



다이어트신발(Backless)이 근육 활성화도에 미치는 영향에 관한 연구 The Study on effect of the Muscle Activities for Dietshoes (Backless)

이창민* · 오연주 · 이경득(동의대학교)
박승범(부산신발산업진흥센터) · 이훈식(한국과학영재학교)
Lee, Chang-Min* · Oh, Yeon-Ju · Lee, Kyung-Deuk(Dong-eui University)
Park, Seung-Bum(Korea Footwear Institute) · Lee, Hoon-Sik(Korea Science Academy)

ABSTRACT

C. M. LEE, Y. J. OH, K. D. LEE, S. B. PARK, H. S. LEE, The Study on effect of the Muscle Activities for Dietshoes (Backless). Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 16, No. 3, pp. 117-124, 2006. The modern convenient life formed by industrial development becomes lack of exercise and takes an interest in diet. Specially, professional walking shoes is developed as people take an interest in jogging. Those shoes, professional walking shoes or Dietshoes, increase exercise effects by change of heel types. Therefore, this study investigated motility effects by EMG experiment in order to measure Muscle Activities (MA) while wearing diet shoes (backless). Experiment was conducted by EMG measurement, from calf (gastrocnemius muscle), thigh (vastus muscle) and waist (erector spinae muscle), of 12 high school students. Exercise effects between the two shoes were analyzed by EMG (MF; Median Frequency, MPF; Mean Power Frequency, ZCR; Zero Crossing Rate). Results showed that the Dietshoes(MF: 48.21Hz, MPF: 65.0Hz, ZCR: 100.6Hz) had larger EMG value than that of Normal shoes(MF: 40.47Hz, MPF: 58.04Hz, ZCR: 82.09Hz). Also, in MA, the highest activities are showed in the calf, the second one is in waist, and last one is in thigh during gate. ANOVA between shoes in measurement parts showed significant effects in MF (gastrocnemius: p-value=.022, vastus laterals: p-value=.037, erector spinae: p-value=.082), MPF (gastrocnemius: p-value=.032, vastus laterals: p-value=.046, erector spinae: p-value=.090), and ZCR (gastrocnemius: p-value=.000, vastus laterals: p-value=.004, erector spinae: p-value=.134). And MA of Dietshoes is higher than that of Normal shoes, and decreasing rate of MA in Dietshoes is less than that of Normal shoes. Thus, this study validates exercise effects of Dietshoes.

KEYWORDS: DIETSHOES(BACKLESS), MF(Median Frequency), MPF(Mean Power Frequency), ZCR(Zero Crossing Rate)

I. 서론

신발은 보행이나 주행을 통한 이동을 위한 목적으로 사용되어 왔으며, 지면으로부터 받는 충격력을 흡수하여 하지 관절 및 발을 보호하는 기능을 가지고 있었다. 하지만 현대의 신발은 신발의 형태나 종류, 재질 등에 의해 여러 가지 특수한 기능을 가지고 있으며 이러한 기능은 운동·작업 별 기능화, 당뇨병 등의 족부 질환 치료를 위한 신발, 다이어트를 위한 신발 등으로 세분되고 있다. 기능성 신발은 각각의 기능을 만족시키기 위한 원천기술 및 핵심역량이 필요하고, 여러 분야의 연구가 필요하다. 이러한 연구는 대부분 생체역학적 분석을 통해 이루어지거나, 신발의 소재와 부품에 관련하여 insole이나 outsole의 기능성과 소재 연구를 통해 이루어져 왔다. 한편 산업 발달과 더불어 생활이 편리해져 운동량이 부족하게 되고 이에 따라 비만체형이 증가되고 있어 다이어트 열풍은 최고 관심사가 되었고 신발 산업에서도 다이어트는 이슈화 되고 있다. 현재 다이어트 신발은 여러 가지 형태로 소비자의 이목을 끌고 있지만 다이어트 신발의 효과에 대한 검증은 아직 미흡한 상태이다.

