

## 성인 남 · 여의 보행속도와 하지 근육의 긴장도 비교 연구

김현숙 · 엄기매 · 임인혁

여주대학 물리치료과

### The Comparison Study Between the Walking Speed and Muscle Tone of the Lower Extremity muscle in Male and Female

Hyun Sook Kim, Ph.D., P.T., O.T., · Ki Mae Um, Ph.D., P.T. · In Hyuk Im, Ph.D., P.T.

*Dept. of Physical Therapy, YeoJoo Institute of Technology*

#### ABSTRACT

**Background:** The purpose of this study was to investigate the comparison between the walking speed and muscle tone of the lower extremity in male and female. **Method:** The experimental group was that 22 female and 24 male that participated this study. Subjects were measured walking speed and muscle tone. Muscle tone measured using myotonometer. Measured muscle were rectus femoris, vastus medialis, vastus lateralis, biceps femoris, semitendinosus, tibialis anterior, gastrocnemius. **Result:** The result of this study were that the walking speed were significantly significant( $p<.01$ ) in male and female. Muscle tone different in male and female that vastus medialis, vastus lateralis, tibialis anterior and gastrocnemius significantly significant( $p<.05$ ). **Conclusion:** This study showed that difference muscle tone and walking speed in male and female. This indicates that there is an interaction that plays a crucial roles in the walking speed and muscle tone.

**Key Words :** Lower extremity, Muscle tone, Walking speed

## I . 서 론

보행은 동물들과 구별되어지는 인간으로써 가장 기본적인 동작이며, 평균 생후 12개월부터 시작되어 별 다른 병변이 없을 때 평생 동안 수행되어지는 인간의 직립 보행은 성장하면서 신경계 및 근골격계의 발달

과 오랜 기간에 걸친 훈련에 의해 완성되며, 정상적인 보행을 위해서는 골반과 두 다리의 각기 다른 길이와 축을 갖는 11개의 관절과 57개의 근육이 조화롭게 움직여야한다(안주하 2008).

보행동작에 있어서도 기립상태와 공통되는 점이 많고 동적으로나 정적으로도 균형은 중요한 요소이나

역학적으로는 평형에서 벗어나 허리를 축으로 하여 양쪽 다리를 교호로 전방으로 움직여 전진하는 것이 자연보행이라고 말할 수 있다. 또한 보행의 시작은 서 있는 상태에서 어떤 지시에 의해 걷기 시작해서 일정한 움직임이 반복되는 보행양상을 이루기전까지의 과정이며(조강희 등, 1998), 인체를 한곳에서 다른 곳으로 이동시키기 위하여 교대로 다리를 사용하는 연속적인 동작과 형태를 말하는데 이때는 근육의 활동이나 관절의 가동성이 시간적으로나 역학적으로 잘 조화가 이루어져야 함은 주지의 사실이다. 그러나 어떤 원인에 의해서 이러한 조화가 깨지게 되는 경우 곧 병적 보행이라 불리는 형태로 나타나게 되며 이러한 병적 보행을 보이는 환자에서 그 원인을 분석하고 치료를 시행함에 있어 객관적이며 정량적인 방법의 평가는 매우 중요한 일이라 할 수 있다(김희완, 2001).

이 중 정상 보행은 하지 관절에 작용하는 모멘트에 정적 기립상태를 유지하기 위해 발목과 무릎 관절에는 신전근(extensor)이 활성화되며, 또한 체중심의 안정적인 균형은 각 관절의 주동근(agonist)과 길항근(antagonist)의 상호작용(interaction)에 의해 유지된다(김사엽, 2005). 흔히 걷기와 달리기는 지지와 추진력을 제공하기 위해 교대로 두 다리를 사용하는 이동(locomotion)의 한 방법으로 정의하지만 보행은 언제나 적어도 한발이 지면에 지지하고 있고, 각 주기 당 양발 지지기가 있어 한발지기와 양발지지기의 연속적인 변화로 일어나는 반면, 달리는 보행에 비해 속도가 증가되며 지지기의 비율이 감소하여 인체가 공중에 떠있는 체공 시간이 길어진다. 즉 보행과 달리의 차이점은 양발 지지기의 유·무로 구분할 수 있다(한동기, 2002).

