

신발 뒤굽 높이가 등척성 어깨 외전 근력과 근전도 활동에 미치는 영향

오덕원

청주대학교 보건의료대학 물리치료학과

Influences of Shoe Heel Height on Isometric Shoulder Abductor Strength and EMG Activities of Selected Shoulder Muscles

Duck-Won Oh, PT, PhD

Department of Physical Therapy, College of Health Science, Cheongju University

Received: February 10, 2015 / Revised: February 27, 2015 / Accepted: March 24, 2015

© 2015 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The objective of this study was to identify the effects of shoulder abduction strength and EMG activities of the selected scapular and shoulder muscles during isometric shoulder abduction.

METHODS: Thirty-four healthy young females were recruited for this study. Surface EMG equipment with inline force sensor was used to determine the shoulder abductor strength and the activity of the serratus anterior (SA), upper trapezius (UT), lower trapezius (LT), and middle deltoid (MD) during three shoe heel height conditions: (1) barefoot, (2) 3-cm shoe heel height, and (3) 7-cm shoe heel height.

RESULTS: Isometric shoulder strength showed statistically significant difference among the conditions ($p < 0.05$), and *post-hoc* test showed lower strength during the 7-cm condition (49.98 ± 17.56 kg) than during the barefoot (44.97 ± 20.15 kg) and 3-cm conditions (36.59 ± 17.07 kg). Furthermore, EMG

activities of the SA, UT, and MD appeared to be statistically significantly different among the conditions, with lower values in the 7-cm condition compared to the barefoot condition ($p < 0.05$). EMG ratios (MD/UT and SA/UT) were lower during the 7-cm condition than during the barefoot condition ($p < 0.05$).

CONCLUSION: These findings suggest that isometric shoulder abduction strength and EMG activities of scapular and shoulder muscles may be adversely changed with increasing shoe heel height.

Key Words: Shoe heel height, Abductor strength, Shoulder muscles, EMG activities

I. 서론

여성들의 사회적인 역할과 지위가 높아지면서 다양한 분야의 활동에 참여하고 있으며, 이러한 사회활동 및 참여 증대는 여성들의 미적 요구를 더욱 높아지게 만들고 있다. 이러한 사회적인 변화에 따라 여성들은 일상생활 중에 빈번히 하이힐을 착용하고 있으며, 이는 미적 욕구를 충족시키기 위한 수단으로 선호되고 있다

†Corresponding Author : odduck@cju.ac.kr

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.

(Kim 등, 2013). 그러나 하이힐과 같이 높은 굽의 신발은 발목의 불안전성을 증가시키고 신체적인 자세변화를 초래하여 균형 및 자세 변화를 유발시키고 근골격계 손상을 야기시키는 잠재적인 요인으로 알려져 있다(Simonsen 등, 2012).

하이힐 착용은 발과 발목에 대한 체중 압력 분포를 불균형하게 만들고 균형 역치를 가중시켜 선 자세 및 보행 시 균형 유지 기전을 변화시킨다. 일반적으로, 하이힐 착용 동안 신체의 질량 중심(center of body mass)이 앞으로 이동되면서 요추와 골반의 자세는 변화된다(Lee 등, 2001; Snow와 Williams, 1994). 즉, 하이힐 착용 시 발생하는 척추 정렬과 하지 관절의 자세 변화로 인해 신체 중력중심선의 위치가 수정되며, 무게중심은 하체에서 후방으로, 상체에서는 전방으로 이동한다(Snow와 Williams, 1994). 균형유지를 위한 신체적인 반응으로, 요추 만곡이 증가하고 보상적인 흉추 및 경추 만곡이 발생하여 머리 위치 또한 변화되며, 이와 함께 고관절과 슬관절의 자세도 바뀌면서 다양한 자세 결함(postural faulty)이 나타난다(Gefen 등, 2002). 이러한 자세 결함으로 인해 척추를 지지해주는 전체적인 근육들의 활성 형태와 몸통 안정성 유지 기전이 변화된다(Kim 등, 2011).

