

컴프레션웨어(Compression Wear)의 운동성능 및 근기능에 미치는 영향

구영석

부산대학교 의류학과

The Effect of Compression Wear for the Sport Performance and Muscle Function

Young-Seok Koo

Department of Clothing and Textiles, Pusan National University, Busan, Korea

(Received: January 4, 2011/Revised: February 1, 2011/Accepted: March 8, 2011)

Abstract— The effect of compression wear for sport performance and muscle function was investigated based on the physiological test and electromyograph(EMG). The EMG test was used to study muscle activity after fitting the compression wear during exercise. It showed slight difference between men and women testee groups in the results of anaerobic, aerobic, fatigue, and EMG test due to muscle content in the body. In addition, the exercise performance was increased to some extent even the muscle activity was decreased. It is estimated that the compression effect to muscle by the compression wear decreased the muscle vibration and improved blood circulation which helped the entire sport performance. However, it is necessary to study the effect of compression wear in long-term wearing in the future study.

Keywords: *compression, sport performance, physiological test, muscle, EMG*

1. 서 론

건강한 취미 활동에 대한 관심이 높아지고 스포츠, 레저 활동을 즐기는 연령층이 점차 다양해지면서 관련 산업들이 지속적인 성장을 하고 있다. 그중에서도 스포츠, 레저웨어 산업은 신소재를 활용한 다양한 인체공학적인 기능성 디자인으로 소비자들에게 큰 호응을 얻고 있다.

최근 주목을 받고 있는 스포츠웨어 중에서 컴프레션웨어 (Compression Wear)는 기존의 스포츠웨어가 가진 쾌적 기능성 이외에 스포츠 참가자들의 스포츠 성능 향상에 도움이 되는 것으로 알려져 큰 인기를 끌고 있다. ‘언더레이어’ 라는 이름으로 알려진 이 스포츠 언더웨어는 2009년 옥션 인기상품 5위에 오를 정도로 소비자들의 많은 관심을 끌고 있다¹⁾.

이 제품은 스포츠 활동 시 신진 대사에 의해 발생하는 체내 수분을 흡수 속건 기능을 이용하여 신속히 배출할 뿐 만 아니라 자외선 차단, 항균 성능 등 쾌적한 인체 상태를 유지시켜주는 성능 이외에 근육의 미세 진동을 감소시켜 근육 동작을 보강하고 전체적인 혈액 순환을 원활하

게 하여 운동 성능을 향상 시키는 것으로 알려져 있다²⁾. 운동 시 발생하는 근육의 미세 진동은 전체적인 근육의 긴장을 증가시키게 되고 궁극적으로 운동 후 피로 증가뿐만 아니라 피로 회복을 지연시켜 스포츠 성능을 저하시키는 원인이 된다고 알려져 있다³⁾.

컴프레션웨어는 혈액 순환을 원활하게 하기 위해 수십 년 동안 사용된 의료용 레깅스에서 유래되었는데 다리에 부분적인 압박을 적절히 조절하여 혈액이 정체되지 않도록 하고 심장으로부터 복귀를 원활하게 하는 역할이 중심 특징이었다⁴⁾. 그러나 최근에 이러한 컴프레션웨어의 기능으로서 근육 손상을 유발하는 요소들을 예방하는 역할을 하는 것으로 연구되어 왔다. 특히, 스포츠 종목에 따라 다르게 사용되는 근육 부위에 집중적인 구배 압박을 적용함으로써 근육 배열의 이동이나 근육 진동을 줄여 근육의 정확성과 효율성을 향상시키는 것으로 알려져 있다. 또한 운동 후 발생하는 근육통으로부터 신속히 회복할 수 있도록 하여 운동 후 피로를 감소시키고 힘과 지구력을 증가시켜 궁극적으로 운동 성능을 향상시키는 것으로 알려지고 있다⁵⁻⁹⁾.

[†]Corresponding author. Tel.: +82-51-510-2843; Fax.: +82-51-583-5975; e-mail: youngskoo@pusan.ac.kr

그러나 앞서 진행된 운동 생리학적 연구에 비해 컴프레션웨어의 운동 처방에 따른 운동성능과의 연관성을 입증할 과학적 연구는 현재 미흡한 실정이다.

최근 스포츠 과학 분야에서 운동 시 일어나는 근육의 전기적 생리학적 반응을 이용하여 올바른 운동 기술의 패턴이나 제품을 제시하기 위하여 근 전도에 관한 연구가 많이 시도되고 있다^{10,11)}.

인간의 근 수축은 대뇌의 지령을 받아 신경 전도를 거쳐 근 내의 액틴(actine)과 미오신(myosin)의 결합으로 일어나는데 이러한 근 활동을 평가할 수 있는 지표중의 하나가 근전도(Electromyograph : EMG)를 이용하는 방법이다. 근 전도는 활동 근의 근 복에 전극을 부착시켜 근 수축 시 발생하는 전기 신호를 파형으로 나타내어 근의 신경 지배 양상을 간접적으로 나타낼 뿐만 아니라 수축 속도, 작업량, 운동 단위의 동원 양상 및 피로 등 근의 활동 상태에 대한 전반적인 정보를 알아보는데 널리 이용되고 있다¹²⁾. 이러한 근전도 분석의 장점으로서 근육의 활성화 정도를 분석하여 스포츠 활동 시 발생하는 근육의 인체 공학적 반응들을 알아낼 수 있다는 것이다.

