



## 롤러 슈즈 착용 후 보행시 근피로 상태에서 하지근의 근전도 Power Spectrum 분석

### EMG Power Spectrum Analysis of Wearing Roller Shoes on Muscle Fatigue in the Lower Extremity during Walking

김연정\* · 윤창진 · 채원식 · 이민형(경북대학교) · 김현수(대전대학교) · 정미라(민족사관고등학교)  
Kim, Youn-Joung\* · Yoon, Chang-Jin · Chae, Won-Sik · Lee, Min-Hyung(Kyungpook national university) ·  
Kim, Hun-Soo(Daejon university) · Jung, Mi-Ra(Korean Minjok Leadership Academy)

---

#### ABSTRACT

Y. J. KIM, C. J. YOON, W. S. CHAE, M. H. LEE, H. S. KIM. and M. R. JUNG, EMG Power Spectrum Analysis of Wearing Roller Shoes on Muscle Fatigue in the Lower Extremity during Walking. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 17, No. 2, pp. 239-245, 2007. The purpose of this study was to compare the electromyography signal's power spectrum mean and median tendencies appearing in the lower extremity during walking while wearing roller shoes. 9 male subjects volunteered who have no experience riding inline-skate or roller-skate, and have no record of musculoskeletal disorder. Subjects walked on treadmill twice for an hour (Once a week, one trial with the roller on and the other without roller, Walking velocity = 1.39 m/s). Electromyography was measured every 15 minute (0, 15, 30, 45, 60 minutes).

Surface electrode stuck muscle at rectus femoris(R.F.), vastus lateralis(V.L.), vastus medialis(V.M.), biceps femoris(B.F.), tibialis anterior(T.A.), gastrocnemius lateralis(G.L.), gastrocnemius medialis(G.M).

At Rectus femoris, Vastus Lateralis, Vastus medialis, and Biceps femoris showed no statistically significant decrease of median frequency or mean edge frequency as time passes. Also, between two treatments (wearing the roller shoes vs not wearing the roller shoes), no statistically significant difference.

After 60 minutes, mean edge frequency showed statistically significant decrease at tibialis anterior and after 45 minutes, mean edge frequency showed statistically significant decrease compared to wearing roller shoes without the wheels at gastrocnemius lateralis .

At gastrocnemius medialis after 30 minutes, median frequency showed statistically significant decrease, and showed statistically significant difference compared to the control group. Wearing the roller shoes with wheels for a long time resulted in statistically significant decrease of mean edge frequency and median frequency in lower extremity, especially in shank muscles. Increase of wearing time of roller shoes and walking on a bumpy road wearing roller shoes with wheels result fatigue and thus, danger of injury.

KEYWORDS: ROLLER SHOES, MUSCLE FATIGUE, POWER SPECTRUM

---

## I. 서론

롤러 슈즈(Roller shoes)라는 이름의 스포츠 용품은 일반 운동화의 뒤꿈치에 바퀴(wheel)를 장착해 걸으면서 간간히 앞꿈치를 들어 바퀴로 스케이팅(skating)할 수 있도록 고안된 신발이다. 이 제품은 시장에 나오자마자 바퀴를 빼면 평소 신발과 동일하게 신을 수 있고 바퀴를 장착했을 시에는 빠르게 이동할 수 있으며 어느 정도의 유산소 운동이 가능하다는 장점에서 그간의 우수한 바퀴를 장착한 인라인 스케이트, 롤러 스케이트와 같은 스포츠 용품들을 제치고 선풍적인 인기를 끌었다.