어깨는 다양한 일상활동을 수행하는데 중요한 부분으로 수행의 완성도를 높일 수 있도록 폭넓은 관절운동 범위를 가지고 있어야 한다. 특히, 견갑골의 안정성은 어깨 움직임의 질을 높이는데 중요하게 기여한다. 대부분의 견갑 근육들(scapular muscles)은 척추부에 부착되어 있으므로 몸통의 위치와 척추의 정렬 상태는 견갑골의 위치, 근육 활동, 어깨 운동성에 중요한 영향을 미친다(Borstad, 2006; Hsu 등, 2009). 견갑 및 어깨 근육들의 협응 작용은 어깨의 움직임 동안 동적 안정성 증가시키는데 필수적인 요소이다. 그러므로 근육 작용의 변화는 어깨 움직임 시 견갑-상완 리듬(scapulohumeral rhythm)을 부적절하게 만들어 잠재적으로 다양한 어깨 병변을 초래하는 요인이 된다(Wong, 2006).

하이힐 착용은 척추 자세를 변화시킴으로써, 임상적으로 어깨 움직임 동안 구조적인 기전, 신경근육 조절, 기능적 효율성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 척추 정렬 상태의 변화는 견갑골의 위치와 안정성에

직접적인 영향을 미치는 요인이며, 이로 인해 견갑 및 어깨 근육들의 활성 정도는 변화될 수 있다(Hsu 등, 2009). 즉, 척추 자세변화로 인해 견갑 및 어깨 근육들의 길이-긴장 관계(length-tension relationship)가 바뀌면서 효율적인 근육활동 조절이 어려워지게 된다. 이는 비정상적인 견갑 움직임을 유발시키는 잠재적인 요인으로 보고되고 있으며(Ludewig와 Cook, 2000), 이러한 이유로 하이힐에 대한 연구는 지속적으로 이루어지고 있다. 그러나 대부분의 연구들이 하이힐 착용과 관련된 무릎 및 발과 발목의 근육 작용(Lee 등, 1990; Lee 등, 2001; Oh 등, 2010; Kim과 Song, 2011), 신체 균형 및 자세동요(Ryu, 2010; Gerber 등, 2012; Yoon, 2014), 보행 형태(Simonsen 등, 2012) 등에 초점을 맞추어 시행되었으며, 하이힐 착용으로 인해 점진적으로 발생할 수 있는 상지의 근력 및 근육 기능과 관련된 연구는 전무한 실정이다. 이에 본 연구는 신발 뒤굽 높이가 높은 하이힐을 착용하는 것이 어깨의 외전근 근력과 견갑 및 어깨 근육들의 활성도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 시행되었다. 본 연구의 가설은 하이힐의 뒤굽 높이가 높을수록 근력과 근활성도가 감소될 것이라고 설정하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 20대 초반의 건강한 여성 34명(나이 : 21.24 ± 1.39세, 신장 : 159.85 ± 3.73 cm, 체중 : 48.38 ± 4.74 kg)을 대상으로 하였다. 연구 대상자 선정조건은 1주일에 3일 이상, 하루 4시간 이상 동안 하이힐을 신는 자(Snow와 Williams, 1994), 정형외과적 및 신경학적인 문제가 없는 자, 최근 6개월 이전 동안에 발목 상해가 없었던 자였다. 신체적인 불편감과 통증을 호소하거나 정신과적 문제가 있는 자 혹은 임신한 자는 연구에서 제외하였다. 실험 전 모든 대상자들에게 실험절차, 목적, 안정성에 대한 전반적인 내용을 알려주었으며, 모든 대상자들은 실험 참가에 대해 동의하였다.