역학적 관점에서 근전도 분석은 뼈와 근육의 부착점에 따른 지렛대의 원리와 관절각에 의해서 근수축의 다양한 변화를 분석한다고 할 수 있다. 이러한 근수축의 과학적 원리는 스포츠 현장과 경기력 향상을 위해서 매우 중요하다고 할 수 있다. 따라서 트레이닝 원리의 적용, 경기력의 향상 그리고 선수의 개인적 역량 등의 근육 평가 방법은 다양한 적용이 있으나, 그 중의 대표적인 방법이 근수축시 근전도와 힘의 결합으로 인하여 피검자의 근 속성을 알아보는 방법이다¹³⁾.

근전도 분석에서도 특히 표면 근 전도는 스포츠 현장에서 종목에 따른 주동 근의 양상을 분석할 수 있는 검사 방법으로서 인체의 운동에 대한 해부학적인 움직임과 시간적 측면과의 관계, 힘의 생성과 근전도의 관계, 그리고 근 피로와 근전도간의 관계와 같은 정보를 얻을 수 있다¹⁴⁾.

본 연구에서는 표면 근전도 분석법을 통하여 컴프레션웨어 착용 전후의 근전도 변화를 분석하여 운동 성능과의 연관성을 관찰하고 운동 처방에 따른 운동 성능 향상 효과에 대한 보다 과학적인 정보를 제공하고자 한다.

2. 실험

2.1 연구대상

B광역시 소재 P대학교 교직원 중 30-40대 남자 10명, 여자 10명 총 20명을 대상으로 하였고 이들은 모두 과거 특별한 병력이 없고 현재 건강하며 본인이 실험에 참여할 의사를 밝히고 동의서를 제출한 자로서 신체적 특성은 Table 1 과 같다. 신체 조성은 X-Scan(Jawon medical, co, Korea)을 이용하여 실험 전에 측정하였다. 정확한 신체 조성의 측정을 위하여 측정 전날 저녁 식사 후 물 이외의 어떠한 음료나 음식을 섭취하지 않도록 하고, 측정 30분 전에는 반드시 배뇨를 하도록 교육하였다. 또한 측정 시에는 시계나 반지 그리고 장신구 종류는 착용하지 못하게 하고, 두 번 측정하여 평균값을 구하였다.

2.2 컴프레션웨어의 특징

본 연구에서 사용한 컴프레션웨어는(Fig. 1) 흡수속건, 유해 자외선 차단, 통풍, 항균, 경량 기능성을 가진 소재를 사용하고 있다. 컴프레션 기능에 중요한 역할을 하는 2축 신축 스판 소재를 사용한 파워 스트레치 기능으로 신체의 근육 부위를 부분적으로 압박할 수 있는 입체적 디자인을 사용하고 있으며 피부와의 접촉 쾌적성을 향상시키기 위한 오스람



Fig. 1. Fitting appearance of compression wear.

Table 1. Physical characteristics of subjects

Group	Age(year)	Height(cm)	Weight(kg)	BMI(kg/m ²)	%fat
Man(n=10)	35.6±7.44	174.8±7.59	77.08±14.76	25.24±4.96	22.46±7.59
Woman(n=10)	36.9±5.63	159.15±5.53	57.24±7.89	22.63±3.07	27.12±5.89

Values : mean ± standard deviation

봉제기법을 사용한 것으로 알려져 있다. 컴프레션웨어에 사용된 직물의 조성은 폴리에스터와 스판덱스가 80:20의 구성비로 이루어져있으며 컴프레션에 따른 의복압이 20~25 gf/cm 정도이나 착용자의 신체 구조 및 동작 형태에 따라 의복압은 다소 변화가 발생하였다.

2.3 측정 항목 및 방법

본 연구에서는 컴프레션웨어 착용 전·후 피험자의 근전도 분석을 바탕으로 운동 생리학적 성능 변화를 평가하였다. 실험목적에 맞는 측정을 위해 운동 수행 중 발생하는 핵심 요소인 무산소성 파워, 유산소성 능력, 근 기능, 피로물질을 측정하였고 각 검사 시 발생하는 근육의 움직임(활동전위)을 측정하기 위해 근전도(EMG) 검사를 실시하였다. 과학적이고 신뢰성 및 타당성 있는 데이터 도출을 위해 무산소 파워에서는 Wingate anaerobic test를, 유산소 평가는 treadmill 운동 부하 검사를, 근 기능 검사를 위해 Humac norm test를, 피로물질 평가를 위해 젖산을 분석하였으며 근전도 검사는 오른쪽 하지 부위의 핵심 근육 세 부위(대퇴직근 : Rectus Femoris(RF), 대퇴이두근 : Biceps Femoris(BF), 반건양근 : Semitendinosus(ST))를 측정하였다(Fig. 2).

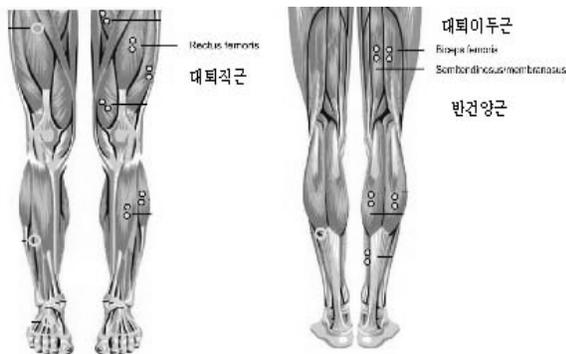


Fig. 2. Measuring parts for EMG.

