

트레드밀 전·후방 보행과 속도에 따른 다리근육의 근활성도 비교

최석화¹·전혜림²·이규리³

¹최석화바디발란스

²삼육대학교 일반대학원 물리치료학과

³김천대학교 물리치료학과

Comparison of Lower Limb Muscle Activity According to Different Gait Pattern and Speed on the Treadmill

Seok-Hwa Choi¹ · Hye-Lim Chun² · Cu-Rie Lee³

¹Choi Seok Hwa Body Balance

²Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Sahmyook University

³Dept. of Physical Therapy, Gimcheon University

Abstract

Purpose: This study is to compare muscle activation of leg muscles with forward and backward gait and treadmill speed.

Method: The experimenter is a healthy ten male and female. They practice walking on the treadmill for 2 minutes and then walk 2km/h and 4km/h in front and back for 3 minutes. Muscle activities were recorded from the lower limb muscles (rectus femoris [RF], biceps femoris [BF], gastrucnemius [GCM]).

Results: According to the study, lower extremity muscles have higher backward gait than forward gait.

Conclusion: Muscle activity at the speed indicated that the muscular activity of the lower limbs was 4.0km/h, which is higher than 2.0km/h.

Key words : forward, backward, gait, speed, treadmill

© 2018 by the Korean Physical Therapy Science

I. 서론

인간의 보행은 신경과 근골격 등이 총괄적으로 사용되는 복잡한 과정이며(배성수, 2005), 하지로 체중을 지탱하고 몸 전체의 균형을 유지하면서 신체를 한

곳에서 다른 곳으로 이동하는 것이다(김병곤 외, 2009).

보행 능력의 향상을 위해 흔히 트레드밀 훈련이나 지면 보행 훈련을 실시하고 있으며(Lee & Hidler, 2008), 트레드밀은 러닝머신(running machine)으로 널

리 알려져 있는 운동기구로서, 바닥의 회전벨트가 자동으로 돌아가면서 사람이 그 위에서 걷거나 달리는 동작을 수행하도록 고안된 운동기구이다(김지연, 2000). 트레드밀의 보행훈련은 과제특이적(task-specific)이며, 복잡한 보행주기(cycle)의 실행을 가능하게 한다. 체중지지 트레드밀 보행은 단지 서기만을 위한 치료가 아니라 근력 강화, 균형, 그리고 보행 패턴 시 운동 조절을 재인식 시키며(Dobkin, 2004), 트레드밀은 달리는 도중에 회전속도를 변경하여 운동부하를 조절할 수 있어서 운동부하를 정확하게 파악할 수 있고, 반복측정 시 동일한 양의 부하를 가할 수 있다(김지연, 2000).

트레드밀에서 운동할 수 있는 가장 일반적인 형태로는 전방보행으로 전방보행은 발의 뒤꿈치에서 지면에 접촉하여 발의 전면부로 체중을 부하한 다음 이동하는 것이다(Whittle, 2007). 정상시의 보행속도와 보폭으로 걷는 일상적인 보행으로 트레드밀 위에서 보행운동을 할 때는 큰 문제가 없지만, 무리한 전방보행운동을 시행하는 경우에는 다리관절이 큰 스트레스를 받는 경우가 많다(김병곤 외 2009).

후방보행은 하지의 근력을 증가시키는 장점을 가지고 있으며 전방보행에 비해 에너지 소비량이 더욱 높다. 에너지 소비량을 증가시키는 원인은 생소한 운동패턴에 기인한 에너지 효율성 감소, 짧은 보폭과 보행빈도수 증가에 의한 전체 운동량 증가 그리고 하지의 주된 단축성 수축 사용에 의한 ATP(adenosine triphosphate) 소비량 증가 등에 의한 것이다(류호열, 2010). 따라서, 후방보행은 관절의 부하 감소와 근력강화를 통해 재활을 촉진시킨다(Mackie와 Dena, 1984; Threlked 등, 1989).

박치복(2016)은 전방보행과 후방보행 훈련 시 속도 변화에 따른 넵다리네갈래근의 근활성도 비교 분석에서 후방 보행 시 속도가 빠를수록 넵다리네갈래근의 활성도에 더욱 유의한 변화가 있음을 보고하였는데 후방보행의 속도가 빠를수록 넵다리네갈래근에 더 많은 부하가 가해진다는 결과를 보여주었다.