2. 측정방법

1) 근전도 측정 및 자료처리

8채널 근전도 측정 장비(Myosystem 1400A; Noraxon, USA)를 사용하여 등척성 외전 운동 동안 우세측의 전거근(serratus anterior), 상승모근(upper trapezius), 하승모근(lower trapezius), 중간 삼각근(middle deltoid)의 근전도 활동을 측정하였다. 근전도 측정 동안 발생할 수 있는 잡신호를 제거하기 위하여 전극 부착부위를 제모한 후 알콜 소독하였으며, ‘비침습적 근육측정을 위한 표면 근전도’ 안내지침(Hermens 등, 2000)에 따라 각 근육 부위에 2 cm 간격으로 표면 전극 (15×15 mm Ag-AgCl, Seedtech, Bucheon, South Korea)을 부착하였다. 전극 부착 위치는 Cram 등(1998)에 의해 제시된 표준지침에 따라 결정되었다. 전거근의 전극은 견갑골 아래쪽 바깥 가장자리와 흉곽(thorax)의 앞바깥쪽 근육 종지부 사이의 중간부에 위치되었으며, 상승모근의 전극은 C7과 견봉(acromion) 사이의 중간부위에서 상승모근 근육 섬유들을 따라서 평행하게 부착되었다. 또한 하승모근의 전극은 견갑골의 내측 가장자리(medial border)와 견갑골 극(scapular spine) 이음선이 교차하는 지점과 T7극돌기(spinous process) 사이에서 위쪽/바깥쪽을 방향으로 비스듬히 부착되었으며, 중간 삼각근의 전극은 위팔 바깥쪽 견봉 3 cm 아래에 부착되었다. 접지 전극(round electrode)은 요천 연결부(lumbosacral junction)의 중간 부위에 부착되었다.

근전도 측정을 위하여 20-450 Hz의 대역통과 필터(band-pass filter)와 60 Hz의 노치필터(notch filter)를 사용하였으며, 1000배의 증폭률과 1,024 Hz의 표집율(sampling rate)(입력 저항 : 100 kΩ)이 적용되었다. 근전도 측정값은 근전도 전용 소프트웨어(MyoResearch XP Master 1.06 software, Noraxon, Scottsdale, USA)를 사용하여 처리되었다. 근전도 신호는 제곱근평균제곱(root mean square [RMS])으로 변환되었다. 근전도 활성도의 분석을 위한 정상화(normalization)을 위하여, 각 근육의 도수근력검사(manual muscle testing) 자세(Vizniak와 Richer, 2011)에서 5초 동안 최대등척성수축(maximal voluntary isometric contraction [MVIC])을 수행하여 RM

S 값을 구하였다. 등척성 외전 동안 측정된 각 근육들의 RMS 값을 MVIC 시 측정된 RMS에 대한 백분율(%MVIC)로 환산하여 결과 분석에 이용하였다.

2) 어깨근육들의 근력 측정

최대 등척성 외전 근력은 인라인 힘 센서(Inline Force Sensor, Myotrace 400, Noraxon, AZ, USA)를 사용하여 측정되었다. 측정 장비는 측정 센서, 본체로 연결되어 있는 케이블, 수동 측정 시스템을 위한 길이조정 가능 고리(이음줄과 손잡이)로 구성되어 있으며, 근력 정도는 등척성 외전 동안 고정 지점에 연결되어 있는 이음줄이 당겨지는 힘을 측정하는 것으로 결정되었다. 근력 측정을 위해, 연구대상자들은 우세측 팔을 견갑골면(scapular plane)(전두면[frontal plane]에서 30° 전방에 위치한 면)에서 45° 외전 상태로 위치시켰다. 등척성 어깨 외전 동안 측정된 근력신호는 기록 장치에 저장되었으며, 동시에 근전도 신호로도 분석되었다. 이음줄의 길이는 각 대상자들의 신체 특성을 고려하여 실험 조건(견갑골면에서 45° 외전)에 적합하도록 조정되었다. 근력 측정을 위해 연구대상자들은 측정 손잡이를 권 상태에서 5초 동안 어깨를 외전시켜 최대 이음줄을 당기도록 요구하였다.

3. 연구절차

모든 대상자들은 오른쪽 손을 우세손으로 사용하고 있었다. 근력 및 근전도 측정을 위한 신발 뒤굽 높이 조건은 맨발, 3-cm, 7-cm 였다. 3-cm와 7-cm 뒤굽 조건을 위하여 뒤굽의 지면 접촉 면적이 약 1-cm²인 일반적인 하이힐을 사용하였다. 세 가지의 측정 조건은 무작위 순서로 적용되었으며, 순서를 결정하기 위하여 모든 대상자들은 1번, 2번, 3번이 적혀있는 카드가 들어 있는 작은 상자에서 보지 않고 하나의 카드를 뽑았다. 뽑힌 카드의 번호에 따라 각 실험 조건이 수행되었다. 근력 및 근활성도 측정은 팔꿈치를 곧게 편 상태에서 팔을 견갑골면에서 45° 외전된 자세에서 시행되었으며, 이 자세를 올바르게 유지하기 위하여 목표 막대(target bar)를 사용하였다. 이 자세를 취하였을 때 손목 앞쪽 부위에 목표 막대를 설치하였으며, 측정과정 동안 연구대상