2.3.1 무산소성파워 측정(mean power, total work)

Wingate anaerobic test는 Excalibur sport 925900 (Lode B. V. Netherlands)을 이용하였다. 자전거 안장의 높이는 무릎의 각도가 120°-150°까지 피험자가 가장 편안한 자세를 유지할 수 있는 높이에 맞췄으며, 사전에 충분한 적응 훈련을 실시하였다. 피험자는 30초간 예비기(50rpm)를 가졌으며 곧바로 30초 동안 최대한 빠르게 밟도록 하며 측정자의 'stop'에 의해 정리 운동 단계(2-3분)로 가볍게 밟도록 하였다.

2.3.2 운동부하검사(VO₂Max)

유산소 운동 능력 평가를 위해 Treadmill에 의한 운동 부하 검사 중 호흡 곤란, 안면 홍조, 불규칙한 발 걸음, 얼굴 찡그림 등을 관찰하면서 언어적 강화로 최대 운동을 유도하여 의지적으로 더 이상 운동을 지속할 수 없는 exhaustion 상태에 도달하였다고 생각되면 손을 들게 하여 트레드밀을 중지시켰다. 주관적·객관적 지표를 이용하여 점증 운동 검사 중 피검자가 최대 운동 능력에 도달하였는지 판단 기준으로서 첫째, 운동 강도가 증가함에도 불구하고 더 이상 심박 수가 증가하지 않는 경우, 둘째, 운동 강도가 증가함에도 불구하고 산소 소비량이 더 이상 증가하지 않는 경우, 셋째, 호흡 교환율(RER)이 1.1이상일 경우, 넷째, 주관적 운동자각도 >17인 경우, 다섯째, 고혈압반응(250 mmHg이상의 수축기 혈압과 또는 115 mmHg이상의 이완기 혈압) 중 3가지 이상을 충족할 때 검사를 종료하였다(ACSM, 2007). VO₂max 측정은 Quark b2(Cosmed Co., Italy)와 Bruce protocol(Table 2)를 이용하였다.

2.3.3 등속성 근기능

등속성 근기능 측정기기인 HUMAC NORM System (CSMI, USA)을 이용하여 측정 전 2차례에 걸쳐 protocol에 대해 적응하도록 하였고, 측정 목적과 측정 순서에 대해 피검자에게 자세히 설명하여 측정 시 최대 능력을 발휘하도록 충분히 숙지하였다. 검사 프로토콜은 isokinetic testing manual (Humac Norm, Co.)을 참고하여 근지구력에 맞는 240°/sec에서 슬관절의 peak torque, %BW와 total work를 각각 측정하였으며 Table 3과 같다.

2.3.4 근전도(EMG) 검사

본 실험에서 사용된 표면 근전도 검사를 위해 검사 과정에서 발생할 수 있는 오류를 방지하기 위해 피부의 최대 정적 수축 상태에서 근전도 전극을 부착하였으며 피부 저항에 의해 발생하는 오차 예방을 위해 피부 이물질 제거 후 소독한 후에 전극을 부착하였다. 컴프레션웨어 착용 후에도 측정 부위의 이동이 없도록 고정하였으며 재현 불가능한 EMG peak 값 제거를 위하여 모든 raw EMG data를 정류(rectification) 및 smoothing 후 분석하였다.

Wingate anaerobic test와 트레드밀은 측정 근육 EMG peak-to-peak를 1 cycle로 설정하고 30s 동안 반복되는 여러 cycle의 EMG 평균값을 산출

Table 2. Bruce Protocol(ACSM, 2007)

Stage	Speed(MPH)	Grade(%)	
1 stage	1.7	10	
2 stage	2.5	12	
3 stage	3.4	14	3 min stages MPH/%GR
4 stage	4.2	16	
5 stage	5.0	18	
6 stage	5.5	20	

Table 3. Isokinetic protocol for muscle function test

	Load velocity	Repetition	Rest time(min)	Set
Muscular endurance strength	240°/sec	20	1	1

하였으며 Isokinetic은 측정 근육의 EMG onset, offset 값을 이용하여 onset-to-offset 구간을 무릎 신전구간, offset-to-onset 구간을 굴곡구간으로 설정한 다음 신전구간과 굴곡구간의 합을 1 cycle로 설정하고 5회, 20회 반복 cycle의 EMG 평균값을 각각 산출하였다. 측정된 값은 AD (Analog to Digital)변환기로 샘플링 한 후 증폭된 파형을 대역 필터링한 후 신호를 전파 정류하여 근 수축 시간동안 적분근전도(integrated EMG : iEMG) 값을 구하였다.

2.3.5 혈중젖산농도

채혈은 Wingate test 후 Finger-tip 방법으로 채혈하여 젖산분석기(Roche, Germany)로 분석하였다.