따라서, 본 연구에서는 트레드밀 위에서 속도변화에 따른 전 후방 보행 시 다리근육의 활성도를 측정하

여, 재활 훈련 동안 근력을 증가시키는 효율적인 보행 운동 양상을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 건강한 G대학교 물리치료학과에 소속된 20대 건강한 성인 남, 여 대학생 10명을 대상으로 실시하였고, 선정기준은 다리의 특정 질병이나 수술을 하지 않은 신체가 건강한 성인 남, 여로 선정하였다.

2. 운동방법 및 측정방법

본 연구의 운동방법은 대상자 10명이 트레드밀(SKY Track 820, Yo-Life, Russia)을 사용하여 충분한 자세유지와 안정적인 보행을 위해 약 2분간 보행연습을 하였다(박주완, 2010)(그림 1). 그 후 2km/h 전방 보행 3분 시행, 1분 휴식, 그 다음 2km/h 후방 보행을 실시하였고, 4km/h에서도 똑같은 방법으로 시행하였다. 또한 무작위 순서 배정을 위해 제비뽑기를 하여 자세 순서를 결정함으로써, 순서에 따른 피로효과 등을 배제하였다. 또한 근활성도 변수를 분석하기 위해 근전도(wave plus EMG, cometa, Italy)를 사용하였다(그림 2). EMG 패드는 부착은 넵다리곧은근(rectus femoris)은 엉덩가시 앞쪽 윗부분부터 무릎뼈의 윗부분을 잇는 선의 1/2지점에 부착하였고(그림 3), 넵다리두갈래근(biceps femoris)은 궁둥뼈결절과 정강뼈 가쪽위관절융기를 잇는 선의 1/2지점에 전극을 부착하였고 장딴지근(gastrocnemius)은 종아리뼈 머리와 발꿈치를 잇는 선의 1/3지점에 부착하였다(그림 4).

3. 분석방법

연구 결과에 대한 분석을 SPSS(Ver.21) 통계 프로그램을 이용하여 비교분석하기 위해 반복측정분산 분석(One-way repeated ANOVA)을 이용하였고, 각 항목 별 간의 차이에 대한 사후 검정을 위해 Duncan 검정을

하였다. 그리고 각 항목별 검증을 위한 통계적 유의 수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. 대상자들의 성별, 나이, 키, 몸무게에 대한 일반적인 특성

대상자들의 일반적 특성은 <표 1>과 같다.

2. 보행방향과 속도에 따른 다리 근육의 최대 근 활성화도 차이 비교

남 · 여 대학생들을 대상으로 트레드밀에서의 전 · 후방 보행과 속도변화에 따른 넙다리곧은근, 장딴지근, 넙다리두갈래근의 근 활성화도의 변화와 통계분석 결과는 <표 2, 3>과 같다. <표 2>에서는 넙다리곧은근의 최대 근 활성화도의 경우, 후방 4km/h에서 가장 높은 근 활성화도를 나타내었다. 그리고 후방 4km/h의 근 활성화도가 다른 그룹의 근 활성화도에 비해 유의하게 높은 수치를 나타내었다($p<.05$).

넙다리두갈래근의 최대 근 활성화도의 경우, 후방 4km/h에서 가장 높은 근 활성화도를 나타내었다. 그리고 후방 4km/h의 근 활성화도가 다른 그룹의 근 활성화도에 비해 유의하게 높은 수치를 나타내었다($p<.05$).

장딴지근의 최대 근 활성화도의 경우, 후방 4km/h에서 가장 높은 근 활성화도를 나타내었다. 그리고 후방 4km/h는 전방 2km/h와 후방 2km/h에 비해 유의하게 높은 근 활성화도를 나타내었지만($p<.05$), 전방 4km/h에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p<.05$).

3. 보행방향과 속도에 따른 다리 근육의 평균 근 활성화도 차이 비교

넙다리곧은근의 평균 근 활성화도의 경우, 후방 4km/h에서 가장 높은 근 활성화도를 나타내었다. 그리고 후방 4km/h의 근 활성화도가 다른 그룹의 근 활성화도에 비해 유의하게 높은 수치를 나타내었다($p<.05$).