현재까지 신발에 관련된 연구는 국내외에서 다양하게 이루어져 왔다. 신발에 관련된 연구 중 일반적인 신발의 형태와 기능에 관련된 선행연구를 살펴보면 다음과 같다. 신발의 착용기간에 따른 신발의 기능성 평가에 관한 연구는 신발의 충격흡수 기능이 착용기간이 지남에 따라 그 기능이 감소함을 보고하였으며(곽창수, 1999), 구두 굽의 형태가 인체의 근골격계에 미치는 영향에 관한 연구에서는 heel의 높이 변화와 넓이의 변화가 인체에 영향을 미치며 CBM(Center of Body Mass, 인체중심점)은 굽 높이의 증가와 넓이의 감소에 따라 변동 폭의 증가 경향이 뚜렷하게 나타났고, 근육 활동도와 발 압력값의 변화에서도 역시 증가하는 경향이 나타났다(이창민과 정은희, 2004). 또한 높은 굽 신발이 감각계의 변화와 균형에 미치는 영향에 관한 연구에서는 굽 높이가 높아지면 신체감각기능과 균형유지능력이 감소하는 것을 알 수 있었다(김원희와 박은영, 1997). 신발의 충격흡수기능에 관련된 연구에는 운동화

에 Air를 장착하여 충격흡수기능을 부여한 연구가 있었으며(Martyn, 2000), high heel에 충격흡수용 insole을 삽입함으로써 중족골 부위에 집중되는 압력을 감소시켜주는 기능에 관한 연구가 보고되었다(이창민과 정은희, 2004).

신발의 운동 효과와 다이어트 신발에 관한 선행연구를 살펴보면, 운동화의 무게 중저의 경도가 주행효율에 미치는 효과 및 적용성에 관한 연구에서 운동화가 무거울수록 에너지 소비량이 증가($p<.001$)하는 것을 알 수 있었고(곽창수, 2001), 보행용 전문 신발과 일반운동화의 운동역학적 비교분석 연구에서는 신발의 뒷굽을 높여 줌으로써 신체 안전성을 유지하기 위한 기능으로 운동효과를 유발한다고 보고하고 있다(최규정과 권희자, 2003). 또한 다이어트 신발 착용 후 8주간 걷기 운동이 호흡순환기능 및 에너지 소비량에 미치는 영향에 관한 연구에서 다이어트 신발이 일반신발보다 폐순환기능 및 에너지 소비량 증가에 큰 영향을 미친다고 보고되었다(김우규, 2005).

선행연구를 살펴본 결과 대부분의 다이어트 신발은 신발에 철심과 같은 무거운 물체를 삽입하여 무게를 부여하거나 뒷굽의 각도를 변형시킨 형태가 대부분이었으며(그림 1), 신발의 무게 변화에 따른 에너지 소비량에 관한 연구에서는 신발의 무게가 무거워질수록 에너지 소비량이 크다고 하였고(Catlin & Dressendorfer, 1979; Frederick, Daniels & Hayes, 1984), 반면에 Fukuda et al.(1983)의 연구에서는 신발 무게가 에너지 소비량의 크기에 큰 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 또한 다른 연구에서는 신발이 전체 체중의 20%이하의 부가적인 부하일 경우 에너지 소비량에 영향을 미치지 않는다고 하였다(Cureton, 1978; Keren & Epstein & Magazanic & Sohar, 1981). 이는 현재까지 신발의 무게에 관련된 연구는 자주 이루어져 왔으나 일치되는

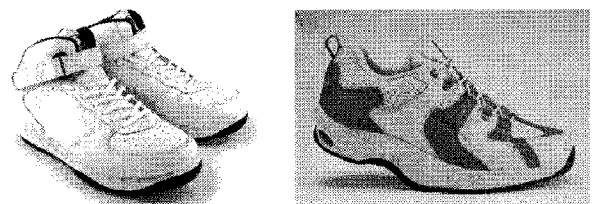


그림 1. 현재 사용되는 다이어트 신발

결론을 찾지 못하고 있다는 것을 보여준다. 따라서 신발의 무게 변화가 얼마나 에너지 소비량에 영향을 미칠 것인지에 대한 확실한 해답을 찾을 수 없다. 본 연구에서 에너지 소비량에 관한 부분은 언급되지 않으나, 이것은 신발을 착용함으로써 얻을 수 있는 효과를 측정하고 연구하는 것은 어렵다는 것을 의미한다.

이에 본 연구에서는 다이어트 신발의 운동 효과 연구에 대해 기존 연구와는 다른 접근방법을 통하여 다이어트 신발의 운동효과 및 일반신발과의 차이점을 조사하고자 한다. 따라서 현재 다이어트 신발로 개발되고 있는 뒷굽이 없는 다이어트 신발(Backless)을 중심으로 기존의 접근방법과는 구별되는 생체역학적 방법인 EMG(electromyograph)측정을 통해 근 사용도 분석을 실시하여 다이어트 신발(Backless)의 근육 활성화도가 인체에 미치는 영향에 관해 파악하고자 한다.

