다고 하였다. 그들은 건강한 군을 대상으로 우세측 견관절의 견갑골 하강 동작시 상승모근은 최대 수의적 등척성수축의 8.1±5.9%, 하승모근 19.4±26.6%이었고 상/하승모근은 .42±.22라고 하였다. 본 연구에서 상승모근은 18.7±14.5%, 하승모근 66.0±17.8%로 상·하승모근 모두에서 높은 활성도를 보였다. 그리고 만성 WAD군의 우세측 하승모근에서 유의한 근활성도 감소가 관찰되었고($p<.01$), 비우세측에서 하승모근의 근력 감소가 나타났으나 유의성은 없었다. 하승모근의 근동원력을 최대화시키는 상지 하강 동작에서 우세측과 비우세측의 근력비는 각각 .78±.49와 .70±.41로 상승모근의 과활성성과 하승모근의 저활성성이 관찰되었다. 이는 양측 견관절 모두에서 하승모근의 근육 약화로 인하여 상승모근의 보상작용이 나타난 결과로 판단된다.

상지 120도 거상과 하강 동작 시에 나타난 급성군의 전반적으로 낮은 근활성도는 손상된 조직을 고정하려는 과보호반응의 결과로 추정된다. Sterling 등(2004)은 손상 후 1개월째 되는 모든 WAD 환자에게서 통각과민 반응이 나타난다고 보고하였는데, 마찬가지로 본 연구의 급성 WAD군의 사고 후 평균 경과일은 31.8일이므로 통각에 의한 과도한 보호반응이 근육의 활동을 억제한 것으로 예상된다. Nederhand 등(2002)은 만성 WAD 환자와 마찬가지로 전형적인 경부통 환자군에서도 근육의 과도한 활동이 나타나며, 이것은 손상조직의 움직임 고정하려는 보호반응으로서 급성기 초기에 나타나고, 이러한 행위가 학습됨으로서 만성화 될 수 있다고 하였다. 즉 이러한 가설을 Johnsson과 Sojka(1991)이 주장한 통증-근경련-통증(pain-muscle spasm-pain)의 악순환 고리의 결과로 설명하였다. WAD 초기에 운동치료가 효과적인지는 논란의 여지가

있으나, 최근 능동운동이 고전적인 물리치료나 목보호대(collar)를 이용한 고정보다 효과적이며, 초기에 적용할수록 보다 나은 효과가 있다는 보고가 있었다(Drescher 등, 2008; Söderlund 등, 2000). Seferiads 등(2004)은 WAD의 증세에 대한 체계적 고찰에서 급성기에서 손상 구조물을 명확히 하는 것은 불가능하지만 초기 신체적 활동은 통증을 감소시키고 관절가동범위를 증가시키며 후유증을 낮추는데 효과가 있다고 하였다. 그리고 박기덕(2005)은 8주 미만의 WAD환자를 대상으로 도수 견인요법과 마사지요법을 4주간 적용한 결과, 균형 감각이 현저히 개선되었으며 상승모근과 흉쇄 유돌근의 근력이 향상되었다고 보고하였다.

본 연구의 제한점은 급성 및 만성 WAD 환자를 대상으로 견관절의 양측 상·하승모근만을 대상으로 연구하여 전거근과 삼각근 등의 견갑골 주위근의 영향을 고려하지 않았고, 연구대상자의 수가 작아 연구 결과를 일반화하는데 한계가 있었다. 또한 만성 WAD군에서 나타난 상승모근의 과활동성과 하승모근의 저활동성이 실제적으로 견갑골의 위치를 변화시켰는지에 대한 검정 과정이 부족하였다. 향후 만성 WAD 환자의 관련 근육들의 근활성도 연구와 함께 영향을 줄 수 있는 적절한 재활 운동프로그램이 근육이나 견갑골의 위치에 어떠한 영향을 미치는 가를 분석하는 연구들이 이루어지길 기대한다.

