



유선형 신발이 정적 자세변화 및 하퇴근전도에 미치는 효과

The Effects of Shoes with Curved Out-Sole on the Variations of Static Posture and EMG of Calf

신학수*(대구대학교) · 은선덕 · 유연주(서울대학교)

Shin, Hak-Soo*(Daegu University) · Eun, Seon-Deok · Yu, Yeon-Joo(Seoul national university)

국문요약

본 연구의 목적은 유선형 신발바닥면을 가진 신발의 착용이 자세의 변화 및 조절전략에 미치는 영향을 살펴보는 것이다. 먼저 30명의 여대생을 대상으로 신발의 족저면과 접지면의 상대각도가 조절된 상태에서 'New York State Posture Test'로 평가하여 최적의 각도의 신발(s)을 제작한 후 여대생 10명씩 3개 집단에 대해 각각 제작된 신발(s)과 유선형 신발(m), 일반신발(n)의 8주착용 전·후의 전경골근, 비복근의 근활성도를 평가하였다.

1. 'New York State Posture Test'에서의 자세평가점수는 신발의 각도변화에 따라 -2°, -7°에서 쌍봉형을 이루었으며 통계적으로 유의하였다. 또한 -7°에서 가장 좋은 평가점수가 나왔으므로 이 각도로 신발을 제작하였다.

2. 유선형의 아웃솔을 가진 s, m 신발의 활성패턴을 보면 맨발에서 s신발 착용자의 경우 비복근, m신발 착용자는 전경골근의 활성도가 증가하였으며, 신발을 착용한 상태에서는 s신발에서만 비복근의 활성도가 높게 나타났다.

ABSTRACT

H. S. SHIN, S. D. EUN, and Y. J. YU, The Effects of Shoes with Curved Out-Sole on the Variations of Static Posture and EMG of Calf. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 1, pp. 245-253, 2008. The purpose of this study was to analyze the effects of shoes with curved out-sole on the posture variation and its control strategy. At first, Target shoes(s) was made by evaluating the static postures of 7-female university students via 'New York State Posture Test' on shoes which made the relative angle between foot surface and ground surface of shoe change. At second, we evaluated muscle activity for 30-female university students(10 persons-3 groups) on shoes which were s(target), m shoes with curved out-sole and n shoes with flat out-sole.

1. The posture scores on New York State Posture Test were statistically different according to the relative angle changes, and the best angle for score was -7 degree but, the scores charts were like two humped camel at -2, -7degree. we made the shoe with -7 degree and curved out-sole.

2. s, m shoes with curved out-sole had graded muscle activities but, static posture on bare foot, there were the graded activity on gastrocnemius for s shoes and tibialis anterior for m shoes, but on shoes, only Gastrocnemius for s shoes.

KEYWORDS : POSTURE, CURVED OUT-SOLE, EMG, SWAY

I. 서론

인간의 상체부분(머리-팔-몸통)은 몸 전체 질량의 2/3을 구성하며 직립 자세에서 역 진자구조를 형성한다(원문학, 2000). 발은 이러한 인체의 직립 자세의 유지를 위해 신체의 균형을 잡아 안정성을 확보해주는 기관으로 발목 주위의 하퇴의 근육은 이러한 역진자구조의 정위와 지면(신발포함)의 상태에 따라 그 활성도가 시시각각 변한다.

바람직한 신체정렬에 대한 선행연구를 보면 Kendall, McCreary, & Pronance(1993)는 인체의 측면에 수직으로 정렬된 추선을 기준으로 그 추선이 관상 봉합축의 약간 후방, 외이도, 치상돌기축, 요추의 4번추체, 천골돌출부, 고관절 중앙에서 약간 후방, 슬관절축을 약간 전방, 종골입방골관절을 통과하는 것이 해부학적으로 올바른 자세라고 하였다. 또한 발의 체중 지지 상태를 기준으로 보면 신체 중심이 뒤쪽으로 넘어지는 한계인 체중의 75%는 뒤꿈치에, 25%는 중족 골두에 두는 것이 발바닥의 아치를 유지시켜 하퇴근육의 휴식을 유도하여 발의 피로를 최소화 할 수 있는 자세를 이상적인 자세로 제시하였다(Blandine, & Andrée, 1990). 그러나 아직까지 이러한 바람직한 자세에 대한 명확한 기준은 정립되어 있지 않은 상태이다.