이처럼 보행은 전진과 균형의 복잡한 과정이며, 보행 시 몸의 무게 중심의 이동과 하지 각 관절의 운동형상학적 변화에 대한 연구는 보행의 연구에 중요한 역할을 할 수 있다. 그중 보행 속도의 변화에 따른 연구가 여러 각도로 이루어 졌다(김봉옥 등, 1996). Ohmichi와 Miyashita(1983)은 보행 시 속도는 동작 분석에 중요한 열쇠이며 매개 변수에 큰 영향을 미치는 요인이라고 보고하였으며, 많은 연구자들은 통제된 속도에서 대상자들의 보폭과 보폭 빈도수를 비교 분

석하였다. 이후 Andriacchi(1977) 등은 정상인의 보행과 비정상인의 보행에서 속도와 지면 반력 크기 사이의 관계를 발표하였다. Jansen(1978)은 지면 반력에서 속도의 증가에 따라 수직 방향의 힘에서 초기 접촉과 발가락 들림 기간에서 힘이 증가하며 중간 입각기에서는 힘이 감소한다고 하였고, 전후방향(anterior-posterior)의 힘에서는 속도가 증가함에 따라 힘도 비례하여 증가 한다는 것이 관찰되었으나 좌우 방향에서의 속도에 관련된 지면 반력은 관계가 없다고 보고하였다.

보행으로 신체가 이동하는 동안 신체의 중심선에 맞춰서 자세를 유지하고자하는, 즉 균형을 유지하고자한다. 이러한 균형은 인체를 움직이지 않고 똑바로 서 있는 정적인 상태로 유지하기 위하여 실제로는 신체의 자세를 미세하게 조정하는 연속된 과정에 있으며 여기에는 원활한 근 수축의 조절이 요구된다고 할 수 있다.

따라서 본 연구는 성인 남녀의 보행속도와 고관절, 슬관절, 족관절의 굴곡과 신전을 담당하는 근육의 수축시의 근 긴장도를 측정·비교하여 보행속도와 하지 근육의 긴장도를 비교하는 것을 목적으로 수행하였다.

## Ⅱ. 연구방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 20-30대 남녀를 대상으로 하였으며 본 연구의 참여할 동의를 있고 보행이 문제가 없는 자를 선발하였다. 그 중 하지에 관한 질병, 또는 수술을 받은 적이 있는 자를 제외한 남자 24명, 여자 22명으로 총 46명을 대상으로 하였다(표 1). 연구 대상자의 선정조건은 다음과 같다.

- 1) 독립적인 보행에 문제가 없는 자.
- 2) 하지에 관한 질병을 앓았거나 또는 수술을 받은 적이 없는 자.
- 3) 본 연구에 문제가 영향을 줄 수 있는 질환이 보유하지 않은 자.
- 4) 하지 관절의 가동범위에 이상이 없는 자.
- 5) 근골격계에 이상이 없는 자.

6) 본 연구에 참여를 동의한 자.

표 1. 대상자의 일반적인 특성

체중(kg)	58.17 ± 10.83 <sup>a</sup>
키(cm)	165.85 ± 9.40
나이(year)	21.02 ± 2.01

<sup>a</sup> Mean±SD

## 2. 연구방법

모든 대상자는 보행속도를 먼저 측정된 후 하지 근육의 근긴장도를 측정하게 하였으며 측정방법은 다음과 같다.

### 1) 보행속도(Gait speed)

보행속도는 모든 대상자에게는 10m 이동 시간을 3회 측정하여 측정값의 평균값을 보행속도로 하였다. 단위는 m/sec이다.

### 2) 근긴장도 측정

대상자의 하지근육의 근긴장도의 측정은 대상자를 편안한 자세로 바로 눕게 한 후 Myotonometer(GMTN200607, USA)를 사용하여 각 근육의 긴장도를 측정하였다. Myotonometer는 근 이완 또는 근 수축 시에 근육의 긴장 상태를 측정할 수 있도록 고안된 장비로, 측정된 근육의 긴장 상태는 컴퓨터에서 전산화를 통해 수치로 표현되도록 되어있다. 또한 근육의 경축, 장력 그리고 이완되거나 수축된 근육의 유연성(탄력성)을 평가하기 위한 신뢰성 있는 장비이며, 대상자의 근육 근긴장도를 측정하여 컴퓨터 프로그램에서 측정된 데이터를 제공하여 근육의 상태를 확인할 수 있다(Chales 등, 2003).

