



트레드밀 운동 시 신발밑창에 따라 일부 하지근육의 활성화도에 의한 근피로도 비교

정동조¹ · 김근조² · 이규리²

¹청연한방병원 물리치료실

²김천대학교 물리치료학과

Comparison of the Fatigue According to Activity Lower Extremity Muscle with Treadmill Gait on Type of Shoes Sole Form

Dong-jo Jeong¹ · Keun-Jo Kim¹ · Cu-Rie Lee²

¹Dept. of Physical Therapy, Chung Yeon Korean medicine Hospital

²Dept. of Physical Therapy, Gimcheon University

Abstract

Purpose: This study aimed to investigate the effect of shoes sole form on fatigue of lower extremity during treadmill gait. **Method:** Thirty healthy young adults (15 males and 15 females) were recruited. They performed treadmill gait in two different conditions: double sole(DS) and flat sole(FS). **Result:** lower extremity fatigue were significantly decreased in double sole condition($p<.05$). **Conclusion:** These findings suggest that double sole contributes to reduction of lower extremity muscle fatigue.

Key words : Fatigue, Treadmil gait, Shoes sole form

© 2017 by the Korean Physical Therapy Science

I. 서론

발은 인간의 직립보행을 가능하게 하는 신체구조 중 바닥과 맞닿은 면으로 체중을 지탱하며 신체의 중심과 평형을 유지시켜 몸을 바로 세우는데 중요한 역할을 한다. 보행 시 자기 체중의 1~2배, 달릴 때에는 2~3배의 충격이 발로 전달될 수 있는데, 이러한 충격

을 줄여주고 발과 신체를 보호할 수 있는 것이 신발이다(유경태, 2015). 신발의 기본적인 기능은 거친 지표면, 날씨, 환경 등으로부터 발을 보호하고 보행 시 발을 지지함으로써 보행의 효율을 증진시킨다. 또한 지면으로부터 발에 가해지는 충격을 흡수하여 발을 보호하고 부상을 예방하는데 가장 큰 역할을 한다(Deilsa & Gans, 1993).

교신저자: 이규리

주소: 경상북도 김천시 대학로 214 김천대학교 물리치료학과, 전화: 054-420-4097, E-mail: curielee@gimcheon.ac.kr

과학문명의 발달로 신발은 단순히 보호를 위해 발을 감싸는 수준의 기능을 넘어 신발의 기능과 역할이 훨씬 더 많아졌으며, 계속해서 그 기능이 더 다양화되고 첨단화되고 있다. 신발은 보행 또는 일의 능률 증진, 복장과의 조화 그리고 현대에 들어서 인간의 건강에 많은 영향을 미치는 도구로써 사용되고 있다(김명웅, 2004).

신발은 다양한 지면의 특성에 대해 불편함 없이 보행할 수 있도록 해주며, 외부의 충격으로부터 발을 보호하는데 중요한 역할을 하고(Mcpoil 등, 1988), 보행 시 나타나는 다리의 조화로운 동작을 이루게 하여 발의 기능성을 보강해주는 동시에 지면으로부터 받는 충격을 흡수하여 발을 보호하는 역할을 하며 부상 방지에 역할을 한다(최규정과 권희자, 2003).

걷기 운동에서의 에너지 소비량에는 대상자의 체중 뿐만 아니라 보행방법, 지면의 상태(Bosco 등, 1997) 등 다양한 요소들이 관계되는데, 최근에는 신발 밑창의 두께(Sekizawa 등, 2001), 신발 보정물등(Murley 등, 2010) 걷기 운동 시 착용하는 신발에 변화를 주어 보다 효율적인 걷기 운동을 가능하게 하기 위한 기능성 신발에 대한 관심이 증폭되고 있다(Wezenberg 등, 2011).

기능성 신발의 형태 중 하나인 중창의 역할은 발의 지지와 편안함을 더해주어 발과 지면과의 접촉에서 발생하는 충격을 흡수하고 신발을 더 튼튼하게 하여 안정성을 높여준다. 겹창은 신발 가장 아래 바닥 쪽에 있는 부분으로 지면과 접촉하는 부분으로 다른 창들에 비해 단단하고 강한 재질로 만들어져 신발과 발을 지지하고 움직임을 위해서는 일정한 유연성을 필요로 하여 발을 편안하게 해주고 움직임을 효율적으로 할 수 있다(김혜림, 2013).