II. 연구방법

1. 피실험자

본 연구의 피실험자는 과거병력상 요추 및 하지의 질환을 경험한 적이 없는 'A'학교의 평균 연령 17세 여학생 12명으로써 신발치수는 240mm로 선정하였다. 피실험자가 다이어트 신발(Backless)을 착용하였을 때 발생할 수 있는 위험요소를 제거하기 위하여 실험 전 다이어트 신발(Backless)을 착용하고 30분간 보행훈련을 실시하였다. 또한 측정 시 정상보행을 유지하기 위하여 각 피실험자의 보폭을 측정하였다.

2. 실험설계

실험은 일반신발과 다이어트 신발(Backless)의 근 사용도 비교 분석을 위하여 생체역학적분석방법인 EMG 측정을 실시하였다. 실험에 사용된 신발은 실험군으로 다이어트 신발(Backless)을 사용하였고, 대조군으로는 피실험자들이 운동 시에 흔히 착용하는 일반 운동화를 선택하였다(그림 2). 본 연구에서 사용된 다이어트 신발(Backless)은 뒷굽이 없는 형태로써 Outsole의 크기가

중족골 부근까지 지지할 수 있도록 설계되어 족근골의 지지를 없앤 슬리퍼형 신발이다(그림 3).

피실험자는 일반신발과 다이어트 신발(Backless)을 착용하고 각각 8초 동안 정상보행(6~7 steps)을 3회 반복 실시하여 허리 및 하지의 근육의 사용빈도와 정도를 측정하였다. 측정 근육 Gate 시 근육 활성화에 가장 많은 부하를 주는 근육인 허리의 척주 기립근(erector spinae), 허벅지의 외측광근(vastus laterals), 종아리의 비복근(gastrocnemius)으로 <그림 4>와 같다(이창민과 정은희, 2004).



그림 2. 실험에 사용된 일반신발과 다이어트 신발



그림 3. 다이어트 신발(Backless) 착용 시의 보행

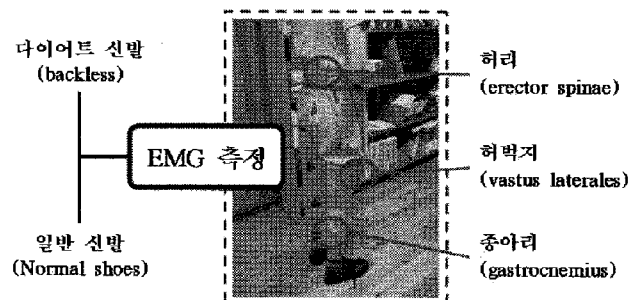


그림 4. 측정 근육 및 실험 방법

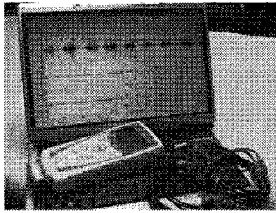


그림 5. ME6000-T8(Mega Win Ver 2.3.1)

실험에 사용된 EMG 측정 장비로 ME6000-T8(Mega Win Ver 2.3.1)을 사용하였으며(그림 5), 일반신발과 다이어트 신발(Backless)의 운동효과를 비교하기 위해 신발 착용 후 적어도 3개월 후에 재 실험을 해야 하나 우선 근 활성화 측정을 통해 운동효과를 비교하기 위한 요소로써 IEMG(Integrated Electromyogram), MF (Median Frequency), MPF(Mean Power Frequency), ZCR(Zero Crossing Rate)을 조사하였다. 이러한 요소들은 단위시간 당 근 부하수준에 따른 근육 동원량이 많을수록 주파수가 높게 나타난다(Peter Konrad, 2005; Dolan, Mannion & Adams, 1995). 통계분석은 repeated measure ANOVA를 실시하였다.

III. 실험결과

신발 종류에 따른 근육 활성화 비교는 IEMG, MF, MPF, ZCR을 통하여 실시되었다. 먼저 IEMG 값을 통해 근육 활성도를 파악하고, 단위시간에 대한 다이어트 신발(Backless)의 좀더 자세한 근육 활성화 분석을 위해 MF, MPF, ZCR 값을 분석하였다. 또한 보행 시 각 측정부위의 활동 frequency 대역 변화를 통해 근 사용량을 비교하였다.