최근에 이러한 인체의 자세를 올바르게 유지 또는 개선하기 위해서 다양한 신발이 생산되고 있다. 일반적으로 이러한 신발은 경추가 과신전되고 흉추의 후만증에 주목하여 상체의 복부 주위, 척추기립근의 긴장도의 증가를 통해 척추의 신전을 유도하는 것을 목표로 하고 있으며 그 방법으로는 상대적으로 앞굽을 높임으로서 신체 중심을 뒤쪽으로 이동시키는 구조를 이용한다(김연정, 2007). 이러한 형태의 신발은 negative heel shoes(앞굽이 2cm 높게 설계)로 불리우며 그 후 보행의 굴림 특성을 향상하기 위해 중족부가 전족부와 후족부에 비해 두껍게 된 Rocker shoes("rocker-bottom sole")가 고안되었다. 이러한 직립자세의 밸런스가동과 보행에서의 굴림이 일어날 수 있도록 설계된 신발에서의 직립자세에 대한 선행연구를 살펴보면 다양한 신발 착용에 따른 직립자세에서 일어나는 근전도의 차이를 비교하였다.

Nigg, Ferber, & Gormley (2004)은 후족부가 연결부로 구성된 유선형 보행 전문 신발과 일반 조강화 착용의 하지 근전도 측정에서 근전도 신호를 정량화 하기 위해서 근전도 신호를 wavelet0(7Hz)에서 wavelet12(542 Hz)로 나누어 각 영역에서의 합을 근

전도 강도(intensity) 지표로 사용하였다. 그 결과 서 있는 동안 보행 전문 신발은 일반 신발과 비교했을 때 근전도 강도가 전경골근에서 통계적으로 유의하게 크게 나타났다고 하였다. 또한 신발 착용 초기 및 2주 후에 근전도를 2회 측정하여 비교한 결과 내측 비복근과 내측 광근의 경우 초기에는 유의한 증가가 없었으나 2주 후 측정에서는 유의하게 큰 근전도 강도를 보였다고 하면서 보행 전문 신발이 근력 강화에 도움이 될 것으로 결론지었다(Nigg, Stefanyshyn, Cole & Boyer, 2005). 오동재, 이성재, 김현동 (2006)은 인체 중심의 후방에 의해 일어나는 상체 근육의 활성도를 측정하기 위해 피험자에게 유선형 후방 밸런스 신발을 착용시킨 후 3개월 기간을 두고 전후의 척추 기립근과 승모근의 평균 적분 근전도 값을 비교하였다. 그 결과 3개월 후 상체의 신전시에 나타나는 표면 전극에서의 척추 기립근의 활성화 정도가 comfort 신발(일명 효도신발)에 비해 유의하게 큰 값을 나타내었다고 보고하여 척추기립근의 강화 효과를 지적하였다. 김연정(2007)은 유선형 신발과 일반신발에서 직립 자세 유지 시 나타나는 하지 근육에서의 근육 활동량을 분석한 결과 대퇴 사두근과 전경골근, 외측비복근과 척추 기립근에서 유선형 후방 밸런스 신발 착용군의 평균 적분 근전도값이 크게 나타났으며 그 중에서도 내측 광근과 외측 광근, 전경골근은 통계적으로 일반 신발 착용에 비해 통계적으로 유의한 증가를 보였다고 보고하고 유선형후방신발이 하지 근육의 강화를 야기할 것으로 추측하였다.

그러나 위의 선행연구에서 보이듯이 기능성 신발이 자세개선을 목적으로 함에도 불구하고 신발의 자세개선에 대한 효과에 대한 연구가 부족하며 근전도 활성화 강도를 하지근육이나 척추기립근의 강화 등의 근력 트레이닝효과로 언급하고 있다. 또한, 그 신발에 의해 야기된 인체의 전방, 중립, 후방밸런스에 대한 개념도 불명확한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 신발의 족저면과 신발 아웃솔의 접지면이 이루는 각도의 조절을 통해

최적자세를 보이도록 신발을 설계한 후 그 신발의 착용에 따라 나타나는 근전도의 변화를 통해 신발의 밸런스 및 인체의 정위변화를 연관지어 살펴보고자 한다.



그림 1. 실험에 사용된 신발

II. 연구방법

본 연구는 신발의 족저면과 접지면의 상대각도를 조절하여 자세를 평가하여 신발을 제작하기 위한 1차 실험과 이 데이터를 기준으로 제작된 신발을 다른 유선형 신발 및 일반신발의 하퇴근전도 변화를 비교하는 2차 실험으로 나누어 진행하였다.

1. 연구대상자

1차 실험의 피험자는 K도 소재 D 대학, 신체 건강한 여대생(체중 52.2 ± 2.4 , 키 162.1 ± 3.3)으로 신발사이즈 240cm인 7명을 대상으로 하였으며, 2차실험의 피험자는 K도 D 대학의 여대생으로 신체 건강하며 보행패턴의 특이성이 없고, 근골격의 기능이상 및 자세정렬에 문제점이 없으며 신발사이즈 240cm인 자원자 30명을 대상으로 하였다. 피험자는 3개 집단으로 구분하였는데 각 집단별 체중은 55.8 ± 5 , 53.3 ± 2.1 , 54.3 ± 2.5 kg이며 키는 160.5 ± 2.7 , 161.3 ± 4.3 , 158.7 ± 2.2 cm 이었다.