2.3.6 자료분석

피험자는 앞에서 언급한 항목 및 절차(Fig. 3)에 따라 컴프레션웨어 미착용(no fitting), 착용(fitting)으로 나누어 실험을 실시하였으며 피험자 그룹별로 일주일 간격을 두고 실시하였다. 운동성능에 대한 분석으로는 컴프레션웨어 착용 전·후 집단 내 변화를 알아보기 위해 paired t-test를 실시하였다. 통계 프로그램은 SPSS 14.0을 사용하였으며, 모든 통계적 유의 수준은 $p \leq 0.05$ 로 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 무산소성 파워의 변화

Mean power는 30초 동안 수행된 평균 운동량으로서 무산소 파워 평가 시 이용된다. 파워가 높다는 것은 순간적인 폭발적 운동에 적합하다 할 수 있으며 주로 100 m 달리기, 사이클, 역도 등의 종목이 이에 해당된다. 본 연구에서 컴프레션웨어 착용 전·후의 mean power의 변화는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 전체 평균값에서 A, B그룹 모두 컴프레션웨어 착용 후 Mean power가 다소 증가하는 경향을 보이고 있다(Fig. 4).

컴프레션웨어 착용 전·후의 total work의 변화에서도 전체 평균값이 크게 상승하지 않았으나 두 그룹 모두 조금씩 증가하여 운동 효율 면에서 다소 긍정적인 효과가 있는 것으로 보인다(Fig. 5).

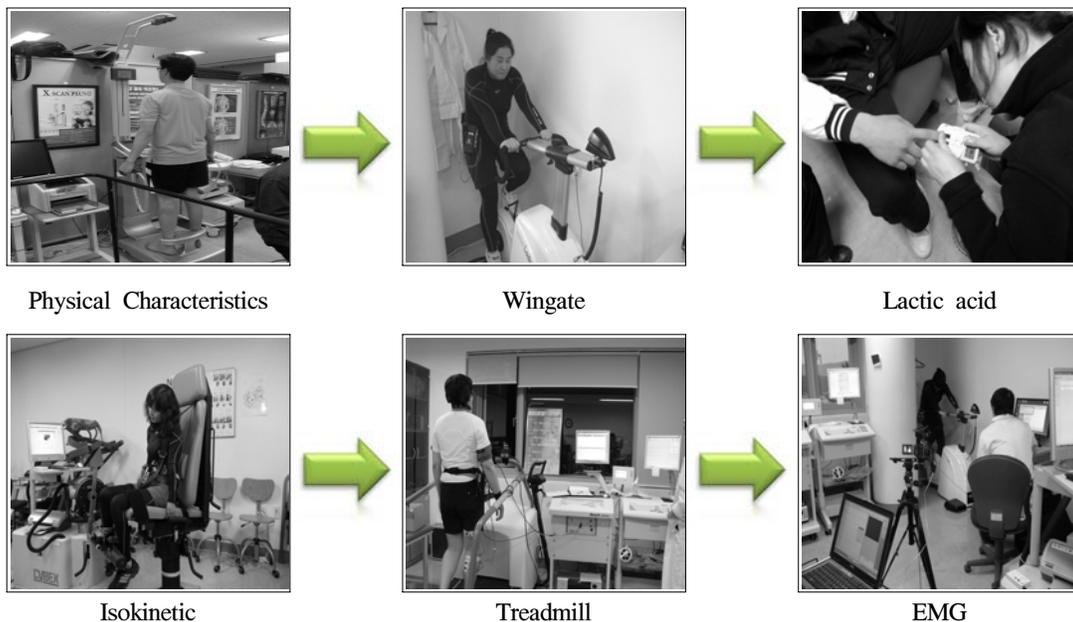


Fig. 3. Test process.

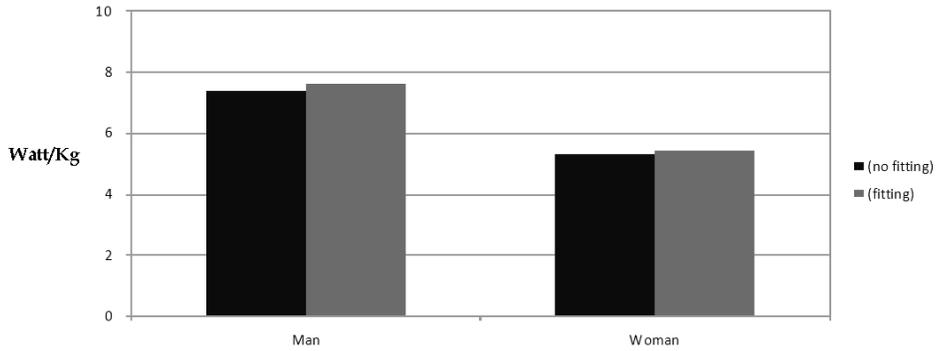


Fig. 4. Comparison of Mean power.

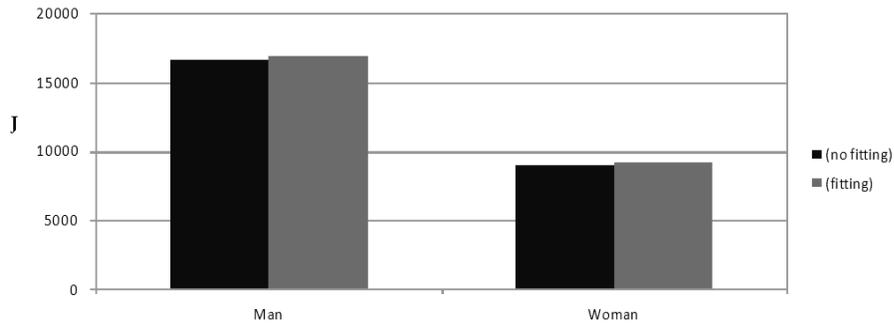


Fig. 5. Comparison of Total work.