넙다리두갈래근의 평균 근 활성화도의 경우, 후방 4km/h에서 가장 높은 근 활성화도를 나타내었다. 그리고 후방 4km/h의 근 활성화도는 전방 2km/h와 후방 2km/h에 비해 유의하게 높은 근 활성화도를 나타내었지만($p<.05$), 전방 4km/h에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p<.05$).

장딴지근의 평균 근 활성화도의 경우, 후방 4km/h에서 가장 높은 근 활성화도를 나타내었다. 그리고 후방 4km/h의 근 활성화도가 다른 그룹의 근 활성화도에 비해 유의하게 높은 수치를 나타내었다($p<.05$).

IV. 고찰

보행은 인체를 이동하기 위한 인간의 가장 본질적인 기능이다(한동기, 2002). 이는 건강을 유지하거나 증진시키기 위해 실시하는 표적인 운동 형태로 오래 전부터 시행해 왔으며(한상완, 2005), Patla(1995)는 인간 고유의 이동 방법으로 자기 자신의 독립적인 힘으로 한 장소에서 다른 장소로 이동하는 것만큼 더 중요한 것은 없다고 하였다. 후방보행은 넙다리곧은근이 무릎을 고정시키는 구심성 수축이 일어나고 또한 등척성 수축을 한다. 이 구심성 근 수축은 원심성 근 수축보다 에너지 소비가 더 높은 것으로 알려져 있다(Eilam, 1995).

Flynn과 Soutas(1995)는 트레드밀 보행에서 전방보행과 후방보행을 실시한 후 후방보행이 전방보행보다 넙다리곧은근의 근력이 더욱 향상된다고 하였으며, 본 연구에서도 후방보행 시 넙다리곧은근의 근력이 향상되었다는 것을 확인하였다. Kramer와 Reid(1991)은 후방보행이 더 높은 다리의 근력을 획득할 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 후방보행 시 다리의 근력이 증가되었다는 것을 알 수 있었다. 또한 McArdle 등(2001)은 후방보행이 무릎뼈 넙다리 관절에 부하를 감소시키면서 다리의 근력을 증가시킨다고 하였다. 본 연구에서도 전방보행보다 후방보행에서 넙다리곧은근, 넙다리두갈래근, 장딴지근의 근활성도가 더 높게 증가하였다.

문곤성(2004)이 일반 대학생을 대상으로 보행속도

에 따른 대퇴직근, 대퇴이두근, 비복근 등의 근수축 활성도를 비교한 연구에서 속도가 증가할수록 근수축이 활성화 되었으며, 한상완(2005)의 연구에서도 저속의 보행보다 좀 더 빠른 속도로 설정된 보행이 근력을 증가시키는데 효과적이라고 하였다. 따라서 본 연구에서 4.0km/h로 보행하는 것이 2.0km/h로 보행하는 것보다 근활성도가 더 높은 값을 나타낸 것과 일치한다. 그러나 잘못된 보행을 할 경우에는 정상 보행 속도보다 아주 느리거나 빠른 속도 일 때 근 수축 활성이 오히려 감소하는 근육들이 나타날 수도 있다고 한다(문곤성, 2004). 따라서 후방보행이 전방보행보다 대퇴부위 및 하퇴부위의 근력을 증가시키는데 효과적이라 사료되며 이를 기반으로 빠른 속도에서의 후방보행은 건강증진과 재활, 트레이닝에 기여할 수 있는 기본적인 방향을 제시함과 동시에 임상에서 다리에 관련된 질환을 가지고 있는 사람에게 재활운동으로써 보다 효과적인 방법으로 그 활용이 기대된다.

V. 결론

트레드밀 전·후방 보행 시 속도에 따른 다리 근활성도를 비교한 결과는 다음과 같다.

1. 트레드밀 보행 방향 즉 전·후방에 따른 하지의 최대 근 활성도는 전방에 비해 후방에서 더 높게 나타났다.
2. 트레드밀 보행 시 속도에 따른 즉, 2.0km/h와 4.0km/h의 다리의 최대 근 활성도는 후방보행에서 2.0km/h에 비해 4.0km/h에서 더 높게 나타났다.
3. 트레드밀 보행 방향 즉 전·후방에 따른 하지의 평균 근 활성도는 전방에 비해 후방에서 더 높게 나타났다.
4. 트레드밀 보행 시 속도에 따른 즉, 2.0km/h와 4.0km/h의 다리의 평균 근 활성도는 후방보행에서 2.0km/h에 비해 4.0km/h에서 더 높게 나타났다.