하지만 젊은 연령층에게 폭발적인 인기를 끌었던 이 신발에는 곧 몇 가지 문제점이 드러났다. 기존의 여러 바퀴가 달린 스포츠 용품, 인라인 스케이트(inline skate)나 롤러 스케이트(roller skate) 등이 10세에서 14세의 청소년들에게 낙상 부상이 집중된다는 연구에서처럼 이 롤러 슈즈 역시 부상의 빈도가 10세 미만의 어린이들과 10대 청소년들에게 넘어짐(fall)에 의한 잦은 부상을 야기한 것이다(Houshian, & Anderson, 2000). 특히 스포츠 용품이라기보다 신발과 동일시하여 별다른 보호 장비 없이 평소 신고 다니기 때문에 일상에서 보행을 할 때 뒤꿈치에 달린 바퀴가 평형 상실에 의해 미끄러짐(sliding)과 넘어짐(fall)을 유발시키는 등 안정성 면에서 신발과는 다른 위험요소를 가지고 있는 것이었다.

바퀴의 롤링(rolling)으로 인해 균형이 깨어지며 미끄러짐(sliding)이 일어나 부상을 발생시킬 수 있으며, 또한 평지보다 높은 바퀴의 높이에 의해서 바퀴를 장착한 채 보행을 할 경우 피로 증가 등이 나타남으로써 부상의 위험이 크다.

이러한 정지 자세에서나 보행에서의 신체의 불안정성은 비단 발의 앞꿈치에 체중이 쏠리는 문제만이 아니라 발에서 발목, 무릎, 고관절, 척추에 이르기까지 골격이나 근육 등의 비정상적인 벡터 방향과 과부하가 생겨나 신체의 불균형을 초래하고 근육의 피로를 낳고, 이러한 불균형과 근피로는 부상의 발생 빈도를 높이는 역할을 할 수 있다.

서 있거나 보행할 때뿐만 아니라 뒤꿈치로 바퀴를 끄는 일명 heeling을 할 때는 뒤꿈치의 바퀴로만 체중을 지탱해야하기 때문에 하지에 과부하(overload)와 함께 불안정한 skating에서 오는 위험 요소도 내재되어 있으며 두 발이 모두 배측굴곡(dorsi flexion) 상태로 버텨야하기 때문에 전경골근 등의 과도한 사용으로 인한 피로도 유발될 수 있다.

하지 근육이 피로 상태에 있게 되면 발과 하퇴 사이의 관절이 가동 능력이 감소되고 내면이나 외면과 같은 동작들을 정상적으로 수행할 수 없게 된다(Gefen, Megido-Ravid, Itzchak, & Arcan, 2002). 이러한 피로 현상들을 직접적으로 측정해 내기 위해서는 하지 근육에 인위적인 부하를 주어 근수축을 유발하는 실험 설계가 일반적이다(Lunsford, & Perry, 1995 ; Svantesson, Osterberg, Thomee, & Grimby, 1998). 그리고 근육에서 측정된 근전도 신호의 피로는 신호의 주파수 영역대가 낮아지는 경향을 중앙값(Median Frequency: MF)이나 평균값(Mean Edge frequency: MEF)으로 평가한다(Basmajian, & De Luca, 1985).

선행 연구들은 주파수의 낮은 영역대로의 이동은 피로에 의해 근육 세포들의 생리학적 반응과 관련이 있다고 보고하고 있다(Meretti, & Roy, 1996 ; 신현석, 1998).

Mannion, & Dolan (1996)은 피로 동안 골격근의 힘 발휘와 주파수 중앙값(MF)의 감소가 선형 관계가 있음을 밝혀냈다.

근피로에 관한 연구와 피로도 측정법에 관한 많은 연구들이 있지만 롤러 슈즈를 일반 신발로 착용했을 때의 하지 피로도에 대한 연구는 전무한 실정이다. 특히 이러한 피로들이 부상으로 이어질 수 있다는 점을 상기한다면 롤러 슈즈의 장시간 착용이 하지의 어떤 근육에 얼마만큼의 피로를 유발시키는지 연구할 필요가 있다.

본 연구에서는 롤러 슈즈를 일반 신발로서의 장시간 착용 했을 때 나타나는 하지근육에 나타나는 피로도를 알아보기 위해 근전도 신호의 power spectrum 분석을 실시하여 주파수의 중앙값과 평균값을 비교하는 것이 목적이며 그 결과로 롤러의 착용이 하지근 피로에 미치는 영향을 정량화하고 롤러 슈즈의 일반 신발로의

착용 시간의 적정성을 제시할 수 있을 것이다.