근긴장도 측정기 부분은 내측실린더와 외측 실린더로 구성되어 있으며, 외측 실린더는 고정되어 있고, 측정기 끝으로 직접 조직을 누를 때 내측 실린더가 조직이 압박되는 만큼 외측 실린더 내부로 들어간다. 조직의 저항에 따라 두 실린더 간에 거리가 변하게 되며 이렇게 측정된 조직 저항은 힘으로 환산된다. 실린더

가 받는 힘은 8단계(0.25, 0.5, 0.75, 1.5, 1.75, 2.0kg)로 구분되어 각 해당되는 지점에서 전위(displacement)되는 정도를 측정한다. 결과적으로 부드러운 근육 조직(낮은 긴장도)은 압력을 가할 때 높은 긴장도의 근육에서 보다 전위되는 양이 더 커지게 된다.

본 연구에서는 각 근육의 중심부를 Myotonometer를 1.5kg의 압력으로 압박하여 근육이 최대 등척성 수축을 한 상태에서 각각 측정하였다. 측정은 측정 근육의 근복(muscle belly) 부위에서 측정하였고 사전에 측정할 부위에 펜으로 표시하였다. 각 근육마다 총 5회 반복 측정하여 평균값을 채택하였으며, 단위는 mm이다.

측정근육은 대퇴직근(rectus femoris), 내측광근(vastus medialis), 외측광근(vastus lateralis), 대퇴이두근(biceps femoris), 반건양근(semi-tendinosus), 전경골근(tibialis anterior), 비복근(gastrocnemius)이다.

## 3. 자료분석

본 연구대상자의 나이, 신장, 체중은 기술통계로 분석하였고, 남녀비율은 빈도분석을 사용하였다. 성인 남녀의 보행속도와 하지근육의 근 긴장도의 비교는 paired T-test를 이용하였다. 모든 통계처리는 SPSS ver 12.0을 이용하여 통계처리를 하였고, 본 연구의 통계적 유의수준은  $\alpha = 0.05$ 로 하였다.

## Ⅲ. 연구결과

### 1. 성인 남녀의 보행속도 비교

성인 남녀의 보행속도는 남자가 1.40± 0.21m/sec, 여자가 1.41± 0.09m/sec로 남자가 보행속도는 더 빨랐으며 매우 유의한 차이가 있었다( $0 < 0.01$ )(표 2).

표 2. 성인 남녀의 보행속도 비교

	남	여	t 값	P 값
보행속도 (m/sec)	1.40± 0.21 <sup>a</sup>	1.41± 0.09	-.156	.007 <sup>*</sup>

<sup>a</sup> Mean±SD

## 2. 성인 남녀 하지의 근긴장도 비교

성인 남녀의 하지 근육을 최대로 등척성 수축을 한 상태에서 근 긴장도를 측정된 결과, 대퇴직근은 차이가 없었고, 내측광근은 남자  $6.86 \pm 1.33\text{mm}$ , 여자  $8.17 \pm 1.15\text{mm}$ 로 남자의 근 긴장도가 더 컸으며 매우 유의한 차이가 있었다( $p < .01$ ). 외측광근도 남자  $5.99 \pm 1.32\text{mm}$ , 여자  $6.78 \pm 0.65\text{mm}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ), 반건양근은 남자의 근 긴장도가 더 컸으며, 대퇴이두근은 차이는 없었다. 전경골근은 남자  $4.32 \pm 1.11\text{mm}$ , 여자  $6.19 \pm 0.95\text{mm}$ 로 남자의 근 긴장도가 더 컸으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .01$ ). 비복근은 남자  $6.48 \pm 1.95\text{mm}$ , 여자  $7.63 \pm 0.97\text{mm}$ 로 남자의 근 긴장도가 더 컸으며 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ )(표 3).

표 3. 성인남녀의 하지 근육의 근긴장도 비교

	남	여	t 값	P 값
대퇴직근	$6.80 \pm 0.94^a$	$6.98 \pm 0.65$	-.766	0.44
내측광근	$6.86 \pm 1.33$	$8.17 \pm 1.15$	-3.486	0.00**
외측광근	$5.99 \pm 1.32$	$6.78 \pm 0.65$	-2.692	0.01**
반건양근	$7.15 \pm 1.89$	$8.02 \pm 1.19$	-1.912	0.06
대퇴이두근	$8.47 \pm 0.54$	$8.43 \pm 0.73$	.232	0.81
전경골근	$4.32 \pm 1.11$	$6.19 \pm 0.95$	-5.994	0.00**
비복근	$6.48 \pm 1.95$	$7.63 \pm 0.97$	-2.696	0.01*

<sup>a</sup> Mean  $\pm$  SD

\* p(0.05)

\*\* p(0.01)

## IV. 고 찰

보행시작(gait initiation)은 정적 기립상태(quiet stance)에서 균형을 유지하고 있는 상태와 정상상태 보행(steady-state walking)의 시작 사이에 일어나는 움직임의 변이현상(transitional movement phenomenon)을 말한다. 보행시작을 위해 근육활동, 질량중심, 지면반발력 벡터, 압력중심, 관성모멘트, 관절운동 등이 변화되어 정상 상태의 보행으로 변이 된다. 정적 기립상태에서 근육활동에 의한 질량중심의 이동과 함께 지면

반발력이 변화되고 이에 따라 총 압력중심이 이동하게 되며, 일정한 속도를 갖는 정상보행으로 변화함에 따라 지면반발력의 크기는 일정해지고 압력중심의 이동이 일정한 패턴으로 나타난다(김사업 2005).