2. 실험방법 및 절차

신발의 족저면과 신발의 아웃솔 바닥면이 이루는 각도의 변화를 통해 나타나는 인체의 자세 변화를 관찰하기 위하여 자세측정평가 방법인 New York State Posture Test(남덕현, 2003)을 이용하였다. New York State Posture Test는 전면, 측면 등의 13가지 자세를 기준으로 자세가 양호할 때 5점, 보통일 때 3점, 열악한 경우 1점으로 나누어 점수를 매긴다. 본 연구에서는 여자 대학생 7명을 대상으로 머리, 어깨, 골반 3부위의 측면상태를 신발의 족저면과 접지면의 상대각도변화에 따른 자세를 전문가 3명이 평가하였다. 신발의 상대각도는 전족접지면과 후족접지면에 철판을 한 장씩 삽입

하여 도면에 나타난 신발의 경사에 철판의 두께를 고려하여 구현하였다. 조건각도는 각각 2° , 0° , -2° , -4° , -5.5° , -7° , -8.5° 로 마이너스 부호는 접지면에 비해 족저면이 뒤쪽으로 기울어진 것을 의미한다.

그 후 위의 실험 결과에서 최대의 점수를 얻은 각도 조건을 선정한 후 그 조건에 맞는 신발을 제작(s신발)하였다. s 신발은 유선형의 구조로 설계된 신발로써 족궁부에 홈이 있는 부위를 연결부로 매운 구조로 신발의 지지시에는 그 홈의 전후의 높이차에 의해 신발의 상대각도가 형성되며 m 신발은 유선형구조로 족궁부위를 경계로 후족부는 연결부, 전족부는 경질부로 구성되어 있다. n 신발은 일반적인 평면구조로 설계되어 있다<그림 1>.

2차 실험의 절차는 30명의 여자대학생을 대상으로 10명단위로 3개 그룹으로 구분한 후 각 집단의 하퇴근육군의 활성화패턴을 경골근(tibialis anterior)과 내측 비복근(medial gastrocnemius), 외측 비복근(lateral gastrocnemius)에 대하여 비골 상·하과의 위쪽 70%지점을 기준으로 상하방 각각 5cm 떨어진 위치에서 근육부와 근육의 활동방향을 따라 부착하였으며 접지전극은 비골상과를 이용하였다. 근전도 측정 장치는 Laxtha Korea의 QEMG8을 사용하였으며 3M의 Ag/AgCl 2223 표면전극을 이용하였다. 근전도 측정기구의 특성은 gain = 1,000, input impedance > $10^{12} \Omega$, CMRR > 100 dB, 표면전극의 거리 center-to-center distance는 10 cm 이며 샘플링 주파수는 1024 Hz로 설정하였다. 실험 기간은 8주간으로 먼저 각 집단별로 할당된 신발의 착용 전·후에서의 근전도를 측정하였으며 8주간 동안 그 신발을 지속적으로 신도록 감독한 후 8주 후 신발 착용 전·후상태의 근전도를 측정·비교하였다.

3. 자료처리

자세평가에서의 자료는 자세평가 값을 통계적으로

유의한 차이가 있는지 확인 후 그래프 상에 나타난 형태를 기준으로 최적의 상대각도를 선정하였다.

각 근육의 근전도는 30초 동안 측정된 후 전체자료를 200Hz로 lowpass filtering 한 후 그 자료에 대해 안정이 이루어진 시점까지의 5초정도를 제거한 후의 약 20초간 40000개의 데이터를 이용하였다. 데이터는 먼저 신장반사에 대한 자료를 확보하기 위해 하퇴에서 나타나는 전경골근과 내외측비복근의 근전도자료를 각기 평균이 0이 되도록 shift한 후 정류하여 200Hz이하로 lowpass filter를 이용하여 포락하였다. 또한 신발 착용 및 맨발 시의 인체의 요동에 대한 지표로 평균이 0으로 shift한 자료에 대해 근전도의 주파수대역에서 측정부위의 움직임 및 잡음과 연관된 부위로 취해지는 20Hz이하의 자료(Enoka, 2000)를 lowpass filter를 이용하여 얻었다. 하퇴의 활성화 패턴은 전경골근과 비복근의 합 및 그 차 즉, 하퇴의 전후 활성화도의 차를 이용하였으며 요동의 지표는 20Hz이하 자료의 파워값을 이용하였다. 자료처리는 Excel 2003을 이용하여 반복있는 이원 분산 분석(repeated two-way ANOVA)을 사용하였다.