## II. 연구방법

### 1. 실험대상

본 연구를 위해 롤러 슈즈의 롤러 장착과 롤러를 제거한 두 가지 처치를 했으며 각각 트레드밀 위를 한 시간 동안 걸어 나타나는 근육의 피로도를 알아보기 위해 하지근육의 근전도 주파수의 중앙값과 평균값을 비교하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 실험에 롤러 슈즈나 인라인 스케이트 등의 착용 경험이 없는 9명의 남자 대학생을 참가시켰고 피험자의 평균 키는  $175.1 \pm 5.23$ cm, 평균 몸무게는  $67.9 \pm 9.4$ kg, 평균 나이는  $24.9 \pm 0.78$ 세였다.

### 2. 실험방법 및 절차

피험자의 하지근 중 대퇴직근(Rectus femoris; R.F.), 외측광근(Vastus lateralis; V.L.), 내측광근(Vastus medialis; V.M.), 대퇴이두근(Biceps femoris; B.F.), 전경골근(Tibialis anterior; T.A.), 외측비복근(Gastrocnemius lateralis; G.L.), 내측비복근(Gastrocnemius medialis; G.M.)의 7곳에 피부 외피층의 저항을 줄이기 위해 면도를 하고 알코올로 세척을 한 후 표면 전극(AG/AgCl 2223, 3M Korea)을 각각 부착했다. 한 근육에 부착한 한 쌍의 전극 사이의 거리는 중심에서 중심까지가 4.5 cm 거리이며 이들을 근전도 측정기구(QEMG-3208, Laxtha Korea)에 연결시켰다. 이때 근전도 기구의 신호 특성은  $gain = 1000$ ,  $input\ impedance > 1012\Omega$ ,  $CMRR > 100dB$ ,  $sampling\ 주파수 = 1024Hz$ 로 설정하여 실험에 임하였다.

피험자는 근피로 유발을 위해 표면 전극을 부착한 채 롤러 슈즈를 신고 트레드밀 위를  $1.39m/s$ 의 속도로 걷기 시작했으며 데이터 표집은 걷기 시작하자마자 한 번 측정하고, 15분 후, 30분 후, 45분 후, 60분 후 한 번씩 총 다섯 번 이루어졌으며 한 번에 10초씩 근전도

신호가 측정되었다.

롤러와 비 롤러 슈즈에 대한 처치는 피로 회복 기간을 고려하여 한 처치에 대해 일주일의 회복 기간을 준 뒤 다른 처치가 이루어졌으며 롤러의 착용 여부는 무작위로 이루어졌다.

### 3. 데이터 분석

표집된 데이터는 Telescan ver. 2.85(Laxtha Korea)를 이용해 power spectrum 분석을 실시하였다.

우선 350 Hz low-pass filtering과 10 Hz high-pass filtering이 이루어지고 0.5s 간격, 98%로 moving average를 실시하였으며 power spectrum을 분석하여 주파수 평균값과 중앙값을 계산하였다.

시간에 따른(0분, 15분, 30분, 45분, 60분) 두 처치(롤러 슈즈의 바퀴 장착과 비 장착)의 결과를 비교하기 위해 SPSS 12.0 통계 프로그램이 동원되었으며 유의수준 0.05에서 2way repeated ANOVA, 사후분석은 Dunnett이 이용되었다.

## III. 결과 및 논의

롤러 신발에 있어 롤러 장착과 비 장착의 보행이 하지 근육의 피로도에 미치는 영향을 알아보기 위해 시간의 경과에 따른 근전도 신호의 주파수의 평균값과 중앙값은 다음과 같았다.

대퇴직근의 경우 전반적인 형태로 보아 주파수의 감소 추세를 볼 수 없었다. 실제 주파수의 중앙값과 평균값 역시 시간의 경과에 따라서는 두 처치에 따라서 통계적으로 유의한 차이가 없었다<표 1>.