V. 결론

교통사고 손상으로 인한 편타성-관련 손상으로 인한 흔히 경부 주위의 근육들에 손상을 받을 수 있다. 본 연구에서 WAD 환자(급성 14명, 만성 11명)와 정상군(12명)을 대상으로 상승모근과 하승모근의 작용 특성에 차이를 알아보기 위해, 상지 120도 거상과 하강 동작 시 상승모근과 하승모근의 근활성도(%MVIC)와 두 근육간에 근력비(muscle ratio)를 비교한 결과, 다음의 결론을 얻었다.

1. 상지 거상 동작 시 우세측 상승모근의 근활성도는 만성 WAD군이 급성 WAD군에 비해 유의하게 컸으며($p < .05$), 우세측 하승모근의 근활성도는 급성 WAD군이 만성 WAD군에 비해 유의하게 작았다($p < .05$).
2. 견갑골 하강 동작 시 우세측 하승모근의 활성도는 WAD군이 정상군에 비해 유의하게 작았고($p < .05$),

만성 WAD군에서 가장 유의하게 작았다($p < .01$).

3. 견갑골 하강 동작 시 우세측 상승모근/하승모근 근력비는 만성 WAD군이 급성 WAD군과 정상군에 비해 유의하게 더 컸고($p < .05$), 정상군에서 가장 유의하게 작았다($p < .01$). 비우세측의 두 근육에 근력비는 만성 WAD군이 급성 WAD군에 비해 유의하게 컸다($p < .05$).

이 연구를 통해 만성 WAD 환자의 우세측 상승모근은 급성기 보다 만성기에서 과활동성을 보이며, 하승모근은 급성기와 만성기 모두에서 저활동성을 나타내었고, 이러한 두 근육의 불균형은 견갑골 하강 동작 시 더 명확히 나타나는 것을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- 김덕화, 최종덕, 오재섭. 척주기립자세와 굽힌 자세에서 어깨관절 거상각도 변화에 따른 어깨뼈 주위 근활성도 분석. 한국전문물리치료학회지. 2004;11:1:45-52.
- 박기덕. 도수견인요법과 스포츠마사지요법이 Whiplash injury patients의 balance와 Muscle function에 대한 효과. 한국체육학회지. 2005;44(4):337-345.
- 이은우, 심원섭, 정경심, 등. 경통환자 평가를 위한 Neck Disability Index의 신뢰도와 타당도. 한국전문물리치료학회지. 2007;14:3:1-7.
- 대한정형외과학회. 정형외과학, 서울: 최신의학사. 1993;555.
- Bagesteiro LB, Sainburg RL. Handedness: Dominant arm advantages in control of limb dynamics. J Neurophysiol. 2002;88(5):2408-2421.
- Brattberg G, Thorslund M, Wikman A. The prevalence of pain in a general population. The results of a postal survey in a county of Sweden. Pain. 1989;37(2):215-222.
- Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, et al. Scapular muscle recruitment patterns: Trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. Am J Sports Med. 2003;31(4):542-549.
- Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, et al. Rehabilitation of scapular muscle balance:

- Which exercises to prescribe? *Am J Sports Med.* 2007;35(10):1744–1751.
- Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ, et al. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med.* 1999;27(6):784–791.
- Drescher K, Hardy S, MacLean J, et al. Efficacy of postural and neck stabilization exercises for whiplash-associated disorders: A systematic review. *Physiother Can.* 2008;60:215–223.
- Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Three-dimensional scapulothoracic motion during active and passive arm elevation. *Clin Biomech.* 2005;20(7):700–709.
- Falla D, Bilenkij G, Jull G. Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. *Spine.* 2004;29(13):1436–1440.
- Hancock RE, Hawkins RJ. Applications of electromyography in the throwing shoulder. *Clin Orthop.* 1996;330:84–97.
- Hinterwimmer S, Von Eisenhart-Rothe R, Siebert M, et al. Influence of adducting and abducting muscle forces on the subacromial space width. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(12):2055–2059.
- Holtermann A, Mork PJ, Andersen LL, et al. The use of EMG biofeedback for learning of selective activation of intra-muscular parts within the serratus anterior muscle: A novel approach for rehabilitation of scapular muscle imbalance. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20(2):359–365.
- Inman VT, Saunders JB, Abbott LC. Observations of the function of the shoulder joint. 1944. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(330):3–12.
- Johansson H, Sojka P. Pathophysiological mechanisms involved in genesis and spread of muscular tension in occupational muscle pain and in chronic musculoskeletal pain syndromes: A hypothesis. *Med Hypotheses.* 1991;35(3):196–203.
- Kibler WB. The role of the scapular in athletic shoulder function. *Am J Sports Med.* 1998;26:325–337.
- Kibler WB, Sciascia AD, Uhl TL, et al. Electromyographic analysis of specific exercises for scapular control in early phases of shoulder rehabilitation. *Am J Sports Med.* 2008;36(9):1789–1798.
- Luca C. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech.* 1997;13:135–163.
- 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.
- Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE, et al. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *Am J Sports Med.* 2004;32(2):484–493.
- Mell AG, LaScalza S, Guffey P, et al, Hughes RE. Effect of rotator cuff pathology on shoulder rhythm. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005;14(1):58–64.
- 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.
- Nederhand J, Hermens J, Ijzerman J, et al. Chronic neck pain disability due to an acute whiplash injury. *Pain.* 2002;102(1–2):63–71.
- Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system. *Foundations for Physical Rehabilitation.* 2002;114–130.
- Obelieniene D, Schrader H, Bovim G, et al. Pain after whiplash: A prospective controlled inception cohort study. *Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1999;66(3):279–283.
- Rodriguez AA, Barr KP, Burns SP. Whiplash: pathophysiology, diagnosis, treatment, and prognosis. *Muscle Nerve.* 2004;29(6):768–

- 781.
- Scott J, Huskisson EC. Vertical or horizontal visual analogue scales. *Ann Rheum Dis.* 1979;38(6):560.
- Seferiadis A, Rosenfeld M, Gunnarsson R. A review of treatment interventions in whiplash-associated disorders. *Eur Spine J.* 2004;13(5):387-397.
- Söderlund A, Olerud C, Lindberg P. Acute whiplash-associated disorders (WAD): The effects of early mobilization and prognostic factors in long-term symptomatology. *Clin Rehabil.* 2000;14(5):457-467.
- Spitzer WO, Skovron ML, Salmi LR et al. Scientific monographic of the Quebec Task Force on Whiplash-associated disorders. *Spine.* 1995;20:1-73.
- Sterling M. A proposed new classification system for whiplash associated disorders implications for assessment and management. *Man. Ther.* 2004;9(2)60-70.
- Su KP, Johnson MP, Gracely EJ, et al. Scapular rotation in swimmers with and without impingement syndrome: Practice effects. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(7):1117-1123.
- Treleaven J, Murison R, Jull G, et al. Is the method of signal analysis and test selection important for measuring standing balance in subjects with persistent whiplash? *Gait Posture.* 2005;21(4):395-402.
- Voerman GE, Vollenbroek MMR, Hermens HJ. Upper trapezius muscle activation patterns in neck-shoulder pain patients and healthy controls. *Eur J Appl Physiol.* 2007;102(1):1-9.
- Wickham J, Pizzari T, Stansfeld K, et al. Quantifying 'normal' shoulder muscle activity during elevation. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20(2):212-222.
- Yoshizaki K, Hamada J, Tamai K, et al. Analysis of the scapulohumeral rhythm and electromyography of the shoulder muscles during elevation and lowering: comparison of dominant and nondominant shoulders. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18(5):756-763.

논문투고일 : 2010년 4월 16일

논문심사일 : 2010년 5월 19일

게재확정일 : 2010년 5월 25일