자들의 손목 앞쪽 부분이 목표 막대에 살짝 닿게 유지시켰다. 측정 동안 연구대상자들은 두 발을 어깨 넓이로 벌리고 선 상태를 유지하였으며, 시선은 정면을 향하였다. 근력과 근활성도 측정은 총 3회 시행되었으며, 그 평균값을 결과 분석에 이용하였다. 측정 간 휴식은 1분으로 하였다. 각 근육 활성화도에 대한 보상형태를 알아보기 위하여 상승모근에 대한 각 근육들의 근활성도 비를 계산하여 분석에 이용하였다.

4. 분석방법

모든 측정값들은 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago)를 사용하여 분석되었다. 근력 및 근활성도 측정값은 평균 ±표준편차로 제시되었다. 등척성 외전 동안 측정된 근력과 근활성도가 각 실험 조건 사이에 차이가 있는지를 비교하기 위하여 반복측정 일원 분산분석(one-way repeated ANOVA)을 사용하였다. 분석을 통해 유의성이 나타났을 경우 사후검정(post-hoc analysis)으로 Bonferroni 수정법을 사용하였다. 통계적인 유의성을 검증하기 위한 유의수준은 $p < 0.05$ 였다.

III. 결 과

어깨의 외전 동안 세 가지 신발 뒤굽 높이 조건 사이의 등척성 어깨 외전근력과 각 근육들의 근활성도 및 근활성도 비에 대한 비교는 그림 1과 표 1에 설명되었

다. 등척성 어깨 외전근력은 세 조건 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F_{1,33} = 0.37467, p = 0.000$). 사후검정 결과 7-cm 뒤굽 조건(49.98 ± 17.56 kg)은 맨발 조건(44.97 ± 20.15 kg) 및 3-cm 뒤굽 조건(36.59 ± 17.07 kg)과 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 근활성도에 대한 비교에서, 전거근, 상승모근, 중간 삼각근의 근활성도가 세 가지 실험 조건 사이에 유의하게 차이나는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 사후검정 결과, 전거근의 근활성도에서 3-cm 및 7-cm 뒤굽 조건이 맨발 조건에 비해 더 낮은 것으로 나타났으며, 상승모근과 중간 삼각근에서 7-cm 뒤굽 조건이 맨발 조건에 비해 더 낮은 것으로 나타났다. MD/UT와 SA/UT 근활성도 비는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 사후검정 결과 맨발 조건에 비해 7-cm 뒤굽 조건에서 더 높은 것으로 나타났다.

IV. 고 찰

높은 뒤굽의 신발을 착용하는 것은 신체의 무게중심 및 중력중심선의 위치를 변화시킴으로써 척추 및 하지 관절의 자세를 수정하여 몸통과 역학적으로 연결되어 있는 견갑골 및 어깨 근육들의 활성화도에 영향을 미치는 직접적인 요인으로 설명되고 있다(Hsu 등, 2009). 본 연구의 중점은 어깨 외전 동안 신발 뒤굽의 높이에 따른 견갑 및 어깨 근육들의 근활성도와 근력의 변화를 알아

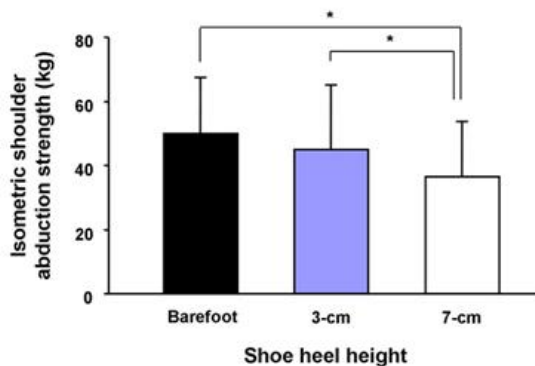


Fig. 1. Comparison of isometric shoulder abduction strength among the experimental conditions