외측광근 역시 롤러 슈즈의 바퀴를 착용하고 걸었을 때 시간이 흐름에 따라 주파수의 중앙값과 평균값이 감소하는 추세를 보이나 통계적으로 유의한 차이는 없었다<표 2>.

대퇴직근과 외측광근은 근피로도에 있어 롤러 착용 유무에 따른 영향을 받지 않는 것으로 사료된다.

표 1. 대퇴직근의 중앙값과 평균값 (Hz)

처치 시간	중앙값(SD)		평균값(SD)	
	R.	N.R.	R.	N.R.
0분	89.56 (23.51)	98.67 (12.92)	159.11 (16.10)	159.33 (15.10)
15분	92.89 (29.29)	99.78 (13.65)	158.00 (6.63)	155.11 (7.08)
30분	93.33 (1.41)	98.44 (13.41)	154.00 (7.41)	152.00 (5.47)
45분	94.22 (1.86)	95.78 (9.20)	155.78 (14.68)	150.89 (4.91)
60분	94.44 (1.67)	92.22 (3.07)	151.78 (3.07)	158.00 (10.09)

※ R.MF:롤러 중앙값, N.R.MF:비 롤러 중앙값, R.MEF:롤러 평균값, N.R.MEF:비 롤러 평균값

표 2. 외측광근의 중앙값과 평균값 (Hz)

처치 시간	중앙값(SD)		평균값(SD)	
	R.	N.R.	R.	N.R.
0분	106.00 (18.87)	89.78 (16.66)	160.00 (16.19)	154.00 (9.33)
15분	93.56 (4.10)	86.221 (9.88)	152.89 (4.59)	154.44 (4.21)
30분	98.22 (16.83)	95.78 (9.82)	154.22 (10.51)	151.78 (3.07)
45분	94.00 (4.47)	103.33 (20.30)	152.22 (3.38)	151.78 (2.11)
60분	96.44 (16.24)	96.89 (14.94)	150.22 (4.29)	157.11 (12.45)

내측광근에서의 주파수 평균값은 두 처치 모두가 거의 일정한 형태를 나타내었다. 하지만 시간의 경과에 따라 감소하는 경향은 보이지 않으며 통계적인 유의차도 나타나지 않았다<표 3>.

채원식, 임영태, 이민형, 김정자, 김연정, 장재익, 박원균, 진재홍 (2006)은 한 활보(stride) 중 왼발 지지기에서 롤러 슈즈 착용 군의 내측광근 근전도값이 일반 신발보다 유의하게 낮게 나타났다고 보고하였다. 이것은 왼발이 착지할 때 롤러의 미끄러짐을 예상하고 발바닥의 앞부분으로 체중이 빠르게 이동하여 균형을 유지하려고 하기 때문에 실제 측정이 이루어지는 오른발에 가해지는 체중부하가 감소되었기 때문이라고 하였다.

그러나 본 연구에서 내측광근의 근피로도 측정은 주파수 중앙값과 평균값 모두 감소 추세를 보이지 않았다. 초기에 나타나는 균형 제어를 위한 근육 이용이 시

표 3. 내측광근의 중앙값과 평균값 (Hz)

처치 시간	중앙값(SD)		평균값(SD)	
	R.	N.R.	R.	N.R.
0분	93.56 (2.40)	94.22 (1.20)	157.78 (12.47)	157.78 (12.39)
15분	100.22 (15.31)	92.89 (25.98)	154.00 (3.61)	156.67 (6.63)
30분	94.89 (2.03)	98.22 (12.82)	159.11 (12.89)	155.56 (9.58)
45분	94.44 (2.18)	93.33 (3.87)	157.56 (14.06)	161.56 (20.22)
60분	99.33 (18.73)	101.56 (16.96)	159.56 (15.61)	152.89 (2.47)

표 4. 대퇴이두근의 중앙값과 평균값 (Hz)