III. 결과 및 논의

1. 신발의 족저면과 접지면간의 상대각도변화에 따른 자세변화

신발의 족저면과 신발의 아웃솔접지면의 각도변화에 따른 자세 평가 값은 <표 1, 그림 2> 과 같이 나타났으며 후방 약 7도에서 4.43 ± 0.91 로 나타나 가장 좋은 평가를 받았다. 주목할 점은 <그림 2>에서 보이듯이 자세 평가 값은 쌍봉의 형태를 나타내며 각각 후방 2도와 후방 7도에서 정점이 나타났다는 점이다. 이것은 신발의 제작에 있어 목적인 상대각도를 유지하기 위해서는 신발의 아웃라인 및 경도 및 사용에 따른 마모 등 다양한 요소를 고려해야 한다는 것을 의미하는 자료로 추정된다. 본 연구에서는 최대의 자세평가를 받은 후방 7도의 신발을 제작하여 신발간의 비교 실험을 실시하였다.

표 1. 신발 족저면과 접지면의 상대각도에 따른 자세 평가

각도	2°	0°	-2°	-4°	-5.5°	-7°	-8.5°
평균	3.88±1.00	3.98±1.01	4.21±0.98	3.98±1.01	4.33±0.95	4.43±0.91	4.32±0.92

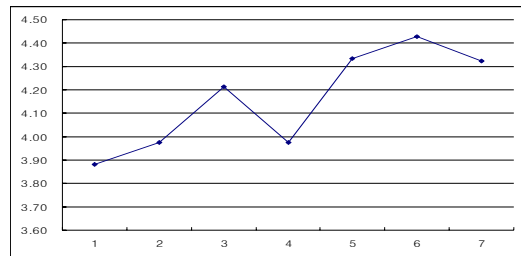


그림 2. 신발 족저면과 접지면의 상대각도의 종류에 따른 자세 평가값

표 2. 1차, 2차 시기에서의 착용신발 종류에 따른 맨발에서의 전후근전도 합

	s	m	n
1차	0.0673±0.0314	0.0585±0.0157	0.0923±0.0244
2차	0.1449±0.0794	0.0940±0.0302	0.0977±0.0471

2. 하퇴 근전도의 변화

3 종류의 신발을 8주간 동안 사용함에 따라 나타나는 맨발 직립자세에서의 전경골근과 내·외측 비복근의 표면근전도의 전체합<표 2>을 보면 신발의 종류에 따른 차이는 없었으나 신발사용 기간에 따라 s, m신발사용자의 근전도 활성화도가 높아지는 것으로 나타났다. 특히 s 신발이 n 신발에 대해서 8주 후에 높은 근 활성화도로의 전환을 보이는 것으로 나타났다<표 3, 그림 3>.

이러한 하퇴 활성화도의 증가의 상대적인 패턴을 보기 위해 맨발 직립자세에서 전경골근과 비복근의 근전도 값의 차이를 살펴보면<표 4>, 신발 사용에 따라

m 신발은 전경골근의 활성화도가 증가하고, s, n 신발은 비복근의 활성화도가 증가하는 효과가 나타나는 것으로 나타났다<표 5, 그림 4>.

신발을 8주간 동안 사용함에 따라 나타나는 신발 착용 시의 직립자세의 근전도를 살펴보면 전경골근과 내

표 3. 1차, 2차 시기에서의 착용신발 종류에 따른 맨발에서의 전후근전도 합의 분산분석

요인	제공합	자유도	제공 평균	F 비
신발	0.0091	2	0.0045	2.4208
시기	0.0234	1	0.0234	12.4398**
상호작용	0.0131	2	0.0066	3.4993*
잔차	0.1014	54	0.0019	

*p<.05 **p<.01

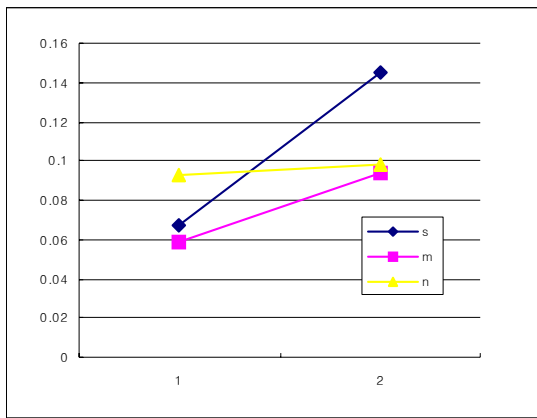


그림 3. 1차, 2차 시기에서의 착용신발 종류에 따른 맨발에서의 전후근전도 합

표 4. 1차, 2차 시기에서의 착용신발 종류에 따른 맨발에서의 전후근전도 차의 평균값

	s	m	n
1차	-0.0154±0.0209	-0.0290±0.0221	-0.0280±0.0193
2차	-0.0826±0.0548	-0.0153±0.0470	-0.0512±0.0363

외측비복근의 표면근전도의 전체합은 <표 6>에서 보이는 것처럼 신발종류 및 시기에 따라서는 유의한 차이가 없었고 상호작용도 없었다<표 7>.