Table 1. Comparison of EMG activity of each muscle among the experimental conditions

	Shoe heel height			F	p
	Barefoot	3-cm	7-cm		
EMG activities					
SA	79.28±12.67a	72.28±14.10 [†]	65.87±16.06 [†]	30.44	0.00
UT	79.42±13.43	76.27±12.20	74.19±10.05 [†]	13.44	0.00
LT	75.95±9.66	74.33±10.87	74.28±7.72	3.30	0.08
MD	79.92±9.73	75.90±12.04	69.06±12.36 [†]	33.61	0.00
EMG ratios					
MD/UT	1.04±0.27	1.03±0.31	0.95±0.19 [†]	6.52	0.02
LT/UT	0.99±0.22	1.00±0.24	1.02±0.22	0.84	0.37
SA/UT	1.03±0.24	0.97±0.25	0.91±0.24 [†]	6.75	0.01

^aMean±SD

SA: serratus anterior, UT: upper trapezius, LT: lower trapezius, MD: middle deltoid

[†] Significant difference in comparison with Barefoot.

보는 것이었다. 본 연구의 결과는 신발 뒤굽 높이가 증가됨에 따라 근력 및 근활성도가 감소되는 것으로 나타났으며, 다른 근육들에 비해 상승모근의 근활성도는 덜 감소되는 것으로 나타났다.

일상 활동 동안 상지 근육들의 활성도는 몸통 안정성에 따라 달라지는 것으로 알려져 있다(Cynn 등, 2006). 하이힐 착용은 기립 자세에서 척추와 같이 신체의 축을 이루는 골격계의 정렬상태를 변화시키고 하지 관절 자세를 수정함으로써 신체의 무게중심을 부분적으로 이동시킨다(Snow와 Williams, 1994). 이러한 변화는 움직임 구성하는 근육들의 활성 형태를 변화시켜, 결과적으로 비정상적인 움직임 형태를 유발하게 된다(Kibler 등, 2006). 본 연구에서는 팔을 견갑골면에서 45° 외전 시킨 자세에서 전거근, 상승모근, 하승모근, 중간 삼각근의 근활성도를 측정하였다. 이 자세는 어깨 외전 시 관절에 대한 스트레스가 가장 적게 발생하는 위치로 알려져 있다(Ludewig and Cook, 2000).

어깨 외전 동안 견갑골은 안정적으로 지지되어야 하며, 중간 삼각근은 어깨 외전의 주동근으로 작용한다. 또한 견갑골의 안정성과 견갑골 위방향 회전(upward rotation)은 전거근, 상승모근, 하승모근에 의해 이루어진다(Neumann, 2010). 본 연구에서 어깨 외전 동안 상승모근에 대한 각 근육들의 상대적인 사용 정도를

비교하기 위하여 각 조건에서의 근활성도비를 계산하여 비교하였다. 그 결과, 상승모근의 활성도에 대한 전거근과 중간 삼각근의 근활성도 비는 신발 뒤굽 높이가 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 어깨 외전 동안 상승모근에 비해 전거근과 중간 삼각근의 근활성도가 비교적 더 많이 감소한다는 것을 의미하는 것으로, 신발 뒤굽의 높이가 증가함에 따라 어깨 외전 동안 상승모근의 작용이 주로 발생한다는 것을 뜻한다. 어깨 외전 동안 상승모근 활동이 상대적으로 증가됨으로 인해 견갑골의 불안정성과 중간 삼각근의 역학적 길이 변화가 나타날 수 있다. 결과적으로, 어깨 외전의 주동근인 중간 삼각근의 힘-생성 기전은 감소되며, 이에 대한 보상으로 상승모근의 근활성도는 증가된다(McQuade 등, 1998).