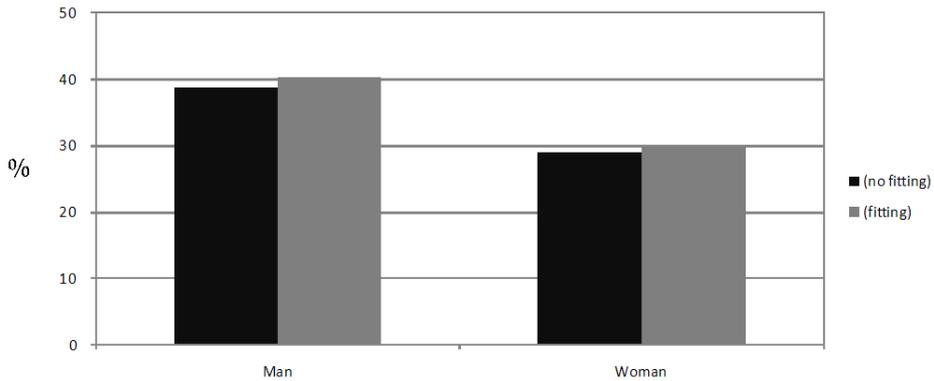


Fig. 6. Comparison of VO₂Max.

3.2 운동부하(최대산소 섭취량 : VO₂Max)의 변화

최대 산소 섭취량이란 인체가 에너지 생성을 목적으로 산소를 이용할 수 있는 최대량을 말한다. 즉 유산소성 운동의 부하를 견디어 낼 수 있는 최고 상한선을 의미한다. 최대 유산소 운동 시 컴프레션웨어 착용 전·후의 최대 산소 섭취량 (VO₂Max)의 변화는 두 그룹 모두 통계적 차이는 없었으나 개별적으로 동일한 운동량에서 최대 산소 섭취량이 증가하는 경향을 볼 때 유산소 운동 능력이 다소 향상된 것으로 판단된다(Fig. 6). 최대 유산소성 능력에 영향을 미치는 생리학적 요인들 중 혈류를 통해 심장으로부터 활동 근육으로 산소를 운반하는 것과 활동 근육의 혈액으로

부터 산소를 추출하는 것을 들 수 있는데 최대 산소 섭취량은 산소 운반 능력과 산소 추출 능력에 의해 결정된다. 압박 의류의 유산소 능력에 대한 효과를 확인하기 위한 앞선 연구 결과⁴⁾에서도 압박 의류 착용 시 동일 운동량에서 산소 섭취량이 보통 의류보다 향상된 것으로 보고하였고, 산소 섭취량이 향상된 이유는 아직 밝혀지지 않았지만 가용 가능한 근육 내 산소량, 심폐 기능, 젖산축적, 운동 단위 동원 패턴 등이 개선되었을 것으로 생각하고 있다.

3.3 무산소 운동 시 근전도 변화

컴프레션웨어 착용 전·후의 무산소 운동 시 근전도의 변화에서 B그룹(여성)의 대퇴이두근과 반

건강근 EMG 변화가 다소 증가하였으나 나머지 부분에서는 대체적으로 EMG 값이 다소 감소하는 것으로 나타났다. 이는 무산소 파워(평균파워, 총 일량)와 관련지어 분석 할 때 컴프레션웨어 착용 후 파워나 일량이 다소 증가함에도 불구하고 근전도 값이 다소 감소했다는 것은 운동 성능 면에서 컴프레션웨어의 긍정적 효과를 보여주는 것으로 추정된다. 이는 운동 시 컴프레션웨어의 근육 지지나 혈액 순환 보강 효과에 의해 운동 효율이 향상된 원인으로 추정된다.

그러나 피험자 그룹에서 여성이 남성보다 신체 구조상 근육량이 적다는 것을 감안할 때 근육 운동 면에서 여성의 근전도 변화는 컴프레션웨어의 영향을 크게 받지 않을 수도 있다고 본다. 이에 비해 남성은 선천적 신체 구조상 근육의 비율이 높기 때문에 운동 시 근육의 사용량에 미치는 영향이 크다고 볼 수 있으므로 남성에게 있어서 컴프레션웨어의 근육 지지 효과는 큰 영향을 미칠 수 있다고 생각된다(Fig. 7).

3.4 유산소 운동 시 근전도의 변화

유산소 운동 시 컴프레션웨어 착용 전·후의 근전도의 변화는 여성 그룹의 경우 근전도 변화에 큰 차이가 없었으나 남성 그룹의 경우 측정 근육 부위의 근전도 변화가 감소하는 경향을 보이고 있다. 이는 최대 산소 섭취량의 결과에서도 볼 수 있듯이 VO₂Max 값이 증가함에도 불구하고 근전도 면적 감소는 적은 양의 근육 움직임에도 불구하고 운동 효율 면에서 향상 되었다고 볼 수 있으며 신체 구조상 근육의 비율이 많은 남성의 경우에 컴프레션웨어의 효과가 나타나는 것으로 보인다(Fig. 8).