1. IEMG(Integrated Electromyogram) 분석

IEMG 분석 결과 허벅지를 제외한 종아리와 허리 근육에서 일반신발보다 다이어트 신발(Backless)의 IEMG 값이 높게 나타났다(표 1). <표 2>에서 나타나듯이 일반신발과 다이어트 신발(Backless)에서 종아리의 p-value=.029로 p<.05에서 유의한 차이를 보였으나, 허벅지(p-value=.152)와 허리(p-value=.163)에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 1. IEMG, MF, MPF, ZCR의 평균 및 표준편차 (n=36)

Part	Type	EMG	M±SD
종아리	Normal Shoes	IEMG	94.61±31.54 mV
	Diet Shoes		148.81±72.48 mV
	Normal Shoes	MF	48.56±13.77 Hz
	Diet Shoes		55.81±12.52 Hz
	Normal Shoes	MPF	64.64±15.86 Hz
	Diet Shoes		72.64±15.19 Hz
허벅지	Normal Shoes	IEMG	25.53±10.29 mV
	Diet Shoes		19.89±8.93 mV
	Normal Shoes	MF	30.69±17.90 Hz
	Diet Shoes		39.50±17.30 Hz
	Normal Shoes	MPF	45.81±18.38 Hz
	Diet Shoes		54.28±16.99 Hz
허리	Normal Shoes	IEMG	15.89±3.33 mV
	Diet Shoes		17.69±3.12 mV
	Normal Shoes	MF	42.17±17.38 Hz
	Diet Shoes		49.31±16.93 Hz
	Normal Shoes	MPF	63.67±17.66 Hz
	Diet Shoes		70.89±18.02 Hz
Normal Shoes	ZCR	97.94±23.33 Hz	
Diet Shoes		106.44±24.20 Hz	

표 2. IEMG, MF, MPF, ZCR의 통계적 분석 (n=36)

Part	Type	P-value(F)			
		IEMG	MF	MPF	ZCR
종아리	Normal Shoes	0.029*	0.022*	0.032*	0.000*
	Diet Shoes	(5.43)	(5.46)	(4.78)	(28.69)
허벅지	Normal Shoes	0.152	0.037*	0.046*	0.004*
	Diet Shoes	(2.20)	(4.50)	(4.12)	(9.06)
허리	Normal Shoes	0.163	0.082	0.090	0.134
	Diet Shoes	(2.08)	(3.12)	(2.95)	(2.30)

* p<.05

2. MF(Median Frequency) 분석

MF 분석 결과 <그림 6>과 같이 모든 측정부위에서 일반신발보다 다이어트 신발(Backless)에서 MF 값이 크게 나타났고, 종아리에서 가장 큰 값을 가지고 허리 허

벽지 순으로 나타남을 알 수 있다(표 1). 종아리(p-value=.022)와 허벅지(p-value=.037)는 $p < .05$ 에서 유의한 차이를 보였으나, 허리(p-value=.082)는 $p < .05$ 에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(표 2). 이는 종아리에서 가장 많은 근 사용도가 나타남을 알 수 있었고, 허리는 일반신발과 다이어트 신발(Backless)간의 근 사용도의 차이가 적음을 의미한다.

3. MPF(Mean Power Frequency) 분석

MPF 분석 결과 MF와 동일한 형태를 보였다. MPF 값은 모든 근육에서 일반신발보다 다이어트 신발(Backless)이 높게 나타났으며, 종아리 허리 허벅지 순으로 종아리에서 MPF 값이 가장 큰 것을 알 수 있었다(표 1, 그림 7). 또한 종아리(p-value=.032)와 허벅지(p-value=.046)는 $p < .05$ 에서 유의한 차이를 보였으며, 허리(p-value=.090)에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(표 2). MF와 마찬가지로 MPF의 경우에서도 종아리의 근 사용도가 가장 크게 나타나고, 허리에서 신발간의 근 사용도 차이가 적음을 알 수 있었다.

4. ZCR(Zero Crossing Rate) 분석

ZCR 분석 결과 역시 일반신발보다 다이어트 신발(Backless)의 ZCR 값이 크게 나타났으며, 종아리에서 가장 큰 값을 가지며 허리 허벅지 순으로 나타났다(표 1, 그림 8). 두 신발간의 통계적 분석에서 종아리(p-value=.000)와 허벅지(p-value=.004)는 $p < .05$ 에서 유의한 차이를 보였으며 상당한 차이가 있음을 알 수 있었다. 반면 허리는 p-value=.134로 $p < .05$ 에서 통계적으로 유의한 차이가 없음을 알 수 있었다(표 2). 이는 MF, MPF와 동일한 결과를 보이는데 다이어트 신발(Backless)의 근 사용도가 일반신발보다 높게 나타나고, 허리를 제외한 종아리와 허벅지 근육에서 유의한 차이가 있음을 나타낸다.