그러나 하퇴의 전후의 활성도의 차이를 살펴보면 <표 8>, 시기에 따른 차이와 상호작용은 없었으나, s 신발의 비복근의 활성도는 높은 것으로 나타났다.

<표 9, 그림 5>. 이것은 s 신발 착용이 8주 후에 맨발 직립자세에서 비복근의 근활성도가 증가한다는 위의 실험결과와 더불어 s 신발이 비복근의 근 활성도를 높이는 효과를 가지는 또 다른 증거로 추측된다.

따라서, s 신발은 시간의 경과에 따라 맨발 및 신발 착용의 두 경우 모두에서 비복근의 근활성도가 증가하는 것을 볼 때 s 신발은 비복근의 활성도를 증가시키

표 5. 1차, 2차 시기에서의 착용신발 종류에 따른 맨발에서의 전후근전도 차의 분산분석

요인	제공합	자유도	제공 평균	F 비
신발	0.007414808	2	0.003707	2.84327
시기	0.009806426	1	0.009806	7.520711**
상호작용	0.016417501	2	0.008209	6.295427**
잔차	0.070411832	54	0.001304	

**p<.01

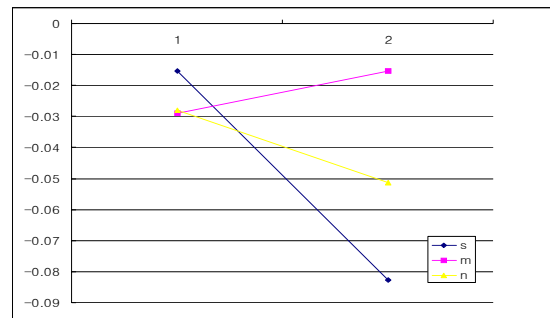


그림 4. 1차, 2차 시기에서의 착용신발 종류에 따른 맨발에서의 전후근전도 차

표 6. 1차, 2차 시기에서의 착용신발 종류에 따른 신발착용에서의 전후근전도 합

	s	m	n
1차	0.0808±0.0194	0.0839±0.0397	0.0768±0.0218
2차	0.1176±0.1165	0.1029±0.0503	0.0595±0.0104

표 7. 1차, 2차 시기에서의 착용신발 종류에 따른 신발착용에서의 전후근전도 합의 분산분석

요인	제공합	자유도	제공 평균	F 비
신발	0.0109	2	0.0054	1.7546
시기	0.0025	1	0.0025	0.7931
상호작용	0.0076	2	0.0038	1.2278
잔차	0.1677	54	0.0031	
계	0.1887	59		

는 방향으로 인체 중심을 잡는 것으로 보이며 m 신발은 맨발로 설 경우에는 전경골근의 활성도를 증가시키는 방향으로, 신발을 착용할 경우에는 비복근의 사용이 늘어나는 것으로 나타나 신발착용여부에 따른 s, m 신발의 하퇴 근전도 전후활성화 패턴에 차이가 나타났다.

본 실험의 m 신발의 경우, 신발 착용 초기에는 m 신발 착용이 전경골근의 근활성도가 증가한다는 Nigg

표 8. 1차, 2차 시기에서의 착용신발 종류에 따른 신발착용에서의 전후근전도 차

	s	m	n
1차	-0.0328±0.0184	-0.0123±0.0445	-0.0179±0.0178
2차	-0.0615±0.0783	-0.0251±0.0368	-0.0109±0.0227

표 9. 1차, 2차 시기에서의 착용신발 종류에 따른 신발착용에서의 전후근전도 차의 분산분석

요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비
신발	0.012687	2	0.006344	3.576404*
시기	0.001983	1	0.001983	1.117807
상호작용	0.003182	2	0.001591	0.896937
잔차	0.095781	54	0.001774	