3.5 근기능의 변화

무산소 운동 능력 및 유산소 운동 능력과 함께 컴프레션웨어의 효과성 검증에 위해 필수적인 요소인 근 기능 중 근지구력 평가를 실시하였다. 컴프레션웨어 착용 전·후의 근 기능의 변화는

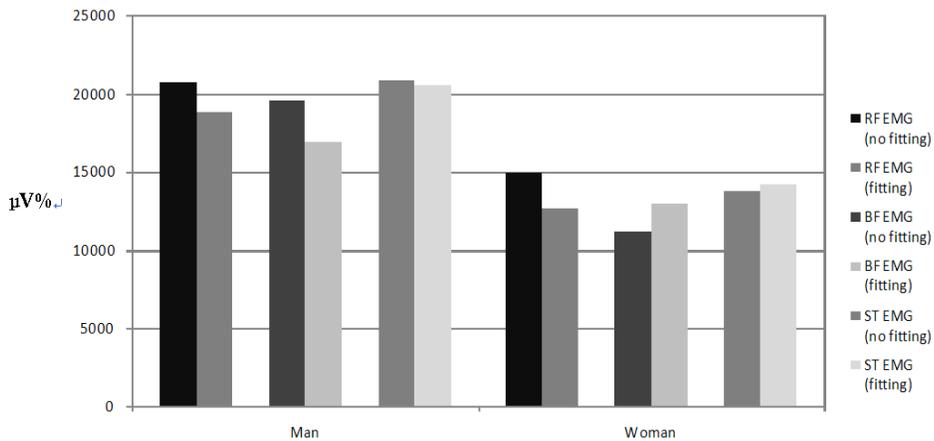


Fig. 7. EMG change in anaerobic exercise.

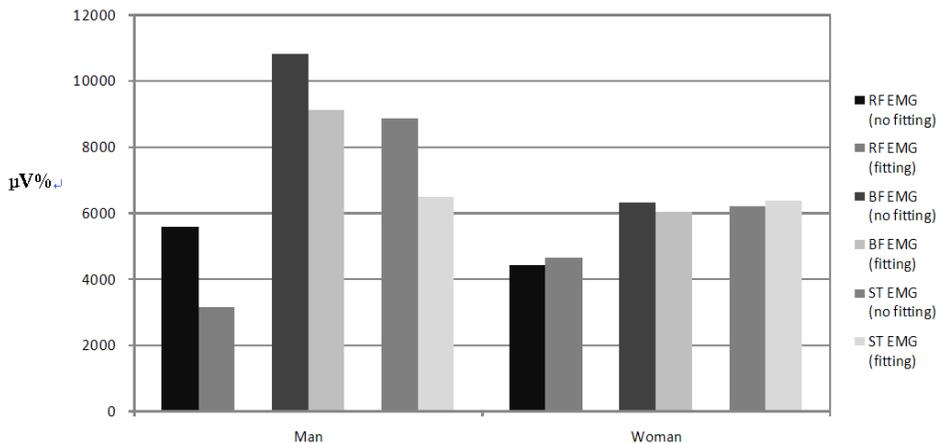


Fig. 8. EMG change in aerobic exercise.

남자의 오른쪽 굴근(당기는 힘, Fl.R)에서 통계적으로 유의한($p \leq 0.05$) 증가가 나타났고 나머지는 큰 차이는 없었으나 신전근(미는 힘, Ex.R)에서도 다소 증가 추세를 보여 컴프레션웨어가 근육을 지지하여 근 기능의 향상에 일정 부분 기여한 것으로 판단된다(Fig. 9).

3.6 근기능 측정 시 EMG(근전도의 변화)

컴프레션웨어 착용 전·후의 근육 운동 시 근전도의 변화에서는 각 측정 근육부위별로 굴근과 신근의 EMG값이 서로 상반된 결과를 보여주고 있

는데 이는 굴근과 신근에 따라 근육의 활성화 부위가 다르다는 것을 보여주고 있다. 컴프레션웨어 착용 전·후 두 그룹 모두 큰 차이는 없었으나 Humac Norm 결과의 근육 기능 증가에 반해 근전도 면적이 조금씩 줄어든 것을 볼 때 컴프레션웨어의 주요 역할인 근육 진동 감소를 통한 근 기능 증가의 효과가 나타나는 것으로 추정된다(Figs. 10, 11).

3.7 운동 전·후 젖산의 변화

컴프레션웨어 착용 전·후의 운동 후 젖산의 평균값 비교에서 남성 그룹은 감소, 여성 그룹은 증가

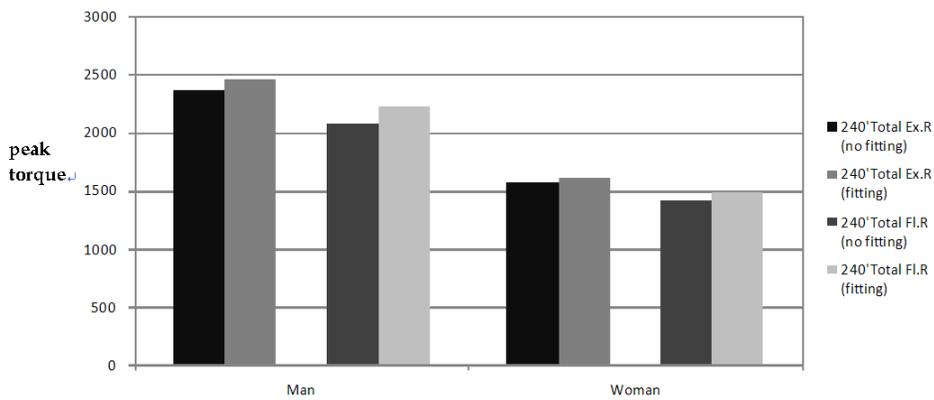


Fig. 9. Comparison of flexion and extension muscle power.