5. Frequency 변화

본 연구에서 일반신발과 다이어트 신발(Backless)의

근육 사용량을 비교하기 위하여 EMG 데이터를 통한 IEMG, MF, MPF, ZCR 값을 분석하였으며, 추가적인 분석을 위해 MF, MPF, ZCR의 활동 frequency 대역의 변화를 살펴보고자 한다. 활동 frequency 대역이 높게 나타나는 것은 근육 사용량이 많고 근육 활성화도가

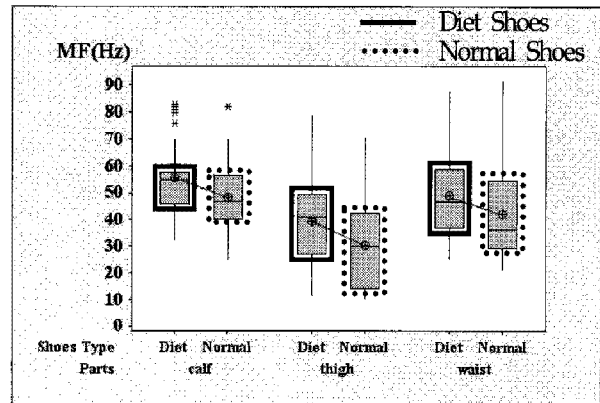


그림 6. 측정부위에 따른 신발 별 MF 값

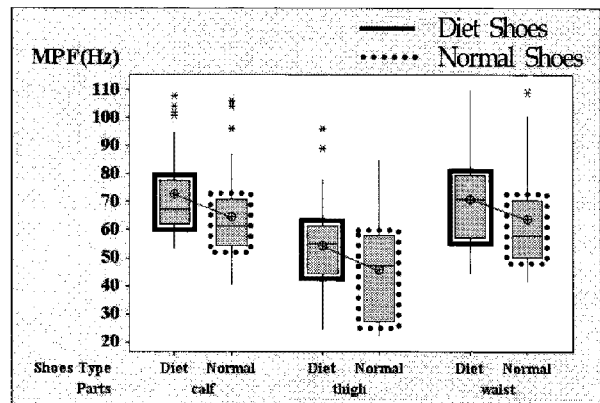


그림 7. 측정부위에 따른 신발 별 MPF 값

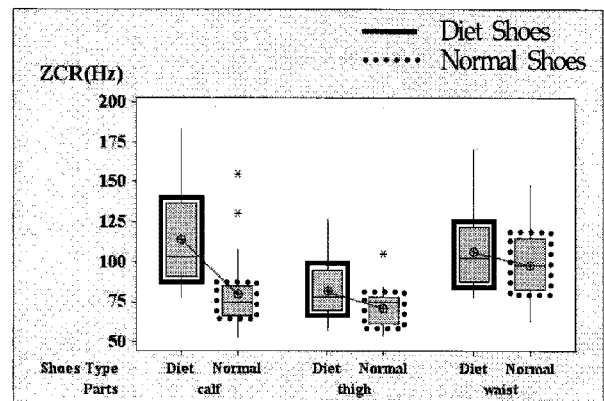


그림 8. 측정부위에 따른 신발 별 ZCR 값

크다는 것을 의미하며, 본 연구에서 MF, MPF, ZCR의 frequency 분석 결과 8초 동안의 보행에서 일반신발보다 다이어트 신발(Backless)의 활동 frequency 대역이 높게 나타남을 알 수 있었다(그림 9, 그림 10, 그림 11).

또한 두 신발 모두 frequency 값이 감소함을 알 수 있었는데, 이는 보행 시간이 지남에 따라 첫 stance(디딤) 순간의 frequency는 가장 높은 값을 가지며 다음 stance 이후에는 점차 감소함을 나타낸다.

이러한 frequency의 감소율은 <그림 9>, <그림 10>, <그림 11>의 점선과 같이 일반신발보다 다이어트 신발(Backless)에서 감소율이 적음으로써 다이어트 신발의 운동 효과 지속성이 높음을 알 수 있었고, 이것은 다이어트 신발이 보행 시 운동 효과를 유지하는데 효과적임을 입증하고 있다.