처치 시간	중앙값(SD)		평균값(SD)	
	R.	N.R.	R.	N.R.
0분	98.22 (15.73)	96.44 (9.63)	156.89 (14.32)	154.89 (5.75)
15분	87.11 (17.14)	92.44 (5.73)	158.67 (15.10)	156.00 (11.91)
30분	94.89 (7.07)	92.00 (4.00)	151.78 (3.07)	150.44 (4.21)
45분	94.00 (2.45)	91.56 (3.13)	154.00 (5.83)	150.44 (3.57)
60분	92.22 (6.36)	97.33 (13.34)	150.89 (4.01)	154.89 (12.09)

간이 흐름에 따라 피험자에게 익숙한 상태가 되면서 대퇴이두근에서는 피로도의 차이가 없어지는 것으로 사료된다.

대퇴이두근은 시간이 경과함에 주파수의 중앙값이나 평균값에 유의한 감소가 없었으며 <표 4> 평균 주파수는 두 처치 모두 유사한 형태를 보였다.

채원식 등(2006)은 오른발 공중기에서 롤러 슈즈의 대퇴이두근 근전도 값이 일반 신발에 비해 통계적으로 유의하게 낮게 나타났다고 보고하였다. 오른발 공중기는 오른발 발가락이 지면에서 떨어지는 순간부터 오른발 뒤꿈치가 지면에 닿는 순간까지를 일컫는다. 이 구간에서 낮은 대퇴이두근 근전도 값은 지지하는 왼발이 불안정함으로 인해 정상적인 추진력을 발휘하지 못하기 때문에 오른발의 슬관절이 능동적으로 굴곡되어지지 못해 나타나는 현상으로 보고하였다.

표 5. 전경골근의 중앙값과 평균값 (Hz)

시간	중앙값(SD)		평균값(SD)	
	R	N.R.	R	N.R.
0분	99.56 (15.93)	95.33 (7.14)	166.22* (16.95)	157.33 (9.22)
15분	93.78 (1.20)	95.11 (3.18)	153.56 (3.12)	154.22 (3.67)
30분	94.00 (1.00)	94.00 (6.32)	158.44 (14.45)	152.89 (4.14)
45분	92.89 (3.18)	93.11 (1.05)	154.44 (8.58)	152.67 (8.60)
60분	99.33 (15.84)	106.89 (19.52)	160.67*# (14.32)	162.89# (20.83)

(\*,# : p <.05)

표 6. 외측비복근의 중앙값과 평균값 (Hz)

시간	중앙값(SD)		평균값(SD)	
	R	N.R.	R	N.R.
0분	110.44 (22.27)	99.11 (10.73)	168.67* (18.41)	151.56 (3.84)
15분	95.33 (7.28)	93.11 (7.56)	158.22 (11.77)	157.56 (12.48)
30분	98.22 (12.14)	99.56 (14.79)	152.44* (4.67)	156.89 (12.37)
45분	99.78 (15.15)	94.22 (1.86)	159.33 (12.49)	152.22 (3.80)
60분	102.00 (18.06)	100.00 (15.81)	150.44*# (5.27)	160.00# (16.55)

(\*,# : p <.05)

본 연구에서 대퇴이두근은 롤러 슈즈 착용의 중앙값에서 15분 후 일반 신발에 비해 낮은 주파수 값을 나타내었으나 그 이후로는 일반 신발과 유사한 값을 나타내었다. 대퇴사두근과 대퇴이두근은 초기에 하지를 지지하는데 있어 롤러 착용의 불안함으로 인해 근육의 사용이 정상적이지 못하지만 시간의 경과에 따라 신발이 익숙해짐으로써 일반 신발과 차이가 없는 것으로 사료되어진다.

전경골근에서의 주파수 값들을 살펴보면 중앙값의 경우 시간의 경과 후 두 처치 모두 오히려 다소 증가하는 양상을 보이거나 통계적인 차이는 없었다. 하지만 평균값은 롤러 슈즈를 신고 걸었을 때 시작 전과 60분 경과 후를 비교 하면 일반 신발에 비해 유의하게 감소했음을 볼 수 있다(<표 5>, p = .048).