보행은 이동의 수단이고, 보행속도는 독립적인 움직임의 좋은 예측자이며 보행이 수반하고 있는 많은 활동에서는 시간의 구속이 있다. 장애인들에서의 근력의 감소는 보행속도에 영향을 미치고 그것에 의해서 매일의 삶의 활동에 영향을 미칠 수 있다고 하였다(Willén 등, 2004). 이러한 보행은 기본적인 이동의 기능과 운동의 기능을 동시에 수행하는데, 보행을 수행함에 있어 잘못된 보행동작은 관절, 근육과 뇌와 신체 구조에 문제를 유발시킬 수 있다(Scott와 Winter, 1990). 그러므로 이러한 문제점은 보행뿐만이 아니라 보행속도에도 영향을 미칠 수 있으리라 생각한다.

보행은 상지와 하지의 여러 관절과 골격근이 협응을 잘 이루어야 가능한 동작이라고 하였으며(Whittle, 1990), 김로빈(2000)은 하지 관절각의 경우 발목관절에서는 보행속도의 증가에 따라 저측골곡의 최댓값과 운동범위에서 각도가 커지는 경향이 나타났고, 무릎 관절과 엉덩이 관절에서는 골곡의 최댓값과 운동범위가 커져 유의한 차이가 있다고 보고하였다. 또한 종아리 근육이 발의 배측골곡에 영향을 미치고 보행을 하는 동안 체간의 추진력으로서의 결정적인 역할로 사용된다고 하였으며, 보행속도가 증가되면 종아리 근육의 근력이 증가된 것임을 확인할 수 있다(Min-Chi와 Mao-jiun, 2007).

본 연구에서 성인 남녀의 보행속도 비교에서 남자가  $1.40 \pm 0.21\text{m/sec}$ , 여자가  $1.41 \pm 0.09\text{m/sec}$ 로 남자의 보행속도가 더 빨랐으며 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $p < .05$ ), 이때 하지 근육의 긴장도는 내측광근과 외측광근, 전경골근, 비복근에서 유의한 차이가 있음을 확인하였다. 내측광근과 외측광근은 슬관절을 신전시키는 근육으로 발이 지면에 닿는 입각기의 전 부분에서 활성화되는 근육이며, 전경골근과 비복근은 입각기의 시작 부분인 발뒤꿈치 닿기(heel strike)와 입각기의 마지막 부분인 발뒤꿈치 떼기(heel off)에서 주되게 작용하는 근육이다(Donald, 2002). 본 연구결과에

서 전경골근과 비복근 긴장도의 유의한 차이는 보행 속도에도 영향을 미침을 알 수 있었으며, 선행연구와도 유사한 결과를 보였다(김로빈, 2000; Min-Chi와 Mao-jiun, 2007). 또한 내측광근과 외측광근에서도 유사한 차이를 보여 입각기에서 작용하는 근육의 근 긴장도가 증가되면 보행속도도 증가된다고 생각할 수 있을 것이다.

이상에서 살펴본 결과, 본 연구는 남녀 보행속도와 하지 근육의 근 긴장도에 대한 비교는 근수축 시 긴장도가 높은 남자에게서 보행속도가 빠름을 확인할 수 있었으며, 보행속도는 보행주기에서 입각기와 연관된 근육의 긴장도와 상관성이 있을 것으로 생각되며 이에 대한 연구가 더 필요하리라 생각된다.

## V. 결 론

본 연구는 남녀의 보행속도와 하지 근 긴장도를 비교하기 위하여 20-30대 남자 24명, 여자 22명으로 총 46명을 대상으로 하여 보행속도와 퇴직근(rectus femoris), 내측광근(vastus medialis), 외측광근(vastuslateralis), 대퇴이두근(biceps femoris), 반건양근(semi-tendinosus), 전경골근(tibialis anterior), 비복근(gastrocnemius)의 근 긴장도를 측정하였으며, 결과는 다음과 같다.