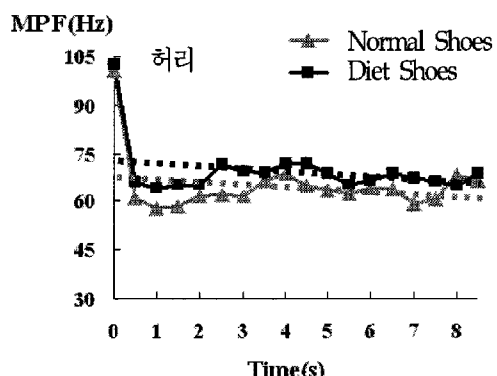
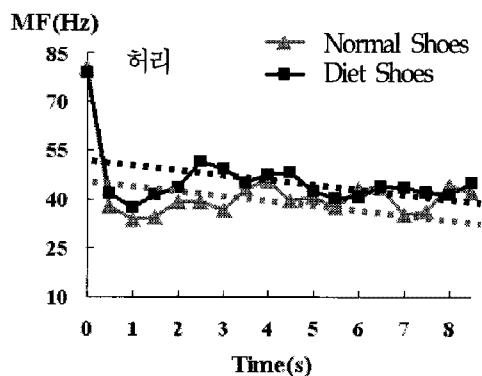
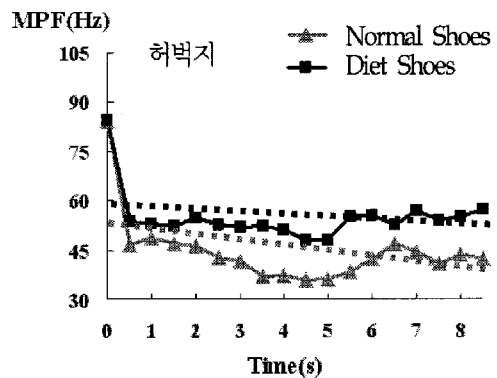
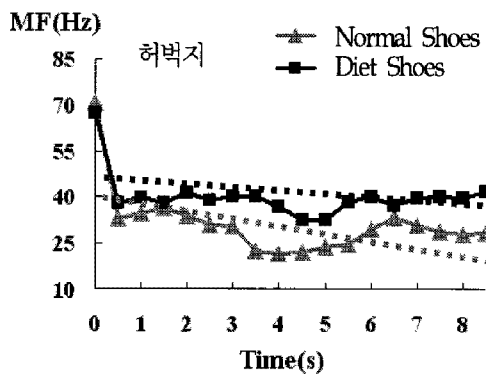
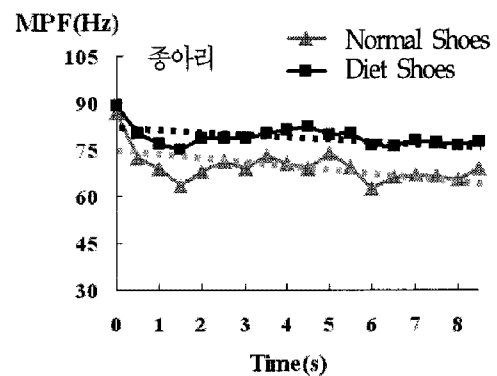
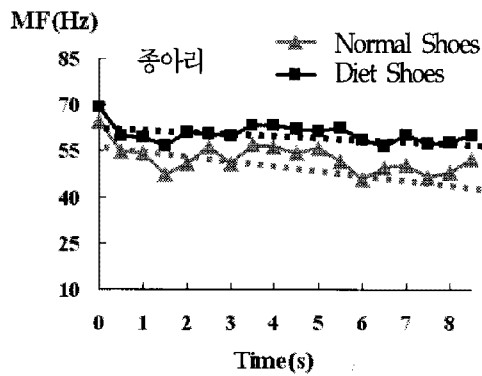