일반적으로, 몸통의 안정성은 다양한 활동 동안 안정성, 운동성 및 수행도를 높일 수 있는 최적의 신체 자세를 유지하기 위한 필수 조건으로, 신체의 능동적, 수동적 조절 시스템의 유기적인 작용을 통해 이루어진다(Vleeming 등, 2007). 상지 근육들의 조직화된 사용은 팔다리의 근육 활성 및 동원 형태를 올바르게 유지하기 위한 움직임 전략을 계획하고 선택하는데 중요한 요소가 된다. 몸통과 상지는 닫힌-사슬로 연결되어 있으므로 통합된 활동 동안 상지의 움직임으로부터 발생된

부하는 몸통으로 전달된다. 또한 근위부와 원위부 움직임 협응 및 힘과 에너지 조절에 있어서 몸통 정렬과 안정성은 중요하게 고려된다(Cools 등, 2007). 특히, 견갑골의 위치에 직접적인 영향을 미치는 흉추부의 자세 변화는 일상적인 활동 동안 견갑 및 어깨부위의 근육 작용을 감소시키는 주요 요인이 된다(Kebaetse 등, 1999). 선행 연구에서 흉추부의 후방 경사 자세에서 어깨부 근육들의 활동 수준이 두드러지게 감소되는 것으로 보고되었다(Schüldt 등, 1987).

견갑골의 위치 및 움직임을 조절하는 능력은 최적의 상지 기능을 유지하기 위한 중요한 조건이며, 이는 어깨 관절의 운동성과 안정성에 큰 영향을 미친다(Cools 등, 2007; Struyf 등, 2011). 상승모근은 견갑골의 내측연(medial border)과 경추 및 흉추 사이에 위치한다. 그러므로 상승모근의 과도한 활동은 일상 활동 동안 견갑골의 정렬 및 움직임 형태를 비정상적으로 만들 수 있다. 이는 어깨 관절의 역학적 오류를 초래하고 올바른 상지 움직임 전략의 선택을 어렵게 만드는 요인으로(Arlotta 등, 2011), 어깨 움직임 시 빈번한 충돌(impingement)을 일으켜 다양한 어깨 병변을 발생시키는 원인이 될 수 있다(De Mey 등, 2013).

본 연구에서 어깨 외전근 근력은 신발 뒤굽 높이가 높아짐에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 일반적으로, 상승모근의 보상작용은 어깨 외전 동안 중간 삼각근의 활동 수준을 낮춤으로써, 어깨 외전 근력을 감소시키는 기여요인으로 알려져 있다(Jang 등, 2014). 하이힐 착용에 의해 나타나는 척추 및 하지 관절의 위치 변화로 인해 견갑골 및 어깨의 움직임 기전이 바뀌면서 길이-긴장도 관계(length-tension relationship)와 힘-균형 관계에 변화가 초래된다(Lee 등, 2009). 원위 지절의 근육들은 기시부와 종지부에서 근육막 띠(myofascial band)를 통해 몸통 및 근위부 근육들과 이어져 있으며, 근육 수축 시 힘 전달을 공유함으로써 각 근육 작용에 상호 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Myer, 2014). 특히, 비복근(gastrocnemius)은 천부 배측 연결(superficial back line)을 통해 몸통의 뒷부분으로 이어져 있으며, 전거근(tibialis anterior)은 나선 연결(spiral line)을 통해 전거근(serratus anterior) 및 능형근(rhomboids)과 같은 견갑

골 안정근(scapular stabilizer)으로 이어져 있는 것으로 보고되었다(Myer, 2014). 그러므로 하이힐 착용 동안 발목 자세의 변화는 몸통 및 견갑골의 안정성에 영향을 미칠 것이며, 이로 인하여 어깨와 견갑골 근육들의 작용은 변화되고 상대적으로 승모근의 작용은 증가될 수 있다. 일반적으로, 어깨 외전 동안 움직임 효율성을 증진시키기 위해서는 상승모근과 같은 축성 견갑 근육(axioscapular muscle) 보다는 중간 삼각근과 같은 견갑상완 근육(scapulohumeral muscle)의 활동성이 높게 유지되는 것이 바람직한 것으로 알려져 있다(Jang 등, 2014).