*p<.05

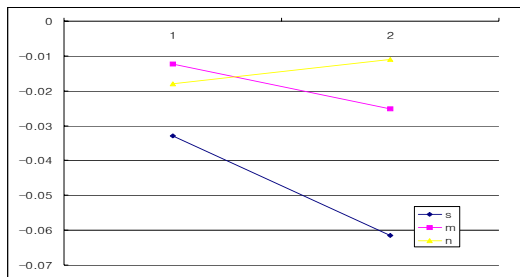


그림 5. 1차, 2차 시기에서의 착용신발 종류에 따른 신발착용에서의 전후근전도 차

등(2004)의 연구결과와 후방벨런스유선형신발착용이 전경골근의 근활성도를 증가시킨다는 김연정(2007)의 연구결과와 동일하다. 또한 신발 착용 후기에는 Nigg 등(2005)의 m 신발 착용초기에는 내측 비복근의 근활성도가 변화가 없으나 2주 후에는 증가하는 경향이 보인다는 결과와 유사한 것으로 나타났다. 그러나 s 신발은 같은 유선형신발임에도 불구하고 선행연구와는 달리 지속적으로 비복근의 활성도가 높아지는 것으로 나타났다. 이것은 초기에 신발의 설계에 있어 후방 2도, 후방 7도에서 나타난 직립자세의 평가 결과와 매우 관련성이 큰 것으로 추정되며 직립자세의 유지가 미세한 차이에서도 다양한 패턴으로 이루어짐을 암시한다.

3. 하퇴전후 근전도활성화를 통해 본 착화감의 비교

본 연구에서는 신발의 착화감에 대한 다양한 지표

표 10. 1차시기의 맨발과 신발착용시의 근전도합의 차이

s	m	n
-0.1346±0.0371	-0.2545±0.0467	0.1543±0.0341

표 11. 1차시기의 맨발과 신발착용시의 근전도합의 차이의 분산분석

요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비
신발	0.0088	2	0.0044	2.8033+
잔차	0.0425	27.	0.0016	

+p=.0783

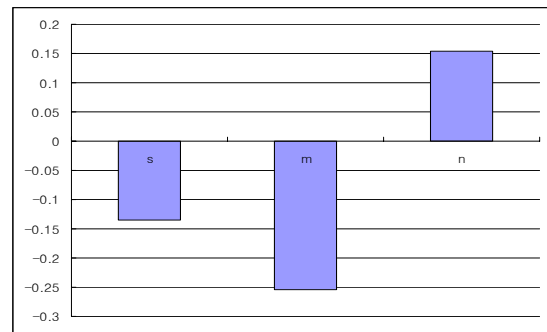


그림 6. 1차시기의 맨발과 신발착용시의 근전도합의 차이

중 사용기간에 따른 신발 착용 여부에 따른 하퇴 근육의 활성화 형태의 차이와 요동의 차이를 통해 신발을 사용하는 기간에 따라 나타나는 맨발직립자세 및 신발 착용직립자세의 근전도 활성도를 비교하였다. 먼저 초기에 나타나는 맨발과 신발 착용 시의 근전도를 보면 <표 10, 그림 6> 신발의 착용에 따른 유의한 차이가 없었으나 s, m 신발은 n 신발에 비해 신발착용 시에 근전도의 활성도가 증가하는 것으로 나타났다<표 11>. 이것은 s, m 신발을 신었을 때 유선형 신발의 불안정성 특성이 그대로 반영된 것으로 추정된다.

또한 전경골근과 비복근의 활성도의 차의 차이를 보면<표 12> s 신발을 신었을 때 비복근의 활성도가 높은 것으로, m 신발은 전경골근의 활성도가 증가하는 것으로 나타났다<표 13, 그림 7>.

8주 동안 신발을 사용한 후에 나타나는 신발 착용 전·후의 근전도 활성화패턴의 차이를 보면 3종류의 신발 모두 아무런 변화가 없었다<표 14, 15, 16, 17>. 이러한 결과는 초기에 신발착용 여부에 따라 상이하게

표 12. 1차시기의 맨발과 신발착용시의 근전도차의 차

s	m	n
0.0175±0.0257	-0.0168±0.0474	-0.0101±0.0241

표 13. 1차시기의 맨발과 신발착용시의 근전도차의 분산분석

요인	제공합	자유도	제공 평균	F 비
신발	0.0066	2.0000	0.0033	2.8378+
잔차	0.0314	27.0000	0.0012	

+p=.076

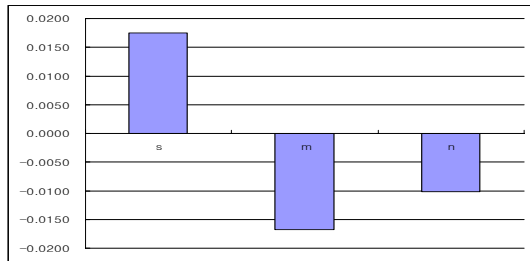


그림 7. 1차시기의 맨발과 신발착용시의 근전도차의 차이

나타난 근전도의 활성화 패턴이 8주간 동안 신발착용에 의해 그 패턴이 바뀐 것을 의미하며 신발이 인체의 정위 및 활성화형태를 변화시킬 수 있음을 암시한다고 할 수 있을 것이다.