신발 밑창의 형태는 보행 시 후외측의 뒤꿈치 (posterolateral heel)에서 시작되어 외측을 통해 전방으로 이동되는 체중 지지점의 동선을 변화시켜(Albensi 등, 1999), 하지를 중심으로 한 근육들의 근 활성화도에 영향을 미치게 되는 것이다(Boyer 등, 2009).

인간의 가장 기본적인 움직임인 걷기 운동은 저 충격 유산소성 운동으로 남녀노소 모두에게 건강증진을

위한 운동방법으로 널리 이용되고 있다(정정옥과 김훈, 2004).

근래에 체력의 향상과 최적의 효율성에 대한 관심이 대두되면서 많은 사람들이 보행운동에 관심을 보이고, 신발 형태의 개발이 진행되어 새로운 신발 밑창 유형들이 생겨나고 있다. 또한 현대사회에서 시간의 부족으로 인해 짧은 시간 동안 보다 높은 운동효과를 기대하는 사람이 늘게 되었다. 이에 본 연구에서는 트레드밀 운동 시 신발 밑창형태에 따라 일부 하지근육의 근피로도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에는 총 30명의 학생들이 실험에 참가했다. 모든 실험자들은 G 대학교에 재학 중인 건강한 남성(15명)과 여학생 (15명)으로 선정하였다. 선정기준은 최근 6개월 동안 발목 손상으로 인한 하지의 수술이나 외과적 처치를 받지 않은 사람, 편평발과 같은 어떠한 기형이 없는 사람으로 선정하였다.

2. 연구 과정

30명의 대상자들을 발사이즈와 신발 밑창 별로 각각 구분하여, 보행 시 많이 사용되는 근육인 안쪽넓은근(Vastus Medialis; VM)과 장딴지근(Gastrocnemius; GCM)의 최대 등척성 근력과 근활성도 평균값 및 근피로도를 측정하였다.

첫째, EMG 패드 부착은 VM근육의 경우 근육의 내측정지부 상방 4cm 부위와, 무릎뼈의 중심부, 그리고 GCM근육은 장딴지 근육의 내측 중간부위에 부착하였다(그림 1).

둘째, 최대 등척성 근력은 도수저항을 이용한 방법으로 무릎관절 펴고 발목관절 발바닥 굽힘시 최대 도수저항과 동시에 EMG로 측정하였다(그림 2, 3).

셋째, 근활성도 평균값은 EMG 패드 부착 후 트레

드밀에서 남자는 7m/s, 여자는 5m/s의 속도로 10분 동안 운동을 시킨 후, 하지근육의 근피로를 유발한 상태에서 다시 3m/s의 속도로 트레드밀에서 10분 보행하는 동안 걷고 있을 때 각 근육의 최대 근활성도를 EMG를 통해 각각 3회 측정하였다. 이후 3회의 근활성도값 평균치로 정하였다(그림 4).

넷째, 근피로도에는 각 근육의 최대 등척성 근력과 근활성도 평균값을 MVIC 공식에 적용 후 근피로도를 추정하였다.

3. 연구 도구

본 연구에는 남녀 성별별로 이중밑창(Double Sole; DS)으로 된 운동화, 편평화 밑창(Flat Sole; FS)된 운동화를 남자는 각각 260, 270 사이즈로 하고, 여자는 각각 230, 240사이즈로 준비하였다(그림 5, 6).

트레드밀은 SKYLIFE 5100을 사용하여 각 밑창별 운동부하를 주었으며(그림 7), EMG는 TeleMyo 2400T G2를 사용하여 근전도를 측정하고 MRXP 1.06 Application protocols 로 측정값을 정류하여 VM과 GCM 근육의 근활성도를 측정하였다(그림 8).