그림 9. 보행 시 MF의 Frequency의 변화

그림 10. 보행 시 MPF의 Frequency의 변화

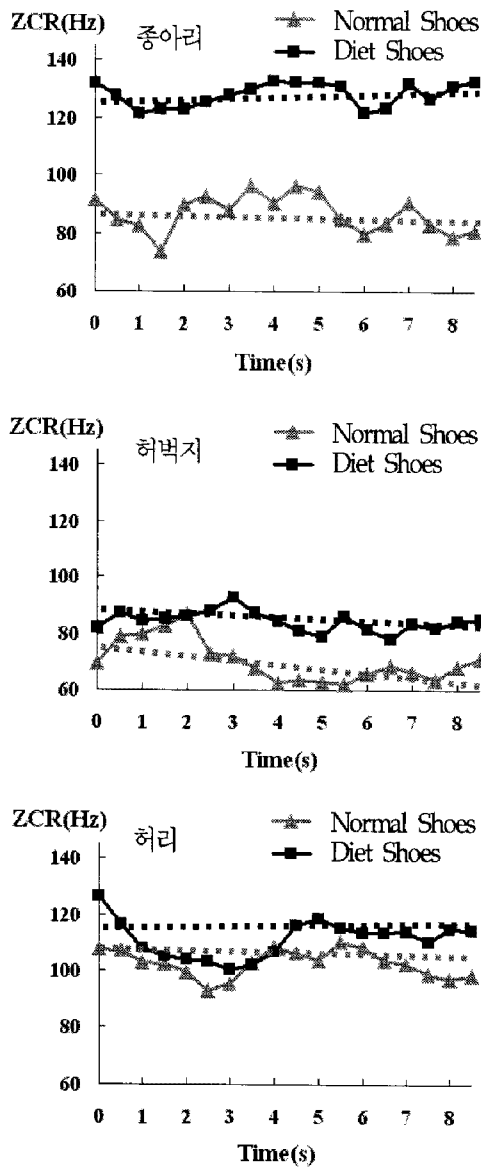


그림 11. 보행 시 ZCR의 Frequency의 변화

IV. 결 론

본 연구는 일반신발과 다이어트 신발의 착용 시 근육의 사용 빈도와 정도를 비교함으로써 다이어트 신발이 근육 활성화도에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

각 신발에서 측정된 EMG 데이터를 통해 IEMG, MF, MPF, ZCR의 값을 비교 분석하였으며, MF, MPF, ZCR의 활동 frequency 대역을 비교함으로써 다이어트 신발이 근육에 미치는 영향을 분석하였다.

IEMG 분석 결과 허벅지를 제외한 종아리와 허리 근

육에서 일반신발보다 다이어트 신발의 IEMG값이 크게 나타났다. 이는 다이어트 신발의 근육 사용도가 크다는 것을 의미하며, 종아리의 IEMG 값이 가장 높게 나타남으로 다른 부위의 근육보다 종아리 근육의 사용량이 많다는 것을 알 수 있었다.

또한 MF, MPF, ZCR의 분석 결과 모든 근육에서 일반신발보다 다이어트 신발의 MF, MPF, ZCR 값이 크게 나타났고, 이는 일반신발과 다이어트 신발의 근육 활성화도 비교에서 다이어트 신발의 근육 활성화도가 높다는 것을 확인할 수 있었다. 측정부위별 일반신발과 다이어트 신발의 통계분석 결과 IEMG에서는 종아리, MF, MPF, ZCR에서는 종아리와 허벅지에서 통계적으로 유의한 차이($p < .05$)를 보였으며, 허리의 근 사용도는 종아리에 비해 적고 허벅지에 비해 많았지만 두 신발간의 근 사용도 차이가 적어 신발간의 유의한 차이가 적게 나타났다.

본 연구에서 측정된 3가지 근육의 근 활성화도를 비교해 본 결과 종아리의 근 활성화도가 가장 높게 나타났으며, 일반신발보다 다이어트 신발에서 근 활성화도가 크게 나타났다. 또한 허벅지보다 허리에서 근 활성화도가 높게 나타났으며, 이는 종아리와 허리 근육에서 다이어트 신발의 근 활성화도 효과가 있음을 알 수 있다. 따라서 보행 시 다이어트 신발은 일반신발에 비해 허벅지보다 종아리와 허리 근육의 활동을 촉진시키는 효과가 크다고 할 수 있다.