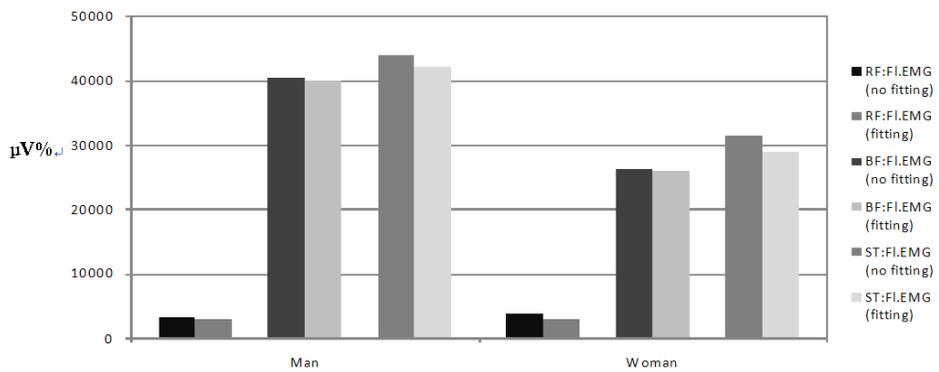


Fig. 10. EMG change of flexion muscle.

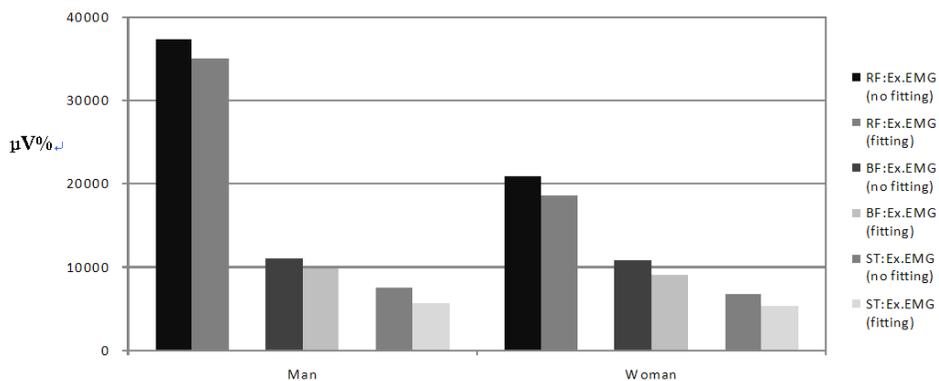


Fig. 11. EMG change of extension muscle.

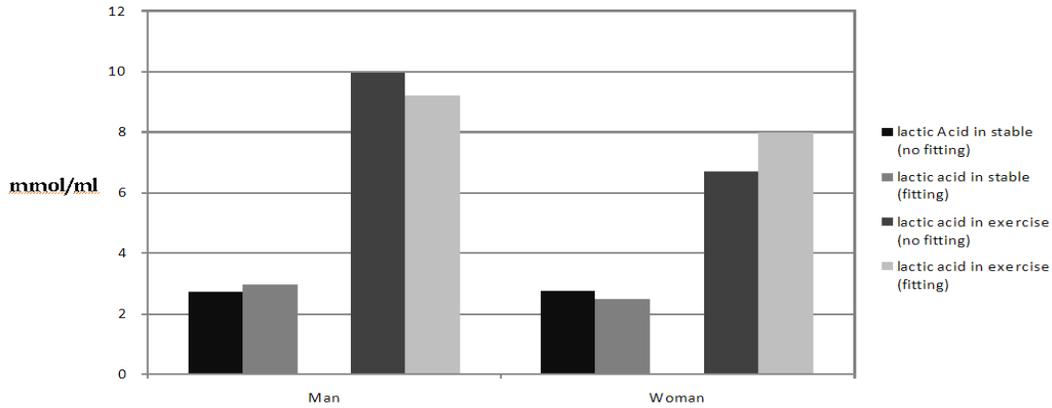


Fig. 12. Comparison of lactic acid.

를 보였지만 통계적인 유의성은 없었다. 남성 그룹의 경우 2명을 제외한 나머지에서 감소를 보여 일부 긍정적인 측면을 나타냈으나, 여성 그룹의 경우 다소 증가하는 경향이 나타났는데 운동 피로도는 개인의 신체적 특성 및 운동 능력과 매우 밀접한 영향을 가지고 있으므로 컴프레션웨어가 운동 후 피로 회복에 기여한다는 연구결과¹⁵⁾와는 차이가 있는 것으로 보인다(Fig. 12).