4. 분석방법

트레드밀 운동 시 신발밑창에 따른 하지 근활성도가 근피로도에 미치는 영향에 대하여 알아보려고 하였다. 각 근육별 이중화와 편평화의 착용에 따른 근활성도를 분석하기 위해서 각 근육의 등척성 운동 시 발생한 최대 근력을 기준으로 보행 시 발생된 근활성도의 수치를 이용하여 통계학적 분석을 실시하였다. 조사대상자의 일반적 특성에 따라 평균값과 성별, BMI 그리고 신발밑창에 따라 각 근육에 독립표본 T-검정(independent T-test)를 실시하였다. 모든 통계학적 유의 수준 α 는 0.05로 설정하였다.

5. 근피로도 비교기준

근피로도에는 MVIC를 공식을 이용한 방법으로 일부

하지근육의 최대 등척성 근력과 트레드밀 운동 후 보행 시 일부 하지근육의 근활성도 평균값의 비율값으로 하였으며, MVIC(그림 9) 값이 낮을수록 근피로도가 높은 것으로 하였다(윤범철, 2006).

$$MVIC = \frac{\text{운동후 보행시 근활성도 평균값}}{\text{최대등척성근력}} \times 100(\%)$$

그림 9. %MVIC(Maximum Voluntary Isometric Contraction)

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구 대상자의 나이, 키, BMI 지수와 관련한 일반적인 특성은 (표 1)과 같다.

2. 트레드밀 운동 시 성별에 따른 두 개의 근육의 활성화 값

트레드밀 운동 시 성별에 따른 두 개의 근육의 활성화 값은 (표 2)와 같다.

3. 트레드밀 운동 시 BMI에 따른 두 개의 근육의 활성화 값

BMI지수에 따른 두 근육의 근 활성화도는 $\cdot \leq 21$, 22~24, 25 $\leq \cdot$ 모두에서 VM근육의 활성화도가 높았으며, 통계적으로 매우 유의하였다($p < .05$). 특히 VM근육은 $\cdot \leq 21$ 군에서 19.92 ± 6.53 , GCM근육은 22~24군에서 13.96 ± 4.66 으로 각각 높게 나타났다.(표 3)

4. 트레드밀 운동 시 신발밑창에 따른 두 근육의 활성화 값

신발밑창에 따른 두 근육의 활성화도는 DS, FS군 모두 VM근육이 각각 24.98 ± 2.95 , 13.58 ± 1.41 , 각각 높았으며 통계적으로 매우 유의하였다($p < .05$).(표 4)

IV. 논 의

본 연구는 20대 남자 15명과 여자 15명 총 30명을 대상으로 트레드밀 운동 시 신발밑창에 따라 일부 하지 근육의 피로도 정도에 대하여 알아보고자 하였다.

특히 다리근육의 근활성도에 대한 측정은 보행동안 나타나는 신경근육의 활동에 대하여 중요한 정보를 제공한다(Schmitz A 등, 2009).

근전도는 생체신호로 동작을 수행할시 눈에 보이지 않는 근육의 움직임을 보여주며, 근전도 장비는 동작 수행시 근육에서 나타나는 전기신호를 측정하는 장비이다(Choi YJ & Yu HJ, 2007).

신발에 따른 VM근육과 GCM근육의 근전도 신호 비교를 위해 최대 등척성 근력을 측정하여 표준화(Normalization) 과정을 실시하였다. 표준화과정은 최대 등척성 수축으로 나누는 방법과 최대하수축(Submaximal voluntary contraction)을 측정하여 이용하는 방법이 있다(Portney, 1994). 이러한 표준화 과정은 근육 간 형태와 분포가 다양하고 동일 대상자에서도 근육 간 차이를 보이기 때문에 필요한데(Kasman G & Wallace K, 1995), 본 연구에서는 두 집단 간의 근전도 신호 비교와 동일 대상자 내에서 다른 근육인 VM근육과 GCM근육의 근전도 신호를 비교하기 위해 표준화과정을 실시하였다. 측정한 근전도 신호의 자료처리 방법은 Window 용 SPSS version21을 이용하여 연구대상자의 일반적 특성 분포(%)를 확인하였다.

트레드밀 훈련은 치료적으로 체중지지상태의 보행 훈련과 체중부하상태의 보행훈련으로 나누어지는데 체중지지 트레드밀 보행은 단지 서기만을 위한 치료가 아니라 근력강화, 균형 그리고 보행패턴의 운동조절을 재인식시키며(Dobkin BH 등, 2002), 치료시점에서 독립보행이 가능한 대상자 들은 체중지지 트레드밀 보행이 보행개선효과가 있다고 하였다(Anne M 등, 2003).