참고문헌

- 강형규 외(2012). 타원형 기구 보행, 트레드밀 보행 및 지면보행이 하지 근육의 근 활성도에 미치는 영향. 대구대학교 특수교육재활과학연구, 51(1), 253-266.
- 김병곤 외(2009). 트레드밀 전·후방 보행에서 경사도와 속도에 따른 넙다리네갈래근 테이핑적용 시 근 활성도 비교. 대한정형도수물리치료학회지, 15(2), 50-62.
- 김은정(2009). 트레드밀과 불안정면에서의 보행훈련이 편마비 환자의 보행과 근활성도에 미치는 영향. 대구대학교 학위논문(석사)
- 김은영 외(2010). 전·후방보행 방법과 트레드밀 각도 변화에 따른 넙다리곧은근과 앞정강이근의 활성도 비교. 대한정형도수물리치료학회지, 16(2), 76-81.
- 김지연(2010). 경사도와 속도에 따른 트레드밀 보행의 운동 역학적 분석. 이화여자대학교대학원 학위논문(박사).
- 류호열(2009). 경사진 트레드밀 후방보행 훈련이 하지 근력과 근피로에 미치는 영향. 고려대학교 교육대학원 학위논문(석사).
- 류호열 외(2010). 트레드밀 전·후방보행 훈련이 탈진적 운동 수행 전과 후의 하지 근력에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지, 28(1), 37-43.
- 문곤성(2004). 보행 속도 변화에 따른 하지의 운동 역학적 분석과 근활동의 근전도 분석. 연세대학교 대학원 학위논문(박사).
- 박성훈(2017). 트레드밀 속도 변화 방법에 따른 뇌졸중 환자의 보행 능력 및 폐 기능 변화. 대전대학교일반대학원 학위논문(석사).
- 박주완 외(2010). 경사진 트레드밀에서 후방보행운동을 통한 넙다리네갈래근 강화와 요통의 관계. 대구대학교 특수교육재활과학연구소, 28(1), 47-55.
- 박치복(2016). 속도가 다른 트레드밀 훈련이 다리 근 두께에 미치는 영향. 한국산학기술학회 논문

- 지, 17(12), 363-370.
- 배성수(2015). 고유수용성 신경촉진법에서 CPG를 이용한 뇌손상자 보행훈련 전략. 대한물리치료학회지, 17(1), 13-24
- 한동기(2002). 근력훈련이 다운증후군 아동 및 청소년의 등속성 근력과 보행 형태에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위 논문.
- 한상완(2005). 경사진 트레드밀에서 전방 걷기와 후방 걷기동안 넙다리네갈래 근 활도성비교: 표면 근전도 분석. 한국전문물리치료학회지, 12(1), 63-70.
- Bruce H. Dobkin(2004). Neurobiology of Rehabilitation, Ann N Y Acad Sci. 1038(1), 148-170.
- Dobkin, B.H.(2004). Strategies for stroke rehabilitation. Neurology, 3,528-3,536.
- Eilam D, Adijes M, Vilensky J.(1995). Uphill locomotion in mole rats: a possible advantage of backward locomotion, Physiology & behavior, 58(3), 483-489.
- Flynn T. W, Soutas-Little R. W.(1995). Patellofemoral joint compressive forces in forward and backward running. Journal of orthopaedic and sports physical therapy, 21(5), 277-282.
- Hogrel, J. Y.(2005). Clinical applications of surface electromyography in neuromuscular disorders. Neurophysiologie Clinique, 35(2-3), 59-71.
- Kramer J. F. & Reid D. C.(1991). Backward walking: a cinematographic and eletromyographic pilot study. Physiother Cn, 33, 77-86.
- Lee, S.J., Hidler, J.(2008). Biomechanics of overground vs. treadmill walking in healthy individuals. Journal of Applied Physiology, 104(3), 747-755.
- Mackie J.W., Dean T.E.(1984). Running backward training effects on upper leg musculature and ligamentous instability of injured knees. Medicine & Science in Sports & Exercise, 16(2), 151.
- Patla: AA.(1995). Framework for understanding mobility problem in the elderly Mosby.
- Threlkeld AJ, Horn TS, Wojtowitez GM, Rooney JG, Shapiro R.(1989). Kinematics, ground reaction force, and muscle balance produced by backward running. J Orthop sports Phys Ther, 11(2), 56-62.
- 논문접수일(Date Received) : 2018년 08월 27일
 논문수정일(Date Revised) : 2018년 09월 12일
 논문게재승인일(Date Accepted) : 2018년 09월 21일