이것은 롤러 슈즈가 바퀴에 의해 평지보다 다소 높은 뒷굽으로 보행해야 하는 불안감과 바퀴로 된 뒷굽이 가지는 불안정성 때문에 하퇴에 불필요한 긴장이 유발되어지는 것으로 사료되어진다.

신발 뒷굽의 증가는 정상 보행을 하는 동안 자세 및 보행의 형태를 변화시킨다. 하이-힐(high-heel) 신발에 대한 운동학적 자세 연구(Merrifield, 1971; Bendix, Sorenson, & Klause, 1984; Opila, Wagner, Schiowitz, & Chen, 1988; Opila-Correia, 1990)에 의하면, 하이-힐 착용이 골반을 후방으로 회전시키면서 요추의 만곡 상태를 펴게 함으로써 보행속도 및 보폭을 감소시키는 것으로 나타났다. 보폭의 감소는 안정성을 확보하기 위한 운동 제어 동작으로 사료되며 자연스러운 보폭 감

소가 아닌 균형제어를 위한 보폭 감소는 더 많은 근육 활동의 유발과 에너지 소모를 야기할 수 있다.

일반적으로 뒷굽이 높은 신발을 신었을 때 하지 근육에 나타나는 근전도 신호의 변화는 최대근활성화도를 살펴보았을 때 전경골근에는 변화가 없었으나 비복근은 감소되는 활성화도를 보인다는 결과(Lee, Matteliano, Medige, & Smiehorowski, 1987)와 비교했을 때 본 연구 결과에서 보이는 전경골근의 피로 증가는 바퀴에서 오는 불안정성을 극복하기 위한 근육의 과다 사용에 기인할 수도 있다.

외측비복근 측정에 있어서 주파수의 중앙값은 롤러 슈즈의 바퀴를 장착한 처치의 경우 어느 정도의 감소 추세를 나타내며 바퀴를 장착하지 않은 처치는 감소 추세를 보이지 않았다. 하지만 모두 시간의 경과에 따른 유의차는 보이지 않았다.

평균 주파수에서는 바퀴를 장착했을 때 걷기 시작 전과 비교해 60분 경과에서 통계적으로 유의한 감소를 보였으며 바퀴를 장착하지 않았을 때와도 비교했을 때 통계적으로 유의하게 낮게 나타났다(<표 6>, p = .031).

최명애, 김진호, 이은용 (1998)은 신발의 뒷굽이 높아지면 무게중심이 발바닥의 앞쪽에 위치하게 되기 때문에 자세가 불안정해짐으로 이것을 보상하기 위해 하퇴근의 근 긴장도가 커진다고 보고하였다.

롤러 슈즈 착용 시 미끄러짐을 방지하고자 발뒤꿈치와 지면과의 접촉을 최소화하여 발바닥의 앞부분으로만 균형을 유지하여 체중이 지탱되어지기 때문에 하퇴근들의 근전도값이 크게 나타나는 것으로 사료되어진

표 7. 내측비복근의 중앙값과 평균값 (Hz)

처치 시간	중앙값(SD)		평균값(SD)	
	R	N.R.	R	N.R.
0분	99.33* (15.29)	90.00 (21.26)	158.89 (9.85)	157.78 (11.51)
15분	105.78 (21.94)	87.33 (23.11)	158.00 (15.74)	154.44 (5.46)
30분	94.44 (7.73)	97.56 (14.31)	160.89 (19.57)	154.89 (11.45)
45분	96.89 (6.01)	93.56 (2.19)	151.11 (3.18)	152.00 (4.24)
60분	89.78*# (5.33)	101.33# (14.31)	149.78 (4.74)	165.55 (20.37)

(\*,# : p < .05)

다(채원식 등, 2006).