통상 보통걸음이란 4~6 km/h의 속력을 말하며(Kiss, 2010) 본 실험에서는 남자는 7km/h, 여자는 5km/h의 속력으로 트레드밀을 이용하여 보행하였다(Kiss RM,

2010).

성별에 따른 근활성도의 비교 시 GCM근육의 표준화 값은 남자가 여자보다 근소하게 높은 결과로 나타났고 VM근육의 표준화 값은 여자가 남자보다 1.14 ± 1.28 높은 것으로 나타났다(표2).

BMI지수는 21이하는 저체중, 22~24는 정상, 25이상은 과체중으로 분류한다(대한 비만 학회 비만치료 지침기준, 2012 기준). BMI지수에 따른 근활성도의 비교 시 연구 대상자들의 BMI 평균값의 \pm 의 범위 내에서 근활성도를 비교하였고 GCM근육의 표준화 값이 22 이상 24이하일 때 가장 높고 21 이하일 때 가장 낮게 나타났다. VM근육의 표준화 값은 21이하일 때 가장 높고 25이상일 때 가장 낮게 나타났다(표3).

트레드밀 운동 시 신발에 따른 두 근육의 활성도 비교 시 DS시 GCM근육과 VM근육의 표준화값의 차이는 6.47 ± 0.88 이고 FS시 GCM근육과 VM근육의 표준화값의 차이는 4.64 ± 0.17 로 나타났다. 그리고 DS와 FS의 GCM근육 표준화값의 차이는 9.57 ± 0.49 이고, DS와 FS의 VM근육 표준화값의 차이는 11.4 ± 1.54 로 나타났다(표 4).

여기에서 DS와 FS 모두 VM근육이 더 높은 수치를 나타나는 것을 알 수 있었으며, 본 연구에서는 근활성도의 차이가 적을수록 근피로도가 적게 나타났다.

그러나 본 연구에서 제한점으로는 피실험자는 20대 남녀 대학생으로 일반적이지 않았으며, 피실험자들에게 저항을 줄 때 기계를 사용하지 않았기 때문에 신뢰성이 부족할 수 있었다.

V. 결 론

본 연구에 대한 결과는 여자15명, 남자15명의 대학생 총 30명을 대상으로 트레드밀 운동을 실시하여 일부 하지근육 활성도에 의한 근피로도를 측정하였다. 이후 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. 성별에 따른 근피로도는 GCM근육은 남성, VM근육은 여성의 피로도가 각각 낮게 나타났다.

2 .BMI지수에 따른 근피로도는 GCM근육은 22~24군, VM근육은 ≤ 21 군의 피로도가 각각 낮게 나타났다.

3. 신발밑창에 따른 근피로도는 GCM근육, VM근육 모두 DS군에서 근피로도가 낮게 타났다.