4. 결 론

현재 스포츠웨어 분야에서 널리 사용되고 있는 컴프레션웨어의 운동 성능지향 효과에 대한 검증에 대해 생리학적 운동처방에 따른 근 기능 검사를 실시하였다. P대학교 교직원 남자 10명(A), 여자 10명(B) 총 20명을 대상으로 컴프레션웨어의 효과성 검증을 위한 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

전체적인 운동 능력을 평가하는 무산소 파워, 유산소 파워, 근기능, 근전도 변화 등에서 남녀 그룹에서 다소 차이는 있었으나 남성 그룹에서는 대체로 전체적인 운동 능력이 향상된 것으로 판단된다. 특히 측정 항목마다 적용된 근전도 변화에서 운동 성능이 조금씩 증가하면서도 근전도 변화가 감소한다는 것은 컴프레션웨어의 압박 효과에 따라 근육 진동 감소를 보여주고 부분 압박에 따른 혈액의 원활한 흐름으로 운동 성능이 향상된 것으로 추정된다. 또한 컴프레션웨어가 근육과 건을 적절히 압박하여 근육과 건의 작용을 도와주고 나아가 관절을 안정시켜 유무산소성 운동과 근 기능에 긍정적인 효율성을 보였다고 생각된다. 그러나 본 연구에서 아쉬운 점은 운동의 학습효과에 따라 운동 성능이 크게 변화된다는 것을 감안할 때 장기간에 걸쳐 컴프

레션웨어 착용 후 운동 학습 효과에 따른 결과를 관찰하지 못한 것으로 본다. 이는 본 결과에서 볼 수 있듯이 단기간의 측정임에도 컴프레션웨어 착용 후 운동 성능이 조금씩 증가하는 것을 관찰하였으며 장기간에 걸친 운동 성능 실험에서는 컴프레션웨어의 인체 생리학적 기능 효과뿐만 아니라 심리적인 위안 효과(placebo effect)에 따른 운동 성능 향상이 크게 기대된다고 볼 때 컴프레션웨어 착용 후 장기간의 운동 학습효과에 따른 연구가 향후 연구의 제안 점으로 남는다.

감사의 글

이 논문은 부산대학교 자유 과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. <http://www.gocj.net/news> 2009.12.01
2. A. Bringard, S Perrey, and N Belluye, Aerobic Energy Cost and Sensation Responses during Submaximal Running Exercise - Positive Effects of Wearing Compression Tights, *International Journal of Sports Medicine*, **27**(5), 373-378(2006).
3. E. A. Diane, J. M. Bernard, and W. J. Peter, Vibration-induced Muscle Fatigue, A Possible Contribution to Musculo Skeletal Injury, *Eur. J. Appl. Physiol*, **88**, 134-140(2002).
4. A. Bringard, R. Denis, N. Belluye, and S. Perrey, Effects of Compression Tights on Calf Muscle Oxygenation and Venous Pooling during Quiet Resting in Supine and Standing Positions, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, **46**(4), 548-552(2006).

5. I. T. Michael, B. R. Kieron, M. S. Carolyn, and H. T. Campbell, Compression Garments and Recovery from Eccentric Exercise, *Journal of Sports Science and Medicine*, **5**, 106-114(2006).
6. R. Duffield and M. Portus, Comparison of Three Types of Full-body Compression Garments on Throwing and Repeat-sprint Performance in Cricket Players, *Br. J. Sports Med.*, **41**, 409-414(2007).
7. S. Lambert, A Crossover Trial on the Effects of Graded Compression Garments (Sport Skins TM) during Exercise and Recovery, Processings of in 2005 Australian Conference of Science and Medicine in Sport, Melbourne, Australia, p.222, 2005.
8. K. S. Kersch, S. Grampp, C. Henk, H. Resch, E. Preisinger, V. M. Fialka, and H. Imhof, Whole-body Vibration Exercise leads to Alterations in Muscle Blood Volume, *Clinical Physiology*, **21**(3), 377-382(2001).
9. N. D. Gill, C. M. Beaven, and C. Cook, Effectiveness of Post-match Recovery Strategies in Rugby Players, *British Journal of Sports Medicine*, **40**, 260-263(2006).
10. I. B. Park, N. H. Yeo, and J. M. Shim, A Change of EMG on Upper Limbs Muscle according to Pitching Variation in Baseball Pitchers, *The Korean Society of Sports Science*, **17**(4), 1501-1508(2008).
11. S. D. Oh, and J. Y. Park, The Effect of Muscle Strength and Surface Electromyogram of Quadriceps and Hamstring by Knee Specific-angular on Isokinetic Exercise of Professional Soccer Players, *The Korean Society of Sports Science*, **17**(3), 1091-1099(2008).
12. S. H. Shin and S. S. Yuk, Analysis of the Force and EMG during Maximal Isometric Contraction in Trained and Untrained, *The Korean Society of Sports Science*, **7**(1), 357-364(1998).
13. S. G. Ko, The Study on the Electromechanical Delay(EMD) According to Muscle Contraction, *The Korean Society of Sports Science*, **18**(4), 1295-1301(2009).
14. U. S. Department of Health and Human Service, Selected Topics in Surface Electrography for Use in the Occupational Setting: expect perspectives, 1992.
15. M. J. Berry, and R. G. McMurray, Effects of Graduated Compression Stockings on Blood Lactate Following an Exhaustive Bout of Exercise, *American Journal of Physical Medicine*, **66**(3), 121-132(1987).