내측비복근은 중앙값의 경우 바퀴를 장착하지 않은 처치일 때는 시간에 따른 변화가 거의 없었으며 바퀴를 장착했을 때에는 전반적으로 감소 추세이고 걷기 시작 전과 비교해 유의하게 감소하며 바퀴를 장착하지 않는 처치와 비교해서도 유의하게 낮게 나타났다(<표 7>, p = .051).

채원식 등(2006)은 롤러 슈즈 착용 시 추진력을 얻어 무게 중심을 신체의 전방으로 이동시키기 위해 발바닥의 앞부분을 사용함으로써 족저굴곡 동작이 능동적으로 시행되기 때문에 지지하는 동안 내측비복근의 근전도값이 증가한다고 보고하였다.

#### IV. 결 론

본 연구는 롤러 슈즈의 바퀴를 장착했을 때와 하지 않았을 때의 두 가지 처치를 주고 시간의 경과에 따라 하지 근육의 근전도 신호를 power spectrum 분석을 실시하는 것이 목적이다. 그래서 주파수 영역대의 시간에 따른 감소를 보고 근육의 피로도를 판단하고자 하는 목적 달성을 위해 롤러 스케이트나 인라인 스케이트를 타 본 경험이 없고 하지의 근골격 질환이 없는 남자 대학생 9명이 실험에 참가하였다. 60분 동안 트레드밀을 걷는 동안 시작과 동시에 한 번, 15분 30분, 45분 60분 후에 각각 근전도 신호를 표집하여 다음과 같

은 결론을 얻었다.

하지를 크게 하퇴와 대퇴로 나뉘었을 때 대퇴근(대퇴직근, 외측광근, 내측광근, 대퇴이두근)의 경우 시간의 경과에 따른 주파수의 중앙값이나 평균값 모두 유의한 감소 현상을 보이지 않았다. 그리고 두 처치 간에도 차이를 보이지 않았다. 대퇴근들은 시간이 지남에 따라 롤러 신발이 가지는 불안정성을 극복하고 신발에 익숙해지기 때문에 근피로도도에 있어서 롤러 장착의 영향은 받지 않는 것으로 판단되어진다.

하퇴의 경우 전경골근에서 평균 주파수가 45분 경과 시까지는 바퀴 착용 유무에 따른 유의한 차이를 보이지 않았으나 60분이 지나고 측정된 근전도 신호의 평균값은 걷기 시작하면서 부터와 비교해 볼 때 유의한 감소 현상을 보였다. 단순히 걷기만 했을 때 나타나는 현상이지만 이 롤러 슈즈가 스포츠 용품으로서 미끄러짐(heeling)을 가할 때에는 두 발의 앞꿈치를 든 배측굴곡(dorsi flexion)이 이루어진다는 점을 감안하고, 이 배측굴곡이 가능하게 하는 근육은 전경골근이라는 점 또한 감안한다면 이 근육의 피로는 신발 착용 시간이 길면 길수록 배가될 것이라 사료된다.

외측비복근 역시 평균 주파수가 45분이 지나면서 바퀴를 장착하지 않은 롤러 슈즈에 비해 유의한 감소를 나타내었다. 중앙 주파수의 경우는 걷기 시작할 때에 비해서는 많은 감소가 있었으나 통제군과 비교했을 때에는 유의차가 없었다.

내측비복근은 반대로 중앙 주파수가 30분 이후부터 유의한 감소가 있었으며 통제군과 비교했을 때에도 유의차가 있었다.

대체로 대퇴보다는 하퇴가 시간의 경과에 따라 바퀴를 장착한 롤러 슈즈가 주파수 영역대가 유의하게 감소하는 경향을 나타내었으며 바퀴를 장착하지 않은 롤러 슈즈에 비해 표준편차 역시 낮게 나타났다. 이것은 롤러 슈즈 착용 후 보행 시 족저굴곡 동작이 능동적으로 시행됨으로써 하퇴 근육들이 경직되기 때문인 것으로 사료되어진다.