이상의 연구결과에서 나타난 것과 같이 DS군이 하지근육의 근피로가 상대적으로 낮다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- 김명웅. 신발의 역사. 선진문화사. 서울. 2004.
- 김혜림. 발 유형과 운동화 종류가 보행의 운동역학에 미치는 영향. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문. 2013
- 유경태. 신발높이의 차이가 20대 여성의 균형능력에 미치는 영향. 한국엔터테인먼트산업학회논문지. 2015;9(1):211-218.
- 정정욱, 김훈. 걷기형태가 에너지소비량 및 호흡 순환 기능에 미치는 영향. 한국체육학회지. 2004;43(5):321-330.
- 최규정, 권희자. 보행용 전문신발과 일반 운동화의 운동역학적 비교분석. 한국운동역학회. 2003;13(2):161-173.
- Albensi RJ, Nyland J, Caborn DN. The relationship of body weight and clinical foot and ankle measurements to the heel forces of forward and backward walking. J Athl Train. 1999; 34(4).
- Anne M, Anglea S, lan D, Alex P. Treadmill training and body weight support for walking after stroke. Stroke. 2003;34:3006.
- Bosco C, Saggini R, Viru A. The influence of different floor stiffness on mechanical efficiency of leg extensor muscle. Ergonomics. 1997;40(6):670-679.
- Boyer KA, Andriacchi TP. Changes in running kinematics and kinetics in response to a rockered shoe intervention. Clin Biomech. 2009;24(10). 872-876.
- Choi YJ, Yu HJ. Human Arm Motion Tracking based on sEMG Signal Processing. Journal of Contrl, Automation, and Systems Engineering. 2007;13(8);769-776.
- Deilsa JA, Gans BM. Rehabilitation medicine-principle,practice. philadelphia. PA:JB Lipponcott company. 1993.
- Dobkin BH, Sullivan KJ, Knowlton BJ. Step training with body weight support : effect of treadmill speed and practice paradigms on poststroke locomotor recovery. Arch Phys Med Rehabil. 2002; 83(5);683-691.
- Kasman G, Wallace K. Surface EMG and Biofeedback in Physical Therapy.
- Kiss RM. Compression between kinematic and ground reaction force technique determining gait events during treadmill walking at different walk. Medical Engineering & Physics. 2010;32(6);662-667.
- Mcpoil TG Jr. Footwear. Phys Ther. 1988;68(12);1857-1865.
- Murley GS, Landorf KB, Menz HB. Do foot orthoses change lower limb muscle activity in flat-arched feet towards a pattern observed in normal -arched feet Clin Biomech. 2010;25(7);728-736.
- Schmitz A, Slider A, Heiderscheit B et al. Differences in lower extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. Journal Electromyography and kinesiology. 2009;19(1);1085-1091.
- Sekizawa K, Sandrey MA, Ingersoll CD, Cordova ML. Effects of shoe sole thickness on joint position sense. Gait Posture. 2001;13(3);221-228.
- Potney LG. Electromyography and nerve conduction velocity tests. In: O'Sullivan SB, Schmitz TJ, eds. Physical Rehabilitation: Assessment and

treatment. Philadelphia, F.A. Davis Co.,
1994;133-165.

Wezenberg D, de Haan A, van Bennekom CV, Houdijk
H. Mind your step: Metabolic energy cost while
walking an enforced gait pattern. Gait Posture.
2011;33(4);544-549.

논문접수일(Date Received) : 2017년 08월 09일

논문수정일(Date Revised) : 2017년 09월 08일

논문게재승인일(Date Accepted) : 2017년 09월 15일

부록 1. 그림



그림 1. 안쪽넓은근과 장딴지근 부착부위



그림 2. 안쪽넓은근 최대등척성 근력 측정



그림 3. 장딴지근 최대등척성 근력측정



그림 4. 운동 후 근전도 측정



그림 5. 이중밑창



그림 6. 편평밑창



그림 7. 트레드밀



그림 8. 근전도측정기(EMG)

부록 2. 표

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

변수	남자(n=15)	여자(n=22)
나이(세)	23.91±1.30 ^a	21.14±1.98
신장(cm)	174.45±4.85	161.45±4.78
체중(kg)	72.55±12.26	53.82±7.13

*평균±표준편차

표 2. 성별에 따른 두 개의 근육의 활성화 값

	GCM	VM	DF	t	p
male	13.77±5.20	18.71±5.53	29	-11.158	.000*
female	13.67±5.20	19.85±6.81	29	-10.417	.000*

*p <.05

GCM : Gastrocnemius

VM : Vastus Medialis

표 3. BMI에 따른 두 개의 근육의 활성화 값

	GCM	VM	DF	t	p
· ≤21	13.49±5.46	19.92±6.53	29	-11.645	.000*
22~24	13.96±4.66	19.17±5.77	19	-8.651	.000*
25≤ ·	13.94±5.67	17.57±6.17	9	-5.943	.000*

*p <.05

GCM : Gastrocnemius

VM : Vastus Medialis

표 4. 신발밑창에 따른 두 개의 근육의 활성화

	GCM	VM	DF	t	p
DS	18.51±2.07	24.98±2.95	29	-10.392	.000*
FS	8.94±1.58	13.58±1.41	29	-12.942	.000*

*p <.05

GCM : Gastrocnemius

VM : Vastus Medialis