본 연구는 향후의 연구를 통해 보완될 수 있는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 본 연구의 대상자가 20대 초반의 건강한 여성이었기 때문에, 본 연구의 결과는 다양한 연령대의 대상자 및 어깨 병변을 앓고 있는 사람들에게 대한 결과로 이해될 수 없다. 둘째, 본 연구에서는 근활성도를 측정하기 위하여 표면 근전도를 사용하였다. 표면 근전도의 특성 상 인접 근육들로부터의 잡신호(crosstalk)로 인해 부적절한 근전도 신호가 측정될 수 있다. 셋째, 연구대상자들은 측정 동안 머리와 몸통의 움직임 없이 선 자세를 유지하였으나, 머리와 몸통 움직임을 엄격히 제한시키기는 어려웠다. 어깨의 등척성 외전 동안 머리와 몸통의 미세한 움직임은 어깨 근육들의 근활성도에 영향을 미칠 수 있을 것이다. 넷째, 본 연구에서의 주된 독립변수는 하이힐의 굽높이였다. 신발 착용의 일반적인 특성 상, 평상 시 대상자들이 신고 다니는 신발이 아닌 이상 익숙치 않음으로 인한 측정값 오차가 나타날 수 있을 것이다. 다섯째, 본 연구에서 운동학적인 자료(kinematic data)를 포함시키지 않았기 때문에, 각 신발 뒤굽 조건 사이에 움직임 형태가 어떻게 달라지는지를 알기는 어려울 것이다. 이러한 제한점들을 보완한 연구들이 계속적으로 이어져야 본 연구의 결과를 일반화시키는데 도움이 될 것이다.

V. 결론

척추(spinal column)는 어깨의 움직임을 구성하는 근골격계의 구조 및 운동 형태에 밀접하게 연결되어 있으

므로(Crosbie 등, 2008), 뒤굽이 높은 신발 착용으로 인해 발생하는 척추 정렬 상태의 변화는 견갑 및 어깨 근육들의 활동에 영향을 미칠 수 있다. 본 연구의 결과는 하이힐을 착용하는 것이 견갑골의 안정성 유지 및 어깨 근육들의 힘 생성에 문제를 일으킬 수 있는 것으로 나타났다. 즉, 하이힐 착용으로 인해 어깨 움직임에 위한 근육 조절 전략이 변화되어 어깨 외전 동안 견갑 및 어깨 근육들의 활동성이 변화될 수 있다는 것이다. 이러한 결과는 하이힐 착용이 어깨 근력 및 근활성도에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 이해될 수 있으며, 하이힐 착용 시 중요한 고려사항으로 여겨져야 할 것이다.

Acknowledgements

이 논문은 2014학년도에 청주대학교 보건의료과학 연구소가 지원한 학술연구조성비(특별연구과제)에 의해 연구되었음.

References

Arlotta M, Lovasco G, McLean L. Selective recruitment of the lower fibers of the trapezius muscle. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(3):403-10.

Borstad JD. Resting position variables at the shoulder: Evidence to support a posture-impairment association. *Phys Ther.* 2006;86(4):549-57.

Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, et al. Rehabilitation of scapular muscle balance: Which exercises to prescribe? *Am J Sports Med.* 2007;35(10):1744-51.

Cram JR, Kasman GS, Holtz J. *Introduction to Surface Electromyography.* Gaithersburg. Aspen Publishers. 1998.

Crosbie J, Kilbreath SL, Hollmann L, et al. Scapulohumeral rhythm and associated spinal motion. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2008;23(2):184-92.

Cynn HS, Oh JS, Kwon OY, et al. Effects of lumbar stabilization using a pressure biofeedback unit on muscle activity and lateral pelvic tilt during hip abduction in sidelying. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(11):1454-8.

De Mey K, Darneels L, Cagnie B, et al. Kinetic chain influences on upper and lower trapezius muscle activation during eight variations of a scapular retraction exercise in overhead athletes. *J Sci Med Sport.* 2013;16(1):65-70.

Gefen A, Megido-Ravid M, Itzchak Y, et al. Analysis of muscular fatigue and foot stability during high-heeled gait. *Gait Posture.* 2002;15(1):56-63.