신발을 신었을 때 나타나는 전후로의 흔들림 형태를 살펴보기 위해 평균을 0으로 shift 한 원자료의 20Hz 이하의 자료를 얻어 그 스펙트럼 파워를 살펴보면<표 18>, 전체적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다<표 19>. 2차시기의 요동 값에서 1차시기의 요동 값을 뺀 <그림 8>을 보면 시간의 경과에 따라 s 신발의 경우 신발착용 여부에 관계없이 8주 후 그 요동이 크게 증가하는 것으로 나타났으며, m 신발은 착용여부와 관계없이 거의 동일한 수준을 유지하였고, n 신발은 요동이 신발에 적응함에 따라 그 폭이 상대적으로 감소하는 것으로 나타났다<표 19>. 이것은 8주 동안 신발을 착용한 후에 나타나는 맨발과 신발의 근전도 차이가 없다는 <표14, 15, 16, 17>와 동일하게 인체의 중심정렬 전략이 신발에 의해 변화할 수 있음을 나타내는 또 하나의 증거로 추측된다.

신발의 착용 여부 및 사용에 따른 근전도 활성화 특성과 시간의 경과에 따른 착화감을 종합적으로 살펴볼

표 14. 2차시기의 맨발과 신발착용시의 근전도합의 차이

s	m	n
0.0272±0.1539	-0.0089±0.0652	0.0381±0.0496

표 15. 2차시기의 맨발과 신발착용시의 근전도합의 차이의 분산분석

요인	제공합	자유도	제공 평균	F 비
신발	0.0121	2.0000	0.0061	0.5978
잔차	0.2735	27.0000	0.0101	

표 16. 2차시기의 맨발과 신발착용시의 근전도차의 차

s	m	n
-0.0211±0.1090	0.0098±0.0692	-0.0403±0.0396

표 17. 2차시기의 맨발과 신발착용시의 근전도차의 차의 분산분석

요인	제공합	자유도	제공 평균	F 비
처리	0.0128	2.0000	0.0064	1.0493
잔차	0.1642	27.0000	0.0061	

때 s 신발의 경우 초기에 신발착용에 따른 불안정성에 따라 전체적인 근활성화도 및 비복근의 활성화도가 증가하며 8주 후에는 신발착용 여부에 관계없이 직립자세에서 비복근의 활성화도가 증가하는 방향으로 직립자세를 유지하는 것으로 나타났다. m 신발의 경우 초기에 s 신발과 비슷하게 불안정성이 증가하고 전체적인 근활성화도 및 전경골근의 활성화도가 증가하나 8주 후에는 근활성도가 맨발일 경우 전경골근도가 증가하고 신발착용시 비복근의 근활성도가 증가하는 패턴인 것으로 나타났다. n 신발의 경우에는 근 활성화도의 특별한 변화가 없는 것으로 나타났다. 이것은 각 신발에 따라 인체는 서로 다른 중심정렬 방법을 학습하는 것으로 추정되며 또한 신발은 새로운 중심정렬방법의 동인이 될 수 있는 수단이 될 수 있음을 의미하는 것으로 추정된다. 또한 s 신발은 가장 큰 하퇴 근전도의 변화를 보인 것으로 보아 3종류의 신발에서는 가장 큰 중심정렬방법의 변화를 주는 것으로 보인다.

표 18. 시기 및 신발종류에 따른 요동

	1차	2차
맨발 s	4.2051E-07±3.13636E-07	9.9877E-07±6.92063E-07
m	5.3391E-07±3.57032E-07	5.0577E-07±2.01887E-07
n	6.0509E-07±2.58219E-07	5.7545E-07±2.51855E-07
신발 s	4.5062E-07±2.00723E-07	9.8754E-07±1.39857E-06
m	6.1372E-07±3.99738E-07	6.5266E-07±4.53049E-07
n	5.4866E-07±2.19922E-07	3.5756E-07±2.54463E-07

표 19. 1차, 2차 측정에서의 요동의 차이에 대한 분산분석

요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비
신발	1.1059E-12	5	2.2117E-13	0.79223047
시기	6.8286E-13	1	6.8286E-13	2.44599657
상호작용	2.629E-12	5	5.2579E-13	1.88338321
잔차	3.0151E-11	108	2.7918E-13	