다이어트 신발의 경우, 일반신발에 비해 활동 frequency 대역이 높게 나타남은 근육의 co-activation 효과로 인해 여러 근육이 함께 활동하게 되어 신발의 효과를 증대시킴을 알 수 있다. 또한 측정 근육의 활동 frequency 변화의 분석 결과 신발의 착용시간이 지남에 따라 활동 frequency 대역이 높은 주파수대를 이루며, frequency의 감소율은 일반신발보다 다이어트 신발에서 적게 나타나 신발 착용시간이 경과해도 처음과 유사한 운동 효과를 지속시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구를 통하여 뒷굽이 없는 다이어트 신발은 현재 운동 시 사용되는 일반신발에 비해 더 높은 근 활성화도를 유발함으로써 다이어트 신발의 기능에 적합함을 알 수 있었다. 단 뒷굽이 없는 다이어트 신발은 보행 시 족근골(Arch ~ Heel)의 지지가 없어 불균형적 보행

으로 인해 발생할 수 있는 자세의 불안전성과 이에 따른 인체 부담에 대한 연구는 계속적으로 이루어져야 할 것이며, 본 연구에서 다루지 못한 다이어트 신발의 장시간 착용 후의 효과에 대한 연구도 요망된다.

참 고 문 헌

- 김동엽, 김상범(2004). 구두에서 경사뒷굽의 형태가 보행과 족부 압력에 미치는 영향. 미간행 석사 학위논문. 동아대학교 대학원.
- 김유규(2005). 다이어트 신발 착용 후 8주간 걷기 운동이 호흡순환기능 및 에너지 소비량에 미치는 영향. 한국스포츠 리서치, 16(4), 113-122.
- 김원호, 박은영(1997). 높은 굽 신발이 감각계의 변화와 균형에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 4(2), 10-17.
- 곽창수(1999). 운동화의 착용기간에 따른 신발의 기능성 평가. 한국체육학회지, 38(2), 483-497.
- 곽창수(2001). 운동화의 무게 중저의 경도가 주행효율이 미치는 효과 및 적용성에 관한 연구. 한국체육학회지, 40(3), 955-973.
- 박은영, 김원호, 김경모, 조상현(1999). 신발 굽의 높이와 신발 착용기간이 대퇴근육 활동량에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 6(2), 32-42.
- 박창숙, 김로빈, 최지영(2000). 무용신발에 따른 수직점프 및 착지시 지면 반사력에 관한 연구. 한국체육학회지, 39(3), 609-621.
- 이창민, 정은희(2004). 구두 굽의 형태가 인체의 근골격계에 미치는 영향에 관한 연구. 대한인간공학회지, 23(1), 39-48.
- 이창민, 정은희(2004). High Heel Insole의 충격흡수 기능이 인체의 근골격계에 미치는 영향에 관한 연구. 2004 대한인간공학회 춘계학술대회
- 최규정, 권희자(2003). 보행용 전문 신발과 일반운동화의 운동역학적 비교분석. 한국운동역학회지, 13(2), 161-173.
- Catlin, M.E., & Dressendorfer, R.H.(1979). Effect of shoe weight on the energy cost of running. *Medicine and Science in Sport*, 11(1), 80.
- Dolan, P., Mannion, F. and Adams, M. A.(1995). Fatigue of the elector spinae muscles: A quantitative assessment using "frequency banding" of the surface electromyography signal, *Spine*, 20(2), 149-159.
- Frederick, E.C., Daniels, J.T., & Hayes, J.W.(1984). *The effect of running*. In L. Prokop (Ed.), *Proceedings of the Word Congress on sports Medicine*. Vienna : World Congress on Sports Medicine.
- Fukuda. H., Ohmichi, H., & Miyashita, M.(1983). *Effects of shoe weight on oxygen uptake during submaximal running*, In B.M. Nigg & B.A. Kerr (Eds.), *Biomechanical aspects of sport shoes and playing surfaces*. Calhary, AB: University of Calgary.
- Keren, G., Epstein, Y., Magazanik, A., & Sohar, E.(1981). The energy cost of walking and running with and without a backpack load. *European J. of Applied Physiology*, 46, 317-324.
- Martyn R, S. Ph.D.(2000). *Running shoe design: protection and performance* Biomechanica, LLC.
- Meachael, G., & Reinhard, B.(2002). Joint stiffness of the ankle and the knee in running, *Journal of Biomechanics*, 35, 1459-1474.
- Peter Konrad(2005). *The ABC of EMG*. Version 1.0. Noraxon INC. USA.
- Yong, T. W., Kim, C. K., V Farrar & T Ford 3세(1994). 여성의 정상 보행시 신발 뒷축의 높이가 지면 반력에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 2, 187-196.

투 고 일 : 2006. 7.30

심 사 일 : 2006. 8. 1

심사완료일 : 2006. 8.15