Gerber SB, Costa RV, Grecco LA, et al. Interference of high-heeled shoes in static balance among young women. *Hum Mov Sci.* 2012;31(5):1247-52.

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.

Hsu YH, Chen WY, Lin HC, et al. The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(6):1092-9.

Jang HJ, Kim SY, Oh DW. Effects of augmented trunk stabilization with external compression support on shoulder and scapular muscle activity and maximum strength during isometric shoulder abduction. *Electromyogr Kinesiol.* 2014 [Epub ahead of print].

Kebaetse MI, McClure P, Pratt NA. Thoracic position effect on shoulder range of motion, strength, and three-dimensional scapular kinematics. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(8):945-50.

Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med.* 2006;36(3):189-98.

Kim HH, Song CH. Effects of Shoe Heel Height on the Onset of VMO Relative to VL and VMO/VL EMG Ratio during Stair Ascent in Women without Knee Pathology. *J Kor Soc Phys Med.* 2011;6(2):135-43.

Kim MH, Yi CH, Yoo WG, et al. EMG and kinematics analysis

- of the trunk and lower extremity during the sit-to stand task while wearing shoes with different heel heights in healthy young women. *Hum Mov Sci.* 2011;30(3):596-605.
- Kim YJ, Koo JW, Oh DW. Influence of Shoe Heel Height and Muscle Fatigue on Static and Dynamic Balance in Healthy Young Women. *Phys Ther Kor* 2013;20(3):36-44.
- Lee CM, Jeong EH, Freivalds A. Biomechanical effects of wearing high-heeled shoes. *Int J Indust Ergonom.* 2001;28(6):321-6.
- Lee LJ, Coppiters MW, Hodges PW. Anticipatory postural adjustments to arm movement reveal complex control of paraspinal muscles in the thorax. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(1):46-54.
- Lee KH, Shieh JC, Matteliano A, et al. Electromyographic changes of leg muscles with heel lifts in women: Therapeutic implications. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990;71(1):31-3.
- Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther.* 2000;80(3):276-91.
- McQuade KJ, Dawson J, Smidt GL. Scapulothoracic muscle fatigue associated with alterations in scapulohumeral rhythm kinematics during maximum resistive shoulder elevation. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28(2):74-80.
- Myer TW. *Anatomy Trains: Myofascial Meridians and Movement Therapists*(3rded) Italy. Churchill Livingstone. 2014.
- Neumann DA. Shoulder complex. In: *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation*(2nd ed). St. Louis. Mosby. 2010.
- Oh DW, Chon SC, Shim JH. Effect of shoe heel height on standing balance and muscle activation of ankle joint. *J Ergon Soc Kor.* 2010;29(5):789-95.
- Ryu JS. Effects of high-heeled shoe with different height on the balance during standing and walking. *Kor J Sports Biomech.* 2010;20(4):479-86.
- Schüldt K, Ekholm J, Harms-Ringdahl K, et al. Influence of sitting postures on neck and shoulder e.m.g. during arm-hand work movements. *Clin Biomech (Bristol Avon).* 1987;2(3):126-39.
- Simonsen EB, Svendsen MB, Nørreslet A, et al. Walking on high heels changes muscle activity and the dynamics of human walking significantly. *J Appl Biomech.* 2012;28(1):20-8.
- Snow RE, Williams KR. High heeled shoes: their effect on center of mass position, posture, three-dimensional kinematics, rearfoot motion, and ground reaction forces. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75(5):568-76.
- Struyf F, Nijs J, Baeyens JP, et al. Scapular positioning and movement in unimpaired shoulders, shoulder impingement syndrome, and glenohumeral instability. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(3):352-8.
- Vizniak NA, Richer P. Quick reference evidence based muscle manual. Vancouver. Professional Health Systems. 2011.
- Vleeming A, Mooney V, Stoeckart R. *Movement, stability and lumbopelvic pain. Integration of research and therapy.* New York. Churchill Livingstone. 2007.
- Wong CK. On "Resting position variables ..." Borstad. *Phys Ther.* 2006;86:1442-3.
- Yoon JY. Influence of Heel Insole and Visual Control on Body Sway Index with High-heeled Shoes. *J Korean Soc Phys Med,* 2014;9(4):407-13.