1. 남자가  $1.40 \pm 0.21 \text{m/sec}$ , 여자가  $1.41 \pm 0.09 \text{m/sec}$ 로 남자가 보행속도는 더 빨랐으며 매우 유의한 차이가 있었다( $p < .01$ )
2. 하지 근육의 긴장도는 내측광근은 남자  $6.86 \pm 1.33 \text{mm}$ , 여자  $8.17 \pm 1.15 \text{mm}$ 로 매우 유의한 차이가 있었고( $p < .01$ ), 외측광근은 남자  $5.99 \pm 1.32 \text{mm}$ , 여자  $6.78 \pm 0.65 \text{mm}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 전경골근은 남자  $4.32 \pm 1.11 \text{mm}$ , 여자  $6.19 \pm 0.95 \text{mm}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < .01$ ). 비복근은 남자  $6.48 \pm 1.95 \text{mm}$ , 여자  $7.63 \pm 0.97 \text{mm}$ 로 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ )

본 연구결과, 남녀의 보행속도에 차이가 있었고, 하

지 근육의 긴장도에서는 슬관절 신전근, 족관절 배측 굴곡근과 저측굴곡근에 차이가 있었다. 따라서 보행에서는 슬관절 신전근과 족관절의 배측굴곡근과 저측 굴곡근이 많은 작용을 하고 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 보행은 하지의 근력뿐만 아니라 다리길이, 보폭, 자세 정렬과도 연관성이 있으므로, 향후 이에 대한 연구가 더 필요하리라 생각된다.

## 참고문헌

- 김로빈. 보행 시 속도와 보폭 변화에 따른 하지 관절의 운동역학적 분석. [박사학위논문], 연세대학교. 2000.
- 김봉욱, 윤승호, 모정욱 등. 보행속도에 따른 운동 형상학적 특성. *충남의대잡지*. 1996;23(1): 161-169.
- 김사엽. 직립자세로부터 보행시작과 전이에 대한 생체역학적 특성 분석. [박사학위논문], 연세대학교. 2005.
- 김희완. 정상성인의 운동형상학적 보행분석. *경북대학 논총*. 2005;5:1513-520.
- 안주하. 3차원 컴퓨터 보행 분석을 이용한 정상 성인 여성에서의 보행 특성. [박사학위논문], 전남대학교. 2008.
- 조강희, 유재욱, 김봉욱 등. 보행환경이 보행에 미치는 영향, *충남의대잡지*. 1998;25(2):271-277.
- 한동기. 근력 훈련이 다운증후군 아동 및 청소년의 등속성 근력과 보행 형태에 미치는 영향. [박사학위논문], 서울대학교. 2002.
- Andriacchi TP, Ogle JA, & Falant JO. Walking speed as a basis for normal and abnormal gait measurements. *Journal of Biomechanics*, 1977;10: 261-268.
- Chales TL, William PD, James WR, Eric SS, Steven CF, Eugene LM Myotonometer Intra-and Interrater Reliabilities. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003; 84:97-101.

- Donald AN. Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for physical rehabilitation. Mosby; 2002.
- Jansen E.C. & Jansen J.M. Vis-velocity-via : Alteration of foot-to-ground forces during increasing speed of gait. In E. Asmussen & K. Jorgensen(Eds.), Biomechanics VI-A(pp. 267-271). Baltimore MD: University Park Press; 1978.
- Min-Chi Chiu, Mao-jiun Wang. The effect of gait speed and gender on perceived exertion, muscle activity, joint motion of lower extremity, ground reaction force and heart rate during normal walking. Gait & Posture. 2007;25:385-392.
- Ohmichi H., & Miyashita M. Relationship between Step Length and Selected Parameters in human Gait. In H.Matsui & K. Kobayashi(Eds), Biomechanics. VIII-A Champaign IL: Human Kinetics; 1983.
- Scott SH & Winter DA. Internal forces at chronic running injury sites. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1990;22(3):357-369.
- Whittle MW. Gait analysis: Introduction. Oxford Orthopaedic Engineering center, University of Oxford; 1990.
- Willén K, Stibrant S, Ekman GG. How Is Walking Speed Related to Muscle Strength? A Study of Healthy Persons and Persons With Late Effects of Polio, Arch Phys Med Rehabil. 2004;85:1923-8.

논문접수일(Date Received) : 2009년 5월 12일  
논문수정일(Date Revised) : 2009년 6월 5일  
논문게제승인일(Date Accepted) : 2009년 6월 12일

---