본 연구로 트레드밀이라는 비교적 안정된 지면을 걷기는 했으나 바퀴를 부착한 롤러 슈즈의 장시간 착용은 하지 근육 중 특히 하퇴의 근육에 평균 주파수와 중앙 주파수가 감소한다는 것을 알 수 있었다. 이들 주

파수의 감소는 피로지수를 알 수 있는 척도가 된다는 것은 선행 연구 결과로도 알 수 있다(신현석, 1998). 이렇게 낮아진 주파수 영역대로 하퇴의 피로가 발생하고 있다는 것을 알 수 있으며 롤러 슈즈 착용 시간이 더 길어지고 고르지 못한 지면 위를 바퀴를 장착 한 채 걷게 된다면 유발된 피로로 인해 부상의 위험도 커질 수 있다.

롤러 슈즈는 가급적이면 스포츠 용품으로서 사용하고 일반 보행 시에는 바퀴를 장착하지 않는 것이 부상을 미연에 방지하는 수단이 될 것이다.

## 참고문헌

- 신현석 (1998). 피로조건 하에서의 내측 장딴지 근과 가마미근의 근전도 스펙트럼 분석. **한국전문물리치료학회지**, 5(4), 9-19.
- 채원식, 임영태, 이민형, 김정자, 김연정, 장재익, 박원균, 진재홍 (2006). 롤러신발과 일반신발의 착용 후 보행 시 하지근의 근전도 비교. **한국운동역학회지**, 16(3), 137-148.
- 최명애, 김진호, 이은용 (1998). 젊은 여성의 구두굽의 높이와 하퇴근, 대퇴근 및 요추주위근 근전도와의 관계. **대한간호학회지**, 18(1), 34-42.
- Basmajian, J. V., & De Luca, C. J.,(1985). *Muscle Alive*. Baltimore: Williams and Wilkins. 125-127.
- Bendix, T., Sorenson, S. S., & Klause, K. (1984). Lumbar curve, trunk muscles, and line of gravity with different heel heights. *Spine*, 9, 223-227.
- Gefen, A., Megido-Ravid, M., Itzhak, Y., & Arcan, M.,(2002). Analysis of muscular fatigue and foot stability during high-heeled gait. *Gait and Posture*. 15, 56-63.
- Houshian, S., & Anderson, H. M.,(2000). Comparison between in-line and rollerskating injury. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 10(1). 47-50.
- Lee, K. H, Matteliano, A., Medige, J., & Smiehoroski, T.,(1987). Electromyographic changes of leg muscles with heel lift : therapeutic implications. *Archives of physical Medicine and Rehabilitation*, 68, 298-301.
- Lunsford, B. R., & Perry, J.,(1995). The standing heel-rise test for the ankle plantar flexion: criterion for normal. *Physical Therapy*, 75, 694-698.
- Marnion, A. F., & Dolan, P.,(1996). Relationship between myoelectric and mechanical manifestations of fatigue in the quadriceps femoris muscle group. *European Journal of Applied Physiology*, 74, 411-419.
- Meretti, R., & Roy, S.,(1996). Myoelectric and mechanical manifestations of muscle fatigue in voluntary contractions. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, 24, 342-353.
- Merrifield, H. H. (1971). Female gait patterns in shoes with different heel heights. *Ergonomics*, 14, 411-417.
- Opila, K. A., Wagner, S. S., Schiowitz, S., & Chen, J. (1988). Postural alignment in barefoot and high-heeled stance. *Spine*, 13, 542-547.
- Opila-Correia, K. A. (1990). Kinematics of high-heeled gait with consideration for age and experience of wearers. *Archives of physical Medicine and Rehabilitation*, 71, 905-909.
- Svantesson, U., Osterberg, U., Thomee, R., & Grimby, G.,(1998). Muscle fatigue in a standing heel-rise test. *Scandinavian Journal Rehabilitation Medicine*, 30, 67-72.

투 고 일 : 4월 30일  
심 사 일 : 5월 14일  
심사완료일 : 6월 10일