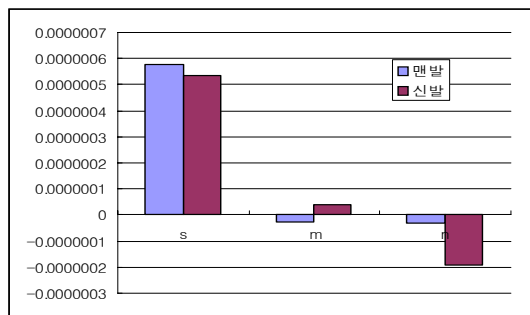


그림 8. 1차, 2차 측정에서의 요동의 차이

IV. 결론

인체는 역진자구조로 인해 그 중심을 잡기 위해 끊임없이 긴장하고 있다. 자세의 불균형은 요통 등의 기능적 이상을 초래하기 때문에 바람직한 직립자세를 유지하기 위해 다양한 방법을 사용하고 있다. 보행전문 기능성 신발은 정적 자세의 개선 및 특정한 보행 자세의 유지 등의 목적으로 개발되었다. 본 연구는 유선형으로 형성된 아웃솔을 가진 두 종류의 신발(s, m)과 평평한 바닥을 가진 일반신발(n)의 신발 착용에 의해 나타나는 하퇴근전도의 변화양상을 통해 신발의 자세 변화의 효과와 자세변화의 전략에 대해 살펴보았다. 본

연구의 결과는 다음과 같다.

1. New York State Posture Test에서 자세평가점수가 상대각도에 따른 후방2도, 후방 7도에서 쌍봉형태를 보이는 것으로 나타났으며 7도에서 가장 좋은 평가점수를 보였다.

2. 유선형신발구조를 가진 s, m 신발은 8주 후에 맨발로 직립자세를 유지할 때 전체적인 하퇴 근육 활성도가 증가하며 s 신발은 비복근, m 신발은 전경골근의 활성도가 증가하여 전후 하퇴근육의 활성화 형태의 변화가 있는 것으로 나타났다. 또한 신발을 신고 측정했을 때는 기간에 따른 전체 근육 활성도의 유의한 증가 없었으나 s 신발의 경우는 비복근의 활성도가 8주 후 증가하여 하퇴근육의 활성화 형태의 변화가 있는 것으로 나타났다.

3. 맨발과 신발을 신었을 때 나타나는 착화감을 하퇴근육활성도의 변화를 통해 살펴보면 초기에는 신발 착용에 따른 변화가 나타났으나, 8주후에는 s, m, n 신발의 근활성도가 신발착용여부에 따른 변화가 없는 것으로 나타났다. 또한 요동현상도 신발착용 여부와 관계 없이 신발의 종류에 따라 비슷한 방향으로 변화가 일어나는 경향을 보였다.

따라서 위의 결과를 볼 때 신발의 아웃솔 형상에 따라 인체는 서로 다른 중심정렬 방법을 학습하며 이것은 신발이 자세정렬 전략을 수정하는 수단이 될 수 있음을 의미한다고 볼 수 있을 것이다. 본 연구에서 사용된 신발은 신발 착용에 따른 소재의 변이가 전제되지 않은 상태에서 후방 7도로 설계된 제품으로 그 신발 착용에 따른 형상의 변화는 예상할 수 없었다. 자세평가에서 미세한 상대각도의 변화가 수행결과에 크게 영향을 미칠 수 있다는 점을 고려할 때 시간경과에 따른 정확한 신발의 상대각도 및 그 자세 학습효과에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 추측된다.

참고 문헌

김연정(2007). 유선형 후방밸런스 착용시 보행의 생체역학적 분석. 미간행 박사학위논문. 경북 대학교.

- 남덕현(2003). 체육측정평가, 대한미디어.
- 오동재, 이성재, 김현동 (2006). 갱년기 골다공증 여성을 위한 생체 기능성 보행화의 사업화. 바이오산업화 기술개발 사업(의료기기 기술개발 사업) 보고서, 보건 복지부.
- 원문학 (2000). 보행 시 미끄러짐의 평형제어 연구. 미간행 박사학위논문. 경북대학교.
- Blandine, C. G. & Andrée L. (1990). *Anatomie pour le mouvement Tome 2:bases d'exercice*, France : Desiris.
- Enoka R. M(2000). *Neuromechanics of human movement*, 3rd ed. human kinetics.
- Kendall F. P, McCreary E. K, Pronance P. G(1993) *Muscles testing and function with posture and pain*. Lippincot, Williams &Wilkins Inc.
- Nigg, B. M, Ferber, R., & Gormley, T. (2004). *Effect of an Unstable Shoe Construction on Lower Extremity Gait Characteristics*, Human Performance Laboratory, University of Calgary, Canada.
- Nigg, B. M, Stefanyshyn, D., Cole, G., & Boyer, K. (2005). *Footwear research-past, present and future*. Proceedings. of the 7th symposium on Footwear Biomechanics. Cleverland, OH, USA. "rocker-bottom sole". Retrieved October 20, 2005, from <http://customfootwear.com/rocker.html>.

투 고 일 : 1월 31일

심 사 일 : 2월 4일

심사완료일 : 3월 7일