부록 1. 그림



그림 1. SKY Track 820, Yo-Life, Russia

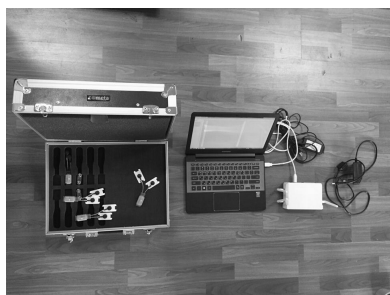


그림 2. wave plus EMG, cometa, Italy

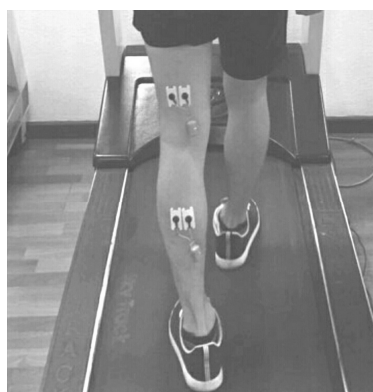


그림 3. Rectus femoris

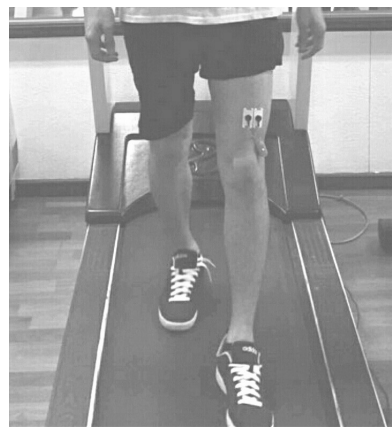


그림 4. Bicepsfemoris and Gastrocnemius

부록 2. 표

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=10)

Deviation	Exercise group
Gender(M/F)	1/9
Age(years)	23.3±0.67
Height(cm)	163.3±8.01
Weight(kg)	58.1±7.21

^amean±SD

표 2. Depending on walking direction and speed in treadmill analysis of muscular activity of some leg muscles

(Unit: μV)

deviation	rectus femoris	biceps femoris	gastrocnemius
AG 2km/h	42.07±20.52 ^{a†}	40.44±13.69 ^a	132.01±83.62 ^{ab}
PG 2km/h	102.47±48.44 ^b	56.79±16.09 ^{ab}	94.45±52.42 ^a
AG 4km/h	56.77±28.14 ^a	78.89±24.80 ^b	165.14±73.98 ^{bc}
PG 4km/h	241.02±80.76 ^c	144.91±63.66 ^c	212.63±79.47 ^c
F	32.617	16.472	4.679
p	.000*	.000*	.007*

[†] Mean ± Standard Deviation

a,b,c is significantly post-hoc test (Duncan multiple test)

The same letters means non-significantly post-hoc test.

* < .05

주. AG: 전방보행; PG: 후방보행

표 2. Depending on walking direction and speed in treadmill analysis of muscular activity of some leg muscles

(Unit: μV)

deviation	rectus femoris	biceps femoris	gastrocnemius
AG 2km/h	12.60±4.57 ^{a†}	12.17±4.85 ^a	12.30±4.51 ^a
PG 2km/h	14.26±2.18 ^a	13.33±2.33 ^a	13.50±2.33 ^a
AG 4km/h	14.62±1.36 ^a	14.28±1.30 ^{ab}	14.48±1.48 ^a
PG 4km/h	18.85±3.91 ^b	16.77±3.44 ^b	18.02±3.81 ^b
F	6.596	3.596	5.680
p	.001*	.023*	.003*

[†] Mean ± Standard Deviation

a,b is significantly post-hoc test (Duncan multiple test)

The same letters means non-significantly post-hoc test.

* < .05